

НАРЪЧНИК

ПО

ПРИЛОЖНА

ЕКОЛОГИЯ

2011, СТАРА ЗАГОРА





ТРАКИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ АГРАРЕН ФАКУЛТЕТ



Норвежка програма за
сътрудничество с България



Проект:

“Оценка, намаляване и предотвратяване замърсяването на въздуха, водата и почвата в регион Стара Загора”, реф. № 2008/115236

НАРЪЧНИК ПО ПРИЛОЖНА ЕКОЛОГИЯ

Под общата редакция на
Проф. Цанко Яблански
проф. Георги Петков

Стара Загора, 2011 г.

Тракийски университет, Стара Загора

Аграрен факултет

Проф. Цанко Яблански
Проф. Георги Петков
Проф. Димитър Павлов
Проф. Васил Атанасов
Проф. Гюрга Михайлова
Проф. Йордан Стайков
Доц. Верка Баракова
Доц. Светлана Георгиева
Доц. Стефка Атанасова
Доц. Ценка Желязкова
Доц. Гергана Костадинова
Гл.ас. Евгений Райчев
Гл. ас. Диян Георгиев
Гл.ас. Мима Тодорова
Гл.ас. Николай Такучев
Гл.ас. Митко Георгиев

Ветеринарномедицински факултет

Доц. Недялка Георгиева

Медицински факултет

Проф. Спаска Станилова
Проф. Веселина Гаджева
Доц. Господинка Пракова
Доц. Антоанета Желева
Доц. Златка Добрева
Гл. ас. Борислав Попов
Гл ас. Павлина Гидикова



**TRAKIA UNIVERSITY
FACULTY OF AGRICULTURE**



**Norwegian Cooperation
Programme with Bulgaria**



Project:

**“Assessment, reduction and prevention of air, water and
soil pollution in Stara Zagora region”, Ref. N 2008 / 115236**

MANUAL BOOK OF APPLIED ECOLOGY

**Edited by
Prof. Tsanko Yablanski
Prof. Georgi Petkov**

Stara Zagora, 2011

Настоящият Наръчник по Приложна екология е планиран, написан и издаден с финансовата подкрепа на проект "Оценка, намаляване и предотвратяване на замърсяването на въздуха, водата и почвата в регион Стара Загора", № 2008/115236, финансиран от Norway Grants и Норвежката програма за сътрудничество с България, ръководена от Innovation Norway.

Промоутър на проекта е Аграрен факултет при Тракийски университет, Стара Загора. Партньори са Община Стара Загора, Гражданско обединение - Екоцентър, гр. Стара Загора, Университета по естествени науки, град Оз и Университета в град Осло, Норвегия.

Приоритетната област на проекта е редуциране на парниковите газови емисии в съответствие с изискванията на Протокола от Киото. Основната му цел е проучване замърсяването на въздуха и влиянието му върху водите, почвата, растенията, животните и човека в региона на Стара Загора, с оглед редуциране на газовите емисии и намаляване на вредния ефект върху околната среда.

Дейностите по проекта са съгласувани с Министерството на околната среда и водите, Министерството на здравеопазването, Регионалната инспекция по опазване на околната среда и водите и Регионална здравна инспекция, гр. Стара Загора.

This Manual Book of Applied Ecology is planned, written and published with financial support of project "Assessment, reduction and prevention of air, water soil and plant pollution in Stara Zagora region", ref. N 2008/115236, financed by the Norway Grants and Norwegian Cooperation Programme with Bulgaria, Innovation Norway.

Promoter of the project is Faculty of Agriculture at Trakia University, Stara Zagora. Project partners are: Stara Zagora Municipality, Civil Society, Ecocenter, Stara Zagora, Norwegian University of Life Science, Ozz and University of Oslo, Norway

Priority area of the project is reducing greenhouse gas emissions in accordance with the requirements of the Kyoto Protocol. The main aim of the project is a study of air pollution and its impact on water, soil, plants, animals and people in the region of Stara Zagora, reduce emissions and mitigate the harmful effects on the environment and humans.

Project activities are coordinated with the Ministry of Environment and Water, Ministry of Health, Regional Inspectorate for Protection of Environment and Regional Health Inspectorate, Stara Zagora.

ВЪВЕДЕНИЕ	13
<i>Проф. Ц. Яблански</i>	
1. АТМОСФЕРА	15
1.1. Обща характеристика на атмосферата	16
<i>Проф. Г. Петков</i>	
1.2. Основни понятия	17
1.3. Основни замърсители на атмосферния въздух	21
1.3.1. Съединения на въглерода	22
1.3.1.1. Въглероден оксид (CO)	22
1.3.1.2. Въглероден диоксид (CO ₂)	23
1.3.1.3. Въглеводороди (CH)	23
1.3.2. Съединения на сярата	24
1.3.2.1. Серен диоксид (So ₂)	24
1.3.2.2. Сероводород (H ₂ S)	25
1.3.3. Съединения на азота	27
1.3.3.1. Азотени оксиди (NO, NO ₂ , No _x)	27
1.3.3.2. Амоняк (Nh ₃)	30
1.3.4. Тропосферен озон (O ₃)	30
1.3.5. Фотохимичен смог	32
1.3.6. Аерозоли	34
1.4. Нормативни актове по опазване чистотата на атмосферния въздух	39
1.4.1. Закони	39
1.4.2. Подзаконовни нормативни актове	39
1.5. Замърсената атмосфера и растителните екосистеми	41
1.5.1. Растителността като погълтител на замърсители от атмосферата	41
1.5.2. Въздействие на замърсителите във въздуха върху растителността	43
<i>Проф. Г. Петков, проф. Д. Павлов, доц. Ц. Желязкова, гл. ас. М. Тодорова, Доц. Ст. Атанасова, ас. М. Георгиев</i>	
1.6. Глобални екологични проблеми от замърсяването на атмосферата	50
<i>Проф. Г. Петков</i>	
1.6.1. Засилване на парниковия ефект на Земята	50
1.6.2. Намаляване на озона в стратосферата	58
1.6.3. Вкисляване на валежите	61
1.7. Литература	64
2. ВОДИ	66
2.1. Основни понятия	67
<i>Доц. В. Баракова, доц. Г. Костадинова</i>	
2.2. Водни ресурси на България	70
2.3. Видове води	70

2.3.1. Подземни води	70
2.3.2. Повърхностни води	71
2.3.2.1. Реки	71
2.3.2.2. Езера	73
2.3.2.3. Язовири	74
2.4. Използване на водите в България	75
2.5. Екологични проблеми породени от използването на водите	75
2.6. Физико-химични показатели на водите <i>Доц. Н. Георгиева</i>	75
2.7. Основни замърсители на водите	80
2.8. Методи за пречистване на водите	84
2.9. Нормативни актове и норми по опазване и рационално използване на водите	86
2.9.1. Закони	86
2.9.2. Подзаконови нормативни актове	87
2.9.2.1. Мониторинг на водите	87
2.9.2.2. Подземни води	87
2.9.2.3. Повърхностни води	92
2.9.2.4. Отпадъчни води	103
2.10. Литература	107
3. ПОЧВИ	109
3.1. Основни понятия <i>Проф. Д. Павлов, проф. Г. Петков, гл.ас. М. Тодорова, доц. Ц. Желязкова, доц. Ст. Атанасова, гл.ас. М. Георгиев</i>	110
3.2. Основни замърсители на почвите	113
3.2.1. Замърсяване на почвите с неорганични вещества	113
3.2.2. Замърсяване на почвите с органични вещества	116
3.3. Нормативни актове и норми по опазване и рационално използване на земеделските земи и почвите <i>Проф. Г. Петков</i>	117
3.3.1. Закони	117
3.3.2. Подзаконови нормативни актове	119
3.4. Токсичност на почвените замърсители върху растителността. Реакция на растенията, фиторемедиация. <i>Проф. Д. Павлов, гл.ас. М. Тодорова, доц. Ц. Желязкова, доц. Ст. Атанасова, гл.ас. М. Георгиев</i>	125
3.4.1. Влияние на почвените замърсители върху растенията	125
3.4.2. Реакция на растенията към замърсяване на почвата	126
3.4.3. Натрупване на тежки метали и токсични вещества в органите на растенията	127
3.4.4. Устойчивост на растенията към тежки метали, толерантност и хиперакумулация.	128
3.4.5. Методи за ремедиация на замърсени почви. Фиторемедиация. Схеми за отглеждане на култури върху замърсени площи.	128
3.4.6. Литература	132

4. БИОЛОГИЧНИ ИНДИКАТОРИ ЗА ОЦЕНКА НА ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ОКОЛНАТА СРЕДА	136
4.1. Растения - индикатори за замърсяването на атмосферата <i>Проф. Г. Петков</i>	137
4.2. Литература	139
4.3. Хидробионти – индикатори за замърсяването на водните екосистеми <i>Проф. В. Атанасов, проф. Й. Стайков, проф. Г. Петков</i>	139
4.4. Литература	151
4.5. Дивечът – индикатор за замърсяването на околната среда <i>гл.ас. Е. Райчев, гл. ас. Д. Георгиев</i>	153
4.6. Литература	156
4.7. Пчелите и пчелните продукти - индикатори за замърсяването на околната среда <i>Доц. Иванка Желязкова</i>	156
4.8. Литература	163
5. МОНИТОРИНГ НА ОКОЛНАТА СРЕДА <i>Доц. В. Баракова, доц. Г. Костадинова</i>	165
5.1. Основни понятия	166
5.2. Нормативни документи за мониторинг на околната среда в България	168
5.2.1. Рамкови нормативни документи за мониторинг на околната среда	168
5.2.2. Нормативни документи за мониторинг на атмосферния въздух	169
5.2.3. Нормативни документи за мониторинг на водите	171
5.2.4. Нормативни документи за мониторинг на почвите	174
5.3. Мониторинг на околната среда – същност, основни функции и организация	175
5.3.1. Същност на мониторинга на околната среда	175
5.3.2. Основни функции и организация на системите за екологичен мониторинг	176
5.3.3. Общи принципи при изграждане на екологичния мониторинг	177
5.4. Национална система за мониторинг на околната среда (НСМОС)	177
5.4.1. Същност, цел и задачи на НСМОС	177
5.4.2. Обхват и функционална структура на НСМОС	179
5.4.3. Подсистеми в НСМОС	180
5.5. Собствен екологичен мониторинг	184
5.5.1. Обща характеристика	184
5.5.2. Собствен мониторинг на атмосферен въздух	186
5.5.3. Собствен мониторинг на води	188
5.5.4. Собствен мониторинг на почви	189
5.6. Литература	191
6. ГЕНЕТИЧЕН МОНИТОРИНГ <i>Проф. Ц. Яблански, Доц. С. Георгиева, гл. ас. Б. Попов</i>	192
6.1. Основни понятия	193
6.2. Краткосрочни тестове за мутагенност при хора и животни	197

6.3. Прилагане на интегриран подход при генетичното мониториране	205
6.4. Литература	209
6.5. Генетичен мониторинг на човека – принципи и подходи	211
6.5.1. Принципи на генетичния мониторинг, основаващ се на мутациите в герминативните клетки	211
6.5.2. Принципи на генетичния мониторинг чрез соматичните мутации	213
6.5.3. Практически подход в осъществяването на генетичния мониторинг	213
6.5.4. Генетичният мониторинг като елемент на активната медикогенетична консултация в България	215
6.6. Литература	216
7. ОКОЛНА СРЕДА И ЗДРАВЕ	218
7.1. Изследване и оценка на здравния статус на населението <i>Доц. Г. Пракова, гл ас. П. Гидикова</i>	219
7.1.1. Основни методи за изследване и оценка на здравния статус на населението	219
7.1.2. Някои основни последици за здравето, свързани със замърсяване на околната среда	221
7.2. Литература	222
7.3. Свободни радикали, оксидативен стрес и екологично оксидативно равновесие в биологичните системи <i>Проф. В. Гаджева, доц. А. Желева, доц. Н. Георгиева</i>	223
7.3.1. Екологичните замърсители – екзогенни източници на реактивни кислородни видове	223
7.3.2. Оксидативният стрес - фактор за нарушено екологично оксидативно равновесие	224
7.3.3. Изследване ефекта на завишени концентрации от токсични ксенобиотици във води, почви, растения, животни и хора чрез Електрон Парамагнитен Резонанс (ЕПР) метод	224
7.4. Литература	226
7.5. Въздействие на замърсителите от околната среда върху имунната система и човешкото здраве <i>Проф. Сп. Станилова, доц. Зл. Добрева</i>	227
7.6. Използвана литература	234
8. СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА (СУОС) <i>доц. В. Баракова</i>	235
8.1. Основни понятия	236
8.2. Нормативна база на СУОС	237
8.3. Разработване на СУОС	237
8.3.1. Основни принципи при разработване на СУОС	237
8.3.2. Задължителни елементи на СУОС	238
8.4. Въвеждане и функциониране на СУОС	240
8.5. Реализация на системите за управление на околната среда	243
8.6. Литература	243

9 ЕКОЛОГИЧНА ОЦЕНКА, ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА И КОМПЛЕКСЕН РАЗРЕШИТЕЛЕН РЕЖИМ	244
<i>доц. В. Баракова, проф. Г. Петков</i>	
9.1. Екологична оценка и оценка на въздействието върху околната среда	245
9.1.1. Основни понятия	245
9.1.2. Нормативна база	245
9.1.3. Екологична оценка (ЕО) на планове и програми	258
9.1.4. Оценка на въздействието върху околната среда (ОВОС)	261
9.1.5. Сравнение между ОВОС и ЕО	265
9.2. Комплексен разрешителен режим	265
9.2.1. Основни понятия	265
9.2.2. Нормативна база	266
9.2.3. Процедури по издаване на комплексното разрешително	269
9.3. Консултации по процедурите за ЕО, ОВОС и издаване на КР	273
9.4. Литература	273
10. ЕКОЛОГИЧНИ ПРОЕКТИ	274
<i>Доц. В. Баракова, проф. Г. Петков</i>	
10.1. Елементи на екологичните проекти	275
10.2. Основни принципи при управление на цикъла на проекта	276
10.3. Логическа рамка на проекта	277
10.4. Видове анализи при разработване на проекта	278
10.5. Използвана литература	279
11. ЕКОЛОГИЧНИ ПРОГРАМИ	280
<i>Доц. д-р В. Баракова, Проф. д-сн Г. Петков</i>	
11.1. Екологични програми и управление на околната среда	281
11.2. Методика за разработване и управление на екологични програми	282
11.3. Фази, технология за разработване и реализиране на екологични програми	284
11.4. Секторни програми	285
11.5. Литература	286
12. ФИНАНСИРАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИ ПРОЕКТИ	287
<i>проф. Г. Петков, доц. В. Баракова</i>	
12.1. Източници за финансиране на екологични програми и екологични проекти	288
12.1.1. Републикански бюджет	288
12.1.2. Предприятие за управление на дейностите по опазване на околната среда	288
12.1.3. Национален доверителен екофонд	289
12.1.4. Механизъм “съвместно изпълнение” в рамките на протокола от Киото към рамковата конвенция по изменение на климата	290
12.1.5. Споразумения за двустранно сътрудничество	290

12.1.6. Международни организации и финансови институции	292
12.2. Литература	294
13. ОТГОВОРНОСТИ ПРИ УВРЕЖДАНЕ ИЛИ ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА	295
<i>Проф. Г. Петков, доц. В. Баракова</i>	
13.1. Основни понятия	296
13.2. Видове отговорности	296
13.2.1. Принудителни административни мерки	297
13.2.2. Административно-наказателни мерки	298
13.2.3. Гражданска отговорност	300
13.2.4. Наказателна отговорност	301
13.3. Литература	303
14. НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ЦЕНТЪР ПО ОКОЛНА СРЕДА ПРИ ТРАКИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ	304
<i>Проф. Г. Михайлова, проф. Ц. Яблански, доц. В. Баракова, проф. Г. Петков</i>	
14.1. Основни цели и задачи	305
14.2. Структура	305
14.3. Научноизследователски лаборатории	306
14.3.1. Лаборатория за физикохимични анализи на суровини и продукти	306
14.3.2. Лаборатория за изследване компонентите на околната среда „Еколаб“	306
14.3.3. Лаборатория за инструментални методи за анализ	308
14.3.4. Лаборатория „Евролаб“	309
14.3.5. Лаборатория за изследване на почви и растения	309
14.3.6. Лаборатория за ДНК анализи	311
14.3.7. Лаборатория за Електрон Парамагнитен Резонанс (ЕПР)	311
14.3.8. Лаборатория „Екологична Химия“	312
14.3.9. Автоматична станция за метеорологични наблюдения и екологичен мониторинг на атмосферния въздух	312

АСМНЕМАВ	Автоматична станция за метеорологични наблюдения и екологичен мониторинг на атмосферния въздух
БАН	Българска академия на науките
ГМО	Генно модифицирани организми
ДЛП	Добрата лабораторна практика
ДЕО	Договор за Европейската общност
ДЕС	Договор за Европейския съюз
ЕАОС	Европейска агенция за околната среда
ЕК	Европейска комисия
ЕП	Европейски парламент
ЕС	Европейски съюз
ЕО	Екологична оценка
ЕПР	Електрон Парамангнитен Резонанс
ЕОР	Екологично оксидативно равновесие
ЗАНН	Закон за административните нарушения и наказания
ЗБИЯЕ	Закон за безопасно използване на ядрената енергия
ЗВ	Закон за водите
ЗГ	Закон за горите
ЗДП	Закон за движението по пътищата
ЗЗВВХВП	Закон за защита от вредното въздействие на химичните вещества и препарати
ЗОЗЗ	Закон за опазване на земеделските земи
ЗООС	Закон за опазване на околната среда
ЗП	Закон за почвите
ЗОПОЕЩ	Закон за отговорността за предотвратяване и отстраняване на екологични щети
ЗУО	Закон за управление на отпадъците
ЗУТ	Закон за устройство на територията
ЗЧАВ	Закон за чистотата на атмосферния въздух
ИА "БСА"	Изпълнителна агенция "Българска служба за акредитация"
ИАОС	Изпълнителна агенция по околна среда
ИАПР	Изпълнителна агенция по почвените ресурси
ИУГ	Илезли от употреба гуми
ИУМПС	Илезли от употреба моторни превозни средства
КАВ	Качество на атмосферния въздух
КПКЗ	Комплексно предотвратяване и контрол на замърсяването
КРР	Комплексен разрешителен режим
ЛОС	Летливи органични съединения
МВР	Министерство на вътрешните работи
МЗХ	Министерство на земеделието и храните
МЗ	Министерство на здравеопазването
МРРБ	Министерство на регионалното развитие и благоустройството
МФ	Министерство на финансите

МПС	Моторни превозни средства
НК	Наказателен кодекс
НИМХ	Национален институт по метеорология и хидрология
НДНТ	Най-добрите налични техники
НИЦОС-Тру	Научноизследователският център по околна среда при Тракийски университет
НДЕФ	Национален доверителен екофонд
НСМОС	Национална система за мониторинг на околната среда
НСМП	Национална система за мониторинг на почвите
НСЗИ	Националната схема за зелени инвестиции
НЦОСУР	Национален център по околна среда и устойчиво развитие
НДЕ	Норми за допустими емисии
ОВОС	Оценка на въздействието върху околната среда
ОХВ	Опасни химични вещества
ОХП	Опасни химични препарати
ОПОС	Оперативната програма „Околна среда”
ОС	Околна среда
ПАВ	Полициклични ароматни (полиароматни) въглеродороди
ПДК	Пределно допустима концентрация
ПМС	Постановление на Министерския съвет
ПООС	Политиката за опазване на околната среда
ПСНРП	Предприятия и/или съоръжения с нисък рисков потенциал
ПСВРП	Предприятия и/или съоръжения с висок рисков потенциал
ПТО	Площадки за третиране на отпадъци
ПУДООС	Предприятие за управление на дейностите по опазване на околната
ПМ	Пунктовете за мониторинг
ПРООН	Програма за развитие на ООН
ПУП	Подробен устройствен план
РКОНИК	Рамковата конвенция на ООН по изменение на климата
РИОСВ	Регионална инспекция по околна среда и води
РИОКОЗ	Регионална инспекция по опазване и контрол на общественото здраве
РОУКАВ	Райони за оценка и управление на качеството на атмосферния въздух
СЕС	Съвет на Европейския съюз
СЕО	Съд на Европейските общности
СП	Сметна палата
СУОС	Системи за управление на околната среда
УВЛ	Ултравиолетови лъчи
ХЗЗ	хигиенно-защитни зони
ROS (PKB)	Reactive oxygen species (Реактивни кислородни видове)

Предизвикателството, свързано с изменението на климата и борбата с него, ще определи какви сме ние, нашата епоха и в крайна сметка това, какво ще оставим като наследство на света.”

Бан Ки Мун, генерален секретар на ООН

ВЪВЕДЕНИЕ

В началото на ХХI век екологичните проблеми на нашата планета – глобални, регионални и локални, не само, че не са решени, но някои от тях се задълбочават и усложняват. Най-големите предизвикателства са промяната на климата, опазването на природата и биологичното разнообразие, управлението на отпадъците, опасните химични вещества и екологичните проблеми в урбанизираните центрове. Климатичните промени тихоъмълком променят планетата Земя. Увеличаването на парниковите газове, особено на CO₂, постепенното повишение на температурата, топенето на ледовете в Гренландия и Антарктида, повишаването на нивото на световния океан, зачестилите наводнения, урагани и други природни бедствия вече са неоспорими факти. Човечеството е обеспокоено от тези обстоятелства и търси възможности за предотвратяване на причините за тяхното възникване. Поставят се важни въпроси за бъдещото на глобалния свят в който живеем. Ще успеем ли да балансираме техническия прогрес и бурното развитие на икономиката така че да не се стигне до посочените увреждания? Какво да направим за околната среда за да съхраним себе си и живата природа? Как да реализираме станалото вече много популярно и желано устойчиво развитие? Какво може да направи всяка отделна личност за да даде своя принос за ограничаване на емисиите и недопускане на вредните вещества да шестват в средата около нас? Тези въпроси чакат не само отговор но и прагматични действия за решаването на проблемите. Човекът е този който може да се справи с тях, започвайки от гражданските общества, политиките, учените, експертите, правителствата. В международен аспект вече се прави много за решаването на тези проблеми.

Основен инструмент за въздействие и търсене на пътища за излизане от екологичната криза и опазване на околната среда е провеждането на адекватна екологична политика и добро законодателство. Развитите общества не са открили по-добър начин за постигане на тези цели от правото. В това отношение, както отделните държави, така и създадените общности от държави, обединени по определени изисквания и критерии – ООН, Европейски съюз, НАТО и други имат натрупан голям опит, който в наше време дава добри резултати. От този процес не прави изключение и България, която като европейска държава и страна-членка на Европейския съюз, разработва, усъвършенства и прилага съвременен законодателство по опазване на околната среда.

През последните десетилетия ролята на специалистите-еколози за опазване на околната среда е от изключителна важност. Тяхно задължение е успешно да решават екологичните проблеми, да познават в голяма степен екологичното законодателство и да го прилагат в тяхната ежедневна дейност. Те трябва да бъдат първи помощници и съветници на избраните да бъдат лидери на общини, региони, правителства и обществени организации. Да мултиплицират своите професионални знания и умения и чрез тях да ангажират всеки един от нас за решаването на екологичните проблеми.

Настоящият Наръчник по приложна екология е написан на достъпен и разбираем език. В съвременен аспект са представени глобалните екологични проблеми, засилването на парниковия ефект, основните замърсители на атмосферния въздух, водите, почвите, живите организми. Детайлно е описано как се извършва мониторинг и какви са системите за управление на околната среда, как се изготвят екологични проекти и програми. Представена е важна информация за биологичните индикатори на замърсяването на околната среда въз основа на направените изследвания по проекта от Норвежката програма за сътрудничество с България. Представени са най-съвременни възможности за извършване на генетичен мониторинг включително и при човека. Специално внимание е отделено и на това как замърсителите на околната среда влияят върху имунната система и здравето на човека. Дадена е информация за новосъздадения Научноизследователски център по околна среда към Аграрния факултет на Тракийския университет и как той може да се използва за опазване на околната среда. Към повечето от разделите са

разяснени най-често използваните правни понятия, закони и нормативни актове. Така наръчникът, може да бъде полезен за специалисти, работещи по опазване и управление на околната среда в общини, предприятия, фирми, държавни структури, неправителствени организации, за студентите от специалност Екология и опазване на околната среда, както и за всички, които професионално или като граждани се интересуват от екологичното законодателство и норми, и неговото прилагане в практиката.

Накрая ще си позволя да цитирам едно заключение на П. Милър, редактор в National Geographic. “Климатичните промени не се свеждат само до индустриалните пушеци и топенето на ледниците. Отделният човек като теб и мен също има значение. Нашата роля за промяната на климата на Земята е голяма, отколкото бихте си помислили, но освен това можем да бъдем и част от решението.”

От името на авторския колектив изразявам нашата голяма благодарност на Norway grants и Inovation Norway, Норвежка програма за сътрудничество с България и Румъния, за финансирането и подпомагането на издаването на настоящия Наръчник по приложна екология.

Авторите на наръчника биха приели с благодарност всички забележки, препоръки и мнения, с оглед на неговото подобряване.

*Проф. Цанко Яблански
Ръководител на проекта по
Норвежката програма за сътрудничество с България*

1. АТМОСФЕРА



1.1. Обща характеристика на атмосферата

Терминът „атмосфера“ произлиза от гръцките думи - „атмос“ - въздух, пара и „сфайра“ - кълбо, обвивка. С него се означава газовата обвивка около Земята, простираща се до 3000 km от нея, с постепенно преминаване в космическото пространство. Атмосферата се задържа около Земята от нейното силно гравитационното поле и се върти заедно с нея, със скорост 463 m/s. Масата на земната атмосфера е $5,2 \cdot 10^{18}$ t, а обема - около $4 \cdot 10^{18}$ m³. Сравнена с масата на Земята тя е 1 000 000 пъти по-малка, а с тази на хидросферата - над 270 пъти.

Понятията *атмосфера* и *въздух* са близки, но не са еднозначни. *Въздухът* представлява смес от постоянни газове - азот, кислород, въглероден диоксид и инертни газове, които се съдържат в атмосферата. В състава на *атмосферата*, освен въздух, има и други газови примеси, водни пари, прах, микроорганизми и др. Съставът на въздуха се променя във височина, но в тропосферата остава относително постоянен: азот (N) - 78.09 %, кръговрат в биосферата - 10⁶ години; кислород (O₂) - 20.95%, кръговрат в биосферата - 5000 години; Аргон (Ar) - 0.93 %, въглероден диоксид (CO₂) – 0.036 %, кръговрат в биосферата - 5 години; водород, diaзотен оксид, озон, други инертни газове – следи. Атмосферата, в зависимост от нейните свойства и преди всичко от разпределението на температурата във височина, се разделя на няколко ясно изразени слоя (сфери) - *тропосфера*, *стратосфера*, *мезосфера*, *термосфера* и *екзосфера*.

Тропосфера. Обхваща най-близкия до земната повърхност въздушен слой, с височина 7 - 10 km над полярните райони, 10 - 12 km – над умерените ширини и 16 - 18 km - над екваториалните зони. В този слой се съдържа около 80 % от масата на цялата атмосфера и почти цялото количество водни пари (от тях 50 % се съдържат във въздуха до 2 km над земната повърхност). Това обуславя зараждането и развитието на повечето явления и процеси, определящи времето и климата на Земята като: атмосферна циркулация (тя спомага за постоянния обмен на топлина и водни пари между отделните части на планетата и за поддържането на относително постоянство на химичния състав на въздуха), неустойчивост на физичните свойства на въздушната среда (температура, влажност, налягане), образуване на валежи от сняг и дъжд (те са възможни само в тропосферата). Характерна особеност на тропосферата е понижаването на температурата на въздуха във височина с около 0.65 °C на всеки 100 m, която на горната ѝ граница достига стойности до минус 55 - 60 °C. В тропосферата се разграничават *приземен* (на височина до 100 m) и *граничен слой* (на височина до 1 - 2 km), в които най-силно е изразено влиянието на географ-

ските фактори (релеф, континенти, океани и др.) и най-динамични са промените в метеорологичните условия. Въздухът над граничния слой се означава като *свободна атмосфера*.

Всички природни и антропогенни процеси извършващи се на Земята, оказват влияние върху състоянието на тропосферата. Това се дължи на наличието на много примеси и замърсители от земен произход - газове, прах, токсични вещества, микроорганизми, спори и др. в този въздушен слой.

Стратосфера. Този слой лежи над тропосферата, на височина до 50 - 55 km и се отделя от нея чрез тънък преходен слой, наречен *тропопауза*. Тя се характеризира със същото процентно съотношение между газовете изграждащи въздуха в тропосферата, значително разреждане на въздуха (съдържа около 15 % от масата на въздуха), незначително съдържание на водни пари, почти пълно отсъствие на облаци, доста интензивно движение на въздуха (силни и урагани ветрове в т.ч. и вертикални движения на въздушните маси), липса на прах от земен произход и особен температурен режим. До 25 km височина температурата на въздуха практически остава постоянна (колкото е в горния край на тропосферата - минус 55 - 60 °C), след което тя започва да нараства и на височина 50 - 55 km достига между минус 10 и + 25 °C. Конкретните стойности на температурата зависят от сезона и географската ширина. Най-характерна особеност на стратосферата е наличието на озон, като максималната концентрация на този газ се установява на височина 25 - 30 km, където образува т.н. *озонов екран (щит)*. Екологичното значение на озоновия екран е, че задържа късите ултравиолетови лъчи от слънчевия спектър, без което условие, животът на нашата планета няма да бъде възможен.

Мезосфера. Разположена е над стратосферата, на височина от 55 до 80 - 85 km, като се отделя от нея с тясна въздушна обвивка наречена *стратопауза*. В този слой е съсредоточена около 0,2 % от масата на атмосферата. Той се характеризира с понижаване на температурата във височина, която на горната му граница достига до минус 85 - 90 °C.

Термосфера. Простира се над *мезопаузата* (тънък междинен слой между мезо- и термосферата), на височина до 600 - 800 km. Най-типичната особеност на този слой е бързото повишение на температурата във височина, която на горната му граница надминава 1000 - 1500 °C. Причината за това явление е непосредственото поглъщане на енергията от слънчевата радиация (корпускулярна, рентгенова и ултравиолетова), от газовите молекули намиращи се в тази зона. Ето защо, съществува много добре изразена динамика на изменение на температурата на въздуха, която следва денонощния ход на слънчевата радиация. В термосферата на височина между 100 и 500 km, под действие

на слънчевата радиация част от молекулите на газовете се йонизират, при което се образуват голямо количество положително и отрицателно заредени газови йони. Прието е тази зона от термосферата да се нарича *йоносфера*.

Екзосфера. Това е най-външния въздушен слой на Земята, който се разполага над термосферата, до около 20 000 km от земната повърхност.

1.2. Основни понятия

Атмосферен въздух е въздухът на открито в тропосферата, с изключение на този на работните места.

Аерозоли. Така се наричат съдържащите се във въздуха твърди и течни частици. Общата маса на аерозолите в атмосферата се изчислява на около 100 млн.t, като тяхната концентрация е най-голяма в приземния слой и около големите промишлени райони и населени места. Те пряко влияят върху качеството на атмосферния въздух.

Аероийонизация. Процес, при който във въздуха се образуват газови йони - *леки* (n^+ , n^-), *тежки* (N^+ , N^-), в резултат на разцепването на молекулите или атомите на атмосферните газове, под влияние на йонизиращи фактори (електрически разряди в атмосферата, ултравиолетова радиация от слънчевия спектър, радиоактивно излъчване от Земята, балоелектрически ефект, получаващ се при силното разбиване на вълните в моретата и океаните и др.).

По отношение концентрацията на аероийоните във въздуха (изразена чрез броя на йоните - положителни и отрицателни, в 1 cm^3 въздух) са предложени (Ефремов и др., 1988) три норми, свързани със здравето на човека - минимално необходима концентрация (наличие на най-малко 400 положителни и 600 отрицателни йони), оптимална концентрация (съответно 1500 - 3000 положителни и 300 - 5000 отрицателни йони) и максимално допустима концентрация (по 5000 бр. за двата вида йони). Минимално и максимално допустимите стойности определят границите на концентрацията на йони във вдишания въздух, отклоненията от които създават заплахата за здравето на човека.

Съотношенията между броя на положителните и броя на отрицателните йони, или между леките и тежките йони в единица обем въздух (1 cm^3 , 1 mm^3) се използват като показатели за характеризиране чистотата на въздуха. При стойност на съотношението между броя на положителните и броя на отрицателните йони (по отделно за леките и тежките йони) от порядъка на 1.20, атмосферата се счита за естествено чиста, докато при стойности 4.0 - 6.0 и по-високи, въздухът е замърсен. Увеличаването на стойностите на това съотношение в замърсена атмосфера, известно като

коефициент на униполярност, се дължи на обстоятелството, че в нея има много повече кондензационни ядра (от замърсителите) около, които се групират положителните йони, и съотношението между различно заредените йони се променя силно в полза на положителните йони. Следователно, този показател може да се използва за качествена оценка на степента на замърсяване на атмосферния въздух.

Съотношението между леките и тежките йони също може да се използва за оценка качеството на въздуха. Когато въздухът е чист в него преобладават леките йони и обратно, когато е замърсен с прах, дим, микроорганизми и други частици, количеството на леките йони силно намалява, а се увеличава количеството на тежките йони. Причината е, че частиците в замърсения въздух играят ролята на кондензационни ядра, върху които се отлагат леките аероийони. Увеличаването на тежките аероийони, за сметка на леките, е характерен критерий за влошеното хигиенно състояние на въздушната среда. Състояние, при което във въздуха липсват леки йони се определя като абсолютен йонен глад и е показател за въздух с най-големи отклонения от нормите за качество.

Бромохлорметан, тетрахлорметан, 1,1,1-трихлоретан, метил бромид, хидробромфлуорвъгледороди, хидрохлорфлуорвъгледороди са вещества, които нарушават озоновия слой.

Вертикален температурен градиент. Представлява изменението на температурата на въздуха на единица разстояние във височина - обикновено на 100 m. Характеризира вертикалната устойчивост на въздушните маси и е важен фактор, определящ интензивността на процесите свързани с разсейването на атмосферните замърсители. При малък градиент (разлика под $1^\circ\text{C}/100 \text{ m}$) въздухът има устойчива стратификация, конвективните движения на въздушните потоци са слаби и достигат малка височина. При голям температурен градиент (разлика над $1^\circ\text{C}/100 \text{ m}$) конвективните движения на въздуха са мощни и достигат до голяма височина. В такива случаи атмосферата е неустойчива и способства за разсейването на попаднали в нея замърсители.

Вещества, нарушаващи озоновия слой са такива вещества и техните смеси, които оказват неоспоримо отрицателно влияние върху състоянието на озоновия слой и които са включени в приложения № 1 и 4 на ГМС 224 от 01.10.2002г.

Водни пари. В атмосферата се съдържат значителни количества вода под формата на пара. Нейната маса се определя на около $13,25 \cdot 10^{12} \text{ t}$. Водата в природата се намира в непрекъснат кръговрат и за една година извършва около 40 цикъла. Концентрацията на водни пари в атмосферата зависи силно от температурата. Смес от сух въздух и водни пари се нарича влажен въздух.

Вредни физични фактори са енергиите, внесени в атмосферния въздух, като: топлина, шум, вибрации, електромагнитни полета, лъчения и др.

Въздух при нормални условия е приведеният към налягане 1013 хектопаскала и температура нула или двадесет градуса по Целзий, в зависимост от нормативно установените изисквания след корекция за съдържание на влага.

Възобновими ресурси са тези, които естествено се възстановяват или чрез специални дейности могат да бъдат изцяло или частично възстановени и за които се счита за доказано, че се възстановяват с темпове, съпоставими с темповете на тяхната експлоатация. Всички останали ресурси са невъзобновими.

Горен оценъчен праг е ниво на съответния замърсител, под което за оценка на качеството на атмосферния въздух е достатъчно използването на комбинация от методи за постоянни измервания и дисперсионно моделиране и/или индикативни измервания.

Дискомфорт са раздразнението и неудобствата, създавани от факторите на околната среда, определени посредством проучвания в тази област.

Долен оценъчен праг е ниво на съответния замърсител, под което за оценка на качеството на атмосферния въздух е достатъчно използването само на методи на дисперсионно моделиране или инвентаризация на емисиите и други представителни методи.

Други напълно халогенирани хлорфлуорвъглеродороди са вещества, които нарушават озоновия слой, и техните изомери, включени в нормативните документи.

Единица редуцирани емисии е равна на един тон еквивалент въглероден диоксид, постигната в резултат на проект "съвместно изпълнение" по чл. 6 на Протокола от Киото.

Емисия е изпускането на вредни вещества (замърсители) в атмосферния въздух. Точката или повърхността, откъдето се осъществява изпускането, се нарича източник. Емисията се определя като маса на дадено вредно вещество (замърсител) за един кубически метър изпускан газ или като дебит на изпусканото вещество (емисионен дебит) при нормални условия.

Емисионен дебит е масата или друга физична величина на замърсителя, изпускан в атмосферния въздух за единица време.

Емисионен таван е максималното количество от едно замърсяващо вещество, изразено в килотона, което може да се изпусне в атмосферния въздух от всички действащи обекти на енергийния сектор в страната за една календарна година;

Емисии от природни източници са емисиите на замърсители, които не са причинени пряко или косвено

от човешка дейност и включват такива явления, като вулканични изригвания, сеизмична активност, геотермална активност, пожари, силни ветрове, атмосферни отлагания или пренос на природни частици от сухи райони.

Ефект на доминото е повишаване на риска или утежняване на последствията от голяма авария в предприятие и/или съоръжение или в група от предприятия и/или съоръжения, което е следствие от географска близост с друго предприятие и/или съоръжение или с група от предприятия и/или съоръжения или е следствие от опасните вещества, които се произвеждат, употребяват и/или съхраняват на територията на предприятието и/или съоръжението.

Замърсяване на атмосферния въздух е всяко постъпване на вредни вещества (замърсители) в него.

Замърсител е всяко вещество, въведено пряко или косвено от човека в атмосферния въздух, което е в състояние да окаже вредно въздействие върху здравето на населението и/или околната среда в нейната цялост.

Изгаряне е всяко окисление на горива, независимо от начина, по който се използва топлинната, електрическата или механичната енергия, произведена чрез този процес, и всички други пряко свързани с това дейности, включително пречистване на отпадъчните газове.

Изчислително ниво е сумата, получена чрез умножаване на количеството от всяко вещество, което нарушава озоновия слой, по стойността на неговия озоноразрушаващ потенциал за всяка група поотделно.

Използване е употребата на вещества, които нарушават озоновия слой, в производство или при поддръжка, или в сервизни дейности, или при други процеси освен като суровина.

Имисии са натрупваните несвойствени вещества в приземния атмосферен въздух, в резултат на емисии на вредни вещества от естествени или антропогенни източници.

Интегриране на държавната политика по околна среда в секторните политики - означава съобразяването и включването на изискванията за опазване на околната среда в процеса на разработване, прилагане и контрола по прилагането на секторните политики, определени в чл. 9 на ЗООС.

Качество на атмосферния въздух е състояние на въздуха на открито в тропосферата, с изключение на въздуха на работните места, определено от състава и съотношението на естествените й съставки и добавените вещества от естествен или антропогенен произход.

Квота е разрешение за отделяне на един тон еквивалент на въглероден диоксид в рамките на определен период, която е валидна единствено за целите на схемата за търговия с квоти за емисии на

парникови газове.

Класификация на атмосферните замърсители. Класификацията на атмосферните замърсители спомага за изясняване на характера и мащабите на замърсяването на атмосферата, както и за тяхното въздействие върху екосистемите и отделните организми. Възприети са различни класификации на замърсителите, както следва:

- Според източниците на замърсяване на атмосферата (Захариев, 2000):

- Естествени (природни) – резултат от определени природни процеси;

- Изкуствени (антропогенни) – резултат от човешката дейност.

- Според произхода на замърсителите (Chambers, 1968, цит. по Калоянова, 1981):

- Първични - изхвърлят се директно от източници, които могат да се идентифицират. В тази група се включват CO, SO₂, H₂S, NO, NH₃, малка част от NO₂, въглеродороди, прах, дим, сажди и др.;

- Вторични - получават се във въздуха при взаимодействието на два или повече първични замърсители, или при взаимодействието между първичен замърсител и нормална съставка на

атмосферата (със или без фотоактиватор). Тук попадат голяма група разнообразни съединения, като SO₃, H₂SO₃, H₃SO₄, NO₂, N₂O₃, HNO₂, HNO₃, O₃, фотохимичен смог и др.

Според ефекта на въздействие върху здравето на хората (СЗО, 1974):

- Непосредствен (остър) ефект - проявява се през първите 24 - 48 h от повишаване на атмосферното замърсяване;

- Краткотраен - наблюдава се през първите седмици или месеци след пребиваване в зона с високо атмосферно замърсяване;

- Хроничен - установява се при хора, които дълги години живеят в район със замърсена атмосфера;

- Ефект, при който се провокират функционални смущения и намаление на работоспособността;

- Индиректен ефект - въздействие на замърсителите върху условията на живот на хората.

Според физичните си параметри – агрегатно състояние, температура, токсичност и концентрация.

Според начина им на отлагане върху земната повърхност – сухо отлагане, отлагане с валежите, смесено отлагане (сухо или с валежите) (Таблица 1.1.).

Таблица 1.1. Класификация на замърсителите на атмосферния въздух според начина им на отлагане върху земната повърхност (по Saxe, 1993)

Сухо отлагане (газове)	Отлагане с валежите (дъжд, мъгла, сняг)	Частици (сухо отлагане или отлагане с валежите)
CO ₂ , CO, хидрогенкарбонати, C ₂ H ₄	H ₂ SO ₄ 2H ⁺ + SO ₄ ²⁻	Сажди
SO ₂ , H ₂ S	HNO ₃ H ⁺ + NO ₃ ⁻	Метали(в газова и течна среда)
NO _x = NO + NO ₂	NH ₄ ⁺	
HNO ₃ , NH ₃	HCl H ⁺ + Cl ⁻	
Фотооксиданти: озон, ПАН* и др.		
Свободни радикали: O, OH и др.		
Флуороводород, фреони		
Органични разтворители, бактерии, вируси и др.		

*ПАН – пероксиацетилнитрат

Летливи органични съединения са всички органични съединения от антропогенни и биогенни източници, различни от метан, които са способни да образуват фотохимични окислителни при взаимодействието им с азотни оксиди в присъствието на слънчева светлина.

Неорганизирано изпускане е това, при което в атмосферния въздух веществата се отделят разредоточено от дадена площадка - товарно-разтоварни площадки, открити складове за прахообразуващи материали, неизправна технологична апаратура и др.

Неотложни нужди са случаите на употреба на веществата, които нарушават озоновия слой, за здравеопазване или осигуряване на безопасността, при които няма технически и икономически целесъобразни алтернативи, приемливи от гледна точка на опазването на околната среда и здравеопазването.

Ниво - представлява определена стойност за концентрацията на даден замърсител и характеризира степента на замърсяване на атмосферния въздух. Определя се чрез установяване съдържанието на вредното вещество в единица обем или маса въздух, като се изразява по няколко начина: *по маса* (mg/m³), по

обем (об.%) , в проценти (%) или в части (части на милион – ppm или части на милион – ppb). В практиката най-често се използва концентрацията по маса (mg/m^3 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$), т.е. количеството на примеса (в mg или μg), което се съдържа в 1 m^3 въздух. По този начин концентрацията на вредното вещество се изразява независимо от неговото агрегатно състояние, а освен това лесно може да се изчисли какво количество от него е постъпило в отделния организъм.

Норма за КАВ е всяко ниво, установено с цел избягване, предотвратяване или ограничаване на вредни въздействия върху здравето на населението и/или околната среда, което следва да бъде постигнато в определен за целта срок, след което да не бъде превишавано.

Нормални условия означава температура $273,15 \text{ }^\circ\text{K}$ ($0 \text{ }^\circ\text{C}$) и налягане $101,3 \text{ kPa}$.

Обекти с обществено предназначение са: а) детски ясли и градини и специализирани институции за социални услуги за деца и ученици, училища и висши училища, ученически и студентски общежития, школи - музикални, езикови, спортни, и центрове за работа с деца; б) лечебни и здравни заведения, здравни кабинети, служби по трудова медицина; в) спортни обекти - стадиони и спортни зали; г) театри, кинозалони, концертни зали; д) железопътни гари, летища, пристанища, автогари; е) административни и обществени сгради.

Обща годишна емисия е общата маса на емисиите на дадено вредно вещество (замърсител), изпускани в атмосферния въздух от определени обекти или дейности в рамките на една календарна година.

Общественост е едно или повече физически или юридически лица и техните сдружения, организации или групи, създадени в съответствие с националното законодателство.

Озоноразрушаващ потенциал на дадено вещество е конкретна стойност, с която се изразява потенциалния ефект на всяко вещество върху озоновия слой.

Опасно вещество е всяко вещество, препарат или смес, поименно изброено в приложение № 3/ЗООС, табл. 1, или което е класифицирано в поне една от категориите на опасност, посочени в табл. 3 на приложение № 3/ЗООС, и е суровина, продукт, страничен продукт, утайка или междинен продукт, включително вещество, което е възможно да се получи в резултат на протичането на странична реакция или при възникването на авария.

Организирано изпускане е това, при което веществата се отвеждат в атмосферния въздух чрез изпускащо устройство - комин, канал и др.

Органично съединение е всяко съединение, което се състои от елементът въглерод и един или няколко от следните елементи: водород, азот, кислород, сяра, фосфор, силиций или даден халоген. Въглеродните

оксиди и неорганичните карбонати и бикарбонати не са органични съединения.

Отлагания са натоваванията на вредни вещества (замърсители) от атмосферния въздух върху открита повърхност.

Отпадъчни газове са всички газообразни изпускания, съдържащи твърди, течни или газообразни емисии; техният обемен дебит се изразява в кубически метри за час при нормални условия: температура ($273 \text{ }^\circ\text{K}$) и налягане ($101,3 \text{ kPa}$) след корекция за съдържание на влага и се изразяват в Nкуб. м/h ;

Парникови газове – това са газовете, които задържат топлините (инфрочервените) лъчи и с това участват в регулирането на температурата на Земята. На регулиране, според Протокола от Киото подлежат: въглероден диоксид (CO_2), метан (CH_4), диазотен оксид (N_2O), флуоровъглеводороди (HFCs), перфлуоровъглероди (PFCs) и серен хексафлуорид (Sf_6).

Показател за средна експозиция на населението е осредненото ниво, оценено въз основа на измервания в градски фонові пунктове за мониторинг, отразяващо експозицията на населението и използвано за определяне на целта за ограничаване на експозицията и задължението във връзка с концентрациите на експозицията.

Ползвател е всяко физическо или юридическо лице, което използва вещества, които нарушават озоновия слой, в производство или при поддръжка или в сервизни дейности, или при други процеси в дейността си.

Постоянни компоненти на въздуха - азот, кислород и инертните газове. Във височина (в тропосферата, стратосферата и част от йоносферата) те остават в едно и също процентно съотношение.

Праг за информирание на населението е праг за нивата на замърсители в атмосферния въздух (O_3 , NO_2) превишаването на които е свързано с риск за здравето на особено чувствителни групи от населението, включително при кратковременна експозиция, и при превишаването на които е необходимо незабавно предоставяне на подходяща информация.

Преработвател е всяко физическо или юридическо лице, което извършва дейности по рециклиране, регенериране или обезвреждане на вещества, които нарушават озоновия слой.

Предписана емисионна единица (ПЕЕ) е търгуема единица от "предписаното количество", равняваща се на един тон еквивалент на въглероден диоксид.

Прекурсори на озон са веществата, допринасящи за образуването на озон в приземния атмосферен слой.

Препарат е всяка смес или разтвор, състоящи се от две или повече вещества.

Променливи компоненти на въздуха - въглероден диоксид, водород, метан, озон и водни пари. Тяхното съдържание може да се променя над различни райони

на Земята за даден период от време, в зависимост от метеорологичните условия.

Приземен слой е атмосферният въздух на височина до 100 м от повърхността на земята.

Природен газ е естествено образуващ се в природата газ, съдържащ основно метан (над 70 %, обемни), инертни газове и други съставки;

Рециклиране е филтруване и изсушаване на събраните и съхранените вещества, които нарушават озоновия слой с цел повторна употреба.

Регенериране е повторна обработка и подобряване на събрани и съхранени вещества, които нарушават озоновия слой, чрез подлагане на филтриране, изсушаване, дестилация и химическа обработка с цел да се възстанови веществото до специфичното изискване за неговото нормално действие.

Слънчева константна (SO_0). Представлява количеството на слънчевата радиация, което попада върху единица площ (1 m^2), на горната граница на земната атмосфера, разположена перпендикулярно спрямо посоката на нейното движение. Това количество е постоянна величина ($SO_0 = 1.376 \text{ kW/m}^2/\text{min}$).

Сертифицирана единица редуцирани емисии е равна на един тон еквивалент въглероден диоксид, постигната в резултат на проект "чисто развитие" по чл. 12 на Протокола от Киото.

Степен на десулфуризация при горивен процес означава съотношението между количеството сяра, което е уловено от инсталацията за десулфуризация или при самия горивен процес за определен период от време, към количеството сяра, което се е съдържало в горивото, постъпващо в съоръженията на горивната инсталация и използвано в рамките на същия период от време.

Температурна инверсия. Състояние на атмосферата, при което във височина температурата на въздуха се повишава, вместо да намалява. При това състояние няма обмен на въздушни потоци между зоните под инверсията и над нея. Това способства за задържането на замърсителите в подинверсионния въздушен слой. Инверсии на температурата се наблюдават както в приземния въздух, така и в свободната атмосфера.

Територии със специален режим на защита са територии, в които се въвеждат мерки за опазване на редки видове от флората и фауната и на техни местообитания.

Тон еквивалент на въглероден диоксид означава един метричен тон въглероден диоксид (CO_2) или количество от всеки друг парников газ с еквивалентен потенциал за глобално затопляне.

Трансгранично въздействие е всяко въздействие не само от глобален характер в район, намиращ се под юрисдикцията на дадена държава, предизвикано от предлагана дейност, чийто физически източник е

разположен изцяло или частично в район под юрисдикцията на друга държава.

Устойчиво развитие е развитие, което отговаря на нуждите на настоящето, без да ограничава и нарушава способността и възможността на бъдещите поколения да посрещат своите собствени потребности. Устойчивото развитие обединява два основни стремежа на обществото: а) постигане на икономическо развитие, осигуряващо нарастващ жизнен стандарт; б) опазване и подобряване на околната среда сега и в бъдеще.

Хлорфлуорвъглеродороди (CFC) са вещества, които нарушават озоновия слой, и техните изомери.

Халони са вещества, които нарушават озоновия слой и техните изомери, включени в нормативните документи.

Предписано количество е общото количество емисии на парникови газове, което е определено за Р България по Протокола от Киото за периода от 1 януари 2008 г. до 31 декември 2012 г.

Целева норма е дадена стойност за ниво на концентрацията на вредно вещество (замърсител) в атмосферния въздух, която следва да бъде достигната в рамките на установен срок с цел избягване, предотвратяване или ограничаване на възможните вредни въздействия върху човешкото здраве и/или околната среда.

1.3. Основни замърсители на атмосферния въздух

Основните замърсители на въздуха и техните производни, дължащи се на човешката дейност са: *въглероден оксид* (CO), *серни съединения* (SO_2 , H_2S , CS_2), *азотни съединения* (NO_x , NH_3), *въглеродороди* (CH), *озон* (O_3), *фотохимичен смог* и *фино разпрасени вещества* (прахът), (Фигура 1.1.), (Петков и Костадинова, 2008).



Фигура 1.1. Емисии на газове и прах от ТЕЦ „Марица-Изток“ 2

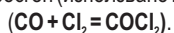
1.3.1. Съединения на въглерода

1.3.1.1. Въглероден оксид (СО)

Характеристика. Въглеродният оксид е първичен замърсител на атмосферата и един от най-токсичните газове. Представлява безцветен газ, без мирис, по-лек от въздуха и с ниска разтворимост във вода. При запалване гори със синкав пламък и се превръща във въглероден диоксид по реакцията:



При тази реакция се отделя голямо количество топлина, поради което СО се използва като гориво. Химически СО е доста инертен. На слънчева светлина или в присъствието на активен въглен (катализатор) се свързва с хлора и образува изключително отровния газ - фосген (използвано като бойно отровно вещество),



Образуване. СО се образува при процеси на непълно горене (т.е. горене при недостиг на кислород) на различни видове органични горива (бензини, нафта, въглища, дърва, други органични отпадъци), поради лоша регулация на процеса.

Източници - транспорт, промишленост, ТЕЦ, бит. Транспортът е основният източник на замърсяване на атмосферата с СО, тъй като в ауспуховите газове той се съдържа от 7 до 12 %. При работа на лек автомобил за един час се изхвърлят до 3 м³, а на тежкотоварен - до 6 м³ СО. Огромни количества от този газ се емитират и при изгаряне на горива в промишлеността и бита на човека. В отработените газове от високите пещи неговото количество достига до 25 - 30 %, а в природния газ - до 6 - 10 %. Установено е, че при изгаряне на 1т твърдо гориво (въглища) се отделят до 20 kg СО. Тютюнопушенето също е свързано с отделянето на СО, тъй като изпушването на една цигара води до получаване на 250 - 400 см³ от този газ.

Поведение и миграция в атмосферата. Елиминирането на попадналия във въздуха СО протича бавно (до 5 години), защото при естествени условия той почти не встъпва в химически реакции с останалите съставки на атмосферата. Съществуват няколко механизма за неговото неутрализиране. Според единия, като по-лек от въздуха СО мигрира в по-горните слоеве на атмосферата, където в

присъствието на азотен диоксид и озон се окислява до СО₂. Другият път на елиминиране е резултат от адсорбирането на СО върху земната повърхност. Там, вследствие на повърхностно каталитични явления или под въздействието на анаеробните почвени бактерии той се окислява до СО₂ или се превръща в метан (СН₄). Третият начин е свързан с поглъщането на СО от растенията.

Механизм на токсично действие. Въглеродният оксид е газ с доказано общотоксично въздействие върху хора и животни. Опасността от отравяне с него се увеличава поради липсата му на цвят и мирис. Попаднал с вдишания въздух в белите дробове, той измества кислорода от хемоглобина на кръвта, като вместо оксидохемоглобин, се образува устойчивото химическо съединение *карбоксихемоглобин* (HbCO). В резултат на това се нарушава снабдяването на тъканите с кислород, настъпва кислороден глад (аноксемия), снижава се нивото на окислителните процеси в организма и се натрупват недоокислени продукти от обмяната на веществата. Засяга се силно и нервната система, която е много чувствителна към недостиг на кислород. Афинитетът на СО към свързане с хемоглобина е 250 - 300 пъти по-голям от този на кислорода, поради което отравяне с този газ може да настъпи и при сръвнително ниски концентрации от него във въздуха.

При концентрации над 4000 mg/m³ въздух и количество на карбоксихемоглобина над 70 % настъпва смърт. Хроничното действие на СО се проявява при продължителното му вдишване в концентрации под 100 mg/m³. Признаците в този случай са психоневрологични и вегетативни разстройства, съдови смущения, сърдечни оплаквания, тромбози, атеросклероза и др. (Калоянова, 1981). Допуска се, че този газ е косвена причина за много пътно-транспортни произшествия, тъй като при отравяне с ниски дози се наблюдава действие наподобяващо това на слабо алкохолно отравяне или на умора. И в двата случая намаляват способностите на водача да управлява моторното превозно средство, което е предпоставка за възникване на катастрофи.

Норми. Регламентирани са с Наредба № 12 от 15 юли 2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид,

Таблица 1.2. Норма за въглероден оксид в атмосферния въздух (Приложение № 1 към чл. 3 от Наредба № 12/2010)

Норма	Период на осредняване	Стойност	Допустимо отклонение	Дата, към която нормата трябва да бъде спазена
Норма за опазване на човешкото здраве	Максимална осемчасова средна стойност в рамките на денонощието	10 mg/m ³	(60 %)	1.01.2005 г.

фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух (Таблицы 1.2. и 1.3).

Таблица 1.3. Горен и долен оценъчен праг за въглероден оксид (Приложение № 5 към чл. 9 от Наредба № 12/2010)

Оценъчен праг	Осемчасова средна стойност
Горен	70 % от нормата (7 mg/m ³)
Долен	50 % от нормата (5 mg/m ³)

1.3.1.2. Въглероден диоксид (CO₂)

Характеристика. Въглеродният диоксид е нормална съставка на атмосферния въздух и когато концентрацията му е в границите на обичайната – 0.035 об. % (360 ppm – части на милион), на него не да се гледа като на замърсител. Той е безцветен газ, по-тежък от въздуха, с възбисела миризма и вкус, много добре разтворим е във вода. В химично отношение е слабо активен. В атмосферата се съдържа около 700 млрд. t въглерод под формата на CO₂, в земната биота, т.е. в живите организми на Земята това количество е около 800 млрд. t, в органичното вещество на почвата – 1000 – 3000 млрд. t и в световния океан – 40 000 млрд. t. Атмосферният стълб над всеки декар от земната повърхност съдържа 1.5 t въглерод. През последните 100 години съдържанието на CO₂ непрекъснато се увеличава, като делът на антропогенната дейност за това нарастване става все по-голям.

Образуване. CO₂ се образува се като краен продукт от обмяната на веществата при всички аеробни организми, при гниене и окисляване на органични вещества. Генерира се и като страничен продукт при изгарянето на изкопаеми горива, петролни продукти и растителни отпадъци. Отделя се при химични процеси в промишлеността.

Източници. Природни – вулканична дейност (вулканичните газове съдържат до 40 % CO₂), геотермални процеси (горещи извори и гейзери), разрушаване на карбонатите в земната кора и др. Антропогенни – енергетика (ТЕЦ), промишленост, транспорт, бит.

Поведение и миграция в атмосферата. В сложния кръговрат на CO₂ важна роля играят зелените растения и откритите водни площи (океани, морета, реки, езера и др.), тъй като във вода той се разтваря 35 пъти по-добре отколкото кислорода от въздуха и встъпва в много сложни взаимоотношения с карбонатно-калциевите комплекси.

Установено е, че живите организми (растителни и животински) на планетата ежегодно включват в

обменните си процеси от 0.25 до 0.30 % от въглерода, който се съдържа в атмосферата и в световния океан, под формата на CO₂ и H₂CO₃, а биогения кръговрат на неорганичния въглерод продължава 300 – 400 години. Доказано е, че екосистемите на сушата всяка година усвояват около 12 % от съдържащия се в атмосферата въглероден диоксид, което обуславя период на кръговрат на атмосферния въглерод от приблизително 8 години. Увеличаването на CO₂ в атмосферата в наши дни поражда основателна тревога, тъй като е свързано с възникването на един от глобални екологични проблеми на Земята – парниковият ефект (виж т. 1.6.1.).

1.3.1.3. Въглеводороди

Характеристика. Към групата на въглеводородите се отнасят голям брой химични съединения, изградени от въглерод и водород – пределни въглеводороди (парафини) – метан, етан, пропан, бутан, пентан, хексан и т.н., с обща формула C_nH_{2n+2}; ненаситени въглеводороди (олефини) – етилен (H₂C = CH₂), ацетилен (HC = CH), пропилен (C₂H₆), бутилен (C₄H₈) и т.н.; халогенни производни на въглеводородите – хлороформ (CHCl₃); алкохоли – метилов алкохол (метанол) и етиленгликола (използва се при антифризите) и фенола (със силно изразени киселинни свойства – карболова киселина). В зависимост от молекулната си маса въглеводородите имат различни агрегатни състояния и физико-химични свойства. Приблизително 95% от въглеводородите замърсители са локализиращи в Северното полукълбо.

Образуване. В природата въглеводороди се образуват при ферментационни процеси на органични вещества, а при антропогенните дейности – при горене на органични горива (въглища, нефтопродукти), преработка на нефт, крекинг процеси и др.

Източници. Природни – блатен и рудничен газ, гниене на органични вещества и др. Антропогенни – нефтодобив, нефтопреработка, автомобилнен и въздушен транспорт, енергетика, черна металургия, химическа промишленост, асфалтови бази и др.

Поведение и миграция в атмосферата. Полициклените въглеводороди проявяват голям афинитет за адсорбиране върху праховите частици и сажди в атмосферата, като малка част от тях остава във вид на пари. По начало те са инертни вещества, но голямата им повърхност, резултат от финното им диспергиране, ги прави реакционно активни. Известни са техни реакции с NO₂, SO₂, и O₃ във въздуха, участват в образуването на фотохимичния смог (виж т. 1.3.5.). Особено интензивно реагират под действието на ултравиолетовите лъчи.

Механизъм на токсично действие. Много въглеводороди при високи концентрации предизвикват

дразнене на дихателните пътища и очите.

Полицикличните въглеводороди и техните производни включват изключително голям брой съединения, за около 200 от които е доказан експериментално канцерогенен ефект с различна сила. Някои от тях се срещат и в дима от цигарите. Ето защо, присъствието на въглеводороди в атмосферния въздух се смята за замърсяване, което е опасно за живите организми и се налага да се държи сметка за количеството им.

Норми. За преобладаващата част от въглеводородите нормите са регламентирани с Наредба № 14/1997 г. за норми за пределно допустимите концентрации на вредни вещества в атмосферния въздух на населените

места. В таблица 1.4 са дадени норми за някои от тях.

За *бензо(а)пирена* нормите са регламентирани с Наредба № 11/2007 за норми за арсен, кадмий, никел и полициклични ароматни въглеводороди в атмосферния въздух. Те са както следва:

- Целева норма за нивото на бензо(а)пирен в атмосферния въздух - 1 ng/m^3 .
- Оценъчни прагове за бензо(а)пирен:
 - горен - изразен в проценти от целевата норма - 60 % ($0,6 \text{ ng/m}^3$);
 - долен - изразен в проценти от целевата норма - 40 % ($0,4 \text{ ng/m}^3$)

Таблица 1.4. Списък на пределно допустимите концентрации за някои въглеводороди в атмосферния въздух на населените места (Приложение № 1 към чл. 2, ал. 1 чл. 2, ал. 1 от Наредба № 14/1997 г.)

№ по ред от списъка	Вредни вещества (замърсители)	Концентрация, $\text{mg}/100 \text{ m}^3$		
		Средногодишна	Средноденонощна	Максимално еднократна
95.	Нафталин	-	0,003	0,003
136.	Фенол	0,01	0,01	0,02 *
138.	Формалдехид	0,01	0,05	0,1

* Тази концентрация се отнася за 60-минутна краткосрочна експозиция; всички останали максимално еднократни концентрации се отнасят за 30-минутна краткосрочна експозиция.

1.3.2. Съединения на сярата

В природата сярата се среща в свободно състояние (под формата на самородна сяра) и във вид на различни съединения. В земната кора сярата е разпространена основно под формата на метални сулфиди, от които се добиват цветни метали. Сярата има съществено значение за живота на земята, тъй като участва в строежа на белтъчните молекули.

В атмосферата сярата се среща най-често във вид на *серни оксиди* (SO_2 , SO_3), *сероводород* (H_2S), *серо-въглерод* (CS_2) и под форма на *аерозоли*.

Групата серни съединения, предизвикващи замърсяване на атмосферния въздух включва серен диоксид (SO_2), сероводород (H_2S), серо-въглерод (CS_2), меркаптани, сулфати и др. Основното количество сяра се изхвърля в атмосферата под формата на серен диоксид – SO_2 (95 %), на сероводородът (H_2S) се падат около 4.3 %, а меркаптаните и сулфатите са по-малко от 1 %.

1.3.2.1. Серен диоксид (SO_2)

Характеристика. Серният диоксид е безцветен газ

със специфичен остър мирис, по-тежък от въздуха, много добре разтворим във вода и силно отровен за животинските и растителни организми. Отнася се към първичните замърсители на атмосферния въздух. Замърсяването на атмосферния въздух със серен диоксид е прието да се нарича “индустриално” или “класическо”, защото се дължи главно на изгаряне на сяросъдържащи въглища - типичното гориво за индустрията още при нейното създаване през XIX век. Серният диоксид е газ, който има и стопанско значение. Намира широко приложение в избелването на тъкани, консервирането на храни, хладилната техника, дезинфекцията, и най-вече при производството на сярна киселина.

Образуване. Серният диоксид се образува при окисляване на сярата съдържаща се в горивата (въглища, нефт, природен газ) рудите и земните недра, в процеса на тяхното изгаряне или обработка.

Източници. Природни – съдържа се в газовете на действащи вулкани. Антропогенни – ТЕЦ, черна и цветна металургия, химическата промишленост, добив и дестилация на нефт, производство на сярна киселина и минерални торове (суперфосфати) и др. Около 70 % от серният диоксид се получава при изгаряне на въглища (предимно в енергетиката), 16 % - при

изгаряне на нефтопродукти, а останалата част - от нефтодобива, нефтепреработката и металургията. През последните 3-4 години няма резки промени в годишните нива, които за България по правило са твърде високи. Особено проблематични са Девня, Пловдив, Варна, Елисейна, Перник, Кърджали и Пирдоп, където се измерват стойности 1,2 до 3,5 пъти над ПДК средногодишно.

Поведение и миграция в атмосферата. Серният диоксид се запазва непроменен в атмосферния въздух от няколко часа до няколко дни. Естественото самоочистване на атмосферата от него протича бавно и е свързано със: 1) депониране на газа върху почвата, водата, растенията и други повърхности; 2) отмиване от дъждовете и трансформация в сярна киселина и сулфати. От всички тези процеси най-голям дял заема трансформацията на SO_2 в атмосферата. Обикновено за 20 денонощия неговата концентрация във въздуха намалява с 50 %.

Серният диоксид взаимодейства частично с водата, при което се получава серниста киселина ($\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$). Последната е нетрайно съединение и може да съществува само във водни разтвори. Когато сернистата киселина е в непосредствен контакт с въздуха, тя поглъща кислород и се окислява до сярна киселина ($2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$). В атмосферата тези процеси протичат при преминаване на дъждовните капки през замърсен със SO_2 въздух. Първоначално SO_2 се разтваря във водата до образуване на серниста киселина, която впоследствие се окислява от кислорода до сярна киселина. Така се образуват част от киселините в киселинните дъждове. Когато количеството на капчиците от сярна киселина стане достатъчно голямо, въздухът придобива характерно синкаво оцветяване и се намалява неговата прозрачност. Тези признаци са типични при замърсяване на атмосферата със серен диоксид и могат да се използват за характеристика на неговото качество.

Друга особеност е, че капчиците от сярна киселина са с много малки размери (под 0.5 μm) и дълго време остават суспендирани във въздуха, без да падат върху земната повърхност под действие на гравитацията. Това дава възможност на сярната киселина да реагира с частиците от калциев оксид, с парите на амоняк или с други вещества от въздуха, при което се получават сулфати (CaSO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и др.). Образованите сулфати са по-тежки от въздуха и се отлагат върху земната повърхност, като я замърсяват със сярсъдържащи съединения (Механджиев и др., 1987). Трансформацията на SO_2 в атмосферата може да протече и по пътя на неговото окисление. По принцип, този процес протича много бавно, но може да бъде стимулиран от слънчевата радиация, която осигурява необходимата активизираща енергия за окислението на

SO_2 до SO_3 .

Механизм на токсично действие. Серният диоксид принадлежи към групата на дразнещите газове. При вдихване в организма, той се абсорбира в дихателната система - предимно в носоглътката и горните дихателни пътища. Абсорбцията е правопрпорционална на концентрацията на газа в атмосферния въздух. Той забавя (или напълно блокира) дейността на ресничестия епител, чиято функция е да почиства дихателните пътища от отложени прахови частици. Освен това, при контакт с влажните лигавици на дихателните пътища и очите серният диоксид образува серниста (H_2SO_3) и сярна (H_2SO_4) киселина, които предизвикват локално дразнене и поява на възпаления - синусити, бронхити, бронхопневмонии, емфизем и др. При хронично действие, освен характерните катарални явления, се наблюдават изменения в състава на кръвта, повишена възприемчивост към инфекции, нарушения в обмяната на веществата, промени във висшата нервна дейност, липса на апетит, сълзотечение и др.

Силата на въздействие върху организма зависи от концентрацията на серния диоксид във въздуха. При концентрация 10 mg/m^3 той се усеща във въздуха по характерната тежка миризма, при 50 mg/m^3 - дразни лигавиците на дихателните пътища и предизвиква кашлица, 120 mg/m^3 могат да се понесат за около 3 min, а 300 mg/m^3 - до 1 min. Острите въздействия на серния диоксид върху живите организми се илюстрират добре с известните катастрофални случаи на атмосферно замърсяване в много райони на света. Серният диоксид оказва и други негативни въздействия на околната среда, тъй като има силно корозионно действие за металните и строителни конструкции, унищожавя хлорофила и нарушава фотосинтезата на растенията, участва в образуването на киселинните дъждове и др.

Норми. Регламентирани са с Наредба № 12 от 15 юли 2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух (таблици 1.5 и 1.6).

А. Норми за серен диоксид (Таблица 1.5).

Б. Алармени прагове за серен диоксид - 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (съгласно Приложение № 2 към чл. 4 от Наредба № 12/2010).

В. Горен и долен оценъчен праг за серен диоксид (Таблица 1.6).

1.3.2.2. Сероводород (H_2S)

Характеристика. Сероводородът представлява безцветен газ с миризма на развалени яйца, по-тежък от въздуха (1l тежи 1.41g), добре разтворим във вода. При естествени условия се съдържа в незначителни количества в атмосферния въздух. Във въздушна среда сероводорода гори със синкав пламък, при което

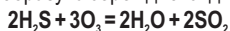
Таблица 1.5. Норми за серен диоксид атмосферния въздух (Приложение № 1 към чл. 3 от Наредба № 12/2010)

Норма за SO ₂	Период на осредняване	Стойност	Допустимо отклонение	Дата, от която нормата трябва да бъде спазена
Средночасова норма за опазване на човешкото здраве	1 час	350 µg/m ³ (да не бъде превишавана повече от 24 пъти в рамките на една календарна година (КГ))	150 µg/m ³ (43 %)	1.01.2005 г
Средноденонощна норма за опазване на човешкото здраве	24 часа	125 µg/m ³ (да не бъде превишавана повече от 3 пъти в рамките на една КГ)	Няма	1.01.2005 г.
Норма за опазване на природните екосистеми (не се прилага в непосредствена близост до източниците)	една календарна година и зима (от 1 октомври до 31 март)	20 µg/m ³	Няма	-

Таблица 1.6. Горен и долен оценъчен праг за серен диоксид (Приложение № 5 към чл. 9 от Наредба № 12/2010)

Оценъчен праг за SO ₂	Средноденонощна стойност на SO ₂ за опазване на човешкото здраве	Стойност на SO ₂ за опазване на растителността
Горен	60 % от средноденонощната норма (75 µg/m ³ - да не бъде превишавана повече от 3 пъти за една календарна година (КГ))	60 % от зимната норма (12 µg/m ³)
Долен	40 % от средноденонощната норма (50 µg/m ³ - да не бъде превишавана повече от 3 пъти за една КГ)	40 % от зимната норма (8 µg/m ³)

се образува серен диоксид и вода:



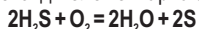
Образуване. В природата H₂S се образува при анаеробно разграждане на сярсъдържащи органични вещества. Според една нова хипотеза, голяма част от сярата, попадаща от почвата в атмосферата, се освобождава при дейността на почвени микроорганизми, които разграждат сярсъдържащите органични съединения - диметилсулфид, диметилдисулфид, меркаптан и др. Установено е (Adams at al., 1979, цит по Ейхлер, 1993), че отделяните серни газове от единица повърхност на различни почви представлява от 0.002 до 152 g/S/m² за година, средно -

72 g/S/m² за година. При антропогенните дейности H₂S се образува, при процесите на преработка на редица суровини при редица производства и при анаеробно разграждане на сярсъдържащи органични вещества (тор, битово-фекални отпадъци и др.).

Източници. Природни – те са основните източници на H₂S за атмосферата (годишно продуцират около 58–110 млн.t H₂S). Към тях се отнасят вулканичната дейност, гниенето на органични вещества в почвата, изпаренията от термални води и гейзери и др. Антропогенни - нефтопреработваща промишленост, дървообработващи предприятия, целулозохартиено производство, химическа промишленост, други

дейности.

Поведение и миграция в атмосферата. Сероводородът се възпламенява лесно и с въздуха образува взривоопасни смеси. Разтвореният във водата H_2S при контакт с кислорода от въздуха се окислява до серен диоксид и елементарна сяра:



Като се има предвид, че H_2S сравнително бързо се окислява до SO_2 , той може да се разглежда като основен природен източник на серен диоксид в атмосферата.

Механизм на токсично действие. Сероводородът е силно токсичен газ и във високи концентрации наподобява действието на синилната киселина. Попаднал в белите дробове на човека и животните, той влиза в съприкосновение с влажните лигавици на дихателните пътища и се свързва с натрия и калия от тъканите като образува натриев (Na_2S) и калиев (K_2S) сулфид, предизвикващи възпаление на лигавиците. След резорбцията на сулфидите в кръвта те се хидролизират и отделят сероводород, който действа на нервната система и предизвиква общо отравяне на организма. Образуваният сероводород взаимодейства с желязото на хемоглобина и го превръща в железен хематин. Вследствие на това хемоглобинът загубва каталитичните си свойства и не може да се свързва с кислорода от вдишания въздух. Така се нарушават окислителните процеси в организма, затруднява се доставянето на кислород до тъканите, настъпва кислородно гладуване (аноксемия) и се натрупват недоокислени продукти на обмяната на веществата, които действат токсично върху целия организъм.

Норми. Регламентирани са с Наредба № 14/1997 г. за норми за пределно допустимите концентрации на вредни вещества в атмосферния въздух на населените места.

Допустима концентрация на сероводород в атмосферния въздух:

- ПДК_{ср.денонощна} – 0.003 mg/m³;
- ПДК_{макс.еднократна} – 0.005 mg/m³.

1.3.3. Съединения на азота

Основна част от азота в природата се намира в свободно състояние. Свободният азот е основна съставна част на въздуха и представлява около 78 % от него. Той образува смеси от различни оксиди като диазотен оксид (N_2O), азотен оксид (NO), азотен диоксид (NO_2), азотен триоксид (NO_3), диазотен триоксид (N_2O_3), диазотен тетраоксид (N_2O_4) и диазотен пентаоксид (N_2O_5). От тази група съединения само NO и NO_2 представляват замърсители на атмосферата. Прието е тяхната сумарна концентрация да се означава със символа NO_x за да подсказва за променливото и

често пъти неизвестно съотношение между двата газа. NO_x е сумарната концентрация в милиардни части (ppb) на азотен оксид и азотен диоксид и изразена като концентрация на азотен диоксид в микрограми на кубичен метър ($\mu g/m^3$). При обикновени условия равновесието в тази газова смеси постепенно се изтегля към NO_2 и N_2O_4 , поради окислението на NO. Ролята на останалите оксиди се състои в това, че те се явяват междинни продукти при образуването на фотохимичен смог.

Към групата на азотните съединения, замърсители на атмосферата, се отнася и амоняк (NH_3).

1.3.3.1. Азотни оксиди (NO, NO_2 , NO_x)

Характеристика. Азотният оксид (NO) е безцветен газ, без миризма, не гори, слабо разтворим е във вода. По химични свойства той се отнася към т.н. "безразлични оксиди", тъй като не взаимодейства с киселини и основи. Азотният диоксид (NO_2) е жълто-оранжев дим с характерна задушлива миризма. Газообразният NO_2 е токсичен и силен корозионен агент (оксидатор). При разтваряне във вода NO_2 встъпва в реакция с образуването на азотна (HNO_3) и азотиста (HNO_2) киселина. Азотистата киселина е много неустойчива и бързо се разлага до азотна киселина, азотен оксид и вода.

Образуване. Природни процеси. При обикновени условия азотът и кислородът от въздуха не взаимодействат, но при много високи температури (например, при електрически разряди в атмосферата) азотът се съединява с кислорода до образуване на азотни оксиди. Реакцията на азота с кислорода е обратима и протича с поглъщане на голямо количество топлина:

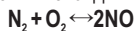


При понижаване на температурата NO се разлага отново на азот и кислород. Ако обаче газовете бързо се охладят, поради ниската скорост на реакцията, равновесието не може да се изтегли бързо вляво и почти цялото количество образувани азотни оксиди остава в сместа. Изучаването на тези реакции има пряко отношение към процесите на горене, тъй като е свързано с отделяните емисии от азотни оксиди в атмосферата. Най-характерното свойство на азотния оксид е неговата способност лесно и без нагряване да се съединява с кислорода от въздуха, образувайки азотен диоксид:



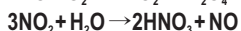
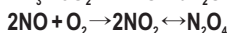
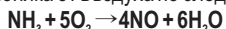
На основата на горната реакция NO непрекъснато се окислява до NO_2 . Това е причината, поради която в атмосферния въздух да се определя сумарната концентрация на азотни оксиди (NO_x). И двата газа са силно токсични.

Антропогенна дейност. NO_x се образуват при изгаряне в редица производства и при процеси в химическата промишленост. Образоването на азотни оксиди при изгаряне е свързано с окисление на атмосферен азот и в по-малка степен – с окисление на органични съединения на азота, съдържащи се в горивата. В първия случай основен продукт се явява азотния оксид:

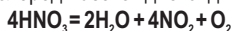


При горенето на органични горива се образува предимно азотен оксид (около 95%) и незначително количество азотен диоксид (5%). Превръщането на азота от горивото в азотни оксиди не се влияе от формата на неговото свързване в горивото (Механджиев и др., 1987).

Химическата промишленост и специално производството на азотна киселина е другият голям източник на азотни оксиди. Най-често азотни оксиди се получават по пътя на каталитично окисление на амоняка от въздуха по следните основни реакции:



Азотната киселина е химически нестабилна и под влияние на светлината постепенно се разлага на вода, кислород и азотен диоксид:

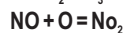
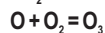
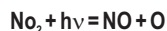


Съставът на отпадъчните димни газове от тази промишленост зависи от конкретните условия на получаване на азотния диоксид. Въпреки, че емисиите на азотни оксиди от този тип са ограничени по място около химическите предприятия, те създават сериозни екологични проблеми.

Източници. *Природни* - грамотевици бури, вулканична дейност. *Антропогенни* - транспорт (44% от всички емисии), енергетика (съответно 30%) и горивни процеси в индустрията (15%). Тези данни определят пътя на транспорт и ТЕЦ като най-сериозните причинители на замърсявания с азотни оксиди. Има тенденция към нарастване на техните концентрации, особено в пунктовете, показващи замърсяването от автомобилния трафик в София, Варна, Пловдив и Габрово, където нивата превишават ПДК средногодишно.

Поведение и миграция в атмосферата.

Попаднали или образувани в атмосферата азотните оксиди вземат участие в сложни химични процеси, енергията за които се осигурява от слънчевата радиация. Под действието на ултравиолетовите лъчи ($h\nu$) азотният диоксид се разлага на азотен оксид и атомен кислород, който се свързва с молекула кислород като образува озон. На свой ред полученият азотен оксид се окислява до азотен диоксид и отново се включва в процеса по схемата:



В резултат на тези превръщания се натрупват големи количества атомен кислород и озон, които окисляват атмосферните замърсители, често пъти до силно токсични продукти (формалдехид, пероксиацетилнитрат и др.). Друг път на промяна на азотния диоксид е хидролизирането му до азотна киселина, която частично се неутрализира от съдържащият се в атмосферата амоняк, до нитрати или се абсорбира от валежите. Установено е, че изхвърленият в атмосферата азотен диоксид се неутрализира за около 3 денонощия.

Механизм на токсично действие. Осъществява се по т.нар. раздразващ или нитратен тип. При попадане на NO_2 с вдишания въздух в белите дробове той влиза в контакт с влажната повърхност на алвеолите и образува азотна (HNO_3) или азотиста киселина (HNO_2). Киселините поразяват алвеоларната тъкан и предизвикват различни по степен увреждания (възпаление, оток и др.). При проникване на азотните оксиди в кръвта се получават нитрати и нитрити, които предизвикват разширяване на кръвоносни съдове и понижаване на кръвното налягане. Нитратите взаимодействат с желязото на хемоглобина и превръщат оксихемоглобина в метхемоглобин, което затруднява нормалното снабдяване на тъканите с кислород. Азотният диоксид предизвиква също така основната реакция увреждаща клетката, каквато е липидната пероксидация. Тя понижава митохондриалното дишане и инхибира активността на редица ензими (най-вече на цитохром-оксидазата).

Токсичността на азотните оксиди за човека и животните е сравнително висока. При съдържание на NO_2 във въздуха от порядъка на 10 mg/m^3 се чувства остра миризма, 70 mg/m^3 се определя като максимално поносима при продължително въздействие, при 200 mg/m^3 се получава силно дразнене на лигавицата на белите дробове, придружено с кашлица, а при стойности над 300 mg/m^3 дишането става почти невъзможно и настъпва смърт. Редица изследвания (Shapley, 1976 и Knelson, 1977, цит. по Калоянова, 1981) показват, че съществува корелационна зависимост между концентрацията на азотния диоксид във въздуха и онкологичните заболявания. Счита се, че този замърсител има способност да образува по-силни канцерогенни вещества, като нитрозамини, 3,4-бензпирен и др.

Азотните оксиди оказват влияние върху формирането на метеорологичните фактори на средата, тъй като поглъщат слънчевата радиация от ултравиолетовата и видимата част на спектъра и намаляват прозрачността на атмосферата.

Таблица 1.7. Норми за азотен диоксид и азотни оксиди в атмосферния въздух (Приложение № 1 към чл. 3 от Наредба № 12/2010)

Норма	Период на осредняване	Стойност	Допустимо отклонение	Дата, към която нормата трябва да бъде спазена
Средночасова норма за опазване на човешкото здраве	1 час	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂ (да не бъде превишавана повече от 18 пъти в рамките на една КГ)	50 % на 19.07.1999 г., намалява линейно на 1.01.2001 г. и на всеки 12 месеца след това до достигане на 0 % към 1.01.2010 г.	1.01.2010 г.
Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве	една календарна година	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂	50 % на 19.07.1999 г., намалява линейно на 1.01.2001 г. и на всеки 12 месеца след това до достигане на 0 % към 1.01.2010 г.	1.01.2010 г.
Норма за опазване на растителността (не се прилага в непосредствена близост до източниците)	една календарна година	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO+NO ₂)	Няма	-

Таблица 1.8. Горен и долен оценъчен праг за азотен диоксид (Приложение № 5 към чл. 9 от Наредба № 12/2010)

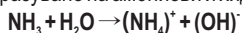
Оценъчен праг	Средночасова стойност за опазване на човешкото здраве	Средногодишна стойност за опазване на човешкото здраве	Средногодишна стойност за опазване на растителността и природните екосистеми
	(NO ₂)	(NO ₂)	(NO + NO ₂)
Горен	70 % от нормата (140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - да не бъде превишавана повече от 18 пъти за една КГ)	80 % от нормата (32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	80 % от нормата (24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Долен	50 % от нормата (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - да не бъде превишавана повече от 18 пъти за една КГ)	65 % от нормата (26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	65 % от нормата (19,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Норми. Регламентирани са с Наредба № 12 от 15 юли 2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух (Таблицы 1.7 и 1.8).

А. Норми за азотен диоксид и азотни оксиди
 Б. Алармени прагове за азотен диоксид - 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Приложение № 2 към чл. 4 от Наредба № 12/2010).
 В. Горен и долен оценъчен праг за азотен диоксид

1.3.3.2. Амоняк (NH₃)

Характеристика. В атмосферния въздух амоняка се съдържа в следи. Той е безцветен токсичен газ, с остра дразнеща миризма, по-лек от въздуха. При обикновени условия амоняка не реагира с кислорода и други съставки на въздуха. При загряване образува експлозивни смеси. В химическо отношение е доста активен. Много добре се разтваря във вода, с образуване на амониумови и хидроксилни йони.

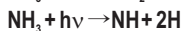
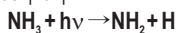


Образуване. Природни процеси – при минерализация на хумуса в почвата, вегетативни процеси при растенията, вулканична дейност. По мнение на Alexander, 1974 (цит. по Smith, 1981), киселата реакция, положителната температура, високото ниво на изпарения и понижения катионен обмен в почвата, способстват за микробиалния синтез на амоняк. По данни на Farquhar et al., 1979, (цит. по Smith, 1981), царевичката в процеса на вегетация отделя амоняк в атмосферния въздух, в количество 7g NH₃/ha/24 h.

Антропогенни дейности - гниене на азот-съдържащи органични вещества в органични отпадъци (фекалии, урина, растителност, органични утайки и др.), изгаряне на въглища в енергетиката, промишлеността и др. Промислено газът се получава чрез пряк синтез - от азот и водород.

Източници. Природни – почва, вегетиращи растения, вулкани и др. *Антропогенни* – селско стопанство (около 61% от всички емисии), производство на азотни торове (24% от емисиите), депониране на отпадъци (15%). Основните критични пунктове са Димитровград, Бургас, Камено, Никопол и Враца. Превишенията варират от 1 за Димитровград до 5 пъти над ПДК средногодишно за Никопол. С изключение на последния, където има трансгранично замърсяване от Турну Мъгуреле, в другите 4 пункта тенденцията е към намаление.

Поведение и миграция в атмосферата. Амонякът в атмосферата встъпва в множество реакции на заместване и присъединяване. Независимо, че не поглъща светлината от видимия спектър, при ултравиолетово излъчване той е способен на дисоциация:



Доколкото тези реакции протичат само в спектъра на ултравиолетовите лъчи, значението им за фотохимичното разлагане на амоняка в тропосферата е много малко.

Механизм на токсично действие. При попадане с вдишания въздух в белите дробове амоняка лесно преодолява слизестите ципи на алвеолите и прониква в кръвта. Там той се свързва с хемоглобина на еритроцитите, като образува алкален хематин, в

резултат на което техния брой намалява. Това води до поява на анемия, намаляване на смлаемостта и усвояването на хранителните вещества и до други физиологични промени.

При постъпване на големи количества амоняк в кръвта се предизвиква силна възбуда на централната нервна система, на главния и особено на продълговатия мозък, пристъпи на спазми на тялото, редувани от паузи с коматозно състояние и в крайна сметка се стига до смърт, вследствие парализата на дихателния център. Освен това, силната му разтворимост във вода води до неговото адсорбиране от влажните лигавици на назофаринкса, горните дихателни пътища и конюктивите на очите, на които оказва силно дразнещо действие. В резултат на това се появяват кашлица, кихане, сълзотечение с последващо възпаление на слезестите ципи на дихателните пътища (нос, глътка, трахея, бронхи) и конюктивите. Като силно агресивен газ амонякът оказва негативно въздействие върху растителните организми и техническите съоразения и оборудване.

Норми. Регламентирани са с Наредба № 14/1997 г. за норми за пределно допустимите концентрации на вредни вещества в атмосферния въздух на населените места.

Допустими концентрации на амоняк в атмосферния въздух:

- ПДК_{ср.}деноношна - 0.1 mg/m³;

- ПДК_{макс.} еднократна (за 60-минутна краткосрочна експозиция) – 0.25 mg/m³.

1.3.4. Тропосферен озон (O₃)

Характеристика. Озонът е газ със светло син цвят и с остра миризма (названието озон на гръцки означава миришещ). Минималната, доловима за обонянето на човека концентрация на озон е 0,015 – 0,04 mg/m³. Той е нестабилно химически вещество и е много силен окислител. При взаимодействие с повечето окисляеми химични вещества реагира с взрив. До скоро се приемаше схващането, че наличието на озон в тропосферния слой на атмосферата е критерий за неговата чистота и благотворно биологично действие върху живите организми. В наши дни това мнение е променено и сега озонът се счита за един от най-сериозните замърсители на атмосферата, доколкото той е продукт на промеждутъчните реакции протичащи с други атмосферни замърсители или е отделан при някои промишлени дейности (с използване на електрически високоволтови разряди, производство на водороден перексид и др.), в рентгенови кабинети, лаборатории за спектрален анализ и др.

Образуване. Природни процеси - при гръмотевични бури, под влияние на мълните, в ниските слоеве на атмосферата се образува озон. Всеки, който е дишал

въздуха след силна гръмотевична буря или в близост до електрически разряд, познава добре миризмата на този газ. *Антропогенни фактори* – наличието на азотен диоксид (NO_2), един от замърсителите на атмосферата, е основната причината за образуването на озон в тропосферата. Под въздействието на ултравиолетовите лъчи от слънчевия спектър се NO_2 разпада на азотен оксид (NO) и атом кислород (O), ($\text{NO}_2 + h\nu \rightarrow \text{NO} + \text{O}$). Атомният кислород реагира с молекула кислород (O_2), при което се образува озон (O_3), ($\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$). Озон се образува и в среда с високоенергийни лъчения.

Източници. Природни - гръмотевични бури. Антропогенни – трансформация на азотен диоксид в тропосферата, рентгенови и изотопни лаборатории.

Поведение и миграция в атмосферата. Ежедневните вариации в концентрациите на озон зависят от измененията на метеорологичните условия (температура на въздуха, интензивност на слънчевата

радиация, наличие на инверсионни слоеве, пренасяне на озон останал през нощта от по-високите слоеве на тропосферата към слоеве непосредствено до земната повърхност). Озонът е твърде нестабилна триатомна молекула кислород. Той бързо реагира с органични вещества във въздуха (микроорганизми, органични частици и др.), растителни и животински организми, органични материали, и престава да съществува. Наличието във въздуха на азотни оксиди, аерозоли на сярната киселина и водороден перексид значително повишават токсичното действие на озона. Озонът е една от основните съставки на атмосферния смог.

Механизм на токсично действие. Поради силното си окислително действие озона нанася сериозни поражения върху всички материали, включително върху тъканите на растенията, животните и хората. При вдишване на въздух, с концентрации на озон от 2 до 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, се появяват дразнене на дихателните пътища, кашлица, повръщане, главоболие, виене на свят, силна умора, нарушаване на сърдечната дейност.

Таблица 1.9. Краткосрочни целеви норми (КЦН) и горни оценъчни прагове (ГОП) за озон в атмосферния въздух (Приложение № 3 към чл. 5, 6, 7, чл. 18, ал. 1 и чл. 19, ал. 1)

Норма	Период на осредняване	Стойност	Дата, към която КЦН следва да бъде спазена (1)
КЦН/ГОП за опазване на човешкото здраве	Максимална 8-часова средна стойност в рамките на денонощието	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, да не се превишава в повече от 25 дни на календарна година, осреднено за тригодишен период	1.01.2010 г.
КЦН/ГОП за опазване на растителността	АОТ40* (изчислен от средночасовите стойности) за периода от май до юли	18 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, осреднено за петгодишен период	1.01.2010 г.

*АОТ40 (изразен в $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) - представлява сумата от разликите между стойностите на средночасовите концентрации над 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (=40 ppb) и 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ за определен период при използване само на стойностите, измерени за дадено денонощие на всеки час между 8 и 20 ч. централноевропейско време (ЦЕВ).

Таблица 1.10. Дългосрочни целеви норми (ДЦН) и долни оценъчни прагове (ДОП) за озон в атмосферния въздух (Приложение № 3 към чл. 5, 6, 7, чл. 18, ал. 1 и чл. 19, ал. 1)

Норма	Период на осредняване	Стойност	Дата, към която ДЦН следва да бъде постигната
ДЦН/ДОП за опазване на човешкото здраве	Максимална 8-часова средна стойност в рамките на денонощието	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Не е определена
ДЦН/ДОП за опазване на растителността	АОТ40 (изчислен от средночасовите стойности) за периода от май до юли вкл.	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, осреднено за петгодишен период	Не е определена

Периодичното подлагане на действието на озон в концентрации 0,25 ppm, в продължение на години може да предизвика белодробна фиброза (заместване на нормалната дихателна тъкан със съединителна), което

Таблица 1.11. Информационен и алармен праг за нивата на озон (към Приложение № 4 към чл. 8, ал. 1)

Праг	Период на осредняване	Стойност
Праг за информиране на населението (ПИН)	1 час	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Праг за предупреждаване на населението (ППН)	1 час	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

намалява функциите на белия дроб. Най-силно засегнати от въздействието на високите концентрации на озон са гъсто населените крайбрежни зони и високите планини. Озонът убива микроорганизмите и поради тази му способност се използва като дезинфектор на въздушната среда в болници, учебни заведения, жилищни помещения и др.

Норми. Регламентирани са с Наредба № 12 от 15 юли 2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух (Таблицы 1.9, 1.10 и 1.11).

Определяне на прекурсорите на озон (към Приложение № 14 към чл. 26). Измерването на прекурсорите на озон трябва да включва най-малко азотните оксиди (NO и NO_2) и подходящи летливи органични съединения (ЛОС).



Фигура 1.2. Талисманът на проекта. Подарен е от майка с дете, участвала в демонстрация за чист въздух над Стара Загора

1.3.5. Фотохимичен смог

Характеристика. Замърсяването на атмосферата с фотохимични оксиданти създава сериозни екологични проблеми, тъй като те участват в образуването на изключително опасния за екосистемите *фотохимичен смог*. Той представлява сиво-жълта марапя, същината и произхода, на която за пръв път е изяснена от проф. Ари Хааген-Смит от Калифорнийския технологичен институт на САЩ през 1951 г. (Оуен, 1989 г.).

Думата *смог (smog)* произлиза от комбинирането на английските думи *smock* (пушек, дим) и *fog* (мъгла). Под този термин днес се разбира смес от прах, сажди, оловни аерозоли и различни вредни газове, като серен диоксид, азотни оксиди, въглеводороди, озон и други вещества, които замърсяват въздуха над населените места с интензивен трафик и райони с много промишлени предприятия. Първоначално това явление е наблюдавано в Лос Анжелес (САЩ) през 40-те години на XX век, а по-късно и в други големи градове в света – Ню Йорк, Лондон, Токио, Москва и др.

Образуване. Основните предпоставки, които благоприятстват образуването на фотохимичен смог са:

- 1) наличие на атмосферни замърсители (задължително NO_x , въглеводороди), източниците на които са разположени в гъстонаселен или промишлен район в котловини или долинни местности, способстващи задържането и натрупването на замърсителите;
- 2) висока влажност на въздуха, в който дребните водни капчици абсорбират химичните замърсители от атмосферата;
- 3) състояние на температурна инверсия на атмосферата, т.е. устойчива атмосфера, без вертикална циркулация на въздуха;
- 4) наличие на слънчева радиация;
- 5) ниска скорост на движение на вятъра.

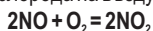
Кинетиката на образуването на фотохимичен смог и последователността на химичните реакции между атмосферните замърсители и нормалните съставки на въздуха зависи от метеорологичните условия, концентрацията на замърсителите (NO_x , въглеводороди, CO , So_2), присъствието на каталитично действащи твърди частици и от редица други фактори. Установено е, че реакциите могат да протекат дори в случаите, когато предварителните концентрации на замърсителите са по-малки от 1 ppm. Важно е да се отбележи, че това може да стане само при наличие на слънчева радиация, която осигурява необходимата енергия за започване на процеса. Поради това, в облачни дни образуването на фотохимичен смог е забавено, а през ноща - невъзможно.

Последователността на процесите, свързани с

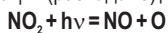


Фигура 1.3. Фотохимичен смог над Стара Загора

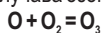
образуването на смог, условно могат да се разделят на два етапа. През *първия етап* се образуват силни окислителни (озон, атомен кислород). За да се случи това в приземния въздушен слой на тропосферата трябва да се съдържа азотен оксид. Той се окислява от кислорода на въздуха до азотен диоксид по реакцията:



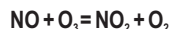
Образуваният азотен диоксид, под действието на ултравиолетовите лъчи от слънчевия спектър (с дължина на вълната 400 nm), претърпява фотодисоциация (разпадане) до азотен оксид и атомен кислород.



Около 99.5 % от получения атомен кислород взаимодейства с молекули кислород, при което се получава озон:

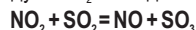


След натрупването на достатъчно количество озон, той започва да окислява азотния оксид до азотен диоксид:



Последната реакция е допълнителен източник на азотен диоксид, който на свой ред се включва в цикъла за получаване на нови количества озон. По този начин, постепенно съотношението между NO и NO₂ във въздуха, се измества от по-малко вредния азотен оксид към по-вредния азотен диоксид. В края на етапа във въздуха се натрупват вещества, силни окислителни – озон, атомен кислород и азотен диоксид.

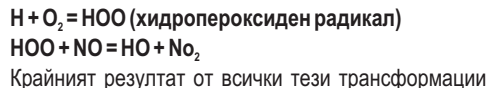
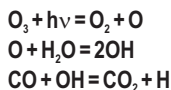
За да се случи *втория етап* във въздуха трябва да има и въглеродороди. Тогава, образуваните силни окислителни (O₃, O, NO₂) през първия етап, при наличие на слънчева радиация, окисляват съдържащите се в атмосферния въздух наситени и ненаситени въглеродороди. Основният фотохимичен окислител е озон, който обуславя до 90% от окислителните реакции, а останалите 10% се падат на азотния диоксид. Резултатът от окислението на въглеродородите е получаване на силно токсични вещества – пероксиацетилнитрат (ПАН) и перокси-бензолнитрат (ПБН), (Механджиев и др., 1987). Картината се усложнява при наличие във въздуха и на други замърсители, като SO₂ и CO. При наличие на SO₂ във въздуха NO₂ може да го окисли до серен триоксид (SO₃):



Друга група реакции се отнасят до участието на въглеродния оксид в образуването на смога. (До скоро се считаше, че този газ няма отношение към тези процеси). Въглеродният оксид може да спомага окислението на азотния оксид до азотен диоксид, който е основен газ при образуването на фотохимичния смог. Реакциите в този случай са свързани с използването на свободни хидроксилни радикали (ОН), създадени по фотохимичен път и те протичат в следната последователност:

Таблица 1.12. Състав и концентрация на някои вещества в чиста атмосферата и при състояние на смог (по Близнаков и Митов, 2001)

Замърсител, ppm	Ясен ден	Смог	Увеличение, Намаление (пъти)
1. CO	3.5	23	> 6.5
2. Въглеродороди	0.2	1.1	> 5.5
3. Пероксиди	0.1	0.5	> 5.0
4. Азотни оксиди	0.08	0.4	> 6.0
5. Озон	0.06	0.3	> 5.0
6. Серен диоксид	0.05	0.3	> 6.0
7. Видимост, km	10 - 12	1.5 - 2	< 7.0



със замърсители в атмосферата е получаването на сложна смес от първични и вторични замърсители във въздуха, т.е. смог, със силно негативно въздействие върху живите организми и екосистемите (Таблица 1.12).

Източници. Големи урбанизирани и промишлени центрове.

Поведение и миграция в атмосферата.

Концентрацията на фотохимичните оксиданти е подложена на големи колебания през денонощието, но въпреки това се наблюдават някои закономерности. Като правило в райони с източници на първични замърсители, най-ниски са стойностите през нощта, с постепенно нарастване в сутрешните часове и достигане на максимума през деня по време на слънчевото греене. Образуването на фотохимичен смог може да се разглежда и като естествен природен механизъм за елиминиране на антропогенните замърсители на атмосферния въздух. За съжаление "продуктите" на това естествено "очистване" са още по-вредни за околната среда от първоначалните.

Механизъм на токсично действие. Познати са три категории признаци за отрицателно въздействие на фотооксидантите: дразнене на лигавиците на дихателната система (нос, гърло, трахея, бронхи, алвеоли) и очите; понижена прозрачност на атмосферата и увреждане на растителността (Калоянова, 1981).

Норми. Не всички държави имат регламентирани норми за ПДК на фотохимичните оксиданти. ЕС и България също нямат приети норми, тъй като се прилагат такива по отношение на замърсителите (NO_x , SO_2 , O_3 и др.), които участват в образуването на смог. При това положение се счита, че няма потребност от комплексна норма за фотохимичен смог.

1.3.6. Аерозоли

Характеристика. Атмосферата, в тропосферата (особено в приземния въздушен слой) и в стратосферата съдържа частици с определена маса. Те имат сложна форма, която опростено може да се представи във вид на еквивалентна сфера с радиус (R) и големина от 10^7 до 10^2 см. Частиците с радиус под 10^{-1} μm са известни като "ядра на Айткен" и те са най-многобройни.

Една от най-важните характеристики за атмосферните частици е свързаната с тяхното разпределение в зависимост от размера им. В глобален мащаб то е три типа: *фоново, морско и континентално*. При *фоновото разпределение* частиците са равномерно разпръснати във всички слоеве на тропосферата. То е прието да се отнася за чистия въздух при условие, че броя на частиците в 1 cm^3 не надвишава 700 и преобладаващата част от тях имат

радиус $0,2 \mu\text{m}$. *Морското разпределение* се отнася за частиците, намиращи се във въздушния слой на височина до 2 km над водните площи (океани, морета, големи водоеми и др.). Аерозолите в този случай са с радиус от $0,5$ до $20 \mu\text{m}$. *Континенталното разпределение* обхваща въздушните слоеве над сушата, като се различават две зони – над силно урбанизирани и промишлени райони (над 10^5 бр. частици в 1 cm^3 въздух) и над селски и горски райони (до 10^2 бр. частици в 1 cm^3 въздух).

Аерозолите представяват *аеродисперсни системи* - смес от атмосферен въздух (дисперсна среда) и диспергирани в него фини частици в твърдо или течно агрегатно състояние (дисперсна фаза). Аеродисперсна система с твърда дисперсна фаза се нарича прах или дим, а с течна – мъгла. От всички аеродисперсни системи, най-голямо значение за замърсяването на атмосферата има *праха*. Една от причините за това е факта, че главна част от праховите аерозоли остава в тропосферата като 80% от тях се локализира на височина до 1 km (т.е. в граничния въздушен слой). Прахът като замърсител на въздуха се характеризира с някои особености, свързани главно с неговото физическо състояние в аеродисперсната система, които го отличават от газовете и парите. Основните параметри отнасящи се до поведението на праха и неговото хигиенно значение са: концентрация, размери, форма, специфично тегло и химичен състав на дисперсната фаза. Съществени са също така електрическия товар, проводимостта, повърхностните свойства и др. (Добрева и др., 1979). Концентрацията на суспендирания във въздуха прах може да се изрази *тегловно* (по масата в mg) или *контиметрично* (по броя, размера и химическия състав на частиците) в единица обем въздух (m^3).

Характерно за *промишлените аерозоли* (оловни, медни, цинкови, кадмиеви и др.) е, че в повечето случаи те са полидисперсни, тъй като съществува голямо разнообразие в производствените процеси, използваните материали и условията, при които се образуват и отделят в атмосферата. Размерът на частиците при тях варира от 10^{-7} см (т.е. до 2-3 молекулни диаметра при веществата със здрава кристална решетка) до $100 \mu\text{m}$.

Образуване. Някои от праховите частици попадат в атмосферата в готов вид (почвени частици, частици от морска сол, дим от горски пожари и др.), други се образуват при вулканичната дейност (вулканичен прах) или при падане на метеорити върху земната повърхност, а трети се формират в самата атмосфера (сулфати, нитрати, амониени соли, въгледороди и др.), в резултат на реакции между газообразните примеси или между тях и водните пари от въздуха (SO_2 , CO), (Бокрис, 1982). Според характера на образуването си аерозолите биват кондензационни (получени при

групирането на по-малки частици) или дисперсионни (получени при разрушаването на по-големи частици).

Източници. Природни – вулкани, горски пожари, световен океан, природни газови емисии, космически прах, метеорити и др. *Антропогенни* – емисии от изгарянето на твърди горива в ТЕЦ (41%), бита (31%) и индустрията (27%) и др. Най-високи нива на прах през последните години се измерват в Плевен, Перник, Стара Загора, София, Пловдив, Димитровград, Русе и Пирдоп - 1,2 до 2 пъти над ГДК средногодишно.

Поведение и миграция в атмосферата.

Аеродисперсните системи се характеризират с това, че в диспергирано състояние веществата придобиват някои нови свойства. Тъй като в тях участват голям брой частици с много малък диаметър от 0,001 до 100 μm , това създава относително голяма повърхност на твърдата фаза, с наличие на свободна повърхностна енергия на материята. Свободната повърхностна енергия от своя страна поражда взаимни сили на привличане между частиците и е причина за т.нар. самопроизволна коагулация, процес, при който частиците се уедряват и след достигане на определена маса се утаяват върху земната повърхност. Наред с това, свободната повърхностна енергия е основната причина за способността на частиците да адсорбират газови молекули и йони от средата. В случаите, когато по повърхността на частиците се адсорбират йони с електрически заряди (положителни или отрицателни), се стига до натрупване на статично електричество. Вследствие на това в праховите или дъждовните облаци се създават много високи напрежения водещи до възникване на електрически разряди в атмосферата. Способността на праха да предизвиква взрив се обяснява не само с неговото наелектризиране, но и с повишената му химическа активност.

Аеродисперсните системи притежават способност да разсейват светлината, като тази способност нараства с увеличаване на броя и дисперсността на частиците (Ангелов и др., 1990). Елиминирането на праховите частици от атмосферата се извършва по гравитационен път, но също така и с валежите. Задържането на прашиците във въздуха зависи от тяхната големина и разпределение в отделните слоеве на атмосферата и продължава от 3 до 30 дни.

Класификация на праха. Атмосферният прах може да бъде класифициран по различни признаци, най-често използваните от които са следните:

Според *формата на частиците* прахът се подразделя на три групи: с изометрични частици (с приблизително еднакъв размер в трите пространствени измерения); с ламинарни или наречени още пластинчати частици (в две от измеренията размерът е по-голям отколкото в третото) и влакнести или иглени (с по-голям размер в едното измерение, спрямо останалите две измерения);

Таблица 1.13. Класификация на аерозолите в зависимост от размера на частиците (по Ангелов и др., 1990)

Тип дисперсна система	Размери на частиците, μm
<i>Дъждовни капки</i>	
Естествена омара	5000-500
Естествена мъгла	500-40
40-1,4	
<i>Прах</i>	
Леярски пясък	2000-200
Варовик от почвата, тор	800-30
Пясъчно отпадъци при флотация	400-20
Праховидни въглища	400-10
Сулфидна руда за флотация	200-4
Прах изхвърлен от пещите	200-1
Цимент	150-10
Летящи прахове	80-30
Силициев прах	10-0,5
Пигменти	8-1
Прах от растения	60-20
Спори от растения	30-10
Бактерии	15-1
<i>Пари и мъгли</i>	
Металургични изпарения	100-0,1
Пари от цинкови окиси	0,3-0,03
<i>Дим</i>	
Нефтен дим	1,0-0,03
Катранен дим	1,0-0,01
Тютюнев дим	0,15-0,01
Въглероден дим	0,2-0,01
Нормално замърсяване в спокойна среда	1,0-0,1

По *състав* прахът бива органичен, неорганичен и смесен;

В зависимост от *размера (дисперсността)* на частиците се различават три категории: *прах* – състои се от частици с големина над 10 μm , които се седиментират върху земната повърхност по закона на Нютон и нямат способност за дифузия; *мъгла* – при нея размера на частиците е от 0,1 до 1 μm , утаяват се с постоянна скорост и не дифундират; *дим* – състои се от частици с размери от 0,1 до 0,001 μm , които са в непрекъснато брауново движение и поради тази причина не се утаяват, но са с изразена дифузионна способност (Таблица 1.13).

По своите *физико-химични свойства* прахът се характеризира с дисперсност (големина, тегло, форма и плътност) на частичките; хигроскопичност,

разтворимост, рН, електрически свойства, експлозивност и др.

Някои от праховете имат *способност да се самозапалват* или *взривяват*. Според това им качество те са групирани в три категории, т.е. по концентрацията, при която може да възникне взрив. Към *първата категория* се отнасят праховете, чиято долна граница на експлозивност е под 15 mg/m^3 (антрацит, сяра, сухо мляко, захар, ебонит и др.). Към *втората категория* се включват праховете с граници на експлозивност от 16 до 35 mg/m^3 (дървесно брашно, мелничен прах, газови сажди, алуминиев прах и др.). Към *третата категория* спадат праховете, които могат да се взривят при концентрация над 65 mg/m^3 - въглищен прах, тютюнев прах и др. (Ангелов и др., 1990).

Механизм на вредно действие. Прахът оказва *пряко и косвено влияние* върху живите организми. *Прякото действие* се изразява в поражение върху *дихателната система, кожата и очите*. Прахът влияе най-силно върху *дихателната система*, а чрез нея и върху целия организъм. Степента на вредно въздействие зависи от количеството на праха във въздуха, от размера и формата на пращинките, техните физикохимични и токсични свойства. Най-опасни са пращинките от т.н. респирабилна фракция. Тук се отнасят прахови частици с големина до $10 \mu\text{m}$. Установено е, че пращинките с размери под $0,02 \mu\text{m}$ проникват в белите дробове и се задържат в алвеолите. Тези с размери от $0,2$ до $5 \mu\text{m}$ са най-опасни, тъй като безпрепятствено достигат до алвеолите и се задържат в тях от 60 до 100 %. Фракцията на пращинките с размери от 5 до $10 \mu\text{m}$ частично проникват до алвеолите, защото 60 - 80 % от тях се задържат в горните дихателни пътища, а пращинките с размери от 10 до $50 \mu\text{m}$ обикновено не проникват в белите дробове, задържат се в горните дихателни пътища и бронхите и постепенно се ихвърля навън, при движението на ресничестия епител (Добрева и др., 1979).

Познаването на процесите на задържането на праховите частици в дихателната система е необходимо за по-точно дефиниране на финната или респирабилна фракция (с размери на частиците от $0,2$ до $5 \mu\text{m}$), както и на грубата (с размери на частиците от 5 - 10 и над $10 \mu\text{m}$), фракция с оглед изясняване механизма на тяхното действие върху организма. Доказано е, че праховите частици дразнят и травматизират слузестите ципи на носа и горните дихателни пътища, което допринася за възникване на акутни и хронични катарални процеси (ринит, фарингит, трахеит и др.). Най-тежки са пораженията предизвикани от пращинките отложени в алвеолите на белите дробове, тъй като те могат да предизвикат фиброза. Тя е резултат от естествена защитна реакция на организма, водеща до разрастване на съединителна

(фиброзна) тъкан около пращинката с цел нейното изолиране. Това води до прекомерно увеличаване на съединителната тъкан за сметка на дихателната, вследствие на което се нарушава дишането, затруднява се кръвообръщението и силно се натоварва работата на сърцето. В запрашена атмосфера дишането става повърхностно, вентилацията е недостатъчна, настъпва аноксемия и се нарушават обменните процеси в клетката. Най-сериозното заболяване предизвикано от праха е *пневмо-кониозата*, която в зависимост от минералния състав на праха може да бъде силикоза (силициев прах), антрактоза (азбестов прах) и др. Най-вреден е праха съдържащ свободен силициев диоксид, докато този съдържащ силициев диоксид в свързано състояние има по-слабо вредно действие. Рискът за получаване на прахово-фиброно увреждане (R) се определя от величината на праховото депо (Q), времето на престояването му в белите дробове (T) и от неговото специфично биологично действие (a) - ($R = a \cdot Q \cdot T$), (Добрева и др., 1979).

Попадналият върху *кожата* на човека или животните прах примесен с потта отделена от потните жлези, с мъртвите епителни клетки и с микроорганизмите по кожата предизвикват дразнения, сърбеж и възпалителни процеси. Едновременно с това се нарушава терморегулаторната и отделителната функция на кожата, намалява се нейната чувствителност и рефлекторна реакция. Поради запушване на изходните канали на потните и мастните жлези кожата се изсушава, лесно се напуква и губи еластичността си, което я прави уязвима на механични увреждания. Това увеличава възможностите за проникване на болестотворни микроорганизми през засегнатите участъци на кожата и за предизвикване на редица заболявания. Най-слабо се проявява негативното въздействие на праха върху *очите*. Попадналите в очите пращинки са етиологичен фактор за развитие на редица възпаления, като конюнктивити, кератити и др.

Косвеното действие на праха се характеризира:

- създава условия за образуване на мъгли, включително на фотохимичен смог, което силно влошава качеството на въздуха в региона със запрашен въздух (пращинките служат като кондензационни ядра за образуването на мъглиците и смога);
- запрашеният въздух намалява прозрачността на атмосферата, с което се нарушава радиационният баланс на Земята;
- силно поразява растителността на обширни райони, като понижава хранителните й качества или я прави негодна за използване;
- някои видове прах (напр. от циментовата промишленост) действат разрушаващо и корозионно върху материалните ценности (сгради, архитектурни паметници, железни конструкции др.).

Таблица 1.14. Пределно допустими концентрации на общ суспендиран прах във въздуха на населените места (Приложение № 1 към чл. 2, ал. 1 чл. 2, ал. 1 от Наредба № 14/1997 г.)

№ по ред от списъка	Вредни вещества (замърсители)	Концентрация, mg/m^3		
		Средно-годишна	Средно-денонощна	Максимално еднократна
113.	Общ суспендиран прах	0,15	0,25	0,50

Таблица 1.15. Норми за фини прахови частици в атмосферния въздух (Приложение № 1 към чл. 3 от Наредба № 12/2010 г.)

Норма	Период на осредняване	Стойност	Допустимо отклонение	Дата, към която нормата трябва да бъде спазена
1	2	3	4	5
<i>Фини прахови частици (ФПЧ10)</i>				
Средноденонощна норма за опазване на човешкото здраве	24 часа	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ФПЧ10 (да не бъде превишавана повече от 35 пъти в рамките на една КГ)	50 %	1.01.2005 г.
Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве	една календарна година	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ФПЧ10	20 %	1.01.2005 г.
<i>Фини прахови частици (ФПЧ2,5)</i>				
Етап 1				
Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве	една календарна година	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ФПЧ2,5	20 % на 11.06.2008 г., намаляващи линейно на 1.01.2009 г. и на всеки 12 месеца след това, за да достигне 0 % към 1.01.2015 г.	1.01.2005 г.
Етап 2 (1)				
Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве	една календарна година	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ФПЧ2,5		1.01.2005 г.

Норми. Регламентирани са норми за три показателя за праха – общ прах, фини прахови частици – 10 (ФПЧ10) и фини прахови частици – 2.5 (ФПЧ2.5), и за някои аерозоли (на олово, арсен, кадмий и никел).

- Общ прах е количеството на праха, независимо от размера на пращинките, в единица обем въздух (mg/m^3);

- ФПЧ10 са всички частици, преминаващи през размерно-селективен сепаратор, определен съгласно референтния метод за вземане на проби и измерване нивата на ФПЧ₁₀, с 50 %-на ефективност на задържане при аеродинамичен диаметър на частиците до 10 микрона.

- ФПЧ2,5 са всички частици, преминаващи през

Таблица 1.16. Горни и долни оценъчни прагове на Фини прахови частици (ФПЧ₁₀/ФПЧ_{2,5}), (Приложение № 5 към чл. 9 от Наредба № 12/2010 г.)

Оценъчен праг	Средноденонощна стойност (ФПЧ10)	Средногодишна стойност (ФПЧ10)	Средногодишна стойност (ФПЧ2,5) (1)
Горен	70 % от нормата (35 µg/m ³ - да не бъде превишавана повече от 35 пъти за една КГ)	70 % от нормата (28 µg/m ³)	70 % от нормата (17 µg/m ³)
Долен	50 % от нормата (25 µg/m ³ - да не бъде превишавана повече от 35 пъти за една КГ)	50 % от нормата (20 µg/m ³)	50 % от нормата (12 µg/m ³)

(1) Горният и долният оценъчен праг за ФПЧ_{2,5} не се прилагат за измерванията за оценяване на съответствието с целта за ограничаване на експозицията на ФПЧ_{2,5} за опазване на човешкото здраве.

Таблица 1.17. Норми за олово (Pb) в атмосферния въздух, (Приложение № 1 към чл. 3 от Наредба № 12/2010)

Норма	Период на осредняване	Стойност	Допустимо отклонение	Дата, към която нормата трябва да бъде спазена
Средногодишна норма за опазване на човешкото здраве	една календарна година	0,5 µg/m ³	(100 %)	1.01.2005 г.

Таблица 1.18. Горни и долни оценъчни прагове на олово (Приложение № 5 към чл. 9 от Наредба № 12/2010)

Оценъчен праг	Средногодишна стойност
Горен	70 % от нормата (0,35 µg/m ³)
Долен	50 % от нормата (0,25 µg/m ³)

Таблица 1.19. Целеви норми за нивата на арсен, кадмий, никел и бензо(а)пирен в атмосферния въздух (Приложение № 1 към чл. 3 от Наредба № 11/2007г.)

Замърсител/вредно вещество	Оценъчен праг (а)
арсен	6 ng/m ³
кадмий	5 ng/m ³
никел	20 ng/m ³

Таблица 1.20. Горни и долни оценъчни прагове за арсен, кадмий и никел в атмосферния въздух (Приложение № 2 към чл. 4, чл. 5, ал. 1 и чл. 8, ал. 1 от Наредба № 11/2007г.)

Оценъчен праг	Арсен	Кадмий	Никел
Горен – изразен в проценти от целевата норма	60 % (3,6 ng/m ³)	60 % (3 ng/m ³)	70 % (14 ng/m ³)
Долен – изразен в проценти от целевата норма	40 % (2,4 ng/m ³)	40 % (2 ng/m ³)	50 % (10 ng/m ³)

размерно-селективен сепаратор, определен съгласно референтния метод за вземане на проби и измерване нивата на $ФПЧ_{2,5}$, с 50 %-на ефективност на задържане при аеродинамичен диаметър на частиците до 2,5 микрона.

Арсен, кадмий, никел и бензо(а)пирен е общото съдържание на тези елементи във фракцията на "ФПЧ10".

Норми за Общ суспендиран прах. Регламентирани са с Наредба № 14 от 23.09.1997 г. за норми за пределно допустимите концентрации на вредни вещества в атмосферния въздух на населените места (Таблица 1.14).

Норми за ФПЧ10 и ФПЧ2.5. Регламентирани са с Наредба № 12 от 15 юли 2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух (Таблицы 1.15 и 1.16).

Норми за олово (Pb). Регламентирани са с Наредба № 12 от 15 юли 2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух (Таблицы 1.17 и 1.18).

Норми за арсен, кадмий, никел. Регламентирани са с Наредба № 11/2007 за норми за арсен, кадмий, никел и полициклични ароматни въглеводороди в атмосферния въздух (Таблицы 1.19 и 1.20)

1.4. Нормативни актове по опазване чистотата на атмосферния въздух

1.4.1. Закони

1. Закон за опазване на околната среда (Обн. ДВ. бр.91 от 25 Септември 2002г., многократно изменян, допълван и поправян, последни изменения ДВ. бр.46 от 18 Юни 2010г и ДВ. бр.61 от 6 Август 2010г.).

Този закон въвежда разпоредбите на:

- Директива 96/82/ЕО на Съвета от 9 декември 1999 г. относно контрола на опасностите от големи аварии, които включват опасни вещества,

- Директива 2003/105/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 16 декември 2003 г. за изменение на Директива 96/82/ЕО относно контрола на опасностите от големи аварии, които включват опасни вещества,

- Директива 2008/101/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 19 ноември 2008 г. за изменение на Директива 2003/87/ЕО с цел включване на авиационните дейности в схемата за търговия с квоти за емисии на парникови газове в рамките на Общността и на чл. 1, параграфи 10 и 13 от Директива 2009/29/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 23 април 2009 г. за изменение на Директива 2003/87/ЕО с оглед подобряване и разширяване на схемата за търговия с квоти за емисии на парникови

газове на Общността.

Законът за опазване на околната среда (ЗООС) определя *рамката на съвременното екологично законодателство в България*. Той включва 11 глави: *първа* – Общи положения; *втора* – Информация за околната среда; *трета* – Опазване и ползване на компонентите на околната среда и управление на отпадъците; *четвърта* – Икономическа организация на дейностите по опазване на ОС; *пета* – Стратегии и програми за ОС; *шеста* – Екологична оценка на въздействието върху околната среда; *седма* – Предотвратяване и ограничаване на промишленото замърсяване; *осма* – Национална система за мониторинг на околната среда; *девета* – Контрол; *десета* – Принудителни административни мерки и административнонаказателна отговорност; *единадесета* – Гражданска отговорност.

В *глава трета* – Опазване и ползване на компонентите на околната среда и управление на отпадъците, *Раздел VI.*, са застъпени изискванията при опазване на атмосферния въздух, спазването на които трябва да осигурява:

1. Защита на човешкото здраве, на живата природа, на природните и културните ценности от вредните въздействия и предотвратяване настъпването на опасности и щети за обществото при изменение на качеството на атмосферния въздух, нарушаване на озоновия слой и промените в климата в резултат на различните човешки дейности;

2. Запазване качеството на атмосферния въздух в районите, в които то не е нарушено, и подобряването му в останалите райони.

Опазването на атмосферния въздух се основава на принципите на устойчивото развитие и се извършва при условията и по реда на глава седма и на Закона за чистотата на атмосферния въздух.

2. Закон за чистотата на атмосферния въздух (Обн. ДВ. бр.45 от 28 Май 1996г., многократно изменян, допълван и поправян, последни изменения ДВ. бр.52 от 6 Юни 2008г., изм. бр.6 от 23 Януари 2009г.).

Целта на закона е да се защити здравето на хората и на тяхното потомство, животните и растенията, техните съобщества и местообитания, природните и културните ценности от вредни въздействия, както и да предотврати настъпването на опасности и щети за обществото при изменение в качеството на атмосферния въздух в резултат на различни дейности.

1.4.2. Подзаконовни нормативни актове

1. Наредба № 7 за оценка и управление качеството на атмосферния въздух (Обн. ДВ бр. 45/1999г., в сила от 01.01.2000 г.).

Тази наредба урежда условията, реда и начина за

оценка и управление качеството на атмосферния въздух (КАВ), (виж т. 5.2.2.).

2. Наредба № 11 за норми за арсен, кадмий, никел и полициклични ароматни въглеводороди в атмосферния въздух (Обн. ДВ. бр.42 от 29 Май 2007г.).

С наредбата се уреждат:

- Установяването на целеви норми за нивата (концентрациите) на арсен, кадмий, никел и бензо(а)пирен в атмосферния въздух;

- Установяването на единни методи и критерии за оценка на нивата на арсен, кадмий, живак, никел и полициклични ароматни въглеводороди (ПАВ) в атмосферния въздух и отлагането им от атмосферния въздух върху открити площи;

- Подобряването на качеството на атмосферния въздух (КАВ) в районите, в които е налице превишаване на нормите по т. 1, и поддържането му в останалите райони на територията на страната;

- Предоставянето на населението на информация за нивата на арсен, кадмий, живак, никел и ПАВ в атмосферния въздух и нивата на отлаганията им, вкл. осигуряването на обществен достъп до нея.

3. Наредба № 12 от 15 юли 2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух (Издадена от МОСВ и МЗ, Обн. ДВ. бр.58 от 30 Юли 2010г. В сила от 30.07.2010 г.)

Наредба урежда:

- установяването на норми за нивата (концентрациите) на серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици (ФПЧ), олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух;

- установяването на алармени прагове за серен диоксид, азотен диоксид и озон, както и информационен праг за озон;

- установяването на единни методи и критерии за оценка на нивата на серен диоксид, азотен диоксид, ФПЧ, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух, включително регистрирането, обработката и съхранението на резултатите и данните от извършената оценка съгласно Наредба № 7 от 1999 г. за оценка и управление на качеството на атмосферния въздух (ДВ, бр. 45 от 1999 г.);

- подобряването на качеството на атмосферния въздух (КАВ) в районите, в които е налице превишаване на установените норми по т. 1, и поддържането му в останалите райони, включително намаляването на нивата на озон в атмосферния въздух чрез договарянето и прилагането на трансгранични мерки за целта;

- предоставянето на населението на съответна информация за нивата на серен диоксид, азотен диоксид, ФПЧ, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух, вкл. осигуряването на обществен достъп до нея, съгласно чл. 23 от Закона за чистотата

на атмосферния въздух (ЗЧАВ).

4. Наредба № 14 за норми за пределно допустимите концентрации на вредни вещества в атмосферния въздух на населените места (Издадена от министъра на здравеопазването и министъра на околната среда и водите, обн., ДВ, бр. 88 от 3.10.1997 г., изм., бр. 46 от 18.05.1999 г., в сила от 1.01.2000 г., бр. 8 от 22.01.2002 г., в сила от 1.01.2002 г., бр. 14 от 20.02.2004 г., в сила от 1.01.2004 г.)

С наредбата се регламентират норми за пределно допустимите концентрации /ПДК/ на вредни вещества в атмосферния въздух на населените места. ПДК регистрирана за определен период от време, трябва да не оказва нито пряко, нито косвено вредно въздействие върху организма на човека, включително отдалечени последствия за настоящото и бъдещо поколение, и да не намалява неговата работоспособност, самочувствие и дълголетие.

ПДК на вредните вещества в атмосферния въздух на населените места се определят като максимално еднократна, средноденонощна и средногодишна концентрация съгласно приложение № 1, в което:

- Максималната еднократна ПДК за определен замърсител е допустимата краткосрочна концентрация в продължение на 30- или 60-минутна експозиция съгласно приложения списък;

- Средноденонощната ПДК е допустимата концентрация в продължение на 24-часова експозиция;

- Средногодишната ПДК е допустимата концентрация в течение на едногодишна експозиция.

При оценка на замърсяването от атмосферния въздух за някои вредни вещества, установявани едновременно, се допуска да се определя въздействието на сумарно количество съгласно приложение № 2. В тези случаи се взема предвид не само изолираното им действие, но и комбинираното и комплексното им въздействие.

5. Наредба № 1 за норми за допустими емисии на вредни вещества (замърсители), изпускани в атмосферата от обекти и дейности с неподвижни източници на емисии (обн., ДВ, бр. 64/2005 г., в сила от 6.08.2006 г.).

Наредбата регламентира норми за допустими емисии (НДЕ) на вредни вещества, изпускани в атмосферата от обекти и дейности с неподвижни източници на емисии, с оглед предотвратяване или ограничаване на възможните преки и/или косвени въздействия от емисиите върху околната среда, както и на свързаните с тях потенциални рискове за човешкото здраве.

Установените с наредбата НДЕ се прилагат към емисиите на вредни вещества, изпускани в атмосферата от действащи и нови неподвижни източници на емисии, в рамките на даден обект или

дейност.

6. Наредба № 3 за условията и реда за утвърждаване на временни норми за емисии на вредни вещества, изпускани в атмосферния въздух от неподвижни действащи обекти, свързани с националния горивно-енергиен баланс на страната (Обн. ДВ бр.51/1998 г.).

С тази наредба се определят условията и редът за утвърждаване на временни норми за емисии (концентрации) на вредни вещества, изпускани в атмосферния въздух от неподвижни действащи обекти, свързани с националния горивно-енергиен баланс на страната.

По силата на наредбата действащи обекти, свързани с националния горивно-енергиен баланс на страната, са всички топлоелектрически централи с топлинна мощност над 50 MW, подаващи електроенергията в националната единна електроенергийна система и въведени в експлоатация или получили решение по ОВОС към 1 юли 1998 г.

7. Наредба № 10 за норми за допустими емисии (концентрации в отпадъчни газове) на серен диоксид, азотни оксиди и общ прах, изпускани в атмосферния въздух от големи горивни инсталации (Издадена от министъра на околната среда и водите, министъра на икономиката, министъра на енергетиката и енергийните ресурси, министъра на регионалното развитие и благоустройството и министъра на здравеопазването, Обн., ДВ, бр. 93 от 21.10.2003 г.)

С нормативния акт се определят норми за допустими емисии (концентрации в отпадъчни газове) на серен диоксид, азотни оксиди и общ прах, изпускани в атмосферния въздух от големи горивни инсталации (ГГИ), които са предназначени за производство на енергия.

Нормите за допустими емисии (НДЕ) се определят с цел предотвратяване или в случаите, когато това е невъзможно, ограничаване на възможните вредни въздействия върху здравето на хората и околната среда и в частност замърсяването на атмосферния въздух с определени замърсители, образувани в резултат от изгарянето на горива в ГГИ.

Разпоредбите на тази наредба се прилагат за всички ГГИ с номинална топлинна мощност, по-голяма или равна на 50 MW, независимо от вида на използваното в тях гориво - твърдо, течено или газообразно.

8. Наредба № 6 за реда и начина за измерване на емисиите на вредни вещества, изпускани в атмосферния въздух от обекти с неподвижни източници (Обн. ДВ бр.50/1999 г. изм., бр. 52/2000 г., бр. 93/2003 г.).

С наредбата се уреждат редът и начинът за извършване на измервания на емисиите (концентрациите на вредни вещества в отпадъчните

газове), изпускани в атмосферния въздух от обекти с неподвижни източници. В съответствие със съвременното равнище на развитие на средствата и методите за измерване тази наредба установява изисквания към:

- процедурите за извършване на измервания, включително използваните методи и средства за измерване;
- регистрирането, обработката, съхранението и предоставянето на резултатите и данните от измерванията на контролните органи;
- други технически и експлоатационни условия, свързани с извършването на измервания.

На измервания на съдържащите се в тях емисии подлежат всички организирани производствени и/или вентилационни газови потоци, изпускани в атмосферния въздух от обектите с неподвижни източници на емисии.

9. Наредба № 16 за ограничаване емисиите на летливи органични съединения при съхранение, товарене или разтоварване и превоз на бензини (Обн. ДВ 50/1999 г.)

С наредбата се определят нормите за допустими емисии на летливите органични съединения (ЛОС), изпускани в атмосферния въздух от инсталации и съоръжения за съхранение и товарене или разтоварване на бензини, включително при технологични операции, свързани с товарене или разтоварване на подвижни цистерни за превоз на бензини между терминалите или между терминалите и бензиностанциите.

10. Наредба № 7 за норми за допустими емисии на летливи органични съединения, изпускани в атмосферния въздух в резултат на употребата на разтворители в определени инсталации (Обн. ДВ. бр.96/2003г., изм. ДВ. бр.20/2007г., изм. ДВ. бр.67/2009г.).

Наредбата установява норми за допустими емисии (НДЕ) на летливи органични съединения (ЛОС), изпускани в атмосферния въздух в резултат на употребата на разтворители в определени инсталации, с оглед предотвратяване или намаляване на преките и косвените въздействия върху околната среда от образуваните емисии, както и на свързаните с тях потенциални рискове за човешкото здраве.

1.5. Замърсената атмосфера и растителните екосистеми

1.5.1. Растителността като поглъtitел на замърсители от атмосферата

Сушата заема около 30 % от повърхнината на Земята и по-голямата част от нея е покрита с растителност, която активно поглъща газове и частици от атмосферата. Ролята на растителността за пречистване на атмосферата от попаднали в нея

замърсители е много голяма (Петков и Костадинова, 2008).

Поглъщане на газообразни замърсители. Обща характеристика. Растенията могат да поглъщат атмосферните газове без да ги преработват, или активно да ги включват в метаболитните си процеси. Поглъщането от растенията на газообразни замърсители от атмосферата, зависи от много фактори, които могат да бъдат резюмирани така (Smith, 1981):

- **Разтворимост на замърсителите във вода.** Скоростта на поглъщане на газообразни замърсители от растенията нараства с тяхната разтворимост във вода. Към лесно разтворимите съединения и следователно към лесно поглъщащите се от растенията газове, се отнасят SO₂, NO₂, O₃ и флуороводород, а към трудно разтворимите и трудно поглъщащите се газове – CO и NO. При навлажняване повърхността на растението ускорява поглъщането на газообразните примеси може да се увеличи до 10 пъти. В такива случаи цялата повърхност на растението – листа, клонки, стъбла, става поглъстител. При суха повърхност поглъщането става основно през устицата.

- **Светлина (през деня).** Светлината обуславя отварянето или затварянето на устицата и по този начин влияе върху поглъщането на газове от въздуха. При отворени устица поглъщането на газове от растенията протича много интензивно, докато при закрити устица този процес рязко се забавя (в този случай газовете дифундират през кутикулата, но това става много бавно). След преминаването през устицата газът може да дифундира към повърхността на клетките, намиращи се във вътрешността на листа (мезофила), да проникне в тях и да предизвика редица промени.

- **Тъмнина (през ноща).** На тъмно растенията поглъщат SO₂ и NO₂, в процеса на дишането, но скоростта на поглъщане в този случай е значително по-ниска отколкото на светло.

- **Местоположение на повърхността на растението.** От всички части на растението, най-интензивно протича поглъщането на замърсителите от повърхностите в близост до основата на листата, където фотосинтезата е най-интензивна, а натрупването на замърсители - най-голямо.

Видови различия към поглъщане на газове от атмосферата. Горски екосистеми (Фигура 1.4). Горските екосистеми на планетата (растителност и почва, върху която виреят) поглъщат значителни количества от основните атмосферни замърсители на атмосферата (CO, CO₂, SO₂, NO_x, CH, Pb), (Smith, 1981), (Таблица 1.21).

Културни растения. Повечето газове замърсители на атмосферата активно се поглъщат и от културните растения (Таблица 1.22). Особено добре са подчертани различията в скоростта на поглъщане при открити и



Фигура 1.4. Горска екосистема

Таблица 1.21. Поглъщане на атмосферни замърсители от горските екосистеми на Земята (по Smith, 1981)

Замърсител	Процес	Горски екосистеми на Земята, kg/год.
CO ₂	Фотосинтеза	70 x 10 ¹²
CO	А. Растителност	5 x 10 ¹⁰
	Б. Почва	50 x 10 ¹⁰
	Всичко А и Б	55 x 10 ¹⁰
SO ₂	А. Растителност	0,675 x 10 ¹²
	Б. Почва	200 x 10 ¹²
	Всичко А и Б	201 x 10 ¹²
NO _x	А. Растителност	1 x 10 ¹¹
	Б. Почва	35 x 10 ¹¹
	Всичко А и Б	36 x 10 ¹¹
Въглеводороди	Почва	40 x 10 ⁹
	O ₃	А. Растителност
Твърда фракция (само олово)	Б. Почви	45 x 10 ¹³
	Всичко А и Б	45 x 10 ¹³
	Почва	100 x 10 ⁶

закрити устица. С изключение на CO, всички основни газове замърсяващи въздуха, в голяма степен се включват в метаболитните процеси на растенията.

Поглъщане на твърди примеси. Обща характеристика. Установено е, че повърхността на растенията акумулира от въздуха разнообразни частици с природен и антропогенен произход. Натрупването (задържането) на частиците върху повърхността на растенията може да стане в резултат на *седиментация, импакция* или *отлагане с валежите*.

Таблица 1.22. Скорост на поглъщане на газови замърсители (V_r) на въздуха от някои селскостопански растения (по Бокрис, 1982)

Вид газ	Вид растение	Условия	V_r cm/s
CO ₂	Граха	Светло	0,025
CO ₂	Граха	Тъмно	0,0004
CO	Граха	Светло	0,0025
CO	Граха	Тъмно	0,0020
O ₃	Царевица	Светло	0,33
O ₃	Царевица	Тъмно	0,004
SO ₂	Ечемик	Открити устица	0,066
SO ₂	Ечемик	Закрити устица	0,011
SO ₂	Трева	Оптимални	0,8
NH ₃	Соя	Оптимални	0,46
NO ₂	Люцерна	Оптимални	1,66
HF	Люцерна	Оптимални	0,3

Седиментация. При този процес, под действието на гравитационните сили, частиците от въздуха се отлагат върху горната повърхност на частите на растенията. Скоростта на отлагането зависи от масата, плътността и формата на частиците, както и от други фактори.

Импакция. Задържането на частици от въздуха чрез импакция става по тези части на растението, където въздушния поток е принуден да промени рязко посоката си на движение, поради сблъскване с препятствие (листо, клон, стебло). Съдържащите се във въздуха частици, по силата на придобитата инерция продължават праволинейното си движение като се удрят и задържат върху препятствието. Ефективността на задържане на замърсителите по този път нараства с намаляване диаметъра на препятствието и с увеличаване диаметъра на частицата.

Валежи. Частиците във въздуха служат като кондензационни ядра, около които се формира валежния продукт (капка, снежинка). При попадане на капката (снежинката) върху растение, водата се отича а частицата се задържа. Този способ за отлагане е най-резултатен за частици с размери от 20 до 30 μm . Попадналите върху повърхността на растението частици се задържат, падат веднага или това става след известно време. Факторите, оказващи влияние върху задържането на частици от въздуха върху растенията са следните (Smith, 1985):

- **Големина, размер и форма на частиците.** Най-ефективно се отлагат сферичните частици с големина между 1 и 50 μm .
- **Микро- и ултрамикро-климатичните условия около растението** (най-вече скорост и влажност на въздуха). Ниската скорост и влажност на въздуха улесняват отлагането на частиците от въздуха върху растенията.

- **Състояние на повърхността на растението.** Грапавата, покрити с власинки или лепкава повърхност способстват за задържането на попадналите върху нея частици, докато гладката повърхност улеснява тяхното падане от растението.

- **Вид на растението и размер на листата.** Обикновено иглолистните растителни видове са по-ефективни при задържане на прахови частици от въздуха, в сравнение с широколистните. Малките листа по-добре акумулират частиците, отколкото големите листа. Листа със сложна конфигурация и голям размер също ефективно задържат частиците от въздуха.

- **Местоположение на повърхността на растението.** Частиците се струпват (но не винаги и задържат) в основата на листата и по тяхната периферия, където се създава турбулентен граничен слой въздух. Скоростта на отлагането на частиците е много по-голяма върху дръжките на листата и стеблата, отколкото върху повърхността на листата.

1.5.2. Въздействие на замърсителите във въздуха върху растителността

Обща характеристика. За нормалното развитие на растителните видове освен подходящи почвени и климатични условия, слънчева светлина, вода и др., е необходим и въздух с определени качества. Въпреки, че растенията притежават сравнително добри адаптационни механизми към атмосферните замърсители, те не могат да неутрализират във всички случаи негативните последствия. По принцип растенията реагират по-бързо и по-осезателно на атмосферните замърсители, при концентрации значително по-ниски от тези за животинските видове и човека (особено по отношение на O₃, NO_x, SO₂).

Изключение прави CO, който проявява вредното си действие върху растенията при много по-високи концентрации, в сравнение с животните и хората. Пораженията на растенията от замърсителите могат да се проявят под различни форми, както с видими признаци така и с такива, които не се наблюдават външно. Във всички случаи, независимо от това дали има или няма външни белези, се нанася определена щета на растителните видове и екосистемите.

Уврежданията по растенията могат да бъдат *хронични* (те са резултат от продължително въздействие на замърсители в концентрации под пределно допустимите) или *акутни* (остри) – те се предизвикват от концентрации над ПДК. Хроничните поражения почти винаги са без външно проявление, докато акутните се манифестират с видими външни признаци. Въздействието на атмосферните замърсители върху растенията може да бъде *пряко* или *косвено*. *Прякото* е резултат от непосредственото въздействие на замърсителя върху органите, регулиращи функциите на растенията. Тези замърсители са способни да проникнат в клетките на растението и да встъпят в химически реакции с отделни техни компоненти. Последствията от такива взаимодействия могат да бъдат най-разнообразни – от едва забележими изменения в развитието на растението до неговата частична или пълна гибел. Към замърсителите от тази група се отнасят съединенията на сярата, флуора, етилена, озона, въглеродния оксид, хлора и въглеводородите. За *косвено* се счита влиянието на атмосферните замърсители, когато те действат върху жизнено важни за растенията фактори – слънчева радиация, вода и почва. Изменението на тези фактори под влиянието на замърсителите на атмосферата предизвиква нарушение в нормалните условия за развитието и живота на растенията. В тази група се включват предимно неразтворимите във вода твърди частици – прах, сажди, и др. Отлагайки се върху растенията тези вещества намаляват достъпа на светлина, водни пари и газове до растителните клетки и по такъв начин оказват влияние на фотосинтезата (Кузнецов и Троцкая, 1979).

В естествени условия растенията могат да бъдат подложени едновременно или последователно на въздействие на няколко замърсителя. Много изследвания показват, че примесите във въздуха могат да взаимодействат помежду си и да предизвикат специфична ответна реакция при растенията (Reinert, 1975 цит. по Smith, 1981). Установени са три типа такива взаимодействия – *адитивно*, *синергично* и *антагонистично*. *Адитивен* ефект се получава, когато влиянието на даден замърсител допълва това на друг или няколко други замърсители. В този случай отделният примес не увеличава и не намалява влиянието на другия. *Синергично* е действието на

замърсителите, когато едновременното действие на два или повече замърсителя предизвиква по-остра ответна реакция у растенията, отколкото при самостоятелното им действие. Вредни ефекти от комбинираното действие на NO₂ и SO₂, при близки концентрации във въздуха, са наблюдавани както при краткотрайно, така и при дълготрайно третиране на растения. Пораженията се проявяват при концентрации над 0,02 - 0,07 ppm. Установено е също така, че концентрации, които увреждат растенията през зимата, през лятото могат да имат незначителен отрицателен ефект или дори да стимулират растежа на растенията. По-нови данни показват, че добавката на озон (0,03 ppm) към сместа от азотен диоксид и серен диоксид предизвиква увреждания на растенията при прагови концентрации за двата газа над 0,015 ppm. *Антагонистичен* е ефекта, когато един замърсител подтиска (неутрализира) действието на друг замърсител.

Трябва да се подчертае, че симптомите на острата реакция при растенията, предизвикани от атмосферните замърсители, имат много общо със симптомите породени от много други абиотични и биотични фактори на средата. Ето защо, точната диагностика изисква задълбочено познаване на тези сложни процеси и взаимодействия.

Взаимодействия между атмосферните замърсители и растенията.

Според класификацията на Smith (1985) тези взаимодействия се раздерят на три класа (I, II и III). *Взаимодействията от I клас* - отнасят се до ниско, подпрагово съдържание на примеси във въздуха. В този случай растенията използват веществата, съдържащи се в замърсителите като източник на хранителни вещества необходими за нормалното им развитие. Например, ниските концентрации на SO₂ във въздуха могат да бъдат полезни за растежа на растенията, отглеждани върху почви със серен дефицит или такива, които не акумулират сярата. Проучванията показват, че ливадната трева отглеждана върху почви съдържащи сярата под необходимия оптимум, увеличава растежа си, когато е изложена на експозиция със серен диоксид в концентрация от 50 g/μm³. Тази концентрация не оказва вредно въздействие върху тревната растителност и в случаите на нейното култивиране върху почви с оптимално сярно съдържание. Подобно на сярата азотът също е хранителен елемент за растенията. Повишените растения и алгите са способни да включват приетите чрез листата азотни оксиди в техния основен азотен метаболизъм. В някои случаи ниски концентрации на NO_x могат да окажат благоприятно въздействие върху растенията, отглеждани върху бедни на азот почви. Това се обяснява с факта, че част от NO_x се окислят във въздуха до азотен петоксид (NO₅), който при взаимодействие с водните капчици образува

Таблица 1.23. Прагови дози на атмосферни замърсители, предизвикващи преустановяване на фотосинтезата при някои млади дървесни видове (по Smith, 1981).

Замърсител	Концентрация	Време на експозиция (часа)	Продължителност на експеримента	Вид дърво
SO ₂	0,5 ppm (1310 g/m ³)	7 –11	1 –2 дни	клен, дъб, ясен
O ₃	0,5 ppm (1310 g/m ³)	7-11	1-2 дни	бор, дъб, клен
Cd	100 µg/g суха листна маса	45	Еднократно	клен
F	30 µg/g суха листна маса	-	-	бор

нитрати. При отмиването си с валежите нитратите попадат в почвата и я наторяват с усвоим от растенията азот. В някои райони на САЩ годишно по този начин се отлагат около 28 kg азот на хектар (Оуен, 1989). В случая азотното отлагане върху растенията играе определена екологична роля.

Взаимодействия от II клас - характерни са за средни стойности (около праговите концентрации) на замърсители във въздуха. При тях отделни растителни видове изпитват отрицателно влияние от замърсителите, което се изразява в нарушение на баланса и обмяната на хранителните вещества, потискане на имунитета към болести и вредители и повишена заболяемост.

Взаимодействия от III клас – наблюдават се при високо (надпрагово) съдържание на замърсители във въздуха. Високите концентрации на замърсителите могат да доведат до загубване на имунитета и да причинят загиване на отделни растителни видове и екосистеми.

Увреждания при растенията, предизвикани от атмосферни замърсители. Уврежданията при растенията от вредни емисии във въздуха са резултат от засягане на жизнено важни функции (отваряне и затваряне на устицата) и процеси (основно фотосинтезата), които водят до забавяне на растежа и развитието, влошаване на резистентността към неблагоприятните фактори на средата, намаление на продуктивността и влошаване на възпроизводителните способности (Станчева, 2000).

Фотосинтеза. Тя е основен метаболитен процес при растенията и зависи от много фактори - вид, генетични особености и възраст на растението, сезон, времето от денонощието, местоположение на листата в короната при дърветата, климата, едафични фактори и др. Напоследък към тези фактори се добавя и замърсената атмосфера. Причината за това е, че замърсителите от въздуха оказват негативно влияние върху този основен процес. В Таблица 1.23 са посочени прагови концентрации за някои замърсители на въздуха, предизвикващи преустановяване на фотосинтезата при млади дървесни видове.

Потискането на фотосинтезата (даже и да не се

преустановява) влошава белтъчния обмен и вторичния метаболизъм, външното проявление на което е намалена продуктивност на растенията – до 25 - 30% при зърнените култури; до 35 - 40% - при овощните видове и до 35 - 50% - при фуражните растения (Станчева, 2000).

Често пъти един замърсител предизвиква в отделните растения от даден вид свършено различни ефекти, и обратното един и същ симптом може да бъде индуциран от различни замърсители. Ето защо, малко са случаите, когато само по външните белези на растенията може да се съди за присъствието на различни вредни вещества във въздуха (Станчева, 2000).

Особено опасни атмосферни замърсители за растенията. Атмосферните замърсители поразяват много растителни видове (в т.ч. над 36 отглеждани от човека култури) като засягат основни жизнени функции. Особено опасни замърсители за растенията са SO₂, NO₂, O₃, CO, NH₃, съединенията на флуора и на хлора.

Серен диоксид (SO₂). Серният диоксид се абсорбира от растенията чрез листата и чрез корените. Вредния ефект е значително по-голям, когато се абсорбира от устицата на растенията, където се трансформира директно в токсичния за растенията SO₃. Последствията от въздействието на серен диоксид върху растенията в най-голяма степен зависи от засягането на механизма свързан с функционирането на устицата, които са разположени по повърхността на листата. Чрез този механизъм се регулира изпаряването на водата и обмяната на въглеродния диоксид и кислорода в процеса на дишането и фотосинтезата. Всички въздействия, които променят функционирането на този механизъм впоследствие водят до увреждане на растенията.

Установено е (Saxe, 1991), че устицата реагират на ниски концентрации на SO₂ във въздуха, което може да се използва като начин ("сигнал") за ранно предупреждение, преди увреждане на самото растение. Концентрации на SO₂ от порядъка на 30 - 280 µg/m³ обикновено предизвикват отваряне на устицата при младите растения (особено в съчетание с висока относителна влажност на въздуха). Концентрации на

SO₂ по-високи от 280 µg/m³ или при съвместно въздействие на ниски концентрации SO₂, NO₂ и O₃ предизвикват затваряне на устицата, поради загуба на осмотично налягане на клетъчния сок.

Серният йон депресира активността на пероксидазата и създава окислителен стрес намалявайки антиокислителната защита на клетките. Той увеличава количеството на феноли и пероксиди и води до втвърдяване на клетъчните стени. Това е свързано с намаляване на смлаемостта на клетъчните стени при фуражните растения. SO₂ има силно повреждащ ефект върху растенията предизвиквайки дълбоки структурни промени в хлоропластите и митохондриите, като депресира не само фотосинтезата, но и енергийния метаболизъм на клетката. Фотосинтетичната активност при соята се намалява със 17,2 % под действие на серните съединения (Lee et al., 1997).

Замърсяването със SO₂ води до намаляване на продуктивността на растенията. Така например, при соята общото количество на биомаса и добив на зърно намалява с 18 % (Deepak and Agrawal, 2001). При различни сортове пшеница е установено намаляване концентрацията на листен протеин, средно с 13%. Серният диоксид може да доведе до намаляване на ефективността на използване на водата с 16% при пшеницата (Agrawal and Deepak, 2003).

Видими увреждания по дървесните видове. Тяхното проявление зависи от концентрацията SO₂ във въздуха и продължителността на експозиция, вида и култивирането на растенията, сезона и други фактори на околната среда (Saxe, 1991).

Иглолистни видове. Акутни увреждания - обикновено се характеризират с появата на червеникаво-кафяви петна по листата, които с увеличаване на експозицията се разпространяват от върховете към тяхната основа. При всяко следващо обгазяване се появяват и бели ивици, които съответстват на броя на обгазяванията със серен диоксид. *Хронични увреждания* – често пъти те също се съпътстват с обгаряне на върховете на листата, но преди всичко се наблюдава общо пожълтяване и преждевременно окапване на по-старите листа.

Широколистни видове. Пораженията се проявяват като зони с увредена тъкан, разположени между жилките на листата. Тези зони са жълти на цвят или с цвят на слонова кост, когато уврежданията на тъканта са по-слаби. При по-тежко засягане на тъканта, поразените зони променят цвета си в кафяв, тъй като клетките умират. Съседните тъкани и тези около жилките на листата остават живи, но пожълтяват с типични шарки.

Всички дървесни видове (иглолистни и широколистни) са най-чувствителни към SO₂ рано напролет, когато листата нарастват и се разлистват.

Азотни оксиди (NO_x). Азотните окиси представени

от NO, NO₂, NO₃ и NH₃ попадат в растенията основно през устицата и тяхното натрупване и вредно въздействие зависи до голяма степен от устичната проводимост. Азотните оксиди (NO_x) притежават висока проникваща способност и могат да се натрупат в цитоплазмата на растителните клетки. Те взаимодействат с водата и са в основата на образуване на HNO₃, което води до кисляване на растителните клетки и тъкани.

NO₂ има механизъм на действие върху растителните клетки сходен с този на SO₂. NO₂ е свободен радикал, притежаващ неконюгиран електрон и може да окислява ненаситените мастни киселини и клетъчните мембрани. При високи концентрации на NO₂ в растителните клетки се натрупват нитрити и амоняк, което предизвиква нарушаване на основни жизнени функции и намаляване на добивите при културните растения. В някои случаи задържането на растежа става без наличие на външни признаци. Нитритите образувани след абсорбирането на NO_x в растенията са токсични съединения, но бързо се елиминират от ензима нитрит-редуктаза. Серният диоксид и озона подтискат действието на този ензим, което е главна причина за увеличаване на вредния ефект от азотните оксиди върху растенията. Друга причина е образуването на свободни радикали при метаболитните процеси. Обикновено NO₂ причинява по-малко увреждания по листата отколкото серния диоксид. Неговите ефекти най-вече се проявяват като допълнителни при комбинирано действие със SO₂ или с друг замърсител на въздуха.

В големи количества азотните съединения подтискат фотосинтезата. NO оказва по-силно негативно действие (почти 4 пъти) върху фотосинтезата на растенията в сравнение с NO₂ (Saxe, 1986). NO води до образуване на стрес-етилен и ускорява стареенето на растителните тъкани. NO₂ в големи концентрации (повече от 2 mg/m³) предизвиква хлорози и сериозни повреди по растенията, водещи до намаляване на растежа и продуктивността. Азотните съединения (NO₂, NO₃) предизвикват повреди по растенията, дължащи се на кисляване на фотооксидацията. Симптомите на повредите от NO₂ са подобни на повредите със SO₂. NO_x намаляват активността на фотосинтезата дължащо се на конкуренцията за никотин-амид-динуклеотид-фосфат (NADPH) преди редуцията на нитратите и синтезата на въглерод в хлоропластите. NO_x предизвикват промени и в синтезата на протеини. NH₃ може да предизвика повреди по клетъчните мембрани в растенията.

Както при другите замърсители отговорът на растенията спрямо NO_x зависи от вида и култивирането на растенията, от концентрацията (дозата) и времето на въздействие (експозицията). При концентрации до 2

mg/m^3 се причинява хлороза, а при концентрации до 4 – 6 mg/m^3 се стига до тежки увреждания в нормалните функции на растенията. Царевицата, соргото и другите *C4* *тип* на фотосинтеза растения притежават ниска устична проводимост и са по-толерантни към NO_x повреди в сравнение със *C3* *тип* на фотосинтеза растения. Аерозоли от амониев сулфат са оказали негативно въздействие върху листата на фасул *Phaseolus vulgaris* L., като видимите признаци са хлорози, некрози и загуба на тургур (Nicholas et al., 1983).

Озон (O_3) и други фотооксиданти. В Европа за първи път увреждания по растителността, вследствие на O_3 и пероксиацетилнитрат (ПАН) са наблюдавани в Западна Германия през 1963 г. Поради силното си окислително въздействие озона нанася сериозни поражения върху всички материали, включително върху тъканите на растенията и животните. Вреда от озона има само ако достатъчно количество озон достигне до чувствителните места на листните клетки. Той влияе на растежа на посевите, дърветата, храстите и тревната растителност, като намалява тяхната способност да образуват съединения - необходими за растежа им, да абсорбират вода и минерали от почвата. Ето защо, концентрации над определени стойности водят до значително намаление на зърнената реколта, забавят растежа на горите и имат токсично въздействие върху хората и животните. Най-силно засегнати от въздействието на високи концентрации озон е растителността във и около големите урбанизирани центрове и по високите планини. За нашата страна най-сериозна е заплахата от увреждане на горите във високопланинските райони. Установено е също така, че повече от 57 селскостопански култури са чувствителни към действието на озона (Станчева, 2000).

Озонът се включва в растенията чрез устицата (през светлата част на деня, когато те са отворени), кутикулата и епидермиса и се абсорбира от мезофилните клетки. В клетките озона се свързва с водата и създава различни радикали. Количеството на радикалите се повишава и от влиянието на фенолови компоненти в растителните клетки и присъствието на Fe, Cu и други метални йони, силни окислители. Озонът и синтезираните радикали оказват силно негативен ефект, основно върху ненаситените мастни киселини и аминокиселините и предизвикват повреди при липидите и протеина. Озонът подтиска фотосинтетичната активност и синтезата на основния фотосинтетичен ензим Rubisco. Озонът е силно реактивен, предизвиква промени в плазмените мембрани и променя техния метаболизъм (Zeiger, 2006). В резултат на това отворите на устицата се регулират трудно, хлоропластните тилакоидни мембрани се повреждат, ензимът Rubisco се разгражда



Фигура 1.5. Увреждания по лист от озон (www.livescience.com)

и фотосинтезата се инхибира. Озонът реагира с кислород и се получават реактивни кислородни форми, включително водороден прекис (H_2O_2), супероксид (O_2^-), самостоятелен кислороден атом (O_2^*) и хидроксилни радикали (OH). Всички тези съединения водят до денатуриране на белтъчините и увреждане на нуклеиновите киселини (водещо до нарастване на мутациите) и предизвикване прекисно окисление на липидите, което поврежда липидите в мембраните. Реактивни кислородни форми могат да влияят и върху електронния транспорт в митохондриите и хлоропластите, където се добавят електрони към кислорода (Фигура 1.5).

Третираната с озон растителност проявява необикновена инверсна зависимост, изразяваща се в повишена проводимост с понижена фотосинтетична активност при старите листа, което е показател за загуба на контрол на устичната дейност. Тази повишена устична проводимост при O_3 -повредената растителност е от съществено значение за водния баланс на растенията особено в сухия период на развитие на растенията, когато концентрацията на озон е по-голяма (Gregg et al., 2006).

Външни признаци при отравяне на растенията.

С озон: наблюдава се пожълтяване на листата, некрози, обезлистяване, предварително застаряване (в някои случаи). Типичните симптоми – хлорозни и некротични петна, са наблюдавани в Европа по лозата, картофите, граха, фасула и спанака.

С пероксиацетилнитрат (ПАН): при повечето растения се наблюдава промяна на цвета от долната част на листата, от зелен в сребрист, или с бронзов оттенък. При копривата видимите белези са образуване на ивичести некрози по повърхността на листата, отстрани на осовата им линия. По принцип най-чувствителни са младите листа в периода на завършване на растежа. Праговата токсична концентрация на ПАН за растенията е 0,01 mg/m^3 при 6-

часова експозиция (Недялков, 1994).

Външни признаци при отравяне на дървесни видове. Иглолистни видове. Те са по-чувствителни към озона през късна пролет или в началото на лятото, когато младите листа вече са развити. При *акутно отравяне* обикновено се предизвиква умиране на дърветата, без да се констатират видими изменения. В някои случаи по листата се наблюдават хлорозни петна с жълт или кафяв цвят, които са резултат от увредената от озона тъкан, редуващи се със зелени участъци от здрава листна тъкан. Този признак е основен диагностичен белег, който може да се използва за установяване на озоново замърсяване на въздуха. В отделни участъци на дървото може да настъпи предварително окапване на листата и дърветата изглеждат като покрити с туфи. От иглолистните дървесни видове борът е най-чувствителен към озона, докато смърча и елата са относително по-устойчиви.

Широколистни видове. Симптомите на озоновото отравяне са петна или фигури (с диаметър до 3 mm) от мъртва бяло-светло жълта или червеникаво-виолетова тъкан по горната част на листната повърхност. Обикновено се засягат само палисадните клетки (разположени над мезофила), което може да се констатира при микроскопско изследване на листата. Много рядко пораженията могат да заегнат и долната повърхност на листата. По принцип най-уязвими са най-младите листа на растението.

Въглероден диоксид (CO₂). Този газ е нормална съставка на въздуха, но през последните 100 г., в резултат на антропогенната дейност неговото количество в атмосферата непрекъснато нараства. Становищата относно влиянието на CO₂ върху развитието на растенията и тяхната продуктивност са противоречиви. В нормални количества CO₂ не замърсява и дори подпомага обмяната на веществата, поддържа равновесието, което прави възможно съществуването на живот на земята (Idso, 1995). Въглеродният диоксид може да компенсира предизвиканите поражения от SO₂ при растенията.

Повишената концентрация на CO₂ води до увеличаване на добива на зърно и нарастване концентрацията на мазнини, и до намаляване съдържанието на протеин в зърното на соята. Едновременното прилагане на CO₂ и O₃ намалява негативния ефект на озона спрямо понижаването на добива на соята (Mulchi et al., 1992).

Въглероден оксид (CO). За разлика от останалите замърсители на въздуха растенията са по-малко чувствителни към CO, отколкото човека и животните. Растенията могат да го усвояват и използват (Wellburn, 1988). Само в особено високи концентрации при някои растителни видове CO може да предизвика опадане на пъпките или на зрелите плодове (Станчева, 2000).

Флуор и флуорни съединения. Попадали в растенията, дори в минимални количества тези газове

предизвикват сериозни увреждания и токсикози. Важна особеност, която ги прави особено опасни, е обстоятелството, че веднъж усвоени от растението тези съединения не се изхвърлят а се натрупват (акумулират) в него.

При *иглолистните видове* симптомите от флуорната токсикоза най-често са некрози по върховете на игличките, които прогресират към тяхната основа (при по-тежките случаи). Засегнатата тъкан първоначално е жълта, след това жълтеникаво кафява и накрая червеникаво кафява. Листата са най-чувствителни през пролетта, като доста устойчиви на обезцветяване са тези от минали години (т.е. по-старите листа), въпреки че могат да опадат преждевременно. Като цяло борове са по-чувствителни към флуорно отравяне, в сравнение с другите иглолистни видове.

При *широколистните видове* флуоридите проникват през устицата на листата и се транспортират към техните върхове и периферия. Когато концентрацията в тези зони достигне до токсични нива, тъканите започват да се увреждат, като видимите признаци са повяхване на върховете и краищата на листата, последвано от червеникаво кафяво оцветяване и умиране на тъканите от засегнатите участъци. Често пъти ясно очертани червеникаво кафяви ивици или линии разделят засегнатата от здравата тъкан. При следващо обгазяване с флуориди могат да се образуват допълнителни тъмни линии по листната повърхност, оформяйки вълнообразни увредени зони с пергаментова украска. Праговата токсична концентрация за повечето растителни видове е 0,08 mg/m³ при 4–5 седмична експозиция (Недялков, 1984).

Амоняк (NH₃). Този газ замърсява въздуха предимно около големите животновъдни ферми и комплекси и някои предприятия на химическата промишленост. Симптомите на амонячната токсикоза включват вътрешно обезцветяване на листата на дъба (подобно на действието на серния диоксид), поява на кафяви и с неправилна форма петна – при определени плевелни растителни видове, периферна хлороза по листата – при по-леките случаи, почерняване на старите и оцветяване в жълто-червен цвят на младите иглички – при смърчовите (Saxe, 1991). Вредният ефект на амоняка се свързва с промени в киселинността на клетъчния сок. Усвояването на NH₃ до 50-200 nmol m⁻² листна площ на s⁻¹ увеличава пиранин флуоресценцията, показваща алкализация на листата при пеларгонии *Pelargonium zonale* L. (C3 тип) и щир *Amaranthus caudatus* L. (C4 тип) (Yinz et al., 1998).

Негативното влияние на амоняка нараства с повишаване на влажността и намалява при засушаване. Някои растителни видове са по-чувствителни към ниски концентрации на амоняк в

Таблица 1.24. Увреждания при дървесните видове предизвикани от основни и второстепенни атмосферни замърсители (по Smith., 1981)

Замърсители	Признаци	Прагова доза
А. Основни		
SO ₂	<i>Покритосеменни:</i> междужилкови некротични петна по листата <i>Голосеменни:</i> червенокафява повърхност или фасциация	0,70 ppm (1820 µg/m ³ за 1 h, 0,18ppm (468 µg/m ³ за 8 h, 0,008 – 0,017 ppm (21-44µg/m ³) за целия вегетационен период.
NO ₂	<i>Покритосеменни:</i> междужилкови некротични петна по листата <i>Голосеменни:</i> червенокафява дистална некроза по листата	20 ppm (38x10 ³ g/m ³ за 1 h, 1,6-2,6 ppm (3000-5000 µg/m ³) за 48 h, 1 ppm (1900 µg/m ³) за 100 h.
O ₃	<i>Покритосеменни:</i> петънца по горната повърхност по листата <i>Голосеменни:</i> дистална некроза по листата, прекратяване растежа при хвойната	0,20-0,30 ppm (392-588 µg/m ³) за 2 до 4 h; някои хвойнови 0,08 ppm (157 µg/m ³) за 12-13 h.
Перокси-ацетилнитрат (ПАН)	<i>Покритосеменни:</i> бронзиране на долната повърхност на листата <i>Голосеменни:</i> хлорози, ранно стареене	0,20-0,80 ppm (989 -3958 µg/m ³) за 8 h.
Флуориди	<i>Покритосеменни:</i> некрози по краищата на листата <i>Голосеменни:</i> дистални некрози	< 100 g/g разчетен по сухото вещество
Редки метали	<i>Покритосеменни:</i> междужилкови хлорози, некрози по краищата на листата <i>Голосеменни:</i> дистални некрози	Различна или неустановена
Б. Второстепенни		
Киселинен дъжд	<i>Покритосеменни:</i> некротични петна по листата <i>Голосеменни:</i> дистални некрози	pH < 3,0
Nh ₃	<i>Покритосеменни:</i> междужилкови некротични петна по листата <i>Голосеменни:</i> дистални некрози	55 ppm (38280 µg/m ³) за 1 h.
Cl ₂	<i>Покритосеменни:</i> хлорози петънца по горната повърхност по листата <i>Голосеменни:</i> дистални некрози	0,5-1,5 ppm (1400 - 4530 µg/m ³) за 0,5 – 3 h.
Етилен	<i>Покритосеменни:</i> хлорози, некрози, опадане на листата <i>Голосеменни:</i> задържане на растежа и преждевременно опадане на листата	Различна или неустановена
So ₂	<i>Покритосеменни:</i> междужилкови некротични петна по листата <i>Голосеменни:</i> дистална некроза	100 ppm (14 x10 ⁴ g/m ³) за 5 h.

сравнение с високи. Възрастта на тъканите оказва малко влияние и както младите, така и старите тъкани са еднакво чувствителни към амонячно въздействие. При покритосеменните растения повредите по листата от амоняк са свързани с появяване на черни некротични петна, пожълтяване на горната повърхност, изсъхване и опадване.

Хлор и хлорни съединения. Във въздуха от тези съединения най-често се срещат хлор и хлороводород. Те предизвикват токсикоза по растенията, външните симптоми на която са промяна в цвета на листата от зелен в жълт, последвано от некроза, започваща винаги от периферията към вътрешността на листата (Станчева, 2000).

Етилен (C_2H_4). От групата на въглеводородите това съединение е най-разпространено във въздуха и единствено, което може да предизвика поражения при растенията. Неговото токсично действие при чувствителните растителни видове се проявява при концентрации от 0,01 до 0,5 ppm, като предизвиква опадане на цветовете, а младите листа не се развиват нормално. Етиленово отравяне е наблюдавано при памука и орхидеята (Недялков, 1994).

Обобщени данни за степента на увреждане при дървесни растителни видове, предизвикано от основни (серен диоксид, азотен диоксид, озон, ПАН, флуориди, редки метали) и второстепенни (киселинен дъжд, амоняк, хлор, етилен, сероводород) атмосферни замърсители са посочени в Таблица 1.24.

1.6. Глобални екологични проблеми от замърсяването на атмосферата

1.6.1. Засилване на парниковия ефект на Земята



Фигура 1.6. Парников ефект на Земята

За една година Земята отдава на атмосферата, такова количество радиация и топлина каквото и поглъща от Слънцето. Този баланс се поддържа в равновесие независимо от промените, които настъпват в атмосферата. Вътрешното преразпределение на

радиацията, която планетата в крайна сметка излъчва в околното пространство до голяма степен зависи от състава на атмосферата, съответно от нейния парников ефект (Петков и Костадинова, 2008).

Какво е парников ефект ?

Наименованието "парников ефект" произлиза от ефекта на затопляне, който се получава в парниците и в атмосферата на Земята. Той е резултат от сходните свойства на стъклото на парника и газовете в атмосферата да задържат инфрачервените лъчи (Фигура 1.6).

Парникът има същия ефект както атмосферата по отношение на падащата слънчева радиация и излъчената топлинна радиация. Видимата част от спектъра на слънчевата радиация преминава почти безпрепятствено през стъклото на парника и се поглъща от растенията и почвата в него. Те се нагряват и на свой ред започват да излъчват топлинни (инфрачервени) лъчи, които частично се поглъщат от стъклото и се връщат в парника. Така температурата в парника винаги е по-висока от външната температура. В случая, стъклото играе ролята на обвивка, която не позволява на топлината да напусне парника и така поддържа по-висока температура в него. Същият ефект се получава и от парниковите газове в атмосферата.

Парниковият ефект и живота на Земята.

Животът на Земята, такъв какъвто го познаваме, е възможен поради естествения парников ефект. Ако всички газове, които задържат излъчваните от Земята инфрачервени лъчи се отстранят от атмосферата, без да настъпват други промени, средната температура на земната повърхност ще бъде около минус 18 °C. Когато Земята излъчва топлина (инфрачервено лъчение), парниковите газове поглъщат по-голямата част от нея и на свой ред започват да отделят топлинни лъчи във всички посоки. Част от топлината се връща към земната повърхност и участва в нейното нагряване. Лъчението, което напуска планетата се получава в горните слоеве на атмосферата (където радиационната температура е минус 18 °C) и именно то участва в поддържането на общия за Земята енергиен баланс. При сегашният състав на атмосферата, средната температура на Земята е около плюс 15 °C, т.е. благодарение ефекта на парниковите газове тя се оказва с 33 °C по-висока, в сравнение с положението, ако в атмосферата нямаше парникови газове (Фирър, 1995). Следователно, наличието на парникови газове в атмосферата е една от причините за създаването на условия благоприятни за развитието на живота на Земята.

Познати са около 30 парникови газове, като преобладават тези с природен произход. Сред тях с най-голяма роля и значение са водните пари (H_2O) – участват в образуването на парниковия ефект до 66 %, въглеродния диоксид (CO_2) – съответно до 61 %, метана (CH_4) – до 15 %, хлорфлуоровъглеводородите (CFC) –

до 11 %, диазотния оксид (N_2O) – до 4 %, озона (O_3) и др. (Байков, 1999).

Парниковият ефект и затоплянето на климата на Земята. Парниковият ефект и затоплянето на климата на Земята са тясно свързани с количеството на парниковите газове в атмосферата и тяхното значение за неговото формиране.

Водните пари оказват най-значим парников ефект, тъй като за изпарението им се изразходва около 23 % от достигналата до Земята слънчева енергия, а други 19 % се абсорбират от водните пари в атмосферата. Количеството на водните пари във въздуха трудно се влияе директно от антропогенната дейност, но те са свързани с останалите парникови газове и косвено зависят от тази дейност. Така например, увеличаването на парниковите газове в атмосферата в резултат на човешката дейност, води до повишаване на температурата и съответно до по-интензивно изпарение и насищане на въздуха с водни пари.

Въглеродният диоксид (CO_2) е втория по значение компонент на атмосферата, свързан с парниковия ефект. Този газ е нормална съставка на въздуха и част от него се продуцира от природните екосистеми. В днешно време преобладава становището, че основна причина за нарастване на парниковия ефект на планетата е увеличаването на количеството на CO_2 в атмосферата от антропогенен произход (Фигура 1.7). Много са доказателствата, които подкрепят това становище (Фирър, 1995).



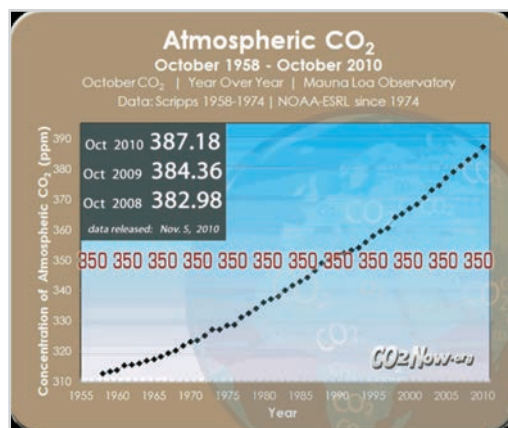
Фигура 1.7. Източници на емисии от CO_2 (антропогенни и природни), в млрд. t/год. (източник www.co2now.org)

При изследване на мехурчетата с газове в полярни ледове от различна дълбочина, т.е. от различно време на образуване (от преди 15 000 години), се установява рязко нарастване съдържанието на CO_2 през последните 200 години.

Прилагането на радиовъглеродния метод (^{14}C) от

проф. Ханс Зюс, САЩ, за датирание на проби от току-що отсечени дървета, показва отклонение от нормата. Оказва се, че причината не е в намаляването на радиоактивния изотоп на въглерода във въздуха, а в увеличаването на обикновения въглерод, който постъпва в атмосферата под формата на въглероден диоксид при процесите на изгаряне на органични горива (въглища, нефт, природен газ). По този начин относителният дял на ^{14}C във въздуха, а оттам и в организмите, живеещи при тези условия намалява (Петков и Костадинова, 2008).

Започналите системни измервания на състава на газовете в атмосферата през 1957 г., показват непрекъснато повишаване на съдържанието на CO_2 – от 315 ppmv през 1958 г. до 393.7 ppmv през 2009 г. (ppmv – parts per million by volume – милиона частици на кубичен метър въздух) (Фигура 1.8).



Фигура 1.8. Концентрации на CO_2 в атмосферата (в ppmv), измерени в обсерваторията Мауна Лоа, Хавайски острови, за периода 1958-2010 г. (www.co2now.org)

Проучване на седименти в океана край Африка, проведено през 2009 г., доказва, че нивото на CO_2 в атмосферата е най-високо от 2.1 млн. години насам. Годишните емисии на CO_2 от човешката дейност към 2010 г. са 130 пъти повече (около 27 млрд./т) от количеството отделено от вулканите (около 130-230 млн./тона).

Метанът (CH_4) е третия по значение парников газ. Неговата концентрация в атмосферата се увеличава с около 1 % годишно, т.е. от два (Фирър, 1995) до четири пъти (Байков, 2000) по-бързо от тази на въглеродния диоксид. Изследванията на въздушни мехурчета в проби полярен лед, датирани между 1480 и 1950 г., и от директни измервания на въздуха след 1950 г. показват, че кривата на нарастване на метана почти съвпада по време с кривата на увеличаване на въглеродния

диоксид и по аналогия през последните десетилетия процесът все повече се ускорява (Фирър, 1995). Източник на метан са процесите на анаеробно разграждане на органичните вещества (в битово-фекални води, блата, оризища, храносмилателна система на животните, термити и др.). Той може да бъде отделен също и от находищата на земен газ и въглища, при някои промишлени процеси от газопроводи и др.

Допуска се, че нарастването на количеството на метан във въздуха се дължи най-вече на антропогенни фактори – увеличаване броя на животните и на площите засети с ориз, претоварването на колекторите за отточни води от населените места, повишеното съдържание на въглероден оксид в атмосферата (той конкурира метана при взаимодействието му с хидроксилните радикали и така забавя неговото неутрализиране във въздуха). Счита се (Байков, 1999), че въглеродния оксид е причина за увеличаването на концентрацията на метана в атмосферата с 10 - 40 %. При нарастване концентрацията на водни пари в атмосферата съдържанието на метан намалява. Причината за това е, че той взаимодейства с хидроксилните радикали (ОН), получени при фотолиза на водата.

Диазотният оксид (N₂O) е четвъртия по значение парников газ. Получава се като страничен продукт при сложни биологични процеси на разграждане на азотсъдържащи органични вещества (предимно във водните екосистеми). При него концентрацията в атмосферата нараства с около 0.25 % годишно, най-вече следствие на антропогенната дейност: производство на пластмаси, употреба на азотни торове в селското стопанство и др.

Хлорфлуоровъглеродите (CFC-11 и CFC-12) освен, че разрушават стратосферния озон, допринасят и за засилването на парниковия ефект на планетата. Тези газове имат антропогенен произход и концентрацията им нараства с 4 – 5 % годишно. Поради опасността, която тези вещества представляват за стратосферния озон, през 1987 год. е подписан т.нар. Монреалски протокол, целящ постепенно намаляване и преустановяване на тяхното производство и употреба.

Стратосферният озон през последните 15 - 20 години започва да намалява, тъй като фреоните и други вещества, замърсяващи атмосферата го разрушават. От една страна това става причина за проникване на по-голямо количество слънчева радиация (особено на убийствените УВЛ) до земната повърхност, а от друга – променя абсорбцията на ултра виолетовите и инфра червените лъчи от слънчевия спектър, което предизвиква охлаждане на горните слоеве на атмосферата и намаляване на парниковия ефект. Общият ефект не може да бъде точно определен, но се приема, че земната повърхност се охлажда

незначително и не равномерно (Байков, 2000).

Тропосферният озон в приземните въздушни пластове има природен или антропогенен произход и допринася за увеличаването на парниковия ефект. Счита се, че през последните 100 години неговото количество над Европа се е удвоило.

Ефект от глобалното затопляне върху Земята. За периода 1906 – 2005 г. е документирано повишаване на средната глобална приземна температура на въздуха на планетата с 0.74 °С. В Европа то е по-осезателно – с 0.8-1.0 °С, като последните две десетилетия са били най-топлите на континента (Симеонов, 2010). Тези незначителни на пръв поглед изменения на температурата вече предизвикват глобални изменения в климата на планетата и като резултат от това се променят условията за съществуване на организмите и екосистемите. Фактите показват:

1. В световен мащаб:

- Има намаляване на площта на снежната покривка в повечето райони от света, особено през пролетта (на Северния полюс между 1950 г. и 2000 г. повърхността на ледената обвивка е намаляла с 20%).
- Нивото на моретата се е повишило с около 15 см само през 20-и век.
- Средната дата на замръзване на реките и езерата през последните 150 години закъснява с около 5.8 дни/век, докато датата на топенето на ледовете настъпва с 6.5 дни/век по-рано (Симеонов, 2010).
- От 1970 г. насам, продължителността и интензивността на засушаванията са се увеличили на обширни територии, особено в тропиците и субтропиците (Симеонов, 2010).
- Има значително увеличение в честотата и мощта на природните бедствия като урагани, земетресения и наводнения.

2. За България (Симеонов, 2010):

- От края на 1970-та година се наблюдава тенденция на затопляне.
- През втората половина на ХХ-ти век зимите са по-меки и дебелината на снежната покривка намалява.
- Средната годишна температура през 2009 г. е с 1.2 °С над климатичната норма. Тази е поредната 12-та година с температури по-високи от обичайната за страната.
- Периодите на засушавания са били най-дълги през 40-те години на миналия век и през последните две десетилетия.
- След 1995 г. валежите показват тенденция към повишаване в повечето райони на страната.
- През последните години се увеличава честотата на екстремните метеорологични и климатични явления (обилни валежи, гръмотевични бури, градушки и др.).
- В някои райони на страната (Добруджа, южната част на Северозападна България в зоната на

Предбалкана и Казанлъшкото поле) агрометеорологичните условия предизвикват намаление на продължителността на реалния вегетационен период до и под 90 дни.

- Данните от фенологичните наблюдения показват изпреварване в развитието със 7-15 дни в различните климатични райони, което безспорно доказателство за затопляне на климата през последните 30 години в сравнение с предишни периоди на оценка. Фенологичните явления (т.е. редуването на процесите на развитие при различните едногодишни и многогодишни организми на флората и фауната) са естествен индикатор на промените на климата.

Какви са прогнозите ако темпът на глобално затопляне се запази?

- Повишаване на средната температура на Земята с 1°C до 2025 година и до 2100 година – с 3°C. За България прогнозата сочи повишаване на температурата с 1,2°C в началото на XXI век и с 4,0 - 4,5°C – през 2070 година. Прогнозата е направена на база двукратно увеличаване на парниковите газове до 2070 г. с използване на математически модел (GFDL) от САЩ.

- Покачване на нивото на световния океан с около 65 см до края на XXI век, като резултат от топенето на полярните ледове и термалното разширение на водата.

- Трайно засушаване и гибелни последици за селското стопанство в много райони на света. Очаква се намаляване на добивите на основни за изхранването на населението зърнени култури (царевица – с 23 %, пшеница – с 16 % и т.н.).

- Намаляване на биологичното разнообразие в регионален и световен мащаб, поради промяна на условията за живот на много растителни и животински видове.

Хипотези за възникване на климатичните промени (Александров, 2010). Разбирането на причините за климатичните промени е изключително важно за тяхното прогнозиране и евентуално предотвратяване. Според последния, Четвърти доклад на Междуправителствената група от експерти по изменение на климата (2007 г.), вече «с много голяма увереност» може да се твърди, че човешката дейност от 1750 г. насам е довела до повишаване на глобалната температура на планетата. Това заключение се оспорва от някои учени, според които в анализа на информацията се подценява ролята на природните фактори. И така, кои природни и кои антропогенни фактори следва да се имат предвид при търсене на отговора на въпроса за причините за глобалното затопляне?

А. Природни фактори – земни и космически

- *Промени в параметрите на земната орбита и наклона на земната ос.* Това води до промяна в годишния ход на разпределението на слънчевата

радиация между екватора и полюсите, без да се променя общото ѝ количество, достигащо до Земята за една година. Като резултат от тези промени за продължителен период (хиляди години) се редуват студени лета и топли зими, ледниците се разрастват и може да настъпи ледников период.

- *Промени в слънчевата активност.* Последни изследвания доказват, че общата слънчева радиация не е константа, а се мени във фаза с цикъла на слънчевите петна. Измененията са твърде малки, за да предизвикат наблюдаваните климатични промени, но има все още неизяснени въпроси за този фактор, свързани с неговото въздействие върху климата на Земята.

- *Преместване на континентите.* Геолого-географски данни за разположението на конфигурацията на континентите в миналото показва, че те ту са се събирали в суперконтинент, ту са се раздалечавали, като са попадали на различни места по земното кълбо. Тези процеси са въздействали върху климатичните условия, тъй като са се променяли разпространението на температурата, въздушните и океанските течения, валежите и условията за натрупване на лед и сняг и др. Във всички епохи на студен климат един от континентите се е намирал в района на полюса (в съвременната епоха това е Антарктида).

- *Вулканична дейност.* Когато вулканите изригват, те изхвърлят в атмосферата голямо количество твърди и течни частици, и газове (CO₂, SO₂, H₂O и др.). Въпреки, че вулканичната дейност може да продължи само няколко дни, тя може да влияе върху климатичната система в продължение на години. Изхвърлените от вулканите частици и газове могат да достигнат до стратосферата и да останат там месеци и години. Това намалява достъпа на слънчева радиация до земната повърхност и може да доведе до захлаждане. Друг ефект, свързан с усилен вулканична дейност за дълги периоди от време (милиони години) е увеличаването на количеството на CO₂ в атмосферата, което усилва парниковия ефект и води до затопляне.

- *Океанските течения.* Океанските течения заедно с атмосферните циркулации пренасят огромно количество топлина и по този начин оказват влияние върху климата. През последните години се наблюдават такива промени – отслабване на пасатите над централната и западната част на тихия океан, повишаване на температурата на океанската вода, проливни валежи по източните брегове на Тихия и Индийския океан, анормално високо атмосферно налягане в западната тропична част на Тихия океан.

Б. Антропогенни фактори:

- Промени в някои свойства на компонентите на климатичната система, резултат от човешката дейност – повърхността на сушата (обработване на земята), растителността (изсичане на горите), състава на

атмосферата (емисии от производствени дейности).

- Индустриалната революция след 1850 г., довела до развитие на черна и цветна металургия, енергетика, химическа промишленост, нефтодобив и нефтопреработка, транспорт, промишлено селско стопанство и др., е причината за отделянето на огромни количества от вредни емисии.

- Урбанизация на населените места и др. Създадените мегаполиси (над 200 града с население над 1 000 000 жители) също са източник на значителни количества вредни емисии от градския транспорт, ТЕЦ, бита и др.

Заключение. Независимо от различните и често пъти противоречиви мнения на учените за причините довели до глобална промяна на климата в наши дни, преобладаващата част от тях считат, че парниковите газове изпускани в атмосферата, предимно от промишлеността, транспорта и селското стопанство, могат да предизвикат необратимо изменение на климата на Земята.

Някои прогнозни въздействия на климатичните промени (Симеонов, 2010):

- *Влияние върху водните ресурси.* Изменението на климата вероятно ще влоши качеството на водата за потребление поради по-високи температури и по-голямото замърсяване. Водните ресурси в Европа и тяхното управление са под натиск и сега, в условията на сегашния климат. Очаква се този натиск да се задълбочи поради изменение на климата. Различията между водните ресурси в северните и южните региони на Европа по всяка вероятност ще се задълбочават. Предвижда се до края на XXI век да се стопят половината от високопланинските ледници на континента. Резултатите от изследванията на водните ресурси в България, базирани на съвременните тенденции на затопляне и валежен дефицит, както и на използване на симулационни модели и климатични сценарии, показват, че годишният речен отток вероятно ще бъде намален през XXI век.

- *Влияние върху човешкото здраве.* Реалната поява на болести е силно зависима от локалните условия на околната среда, от социално-икономическите особености и нивото на здравеопазването. Като се има предвид, че очакваното глобално затопляне ще бъде съпътствано с увеличаване честотата на вълните от горещ въздух в комбинация с повишена влажност и замърсяване на градския въздух, резултатът най-вероятно ще бъде увеличаване броя на топлинните удари, както и на други заболявания (напр. малария). Най-уязвими групи ще бъдат градското население, възрастните, болните и тези без достъп до климатични инсталации.

- *Влияние върху горските екосистеми.* За по-голямата част от Европа е възможно продуктивността от горите да се увеличи, поне в краткосрочен план,

поради по-дългия период на растеж и увеличените концентриции на CO₂ във въздуха. Данните от инвентаризацията на европейските гори показват увеличаване скоростта на растеж. Очаква се при глобалното затопляне дърводобивът да нарастне, особено в горите на северна Европа, макар че горските вредители и болестите по дърветата ще се увеличават. От друга страна, дърводобивът в Средиземноморския регион вероятно ще спадне, а рисковете от засушаване и горските пожари ще нарастнат. При положение, че 61% от горите в България са в зоната до 800 m надморска височина, става ясно, че по-голямата част от българските гори ще бъдат уязвими при драстични промени на климата.

- *Влияние върху агроекосистемите.* Добивите на основните земеделски култури в Европа се предвижда да нарастват в резултат на повишените концентрации на CO₂ във въздуха. То обаче може да бъде възпрепятствано от нарастналият риск от засушаване в Южна и Източна Европа, както и от намаляване продължителността на репродуктивния период, поради повишение на температурите на въздуха. Затоплянето на климата в Северна Европа като цяло ще има положителен ефект върху земеделието, докато някои селскостопански продукционни системи в Южна Европа е възможно да бъдат застрашени. В България през XXI век най-уязвими ще бъдат:

- пролетните земеделски култури – поради очаквания валежен дефицит през топлото полугодие;
- културите, отглеждани върху неплодородни земи;
- културите от неполивни площи;
- обработваемите земи в югоизточната част на страната, където и сега, при днешните климатични условия валежните количества са недостатъчни за нормален растеж, развитие и формиране продуктивността на земеделските култури.

- *Влияние върху селищата, енергетиката и индустрията.* Основният директен риск за селищата от изменението на климата са наводненията и свлачищата, причинени от увеличаване интензивността на валежите, а в крайбрежните зони и от повишаване на морското равнище. Селищата със слабо разнообразие в секторите на икономиката и там, където голяма част доходите на населението се получават от индустрия, зависима от климатичните условия (например, земеделие, горско стопанство, риболов и др.) са най-уязвими към промените в климата. Някои енергийни продукти и разпределителни системи могат да бъдат значително засегнати от изменението на климата, което може да доведе до намалено потребление или спад в сигурността на енергийните системи.

Пътища за решаване на проблема. Учените

предупреждават, че за да се избегне бъдеща катастрофа, свързана с глобалното затопляне, сегашните емисии на CO₂ трябва да се намалят поне с 50 % през следващите 50 години. Реагирането на климатичните промени може да се постигне с разработване и прилагане на адекватна политика, нормативна уредба, практически методи и подходи.

А. Документи, определящи политиката за решаване на проблема с глобалното затопляне на планетата

Рамкова Конвенция на ООН по промяна на климата. Приета на Конференция на ООН за околната среда и развитие, Рио-де-Жанейро, Бразилия, 1992 г. Ратифицирана от България със закон, приет от 37-то НС на 16.03.1995 г. - ДВ, бр. 28 от 28.03.1995 г. Издадена от МОСВ, обн., ДВ, бр. 68 от 19.08.2005 г., в сила от 10.08.1995 г. Този фундаментален документ на ООН определя насоките на действие на човечеството за излизане от кризата с глобалното затопляне. Основните постановки в Конвенцията са следните:

- Световната общественост е обезпокоена от факта, че повишаването на концентрацията на парникови газове ще доведе до по-нататъшно повишаване на температурата на повърхността на Земята, а това затопляне, на свой ред, ще окаже неблагоприятно въздействие на природните екосистеми и човечеството.

- Има много райони, които са особено уязвими. Към тях спадат: страните, разположени в ниските равнини и други малки островни държави; ниските крайбрежия и подложените на наводнения райони; районите, засегнати от сушата и настъплението на пустините, а също и уязвимите планински екосистеми.

- Страните трябва да защитят климатичната система на Земята за благо на сегашното и идните поколения. Съгласно Уставът на ООН страните имат право да използват собствените си ресурси, но те носят отговорност, осъществяваната от тях дейност да не нанася вреда на околната среда извън границите им.

- Глобалният характер на промяната на климата изисква възможно най-широко сътрудничество между всички страни и участието им в съответните ефективни международни мероприятия. Страните трябва да въведат в действие ефективно законодателство по въпросите на околната среда за съкращаване изхвърлянията на газове, предизвикващи парников ефект, и за обезпечаване хода на естествените процеси, които могат да намалят концентрацията на част от тези газове в атмосферата.

Крайната цел на Конвенцията за промяна на климата е постигане стабилизация на концентрацията на парникови газове в атмосферата на нива, които няма да оказват опасно въздействие на глобалната климатична система. Това трябва да бъде направено в срокове, достатъчни за естествената адаптация на

екосистемите към промяната на климата и позволяващи да се избегне заплахата за производството на продоволствия, както и гарантиращи по-нататъшното икономическо развитие на устойчива основа. Тъй като най-голямата част от произтичащите в миналото и сега изхвърляния на парникови газове се пада на развитите страни, те трябва да вземат в свои ръце ръководната роля в борбата срещу промяната на климата и неблагоприятните последици от това.

Развитите страни, а също и много страни, чиято икономика се намира в преходен период, като страните от Източна Европа, трябва да провеждат такава политика и да предприемат такива мерки, които да ограничават изхвърлянията на парникови газове. Те трябва да приемат мерки за опазване и подобряване състоянието на горите и океаните, които се явяват поглъщатели и акумулатори на парникови газове. Много страни трябва да помагат на развиващите се да изпълняват изискванията на Конвенцията и да намаляват последиците от промяната на климата.

Всички страни са длъжни:

- Да предоставят информация за обемите на изхвърляните парникови газове на териториите им и за тяхното поглъщане.

- Системно да публикуват последните данни относно програмите, съкращаващи изхвърлянията в атмосферата и адаптация към климатичните промени.

- Да съдействат за рационалното използване и съхраняване на такива приемници на парникови газове, каквито са растенията, горите и океаните.

- Да сътрудничат при планирането на мерките относно намаляване влиянието на промяната на климата върху крайбрежните зони, водните ресурси и селското стопанство.

- Да сътрудничат при защитата на районите, подложени на въздействията на наводненията и сушата, особено в Африка.

- Да информират обществеността за промяната на климата и неговите последици, а така също да поощряват и улесняват участието на населението при разработване на стратегии за реагиране.

Съгласно Конвенцията се създава специална група за оказване на помощ при предоставянето на финансови средства и технологии за съдействие на страните в борбата им с парникови газове и промяната на климата. В нея трябва да влиза Глобалния екологичен фонд на Програмата за развитие на Организацията на обединените нации, Програмата на Организацията на обединените нации за околна среда и Международната банка за реконструкция и развитие. За да може настоящата Конвенция да влезе в сила, тя трябва да бъде ратифицирана от националните законодателни органи на най-малко 50 страни.

Протокол от Киото, Япония, подписан на 11.12.1997 г., към Рамковата конвенция на ООН по

изменение на климата, ратифициран от България със закон, приет от НС на 17.07.2002 г. ДВ бр. 72 от 25.07.2002 г. Издаден от МОСВ, обн. ДВ бр. 68 от 19.08.2005 г. В сила от 16.02.2005 г.

Документът може да стане юридически задължителен едва след ратифицирането му от най-малко 55 страни, включително от страни от Анекс I - развитите страни и страните с икономики в преход, които са отговорни за най-малко 55% от общото количество емисии на въглероден диоксид през 1990 г. До момента Протоколът от Киото е ратифициран от 122 страни, представляващи 44,2% от глобалните емисии на парникови газове. Протоколът от Киото не налага законово обвързващи ангажименти за намаляване на развиващите се държави. Той се отнася до шест основни парникови газа - въглероден диоксид (CO₂), метан (CH₄), двуазотен оксид (N₂O), хидрофлуорокарбони (HFC), перфлуорокарбони (PFC) и серен хексафлуорид (SF₆). С него се предвижда до 2012 година индустриално развитите страни да намалят емисиите на CO₂, както следва:

- ЕС с 8%
- САЩ със 7%
- Япония с 6%

За България това задължение е 8% спрямо базова година 1988. Намалението може да стане чрез свиване на емисиите в производствата на самите страни, посредством инвестиции в пречистващи технологии в други страни или търговия с емисии от парникови газове. Документът засяга практически всички основни сектори на икономиката и е смятан за най-широкообхватното споразумение по проблемите на околната среда и устойчивото развитие, което е било подписвано някога.

Въпреки това преговорите се движат мудно и трудно. Неправителствените екологични организации считат, че 5% намаление на емисиите за целия свят е крайно недостатъчно и няма да реши проблема и призовават за съкращаване на количеството CO₂ с минимум 60%. Съществува и друг проблем - големи страни като САЩ (най-големият емитер на CO₂ - 21% от световните емисии), Индия и Китай, които имат делегации в Киото, не подписват протокола. Отделно в процеса участват различни гледни точки - на учени, икономисти и политици, които невинаги съвпадат.

Анализите в страните от Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИРС) ясно показват, че цените за намаление на един тон емисии CO₂ в развитите страни и страните в преход към пазарна икономика, както и развиващите се страни се различават значително, т.е. ще бъдат значително по-високи в развитите страни. По тази причина бе признато, че международното сътрудничество при изпълнение на задълженията по Протокола от Киото ще допринесе в значителна степен за по-ефективното

глобално намаление на емисиите на парникови газове и което е много важно, това ще стане с изразходването на по-малко средства. Именно този подход намери израз в трите механизма на Протокола от Киото - съвместно изпълнение, търговия с емисии и чисто развитие.

От значение за нашата страна са механизмите съвместно изпълнение и търговия с емисии. Не се предвижда участието на България в механизма "чисто развитие", тъй като по него си сътрудничат развитите и развиващите се страни. В отговор на задълженията си по Протокола България трябва да изготви Национален план, който да посочи подходящите мерки за намаление на емисиите парникови газове и за адаптация към изменящия се климат. Предишният Национален план е от 2000 г. В момента се изработва нова версия в рамките на проекта "Осъвременяване и доработка на Национален план за действие по изменение на климата".

Втора програма на ЕС по изменение на климата (ECCP II), (приета през 2005 г.). Основните политики и мерки за намаляване на емисиите на парникови газове, заложи в програмата се реализират чрез:

- увеличено използване на възстановима енергия (вятърна, слъчева, от биомаса) и комбинирани топлинни и енергийни инсталации;
- подобрения на енергийната ефективност например на сгради, промишленост, домакински уреди;
- намаление на емисиите на въглероден диоксид от новите лекотоварни превозни средства;
- мерки за понижаване в производствената промишленост;
- мерки за намаление на емисиите от сметниците.

Национален план за действие по изменение на климата (НГДИК). Националният план за действие по изменението на климата е основен национален документ, чрез който се координират политиките и мерките в различни отрасли с цел спазване на ангажиментите на страната по предотвратяване изменението на климата.

Първият Национален план за действие по изменението на климата обхваща периода 2000-2004 г. В заключителния отчет по изпълнението на Първия Национален план за действие по изменението на климата Министърът на околната среда и водите отчита намаление на емисиите на парникови газове (ПГ) с 56% спрямо базовата 1988 г. и намаление на въглеродния интензитет на икономиката с 46%. 33% от спада на емисиите се дължи на намалението на БВП, а 67% - на приложените мерки.

Вторият национален план за действие по изменение на климата предлага действия, политики и мерки за тригодишен период - от 2005 до 2008 г., които се отнасят до всички сектори на българската икономика: енергетика, промишленост, транспорт,

селско и горско стопанство, комунално-битов сектор и услуги, като цялостният ефект от приложените мерки по отношение намаляване емисиите на ПГ ще се оцени след 2012 г., т.е. след края на първия период на задължения по Протокола от Киото. Планът включва и редица финансови инструменти за постигане на набелязаните цели, основните от които са Схемата за зелени инвестиции, Европейската схема за търговия с емисии и създаването на фонд за енергийна ефективност. Съгласно анализа, изготвен за Втория национален план по изменението на климата, структурните промени в икономиката водят до драстично намаление на крайното енергопотребление до 2002 г. с около 55 %, докато за същия период първичното енергопотребление е намаляло с 45 %. Крайното енергопотребление за единица БВП през периода е намаляло с 42 %, сравнено с 28 % за първичното енергопотребление за единица БВП.

По-бързото увеличение на емисиите през периода 2005–2012 г. е предизвикателство, с което се трябваше да се справи изгълненето на Втория и следващите го Национални планове по изменение на климата. През този период се сумираха редица неблагоприятни за емисиите тенденции: предсрочното закриване на ядрени мощности съвпада с ускорен ръст в промишлеността като цяло; отраслите с висок дял на емисиите (енергетика, металургия и др.) отбелязват значително по-висок ръст от средния за икономиката; поради ниските доходи на населението газификацията и мерките за повишаване на енергийна ефективност в бита все още не намират широко разпространение, въпреки въвеждането на стимулиращите ги пазарни механизми.

Въпреки че страната има далеч по-ниски емисии от допустимите, тя има значителен потенциал за допълнително намаление на емисиите на ПГ. Този потенциал може да бъде реализиран в случай, че се провежда целенасочена политика за намаляване на емисиите, изразяваща се в ускорено въвеждане на допълнителни политики и мерки заложи в НПДИК.

Б. Нормативна база (www.moew.government.bg)

Национални Документи във връзка с Евро-пейската схема за търговия с квоти за емисии на парникови газове:

- Национален план за разпределение на квоти за търговия с емисии на парникови газове за участие на България в Европейската схема за търговия с емисии на парникови газове за периода 2008–2012 година;
- Методика за осъществяване на мониторинг на емисиите на парникови газове от операторите на инсталации, участващи в схемата за търговия с квоти за емисии на парникови газове;
- Наредба за реда и начина за издаване и преразглеждане на разрешителни за емисии на парникови газове и осъществяване на мониторинг от

операторите на инсталации, участващи в схемата за търговия с квоти за емисии на парникови газове;

- Наредба за условията, реда и начина за изготвяне на докладите и за верификация на докладите на операторите на инсталации, участващи в схемата за търговия с квоти за емисии на парникови газове;

- Наредба за реда и начина на функциониране на Националния регистър за отчитане на издаването, притежаването, предаването, прехвърлянето и отмяната на квоти за емисии на парникови газове (ПМС № 7 от 19.01.2007 г., обн., ДВ, бр. 10 от 30.01.2007 г., в сила от 1.01.2007 г.). С наредбата се уреждат редът и начинът на функциониране на Националния регистър за отчитане на издаването, притежаването, предаването, прехвърлянето и отмяната на квоти за емисии на парникови газове по чл. 131к, ал. 1 от ЗООС.

Регистърът се поддържа като електронна база данни и се води в съответствие с изискванията и по реда, определен в Регламент 2216/2004 на Европейската комисия от 21.12. 2004 г. относно стандартизирана и защитена система от регистри по силата на Директива 2003/87/ЕО на Европейския парламент и на Съвета и Решение № 280/2004/ЕО на Европейския парламент и на Съвета. Към регистъра се поддържа картотека, в която по партии на отделните притежатели на сметки и регистрирани верификационни органи се съхраняват по установен ред представените съгласно наредбата документи.

В. Инструменти, практики, методи и модели.

В.1. "Прилагане на 15 стабилизационни клина" – предложени са от Робърт Соколоу и Стивън Пакала от университета "Принстън" (САЩ), с които да се постигне намаляване на емисиите на CO₂ с 50% до 2057 г. (Макибън, 2007):

В направление "Ефективност и опазване на природата":

1. Подобряване икономията на гориво (на 2 млрд. автомобили към 2057 г. от 12 km/l до 25 km/l).
2. Намаляване годишния пробег на автомобилите от 16000 на 8000 km.
3. Повишаване ефективността на ел. уредите и ел. осветлението с 25 %.
4. Повишаване ефективността на електроцентрабите от 40 на 60 %.

В направление "Улавяне и съхраняване на въглерода":

5. Въвеждане на системи за улавяне и съхраняване под земята на CO₂ от 800 големи електроцентрали на въглища или 1600 централи на природен газ.
6. Пречиствателни системи в използващите въглища водородни заводи, произвеждащи гориво за МПС.
7. Пречиствателни системи в използващите въглища заводи за системно гориво.

В направление "Горива с ниско съдържание на въглерод":

8. Замяна на 1400 централи с въглища с централи за природен газ.

9. Трикратно увеличаване на продукцията на ядрена енергия в сравнение със сегашния капацитет.

В направление "Възобновяеми горива и биосъхранение":

10. Увеличаване 25 пъти енергията от ветрогенератори.

11. Увеличаване 700 пъти енергията от слънчеви панели.

12. Увеличаване 50 пъти енергията от ветрогенератори за производство на водород за автомобили с горивни клетки.

13. Увеличаване 50 пъти биогоривото от етанол.

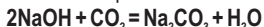
14. Спиране на всякакво обезлесяване.

15. Въвеждане на екологично обработване на всички земеделски земи (При традиционното разораване се освобождава въглерод поради ускореното разграждане на органичните вещества в почвата).

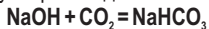
Всяка от изброените по-горе стратегии би намалила ежегодните въглеродни емисии с 1 млрд. t до 2057 г.

В.2. Методи за използване на CO₂ в емисиите от горивни и производствени дейности:

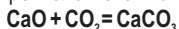
Използване на CO₂ за производство на калцирана сода (Na₂CO₃). Методът се основава на свойството на въглеродния диоксид да взаимодейства със силни основи, като се получават карбонати. При взаимодействието на натриева основа с въглероден диоксид се получава динатриев карбонат (калцирана сода) и вода. Калцираната сода има редица приложения в промишлеността и бита.



Използване на CO₂ за получаване на водороденкарбонати. Друго възможно приложение на въглеродния диоксид е получаването на натриев водороденкарбонат (NaHCO₃), когато той е в излишък при взаимодействието му с натриева основа. Натриевият водороденкарбонат има приложения в готварството и в други производства.



Използване на CO₂ за производство на варовик (CaCO₃). При взаимодействие на въглеродния диоксид с калциев оксид се получава варовик. По този начин може да се произвежда и варовик, който да се използва в строителството и като суровина в други производства.



Отстраняване на CO₂ от атмосферата с изкуствено предизвикани валежи. Използва се свойството на CO₂ да взаимодейства с водните пари. Предизвиканите изкуствени дъждове в зони с високи емисии на CO₂ „свличат“ въглеродния диоксид – газът

слиза надолу, като се образува въглена киселина. Методът позволява CO₂ да се привлече газ до точно определено място.



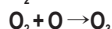
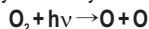
В.3. Практики и модели.

Въглероден отпечатък (Carbon footprint). През последните години във Великобритания някои компании въвеждат в етикета на произведените продукти информация за т.н. "Въглероден отпечатък". Той представлява измерване на количеството на CO₂, изхвърлено атмосферата, в процеса на производството и до доставяне до магазина (емисиите от транспортните средства) на отделен обект, продукт или процес в рамките на една година (Иванов, 2007).

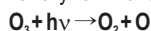
Въглероден офсет (Carbon offset). Тази идея се развива в страните от Западна Европа и САЩ. За изясняване на нейната същност може да се има предвид следния пример. На един курс, отиване и връщане от Лондон до Ню Йорк се отделят средно по около 3 t CO₂ на пътник. Специализирани фирми, които се занимават с въглероден офсет могат да изчислят стойността на нанесените щети от отделения CO₂, които да бъдат запланети от пътника. Все повече потребители в тези страни разглеждат въглеродния офсет като част от все още идеалистичния "въглеродно неутрален" (carbon neutral) начин на живот, който не допринася за промените в глобалния климат (Иванов, 2007).

1.6.2. Намалване на озона в стратосферата

Обща характеристика на стратосферния озон. В атмосферата винаги се съдържа малко количество озон, което е константна величина (около 0.000001 об. %), тъй като между процесите за неговото образуване и разрушаване съществува динамично равновесие. В стратосферата той се образува само през светлата част от денонощието, когато под влиянието на ултравиолетовите лъчи (УВЛ - hv) част от молекулите на кислорода се разцепват на два атома кислород, които са много активни и взаимодействат с други молекули кислород, като се получава озон:



От друга страна, самата озонова молекула има свойството да поглъща УВЛ, като се разпада обратно на молекулен кислород и кислородни атоми:



Озонът е газ, който в чисто състояние има сивкав цвят, преминаващ в син при по-големи концентрации. На него се дължи и синият цвят на небето. Разтворимостта му във вода е по-голяма от тази на кислорода. Най-характерното химическо свойство е голямото му окислително действие.

Защо е необходим озона в стратосферата? Преобладаващата част от озона в стратосферата (около 90%) се съдържа във въздуха на височина между 20 и 35 km от земната повърхност. Ако се съберат всички озонни молекули в един пласт (с налягане 1 atm и $t = 25^{\circ}\text{C}$), неговата дебелина би била 3 mm (1/300 част от този озонен слой се нарича *Добсонова единица* – 1 Du). Основното негово свойство е, че той задържа голяма част от УВЛ на слънчевия спектър. Благодарение на това озона защитава всички живи същества на Земята от вредното въздействие на радиационното лъчение на Слънцето. Без тази негова защитна функция животът на планетата нямаше да бъде възможен.

Друга важна роля, която изпълнява озона във високите слоеве на атмосферата, е че поглъщайки УВЛ, той се нагрява от енергията, която те носят и по този начин се обособява зона със значително по-висока температура, отколкото на прилежащия под него въздух. Така образуваният устойчив атмосферен слой формира стратосферата и в него се наблюдават измененията свързани с разрушаването на озона от химичните агенти.

Защо намалява озона в стратосферата? През последните десетилетия се наблюдават тревожни тенденции, свързани с намаляването на количеството на озона в стратосферата. Първоначално е констатирано изтъняване на озонния слой, последвано от появяването на зони с различна големина и конфигурация (предимно в Южното полукълбо), в които озонът е в такива минимални концентрации, че дава основания на учените да ги определят като *“озонни дупки”*. Тези негативни процеси от година на година стават все по-трайни и обхващат все по-обширни области. Особено тревожни стават симптомите след 1985 г., когато е регистрирана първата *“озонна дупка”* над Южния полюс, в обхвата на която съдържанието на озон се оказва с 40 % по-ниско, в сравнение с нормалното количество на стратосферния озон. През следващите години трайно се наблюдава появата на озонни дупки, с все по-големи размери.

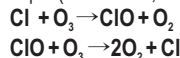
Постоянна озонна дупка над Северния полюс не се наблюдава, въпреки, че има данни (Байков, 2000) за изтъняване на озонния слой и над Северното полукълбо. В зоната между 30 и 60 градуса северна ширина (най-гъсто населената част на планетата – САЩ, Канада, Европа, Русия, Китай и Япония), количеството на озона през последните 17 години е намаляло от 1,7 до 3,0 %.

Перспективата за унищожаването на озона днес безпокои цялото човечество, въпреки че много хора до преди 35 – 40 години не бяха чували думата озон. Първоначално се предполагало, че намаляването на озона в стратосферата се дължи на неговото взаимодействие с диазотния оксид (N_2O) и водните

пари (H_2O). Тези цикли са естествени (в тях участват нормални съставки на атмосферата) и не могат да бъдат причина за намаляване на стратосферния озон, тъй като са действали в продължение на хиляди години. Според съвременните схващания разрушаването на озонния слой се дължи на химични вещества, изхвърляни в атмосферата при антропогената дейност. Процесите, свързани с тяхното поведение в стратосферата са сложни, разнообразни и недокрай изяснени. Сега вече е доказано е, че всъщност най-голям *“враг”* на озона е *атомния хлор*, който се съдържа във *фреоните* (хлор-флуор-въглеродите - CClF_3 , CCl_2F_2 , CCl_3F и т.н.). Тези съединения намират широко приложение в хладилните и климатичните инсталации, при производството на пенопласти, като инертни носители на аерозоли и др. Почти 85 % от общото производство на фреони се изхвърля в атмосферата, като концентрацията им във въздуха достига около 0,1 ppbv (Алпатыев, 1983).

Дълго време фреоните са считани много подходящи за употреба, тъй като са химически инертни, малко разтворими и нетоксични. Именно тези им качества се оказват пагубни за озона в стратосферата. Оказва се, че попадналите в тропосферата фреони малко се разтварят в дъждовната вода и почти не се отмиват с валежите. Друг негативен признак на фреоните е тяхната устойчивост, т.е. способността им да се запазват непроменени в атмосферата в продължение на десетки години. Така например, за два от основните фреона – фреон 11 (CFCl_3) и фреон 12 (CF_2Cl_2) този срок е съответно 75 и 100 години. От тези вещества до 1990 г. са произведени над 20 млн. t, част от които вече са отишли в атмосферата.

Без големи загуби и химически непроменени фреоните мигрират до стратосферата, където в зоната на озонния слой (на височина 20-35 km) достигат максимална концентрация. Там, под въздействието на УВЛ от слънчевия спектър молекулите на тези вещества претърпяват фотохимично разпадане до компонентите си – хлор и флуор, характеризиращи се с висока реактивна способност. Отделеният атомарен хлор е изключително активен (има каталитично действие 6 пъти по-голямо от това на NO_x) и предизвиква бързо разпадане на озона по следните реакции (Алпатыев, 1983):

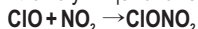


Следва верижна реакция, при която един атом хлор, при средно време на престой в стратосферата, може да участва в 100 000 цикли и да унищожи 200 000 озонни молекули (Близнаков и Митов, 2001).

Присъствието на фреоните в атмосферата има и други отрицателни последици за Земята, тъй като те поглъщат много по-интензивно, отколкото CO_2 ,

инфракчервената радиация от земната повърхност и допринасят за затоплянето на климата (Топлийски, 1986).

Според Алпатъев (1983), слабо място на хипотезата за разрушаването на озоновия слой от хлора е липсата на достатъчно знания за другите потенциални реакции с участието на хлора. При наличие на NO_2 във въздуха, хлороксидът (ClO), получен при разрадането на фреоните, може да взаимодейства с него, при което се получава хлорнитрат (ClONO_2). Така се възпрепятства цикъла на унищожаване на озона:



Ако това е така, прогнозирият вреден ефект на хлора върху озона следва да бъде намален с около 50%. Оказва се, че хлорът не е единственото вещество, способно да разруши озона. По подобен начин влияят на озона метана (CH_4) и свободните атоми бром (Br), които се отделят от бромсъдържащи алкани, т.н. *халони* (група съединения прилагани все повече при гасенето на пожари).

Изказват се мнения, че дори да бъде преустановено производството на фреони в целия свят още сега, концентрацията им в атмосферата ще продължи да нараства още няколко години, тъй като те постепенно ще изтичат от хладилните инсталации и ще се отделят от пенопластите. След това, през следващите 100 години тези вещества бавно ще намаляват за да достигнат около 50 % от максималните си стойности (Фирър, 1995).

Пътища за решаване на проблема. Те са свързани с разработване и прилагане на адекватна политика, нормативна уредба, инструменти и практики (Петков и Костадинова, 2008).

А. Документи, определящи политиката за решаване на проблема с унищожаване на озона в стратосферата

Виенска конвенция за защита на озоновия слой ООН (Приета и подписана на 22 март 1985 г., на конференцията на ООН, Ратифицирана от България на 17.10.1989 г., В сила от 18.02.1991 г.), (www.unep.org).

Страните по тази Конвенция, съзнавайки, че измененията в състоянието на озоновия слой оказват потенциално вредно въздействие върху човешкото здраве и околната среда, позовавайки се на съответните законови разпоредби от Декларацията, приета на конференцията на ООН по проблемите на околната за човека среда, отчитайки работата и изследванията, провеждани от международни и национални организации по отношение на озоновия слой към Програмата за околна среда на ООН, осъзнавайки, че мерките, предприети за предпазването на озоновия слой от изменения вследствие на човешката дейност, изискват и международно сътрудничество, повсеместни действия и базиране на съответните научно-технически съображения, са

твърдо решени да опазят човешкото здраве и околната среда от неблагоприятните последици вследствие измененията в състава на озоновия слой.

Общите задължения на страните по изпълнение на конвенцията са както следва:

- да си сътрудничат посредством систематични наблюдения, изследвания и информационен обмен за по-добро разбиране и оценка на въздействието, което измененията в състава на озоновия слой имат върху човешкото здраве и околната среда;
- да приемат съответните законови или административни мерки и да си сътрудничат в хармонизирането на подходящи програмни мероприятия, целящи контролирането, ограничаването, намаляването или предотвратяването на човешките дейности, които причиняват или вероятно причиняват изменения в състава на озоновия слой;
- да си сътрудничат в разработването на съгласувани мерки, процедури и стандарти за изпълнението на тази конвенция посредством приемането на протоколи и приложения;
- да сътрудничат с компетентни международни органи за ефективно изпълнение на конвенцията и протоколите, по които са страни;
- да организират пряко или посредством компетентни международни органи, конкретно изследване и научни анализи на: физичните и химичните процеси, влияещи на озоновия слой; човешкото здраве и други биологични последици, произтичащи от измененията на озоновия слой; влиянието на изменението на озоновия слой върху климата; алтернативни вещества и технологии и др.;
- да сътрудничат пряко или посредством компетентни международни органи в събирането, удостоверяването на верността и своевременното докладване на данните за състоянието на озоновия слой.

Монреалски протокол за веществата, които нарушават озоновия слой (Подписан на 16.09.1987 г., Ратифициран от България на 17.10.1989 г., В сила от 18.02.1991 г.).

Монреалският протокол (МП) за замразяване или намаляването на производството на веществата (фреони и халони), разрушаващи озоновия слой в стратосферата, нивата на техните емисии и сроковете за които те да бъдат приведени в съответствие с постигнатите договорености между страните, подписали документа. По-късно МП претърпява няколко изменения (Лондонски - 27 - 29 юни 1990, Копенхагенски - 23 - 25 ноември 1992, Монреалски и Пекински изменения), като са въведени по-строги изисквания по отношение сроковете за спиране употребата на озоноразрушаващи вещества, включени допълнителни вещества, които да се контролират, а също и въведен финансов механизъм за подкрепа на

развиващите се страни и страните с преходна икономика за изпълнение на МП.

Б. Нормативна база

Постановление № 254 на Министерския съвет от 30 декември 1999 г. за контрол и управление на вещества, които нарушават озоновия слой (Обн., ДВ, бр. 3 от 11 януари 2000 г., в сила от 1.01.2000 г.).

Постановление № 224 от 1 октомври 2002 г., за изменение и допълнение на Постановление № 254 на Министерския съвет от 1999 г. за контрол и управление на вещества, които нарушават озоновия слой.

Наредба за осъществяване на контрол и управление на веществата, които нарушават озоновия слой (Обн. ДВ, бр.3 от 11 Януари 2000г., изм. ДВ, бр.4 от 12 Януари 2001г., изм. ДВ, бр.96 от 11 Октомври 2002г., изм. ДВ, бр.15 от 16 Февруари 2007г., изм. ДВ, бр.3 от 13 Януари 2009г.).

С наредбата се уреждат:

- условията и редът за разрешаване на вноса и износа на веществата, които нарушават озоновия слой, наричани по-нататък "веществата";
- вносът и износът на продукти и съоръжения, използващи, съдържащи или изработени с веществата по т. 1;
- условията и редът за пускането на пазара, използването, събирането и съхраняването, рециклирането, регенерирането и обезвреждането на веществата, които нарушават озоновия слой;
- условията и редът за контрол върху употребата на продукти и съоръженията, използващи, съдържащи или изработени с вещества, които нарушават озоновия слой.

Разрешаването на вноса и износа на веществата, които нарушават озоновия слой, се отнася за юридически и физически лица и се одобрява от МОСВ, по определена в наредбата процедура.

Ръководство за лицензиране за работа с вещества, които нарушават озоновия слой (ВНОС) - информация за ползватели на вещества, които нарушават озоновия слой (ВНОС) за лабораторни и аналитични цели.

Стратегия за прекратяване употребата на хидро-хлор-флуор- въглеводороди (HCFC) в Р. България (Разработена през 2003 г. от МОСВ и Датската агенция за опазване на околната среда). Съгласно стратегията до 2010 г. България трябва да прекрати употребата на HCFC (ПМС 224/2002г. за изменение и допълнение на ПМС 254/1999г. за контрол и управление на веществата, които нарушават озоновия слой), срок, които съвпада с този на ЕС.

1.6.3. Вкисляване на валежите

Заедно с парниковия ефект, изтъняването на озоновия слой, смога и изсичането на горите,

киселинният дъжд е един от глобалните екологични проблеми на модерния свят. В края на седемдесетте години на XX век подкиселяването е признато за явление, застрашаващо сериозно околната среда. Киселинният дъжд може да изглежда досущ като обикновен дъжд или сняг, но в действителност няма нищо общо с него (Петков и Костадинова, 2008).

Обща характеристика на проблема. Понятието "киселинен дъжд" е употребено за първи път през 1852 г., но едва през 60-е години на XX век проблемът за киселинните валежи привлича вниманието на учените и на обществото (Едмондсон, 1998). През този период рибарите започват да се оплакват от силното намаляване на добива от риба от някои езера в Скандинавските страни, Шотландия и Северна Америка. Изследванията на тези езера показват увеличена киселинност на водите в тях до степен, при която много от хидробионтите не могат да оцелеят и да съществуват. Шведските учени първи са установили, че промяната в киселинността на водите в езерата се дължи на киселините във валежите, падащи в тези райони.

Киселинни се считат валежите от дъжд или сняг с активна реакция (pH) по-малка от 5,6. Величината pH се определя от разликата в активността на водородните йони (H⁺) между неизвестен разтвор и стандартен разтвор, с точно определено pH. В резултат на йонизацията на молекулите на водата се образуват водородни йони (H⁺) и хидроксилни групи (OH⁻). Ако активността на тези йони е равностепенна, водата е неутрална и pH = 7. При значения на pH < 7 водата е кисела, а при pH > 7 – основна.

В чиста от примеси атмосфера валежите могат да бъдат естествено подкиселени (pH е около 5,6 - 6,0, поради факта, че част от въглеродния диоксид - CO₂ (нормална съставка на въздуха) взаимодейства с водните пари - H₂O като образува въглена киселина (H₂CO₃). Предпоставките за вкисляване на валежите са наличие на азотни и серни оксиди (NO_x, SO₂) във въздуха. Тези газове могат да престоят в атмосферата в продължение на дни и да бъдат пренесени на големи разстояния (хиляди километри). През това време те влизат в реакция с влагата във въздуха, образувайки киселини (сярна, серниста и азотна), които значително увеличават киселинността на валежите, обикновено в граници за pH от 3,0 до 5,5. Замърсяването със S, SO₂ и NH₃ увеличава киселинността на кондензационните ядра (Rood and Currie, 1989). Падайки на земята, киселинните валежи променят химическия състав на почвата и водата. Наличието във въздуха на амоняк, има същия ефект върху почвата и водата. Този процес оказва влияние върху екосистемите и довежда до тяхното, така наречено, подкиселяване.

Установено е (Ейхлер, 1993), че антропогенното постъпване на серни и азотни оксиди в атмосферата

увеличава киселинността на валежите от 10 до 100 пъти в сравнение с естественото равнище. За киселяването на валежите най-голям дял (60%) има сяряната киселина, следвана от азотната (34%) и от други органични киселини (6%), (Likens, цит. по Эйхлер, 1993). Следователно, основен фактор за образуване на киселинни валежи са SO_2 и NO_x . Много показателен за ролята на антропогенното замърсяване на въздуха, като предпоставка за киселяване на валежите е следния пример: За да свети една крушка в продължение на една година, се изгарят 179 kg въглища, от които се образуват и падат на Земята 425kg киселинни дъждове.

Натрупани факти от последните години (Едмондсон, 1998) дават основание да се приеме, че при образуването на киселинните валежи значителна роля могат да играят и някои природни процеси. Оказва се, че определени видове морски фитоплактон отделят голямо количество диметилсулфид, като значителна част от него попада в атмосферата. По този начин това съединение допълва другите подкиселяващи вещества във въздуха от природен или антропогенен произход. В глобален мащаб е трудно да се определи каква част от сярата, съдържаща се във валежите произхожда от диметилсулфида, но на регионално равнище това количество е възможно да бъде изчислено и понякога то е значително. Установено е, че в богатите на фитоплактон морски води около Скандинавския полуостров, отделянето на сяра в атмосферата достига през лятото до 20 - 70 % от количеството на сярата изхвърлено от промишлените дейности в региона.

По-нови изследвания показват, че киселинността на мъглата и облаци понякога е по-голяма, отколкото на дъждовната вода, като достига тази на течността в акумулаторите. Ето защо опасността от тях за растителните видове е по-голяма в сравнение с опасността от вредните газове. Това откритие помогна да се изясни факта, защо дърветата във високите части на планините (често покрити с облаци) се оказват особено уязвими от вредните въздействия на замърсената атмосфера (Фирър, 1995). Рекордът за най-кисел дъжд е установен на 10.04.1974 г. в Шотландия, където е измерено $\text{pH} = 2,4$, т.е. киселинност като на оцета и лимония сок.

Най-засегнатите от киселинните дъждове са обширни територии от Канада (в резултат на трансграничното замърсяване на въздуха от САЩ), североизточните райони на САЩ и Скандинавските страни, където замърсеният въздух попада от Англия и Германия. Така например, според направените оценки броят на повредените дървета в Шварцвалд, Германия през 1982 г. е 5 %, а през 1985 г. достига 50 %.

Въздействие на киселинните валежи върху водите, хидробионтите, почвата, растенията и материалните ценности.

Води и хидробионти. Киселинните дъждове променят качеството на повърхностните води и създават условия, при които водните, растителни и животински организми загиват. Алуминият във водата се разтваря много добре и предизвиква заедно с физиологическия стрес, породен от киселяването на жизнената среда, загиване на по-чувствителните видове риби. При pH на водата 3,5 - 5 рибите масово измират. Даже незначителните отклонения от нормалната киселинност на водите в откритите водоеми (най-вече в езерата) забавя растежа или предизвиква гибелта на младите рибки.

В Норвегия основният проблем е снегът, който е чудесен приемник на киселини. Норвежкото правителство обаче твърде дълго не е вярвало на експертите, което има тежки последствия върху околната среда. Установено е че 11% от северните езера (в Скандинавия, Швеция и др.) са киселинни т.е. мъртви. Подобен проблем има в Канада (там в около 48000 езера е застрашен живота на хидробионтит от киселяването на водите), северните райони на САЩ, и в други страни.

Почва. Киселинните дъждове оказват негативно въздействие върху почвата. Поради киселяването на почвата и намаляването съдържанието на калций и буфирния капацитет, киселинните дъждове предизвикват алуминиева токсичност при растенията. Най-често то се изразява в увеличаване концентрацията на разтворения алуминий в почвения профил, което задържа растежа на фитомасата или в отмиване във водоемите на тежки метали – олово, мед, живак, кадмий, берилий, никел и др. (дъждовната вода с нормална киселинност няма такива свойства) с фатални последици за хидробионтите. Особено тревожно е положението в Скандинавските страни, където поради специфичния химически състав на почвите много трудно се неутрализират киселинните паднали с валежите.

За щастие има процеси, които допринасят за възстановяване на неутрализационните способности на почвата. Един от тях е изветряването на някои скали, при което се отделят вещества, възстановяващи защитните свойства на почвата. Друг процес е свързан с дейността на група почвени микроорганизми, които преработват сулфатите и така намаляват тяхното вредно въздействие върху другите организми. Предполага се, че за неутрализирането на киселинните валежи допринася и прахът пренасян от пустините с алкално pH на пясъка (такива условия съществуват в източните райони на САЩ).

Растителност. Киселинните дъждове нанасят сериозни поражения на сухоземната растителност (Фигура 1.9). Освен, че променят процесите свързани с кръговрата на хранителните вещества в горските екосистеми, те допринасят за извличането и

отмиването на хранителните вещества от растенията. Отмиваните от растенията неорганични съединения включват всички основни макро- и микроелементи. Обикновено в най-големи количества се отмиват калий, калций, натрий, магнезий и манган.

Разнообразни органични съединения като захари, аминокиселини, органични киселини, хормони, витамини, пектини, фенол и др., също се извличат от киселинните дъждове. Интензивността на отмиване на хранителни вещества от растенията зависи от редица фактори. Най-устойчиви на този процес са растенията достигнали своята зрялост, а най-неустойчиви – старите растения и техните органи. Листата на здравите растения са по-резистентни спрямо отмиването, в сравнение с тези на болните или увредени растения. От стеблата и клонките при всички дървесни видове отмиването на хранителните вещества се осъществява през цялата година (и по време на покой и по време на вегетация), а от листата - кръглогодишно при иглолистните видове и през периода на вегетация - при широколистните (листопадните) растителни видове.

През последните години в района на гр. Кюстендил, в резултат на киселинните дъждове, добивът на пчелен мед е почти равен на нула, а реколтата от ябълки, кайсии и круши са незапомнено ниски. Черешовата реколта също е лоша, поради загиване на част от цветовете и масово кафяво гниене на черешите. Обяснението е в използването на твърди горива, които са източник на около 2000 т емисии на серен диоксид и 10 000 т въглищна пепел през всеки отоплителен сезон, попадащи в тясната Кюстендилската котловина.

Влияние върху растителността оказват и близките до киселинните дъждове - киселинни мъгли и киселинния смог. Причината за тях е съдържанието на сулфати и нитрати във формата на аерозоли (прах или сажди) в ниските слоеви облаци, което предизвиква кондензация на водни капки около аерозолните



Фигура 1.9. Гора, унищожена от киселинни валежи (www.avangardisco.wordpress.com/2007/11/22/acid-world/)

частици. Тези капки като по-дребна фракция не падат на повърхността на земята като дъжд, а остават суспензирани в атмосферата образувайки мъглявина или смог, който въздейства върху растенията много силно.

Киселинните дъждове се считат като най-важен фактор за пораженията върху горската растителност в силно замърсените райони на Европа и Северна Америка. Има индикации, че ниската храстовидна, бързо растяща растителност е по-добре приспособена и толерантна към вкисляването на атмосферата в сравнение с високостъблените дървесни горски видове. Вероятно, това се дължи на по-големия потенциал за асимилация на NO_x и по-ефективната буферна способност на клетъчния сок.

Материални ценности. Киселинните дъждове предизвикват усилване и ускоряване на корозията на: металните конструкции, сградите, архитектурните паметници и др. материални ценности. Особено негативно е въздействието върху мраморните паметници, тъй като киселините във вълежите превръщат мрамора в гипс, който лесно се разрушава. Така например, установено е, че скулптурите и барелефите на Акропола в Гърция за 20 години (1968 – 1980 г.) са пострадали повече от замърсения въздух в сравнение с периода от 2500 години преди това. В Йоханесбург, ЮАР, старите сгради вече са прогорени от киселинните дъждове. Подобни щети са установени и по други паметници, сгради и конструкции от различни страни на света.

Инструменти и практики за намаляване вкисляването на валежите. Те са насочени към премахване на предпоставките за вкисляване на валежите. Като се има предвид, че основните причини за образуването на киселинни продукти в атмосферата са серните и азотните оксиди, мерките и действията са насочени към тяхното намаляване и ограничаване.

Европейските страни, в т.ч. България се стремят да намалят процеса на подкиселяване, чрез:

- нормиране на критичните нива на замърсяване на атмосферата с вещества като SO_2 , NO_x и амоняк;
- намаляване на серните емисии, по пътя на увеличено използване на природен газ, предварителното отделяне на сярата от горивата и въвеждането на допълнителни такси, определяни на база съдържанието на сярата в горивата;
- постигане на международно споразумение за определяне на пределни граници на емисиите от самолетите (изхвърляните в горните слоеве на атмосферата изгорели газове на самолетите съдържат значителни количества NO_x и So_2);
- ограничаване и мониторинг върху емисиите на металургичните и промишлените предприятия и електроцентралите;
- засилване на железопътния и водния транспорт

за сметка на автомобилния;

- насърчаване употребата на велосипеди при придвижване на къси и средни разстояния в града;
- разширяване употребата на възобновяеми източници на енергия — слънце, вятър, вода, биомаса, геотермална енергия, приливи и др.;
- поставяне на катализаторни конвертори на автомобилните двигатели и оборудване електро-централите с очистиращи съоръжения;
- създаване и използване на електрически и хибридни превозни средства;
- по-широко използване на обществения транспорт;
- въвеждане на стриктна организация на транспорта;
- подобряване на топлоизолацията на сградите и оборудването, за да се намалят топлинните загуби;
- използване на енергоспестяващи технологии;
- използване на природен газ вместо въглища;
- рационално използват и внимателно съхраняват амониевите торове.

Най-значителният напредък в борбата с подкиселяването в Европа е постигнат в Дания, Германия и Холандия. За съжаление обаче, киселинните дъждове и емисиите от SO_2 , NO_x и амоняк продължават да се увеличават в Южна, Централна и Източна Европа. Положението е най-мрачно в областта на транспорта, който става все по-интензивен.

1.7. Литература

1. Александров, В., П. Симеонов, В. Казанджиев, Г. Корчев, А. Йотова (2010). Климатични промени (второ издание), НИМХ-БАН, София, 10-44.
2. Аппатьев, А.М. (1983) – Развитие, преобразование и охрана природной среды (Проблемы, Аспекты), Ленинград, "Наука", 51–80.
3. Байков, Б. (2000) – Екология за всеки, Нов Български Университет, София.
4. Близнаков, Г., И. Митов (2001). Въведение в химичните проблеми на околната среда и в екологичното право, стандартизация и мониторинг, АИ Проф. Марин Дринов", София, 69-136.
5. Бокрис, Дж.О.М. и кол. (1982) – Химия окружающей среды, Москва, Химия.
6. Василев, Г. (2001). Химия и опазване на околната среда, УИ "Св. Климент Охридски", София.
7. Димитрова, Ц. и др. (1993). Промисленост и околна среда, "Зелено бъдеще", София.
8. Добрева, М. и др. (1979) – Методи за хигиенен контрол на външната среда, Изд. "Медицина и физкултура", София.
9. Ефремов, Е. и др. (1988). Физични фактори на околната среда, "Медицина и физкултура", София.
10. Захариев, В. (2000). Замърсяване на

атмосферния въздух и въздействие върху екосистемите, Нов Български Университет, София.

11. Иванов, Б. (2007). Има ли евтин път до рая? (Можем ли да забавим процеса на глобалното заторяне?), сп. Менисжър, юли, 182-184.
 12. Калоянова, Ф. (1981). Хигиенна токсикология /Обща част/, "Медицина и физкултура", София.
 13. Китинг, М. (1997) – Програма за действие (Дневен ред на 21 век и други документи от Конференцията за околната среда и развитието в Рио-де-Жанейро), София.
 14. Куцаров, Р. (2001). Замърсяване на въздуха, Университет "Проф. д-р Асен Златаров", Бургас.
 15. Макибън, Б. (2007). Новата математика на въглерода, National Geographic, Октомври, 47-51.
 16. Мардиросян Г. (1993) - От космоса срещу екологичните катастрофи, "Ванеса", София.
 17. Матеева, З. и М. Михайлов (1995). Замърсяване на въздушната среда в България – риск за селското стопанство, Екология и земеделие, издателство "АЛЯ", 119– 131.
 18. Механджиев, Д., С. Ангелов, Б. Пиперов (1987). Катализа и опазване на атмосферата, "Наука и изкуство", София.
 19. Недялков, С. (1994). Теория на екологията, т. 1 и 2, Варненски свободен университет, Варна.
 20. Оуен, О. (1989). Опазване на природните ресурси - I и II част, "Земиздат", София.
 21. Симеонов, П. (2010). В Климатични промени (второ издание), (Ред. Александров, В.), НИМХ-БАН, София, 10-21.
 22. Станчева, Й. (2000). Екологични основи на земеделието, PENSOFT, София – Москва, 138 – 149.
 23. Петков, Г., Г. Костадинова (2008). Замърсяване на въздуха и въздействие върху екосистемите, Тракийски университет, СД „Контраст“, Стара Загора, 20-202.
- Забележка:* В този литературен източник са цитирани оригиналните трудове на автори, използвани в Раздел 1 от Наръчника, и могат да бъдат намерени в него.
24. Топлийски, Д. (1986). Изменя ли се климатът на земята, "Наука и изкуство", София.
 25. Фирър, Дж. (1995). Променящата се атмосфера, Университетско издателство "Св.Климент Охридски", София, 60 – 115.
 26. Цветков, Д., Б. Стефанов, Д. Цоневски, (1999) – Хигиена (Хигиена и екология) том I, издателство "Знание" ЕООД, БААМ, 24 – 25.
 27. Эдмондсон, Т. (1998). Практира екологии, Москва, "Мир", 161 – 182.
 28. Adams, R.M., Hamilton, S.A. and Mc Carl, B.A. (1986) - The benefits of pollution control. The case of ozone and U.S. agriculture. *Amer. J. Agric. Econ.*, 68, 886 – 893.
 29. Bennett, J.H. and C. Hill (1973). Inhibition of

apparent photosynthesis by air pollutants. *Journal of Environmental Quality*, 2, 526-530.

30. Fenger, J. (1985). Air pollution: an introduction. Teknisk Forlag A/S, Denmark.

31. Mayer, A., Muller, P. and Sembdner, G. (1987) - Air Pollution and Plant Hormones, *Biochem. Physiol. Plants*, 182, 1-21

32. Noyes, D.N. (1980). The cooperative effect of sulfur dioxide on photosynthesis and translocation in beans. *Physiological Plant Pathology*, 16, 73-79

33. Prinz, B. (1987). Causes of forest damage in Europe: Major Hypothesis and factors. *Environment*. 29 (9), 10-37

34. Saxe, H. (1991). Air Pollution. Introduction to

Environmental Management, Elsevier, Amsterdam – London – New York – Tokyo, 41 – 114.

35. Smith, W.H. (1981). Air pollution and Forests /Interaction between Air contaminations and Forest Ecosystems/, "Springer-Verlag", New York.

36. Wellburn, A. (1988). Air pollution and acid rain: The biological impact. Longman Scientific & Technical. England, 271.

37. www.moew.government.bg

38. http://greenpack.rec.org/bg/acidification/air_pollution/17-01-01.shtm

Забележка: Част от цитираните в т. 1.5.1. и 1.5.2. автори са дадени в списъка с използвана литература към раздел 3.

2. ВОДИ



2.1. Основни понятия

Вода, предназначена за питейно-битови цели е повърхностна или подземна вода в нейното природно състояние или след обработка, предназначена за пиене, приготвяне на храна и други битови цели, доставяна чрез водопроводна система или от цистерна, в бутилки, кутии или други опаковки, както и водите, използвани за производство на хранителни, лекарствени или козметични продукти или вещества, предназначени за консумация от човека, в случай че качеството на водата може да окаже влияние върху качеството на крайните продукти.

Воден режим е съвкупност от показатели, характеризиращи количественото и качествено състояние на водите във водните обекти и неговото изменение във времето и пространството.

Воден баланс е съотношение между валежите, оттока, изпарението и филтрацията, характеризиращо количественото състояние на водите по речни басейни или по водни обекти.

Воден обект е постоянно или временно съсредоточаване на води със съответни граници, обем и воден режим в земните недра и в естествено или изкуствено създадени форми на релефа заедно с принадлежащите към тях земи.

Води на сушата са всички стоящи или течащи води на повърхността на земята и всички подземни води откъм страната на брега от изходните линии, от които се измерва ширината на териториалното море.

Водни ресурси са повърхностните и подземните води, намиращи се във водните обекти, които се използват или могат да бъдат използвани.

Водностопански баланс е съотношението между наличните водни ресурси и нуждите от вода по време и място, определено с цел установяване възможностите за задоволяване потребностите от вода.

Водно тяло е самостоятелна и значима част от повърхностните или подземните води.

Водоносен хоризонт е един или повече водонаситени геоложки пласта/слоя или тектонски нарушена зона, имащи обща хидравлична свързаност, достатъчна порестост и водопропускливост, позволяваща приток и черпене на значителни количества подземни води.

Водни услуги са всички услуги за осигуряване на вода за домакинствата, обществените институции и за всяка стопанска дейност чрез водовземане, акумулиране, събиране в резервоари, обработка и доставка на повърхностни или подземни води, както и събирането, отвеждането и третирането с пречиствателни съоръжения на отпадъчните води, които след това се заустват в повърхностни водни тела.

Водовземане - обхваща всички дейности, свързани с отнемане на води от водните обекти.

Водопроводна мрежа е елемент на водоснабдителната система в урбанизираната територия, състоящ се от проводни и прилежащите им съоръжения за разпределение и транспортиране на водата до потребителите.

Водоснабдителна система е съвкупност от съоръжения за добиване на природни води, пречистването и/или обеззаразяването им до необходимото качество, съхраняването, транспортирането, разпределението и доставянето им до имотите на потребителите.

Водоползване са водните услуги заедно с всяка друга човешка дейност, свързана с отнемане на води, ползване на водни обекти и земеползване, за която при характеризирането на водните тела, извършено при условията на наредбите по чл. 135, ал. 1, т. 2 и 9 (ЗВ / 1999г.), е установено, че оказва значително въздействие върху състоянието на водите, и които се вземат предвид при изпълнението на икономическия анализ по чл. 192, ал. 2, т. 1. (ЗВ / 1999г.).

Възвратими води са частта от предоставените за използване води, която се връща обратно във водни обекти.

Добро състояние на повърхностните води е състоянието, постигнато за повърхностното водно тяло, при което и екологичното, и химичното състояние на водното тяло са най-малко "добри".

Добро състояние на подземните води е състоянието, постигнато за подземното водно тяло, при което и количественото, и химичното състояние на водното тяло са най-малко "добри".

Добро химично състояние на повърхностните води е химичното състояние на повърхностно водно тяло, в което концентрациите на замърсителите не надвишават установените стандарти за качество на околната среда.

Добро химично състояние на подземните води е химичното състояние на подземно водно тяло, което отговаря на условията, установени в наредбата по чл. 135, ал. 1, т. 2. (ЗВ / 1999г.).

Допустим добив е добивът при допустимото понижение на водното ниво, допустимите температурни изменения, допустимото качество на водите и допустимото въздействие върху околната среда.

Езеро е естествено водно тяло със стоящи повърхностни води, формирано във вдлъбната форма на релефа.

Екологично състояние на повърхностните водни тела е израз на качеството на структурата и функционирането на водните екосистеми, свързани с повърхностните води, класифицирани в съответствие с разпоредбите на наредбите за водите.

Екологично състояние на повърхностните води - определя се от състоянието на повърхностно водно тяло, оценявано по стойностите на биологичните

елементи за качество и на физикохимичните и хидроморфологичните елементи.

Екологичен потенциал за изкуствените или силно модифицираните водни тела - определя се от състоянието на тези тела, оценявано по стойностите на биологичните елементи за качество и на физикохимичните и хидроморфо-логичните елементи.

Експлоатационни ресурси на минералните води е допустимият и технически възможен средногодишен добив на минерални води.

Емисионна норма са стойностите на масата, изразена чрез определени специфични параметри, концентрацията и/или нивото на емисията, които не бива да бъдат превишавани през един или през няколко периода от време.

Естествени ресурси на подземните води са общото средногодишно подхранване на водоносния хоризонт.

Индивидуални емисионни ограничения са стойностите на масата, изразена с някои специфични параметри, концентрация и/или емисионно ниво, определени в разрешителните за заустване на отпадъчни води при прилагане на комбинирания подход, които не трябва да бъдат надвишавани през даден период от време.

Замърсяване е всяко пряко или непряко въвеждане във въздуха, водите или почвата в резултат на човешка дейност, на вещества или топлина, които могат да: а) бъдат вредни за човешкото здраве или за качеството на водните екосистеми, или на пряко зависещи от тях сухоземни екосистеми; б) причинят материални вреди; в) влошат или да възпрепятстват законоустановеното ползване на околната среда.

Земни недра е частта от земната кора, достъпна за човешка дейност.

Значима и устойчива тенденция на замърсяване на подземните води е всяко статистически значимо увеличаване на концентрацията на замърсител, група замърсители или показател за замърсяване, които представляват риск за околната среда.

Извори са естественото възходящо или низходящо, безнапорно или напорно изтичане на подземни води на земната повърхност.

Изкуствено водно тяло е повърхностно водно тяло, създадено в резултат на човешка дейност.

Канализационна мрежа е елемент на канализационната система в урбанизираната територия, състоящ се от проводи и прилежащите им съоръжения за отвеждане на отпадъчните води от потребителите до канализационните колектори извън урбанизираните територии.

Канализационна система е съвкупност от канализационни отклонения, улични канализационни мрежи в урбанизираните територии, отвеждащи колектори и пречиствателни станции или пречиства-

телни съоръжения, чрез които се извършва отвеждане на отпадъчните и/или дъждовните води от имотите на потребителите, пречистването им и при необходимост обеззаразяването им до необходимите качества и заустването им в съответния воден обект.

Комбиниран подход е регулиране на заустването на отпадъчни води в повърхностни водни тела чрез едновременно прилагане на най-добрите налични техники и/или емисионни норми при източника на отпадъчни води, от една страна, и изискванията за постигане на целите за качеството на водите в повърхностното водно тяло - приемник на отпадъчните води, от друга страна; в случаите на дифузни източници на замърсяване регулирането включва при необходимост и най-добрите екологични практики.

Местен водоизточник е всеки водоизточник, който може да се използва за пиене и/или водоналяване за питейно-битови нужди, но не е включен във водоснабдителната система на населените места или не се използва за самостоятелно (автономно) питейно-битово водоснабдяване на отделни обществени и производствени обекти, където постоянно или временно пребивават или работят хора.

Минерални води са подземните води от находищата, посочени в приложение № 2 към Закона за водите, а в останалите случаи, за които има издаден сертификат и/или комплексна балнеологична оценка от Министерството на здравеопазването и/или стопанска оценка от МОСВ.

Мониторинг на водите са измервания, наблюдения и оценки за определяне на състоянието на водите.

Наводнение е временното покриване с вода на земен участък, който обичайно не е покрит с вода, включително от реки, планински потоци и предизвикани от морето наводнения на крайбрежни райони; наводняването на земни площи от канализационни системи не е наводнение по смисъла на Закона за водите.

Наносни отложения са динамичен възобновяем запас от твърдия отток, отложен в речното легло по време на пълноводие, с едрина на зърната над 0,1 мм, съставени от неразтворими минерални и скални частици.

Непредвидими или изключителни са извънредни обстоятелства, причинени от природни бедствия или аварийни ситуации, чието настъпване не може да бъде предвидено и чиито последици не могат да бъдат предотвратени.

Непряко отвеждане на замърсители в подземните води е отвеждането в подземните водни тела на замърсители чрез филтрация през почвата или през зоната на аерация.

Опасни вещества са вещества или групи вещества, които са класифицирани като токсични, устойчиви и в състояние да се акумулират биологично, както и други

вещества или група от вещества, които предизвикват същата степен на безпокойство.

Питейна вода е вода за питейно-битови цели: а) в нейното природно състояние или след обработка, предназначена за пиене, приготвяне на храна и други битови цели, независимо дали е от повърхностен или подземен водоизточник или се доставя чрез водоразпределителна мрежа, от цистерна, в бутилки, кутии или други опаковки; б) използвана в хранително-вкусовата промишленост за производство, обработка, съхранение или продажба на продукти или суровини, предназначени за консумация от хора, с изключение на случаите, когато органите на ДСК са преценили, че качеството на водата не може да повлияе върху безопасността на готовия хранителен продукт.

Повърхностни води са водите на сушата, с изключение на подземните води, както и преходните води и крайбрежните морски води, освен по отношение на химичното състояние, в който случай се включват и вътрешните морски води и водите на териториалното море.

Повърхностно водно тяло е отделен и значим елемент от повърхностните води, като езеро, водоем, поток, река или канал, част от поток, река или канал, преходни води или пространство от крайбрежните води.

Подбасейн е територия от земната повърхност, от която посредством поредица от потоци, реки или езера целият повърхностен отток се влива в отделна точка от определено водно течение.

Подземни води са всички води, намиращи се под повърхността на земята във водонаситената зона, в пряк контакт със земните пластове.

Подземно водно тяло е отделен обем подземни води в рамките на един или няколко водоносни хоризонта, характеризиращ се с определено състояние на подземните води.

Ползване на водния обект е всяка дейност в него, която, без да е свързана с отнемане на водите му, притежава потенциал за въздействие върху режима на водите.

Праг на замърсяване на подземните води е концентрацията на замърсител, група замърсители или показател за замърсяване, при трайното превишаване на които се създава риск за непостигане на добро химично състояние на подземните води.

Пресни води са води, които в естествен вид имат ниско съдържание на соли и които могат да бъдат използвани за питейно-битово водоснабдяване.

Преходни води са повърхностни водни тела в близост до речните устия, които са полусолени, в резултат на тяхната близост до морските води, но които са значително повлияни от притока на пресни води.

Приоритетни вещества са вещества, които представляват значим риск за водната среда или чрез

нея са токсични за хората и екотоксични за водните екосистеми и свързаните с тях сухоземни екосистеми и които са определени в съответствие с чл. 16 и приложение № 10 към Директива 2000/60/ЕС на Европейския парламент и Съвета.

Пряко отвеждане на замърсители в подземните води е отвеждането в подземните водни тела чрез изливане или нагнетяване на замърсители без филтриране през почвата или през зоната на аерация.

Район за басейново управление е област от територията на земната повърхност или морето, съставена от един или повече граничещи си речни басейни заедно с прилежащите им подземни и крайбрежни води;

Регулиране на емисиите е специфично ограничаване на емисиите чрез определяне на емисионни норми или чрез определяне на ограничения или условия за въздействията, естеството им или други характеристики на емисиите или условията на експлоатация, които въздействат върху емисиите.

Река е вода на сушата, която в по-голямата си част тече на повърхността на земята, като в част от своето течение може да преминава и под повърхността на земята.

Речен басейн е територията от земната повърхност, от която посредством поредица от потоци, реки и езера целият повърхностен отток се влива в морето в единствено речно устие, естуар или делта.

Речно легло е елемент от релефа, по който временно или постоянно се формира повърхностно водно течение и включва речно корито и крайбрежните заливаеми ивици.

Силно модифицирано водно тяло е повърхностно водно тяло, чиито характеристики са съществено изменени в резултат на физични промени от човешка дейност.

Собствени потребности на гражданите са потребностите от вода за домакински цели, както и за водопой на животни и за поливане в границите на собствения имот, с изключение на потребностите от вода за извършването на стопанска дейност и упражняване професия или занаят.

Стандарт за качество на околната среда е концентрацията на определени замърсители или група замърсители във водата, седиментите или живата част на екосистемата, която не трябва да бъде превишавана с цел опазване на човешкото здраве и околната среда.

Стандарт за качество на подземните води е стандартът за качество на околната среда, изразен като концентрация на конкретен замърсител, група замърсители или показател за замърсяване на подземните води, които не трябва да бъдат превишавани, с цел опазване на човешкото здраве и околната среда.

Състояние на повърхностните води е общ израз

за състоянието на повърхностно водно тяло, определено от по-лошото от екологичното и химичното му състояние.

Състояние на подземните води е общ израз на състоянието на подземно водно тяло, определено от по-лошото от количественото и химичното му състояние.

Трансгранични води са повърхностни или подземни води, които пресичат границата между Р България и една или повече съседни държави.

Управление на водите включва дейностите по използване, опазване и възстановяване на водите, както и дейностите по предпазването от вредното им въздействие.

Устие е всяко място, където воден поток зауства в друг воден поток, езеро или море.

Химично състояние на повърхностните и подземните води - определя се от степента, до която водните тела или група от водни тела са замърсени.

2.2. Водни ресурси на България

Водните ресурси на България са незначителни /около 20,1 млрд.м³/ . Тяхното количество се определя от структурата и динамиката на влагооборота /водния баланс/ в речните системи. Той се характеризира със сравнително ограничено овлажнение /690 mm или 76,5 млрд.м³/, интензивно изпарение /514 mm - 57 млрд.м³/ и малък речен отток /176mm - 19 млрд.м³/ . Тази неблагоприятна водно балансова структура произтича от географското положение на България, специфичната атмосферна циркулация и разнообразната ландшафтна структура. Освен, че са незначителни /по водни ресурси на човек от населението България се нарежда на последно място между страните на Балканския полуостров/, водните ресурси са и неравномерно разпределени по територията на страната. В Северна България се формира средногодишно водна маса в размер на 7,54 млрд.м³, а в Южна България тя е 13,7 млрд.м³. Най-голям е оттокът на р. Марица - 3,74 млрд.м³, Струма - 2,65 млрд.м³ и др. Най-голяма е водната маса в Югозападна България - 28,9 % от оттока на страната, а най-малка в Североизточна България - 6,8% от оттока на страната.

От водните ресурси на страната към Егейски басейн се оттичат 12,2 млрд.м³, директно към Черно море - 2,31 млрд.м³, а към р. Дунав - 6,42 млрд.м³. Безвъзвратните загуби на водни ресурси вследствие на напояването и други причини възлизат на 2,52 млрд.м³. Основната част от речния отток /81,3%/ се формира на територията на планините и хълмистите части на страната. Площта им е 56,915 km² /51,2% от цялата площ/. Естествените езера заемат 0,09% от площта на страната. Сумарният обем водна маса на Черноморските езера е 0,223 млрд.м³, на ледниковите -

0,011млрд.м³, на карстовите, тектонските, крайречните и свлачищните - около 0,044 млрд.м³. Или общият завирен обем прясна водна маса в естествените езера е 0,064млрд.м³ /1% от сумарния обем/. Със солената вода техният обем е 4,1% от сумарния обем на язовирите. Следователно водните запаси на естествените езера в страната нямат значимо общонационално значение, а само местно. В язовирите средногодишно се завирява около 6,66 млрд.м³ /33% от потенциалният воден ресурс на страната/. Годишно в тях се регулира 8 млрд.м³ водна маса /40% от водните ресурси на страната/.

Подземните водни ресурси са съставна част от водните ресурси на страната /44% от общите водни ресурси/, а експлоатационните са 16% от общите водни ресурси. Средният многогодишен обем на подземните водни ресурси за страната е 9,485 млрд.м³, но експлоатационните запаси са 3,31 млрд.м³, без запасите от реките, които е възможно да се привлечат. Те също неравномерно са разпределени по територията на страната. В Северна България се формира 4,939 млрд.м³, но по отделните поречия те са разпределени твърде неравномерно. (www.geografia.kabinata.com/05.htm)

2.3. Видове води

2.3.1. Подземни води

Подземните води представляват важно звено във водния баланс на страната. Според условията за формирането им те се делят на *грунтови* и *артезиански*. Към артезианските води се отнасят и минералните води, които твърде често са обект на отделни проучвания. Като отделна категория се разглеждат и *карстовите* води, които по начин на залягане могат да бъдат както грунтови, така и артезиански. Но поради специфичните условия за формирането им, подземна циркулация и хидрохимични характеристики се обособяват като отделна категория.

Грунтови води са водите, които се формират в първия водоносен хоризонт под земната повърхнина, поради това те не са напорни. Техният режим се обуславя от режима на валежите и повърхностно течащите води. Най-благоприятни условия за формирането им съществуват в заливните речни тераси и наносни конуси. Общата площ на заливните речни тераси е 5704 km², като 806 km² от нея се падат на заливната тераса на р. Дунав и крайдунавските низини. Общият годишен воден обем възлиза на 8,130 млрд.м³, а само за крайдунавските низини - 2,3 млрд.м³.

В режима на грунтовите води се установяват две ясно изразени фази - на ниско и на високо ниво. Фазата на високо ниво във Горнотракийската низина, Задбалканските котловини и Черноморското крайбрежие

обхваща периода февруари - май, а в Дунавската равнина, долината на р. Места и р. Струма в този период се включва и юни. Фазата на ниско ниво включва периода юли-декември. Средномесечният максимум настъпва през март, а средномесечният минимум през септември и октомври.

Напорни /артезиански/ води. Водите формирани между два водонепропускливи хоризонта се наричат напорни води. Разпространени са в Мизийската платформа /Ломска падина, Искърско-Витско понижение и по всички склонове на Севернобългарското сводово издигане/. В Предбалкана няма големи артезиански басейни. В Старопланинската зона артезиански води са образувани в източния дял на планината - Лудокампийския антиклинорий. В Средногорската зона са обособени два артезиански басейна - Софийски и Бургаски. В Горнотракийската низина артезиански води са формирани в палеогенските и плиоценски наслаги на Пловдивското поле, Източномаришкият въглищен басейн, Хасковското и Свиленградското полета. Артезиански структури са обособени в Радомирската и Кюстендилската котловини.

Минерални води. Това са водите които оказват благоприятно физиологично въздействие върху човешкият организъм с разтворените в тях соли, газове, редки елементи, повишена температура и др. Те могат да бъдат както студени, така и топли, както с висока, така и с ниска минерализация. Страната ни е много богата на минерални води /след Испания, Франция, Италия, Германия, бившата Югославия, Чехия и Словакия/. Известни са около 140 естествени находища с над 700 минерални извори.

В зависимост от *термичното ниво* минералните извори се подразделят на:

- хладни /хипотермални с температура до 20°C/;
- топли /от 20-37°C/;
- горещи /хипертермални с температура над 37°C/.

Хладните минерални извори са пръснати по цялата територия на страната - Наречен /Асеновградско/, Шипково/Троянско/, Овча купел/София/, Смочан /Ловешко/, Вонеща вода /Габровско/, Меричлери /Симеоновградско/ и др.

Хипотермалните и хипертермални води се обединяват под общото понятие термални води. Те съставляват по-голямата част от минералните води в България. Характерното за техните находища е наличието на много извори, както и значителните колебания в термичното ниво /от 20 до 100°C/. С най-висока температура е минералният извор при Сапарева баня. По-голямата част са с температура над 38°C. Дебитът им варира от 1000 l/s до 2400 l/s. Характеризират се със слаба минерализация. Известни термални извори в Стара планина са при Вършец, Бързия, Монтана, Лакатник, Оплетня, в

Софийското поле - Баня, Горна Баня, Княжево, Овча купел, София, Панчарево и др., в Средногорието - Стрелча /40°C/, Хисаря /49,5°C/, Баня /51,1°C/, Павел баня /54,6°C/, Старозагорски бани /45,8°C/, по долината на р. Струма - Благоевград, Симитли, Сандански, Левуново и Марикостиново, по долината на р. Места - Баня /56°C/, Добринище /43°C/ и с. Елешница /56°C/.

Карстови води. Тези води се образуват при попадане на атмосферни води в подземни варовикови скали. При стичане на водата по първично обусловените от разломността на скалите цепнатини тя ги изветря химично, разширява ги и увеличава пропускателната им способност. Химичното съдържание на водите определя степента им на агресивност и въздействие към скалите. За първи път тези явления са проучени в областта Карст - Югославия. За това всички такива форми е прието да се наричат карстови, а циркулиращите в тях води - карстови води.

Най-значителните карстови извори са Девненските с дебит 3700 l/s. В Предбалкана са образувани значителен брой карстови басейни - Белоградчишки, Салашки, Пъстрински, Владимировски, Каменополски, Търновски, Преславски. Между р. Малък Искър и р. Вит извира най-големият карстов извор в страната - Глава Панега с дебит 4600 l/s. В Стара планина най-големия са Искрецките карстови извори с дебит 2920 l/s, в Западна Стара планина са изворите Лакатнишкият /дебит 660 l/s и Скакля /с дебит 255 l/s. Карстови извори в Средногорската област са малко на брой. Изключение правят карстовите извори в Странджа - извора Катун /дебит 258 l/s, южно от с.Звездец/, Докузак /300 l/s, между с.Стойлово и Малко Търново/. Рило-Родопската област също е богата на карстови извори. В Западните Родопи по-големи карстови извори са Клепуза /640 l/s/, Вриса /744 l/s/, при с. Беден, Бралата /250 l/s/, при Смолян, Хубча /448 l/s/ и др. (www.geografia.kabinata.com/05.htm).

2.3.2. Повърхностни води

2.3.2.1. Реки

Речна мрежа. Гъстота на речната мрежа. Характерът на климатичните условия, особеностите на геоложкия строеж и значителното разнообразие на земеповърхностни форми, определят разпределението и гъстотата на речната мрежа. Малкият териториален обхват на България и непосредствената и близост до р. Дунав и Черно море, заедно с положението на Стара планина и близостта и до Егейско море са предпоставка за образуване на къси речни артерии и малки речни системи. С най-голяма гъстота на речната мрежа / > 2 km/km² / се очертават отделни места по северните склонове на Стара планина, Огражден, Влахино, Осогово. Със средна гъстота / 0,5 – 1 km/km² / са нископланинските и

хълмисти територии, характеризиращи се с малка зелесеност и по-малки валежи. С най-малка / 0,5 - 1 km²/ се характеризират крайбрежните низини, Дунавската равнина, Задбалканските полета. Това са райони с плосък релеф, способстващ за значителна инфилтрация и значително по-слаби валежи.

Характеристика на по-големите речни басейни. Черноморски отточен басейн.

Искър. Най-дългата река в България /368 km/, вливаща се в р.Дунав, извира от Рила планина. За начало на реката се приема Черни /Прави/ Искър. Реката протича през Самоковската котловина, където приема десния си приток Боровецка Бистрица и левия приток - р.Палакария. Препминава през Червеноградски и Урвички проломи и навлиза в Софийското поле. Между гр.Нови Искър и с.Лютиброд реката протича през живописния Искърски пролом. След с.Чомаковци тя протича в Дунавската равнина и северозападно от с.Байкал се влива в р. Дунав.

Останалите притоци на р. Дунав извират от билните части на Стара планина - реките Лом, Огоста, Вит, Осъм, Янтра. От тях с голяма водосборна площ се отличава р. *Янтра* /дълга 258 km и площ - 7862 km²/. Тя събира водите си от Калоферския, Шипченския, Елено-Твърдишкия дялове на Стара планина. Проломява Търновска планина в Предбалкана и протича по живописен пролом. Приема притоците си Росица и Лефеджа. Между селата Самоводене и Вардим реката меандрира в пределите на Дунавската равнина.

Директно вливащите се в Черно море реки събират водите си от най-източните части на Дунавската равнина, Предбалкана, Стара планина и Странджа. Това са: *Батовска, Девня, Провадийска, Камчия, Двойница, Факийска, Изворска, Ропотамо, Дяволска, Карагагач, Велека и Резовска*. Общата площ на басейните съставлява 12% от водосборните басейни на страната. Река *Камчия* е най-дългата /245 km/ и най-голяма по водосборна площ /5358 km²/ река. Водосборният ѝ басейн обхваща значителни площи от Източна Стара планина и Предбалкана. За начало се приема р.Голяма Камчия, която събира водите си от Лиса планина под името Тича. Препминава през Преславския пролом, по-на изток приема притока Луда Камчия и до вливането си в Черно море тече под името Камчия.

Егейски отточен басейн. Най-голямата българска река в обсега на Егейския отточен басейн е р. *Марица* /дълга 321 km и площ - 21084 km²/. Води началото си от Маричините езера в Рила. При с.Радуил достига подножието на планината след което протича през Долнобанската котловина, където приема притоците си р.Ибър и р.Стара, препминава през Моминоклисурския пролом, където приема водите на р.Крива и р.Яденица. При Белово навлиза в Горнотракийската низина, където приема редица притоци. Левите притоци на реката

събират водите си от Стара планина и Средногорието. Това са реките - Тополница, Луда Яна, Пясъчник, Стряма, Омуровска, Съзлийка и др. Десните и притоци събират водите си от Родопите и по-големите от тях са: Чепинска, Стара, Въча, Чепеларска, Харманлийска.

Водосборният басейн на р. *Арда* обхваща част от Западни Родопи и по-голямата част от Източни Родопи. Реката извира от северното подножие на Ардин връх, протича до Ивайловград, където напуска пределите на страната ни. По-големи леви притоци са реките Черна, Малка Арда, Боровица, Пернек, а десни - Върбица и Крумовица.

Река Тунджа /дълга 350 km и площ 7884 km² /е най-пълноводният приток на р. Марица (Фигура 2.1). Извира от Стара планина /югоизточното подножие на връх Ботев/. Меандрира през Межденицкия пролом и навлиза в просторното Сливенско поле. Приема левия си приток р.Мочурица. В Ямболското и Елховско поле приема редица притоци. След протичането и през Сремския пролом тя навлиза в пределите на Турция.



Фигура 2.1. Изглед от река Тунджа (www.didito80.snimka.bg/nature/yazovir-jrebchevo-i-reka-tundja)

Река Места /дълга 126 km и площ - 2767 km²/ извира от Рила. За начало се приема р.Бяла Места. Протича през Разложката котловина, образува пролома Момина Клисура, протича през Гоцеделчевската котловина и навлиза в Хаджидимовския пролом. По-значителни десни притоци са реките Белишка, Изток, Добринишка, Туфча и Мътница, а леви - Златарица, Матандере, Канина, Сатовчанска Бистрица.

Река Струма е една от най-големите реки в България /дълга 290 km и площ - 10797 km² /. Води началото си от Витоша. Препминава през редица котловинни полета и проломи. Нейни десни притоци са реките Конска, Светля, Треклянска, Лебница, Стара и др. и леви - Джерман, Бистрица, Рилска, Благоевградска Бистрица и др.

Речен режим. Модул на оттока. Разпределението

на оттока през годината е главна характеристика на отточния режим. За България се установяват две отточни фази - *пълноводие* и *маловодие*. Пролетното пълноводие е характерно за областта с континентални климатични влияния, а зимното пълноводие за областта със средиземноморско климатично влияние. Фазата на маловодие е добре изразена фаза в отточния режим.

Най-малките средномесечни водни количества се проявяват през периода август-октомври. Това е период, характеризиращ се със слабо овлажнение, голямо изпарение и намаляване на подхранването на реките с подземни води. Само във високопланинските части средномесечният минимум настъпва през зимните месеци.

Във връзка с различните източници на подхранване и разнообразен режим реките в България могат да бъдат групирани в 4 групи:

- реки със преобладаващо снежно-дъждовен режим /реките във високопланинския и планински пояс на Западна Стара планина, Средна Стара планина, Рила, Пирин, Западни Родопи/. Характеризират се с пролетен максимум и лятно-есенен и зимен минимум;
- реки с дъждовно-снежен режим /реките от средно високия и хълмист пояс на Дунавската равнина, Предбалкана, Стара планина, Средногорието, Крайщето и др/. Това са реки с пролетен максимум и лятно-есенен минимум;
- реки с дъждовен режим /реките от източната половина на Забалканските котловини, Горнотракийската котловина, Тунджанската област, Черноморското крайбрежие и др/. Характеризират се с есенно зимен максимум и лятно-есенен минимум;
- реки с карстов режим /реките подхранващи се с водите на карстовите извори или басейните им са развити в области с широко разпространени карбонатни скали/.

Модул на оттока. Показателят е количествена характеристика на речния отток и дава представа за водността на водосборите. Това е особено важна характеристика при проектиране на хидротехнически съоръжения и използването на речните води. Той е във връзка с надморската височина. С най-малък модул на оттока се характеризират Добруджа и Лудогорието, Черноморското крайбрежие, северните райони на Дунавската равнина и Горнотракийската низина /0,5 - 1 l/s/m²/. А най-голям е модулът на оттока в планинските територии / между 30 -40 l/s/m²/.

Хидроложки области. На територията на страна във връзка с особеностите на формиране и режим на речния отток се обособяват две хидроложки области област със средиземноморско климатично влияние и област с континентално климатично влияние. *Първата област* обхваща югоизточната част на страната и заема площ 28 507 km² /27,7% от територията на

страната/. В тази област се формират около 1/5 от водните ресурси /3810 млрд.м³/. Тя обхваща част от Източна Стара планина /басейните на реките Луда Камчия, Хаджийска и Двойница/, почти цялата Горнотракийска низина, Бургаската низина, Странджанската нископланинска област и Източни Родопи. В различните части на областта степента на средиземноморското климатично влияние е различна. Най-силно е то в Източни Родопи, където е и най-високият модул на оттока - 13,3 l/s/m² и Странжинския район - 9,28 l/s/m². Горнотракийската и Бургаската низини са с най-нисък модул - 2,94 l/s/m². Речният режим се характеризира с зимен максимум на оттока, като в Източна Стара планина, поради проявата на двете климатични влияния се забелязва почти изравняване на зимния и пролетния отток.

Областта с континентално климатично влияние обхваща по-голямата част от територията на страната / 72,3% /. В нея условията за формирането и режима на оттока са по-разнообразни. Поради това тя се разделя на две подобласти - *равнинно-хълмиста и планинска. Равнинно-хълмистата подобласт* обхваща Дунавската равнина, Предбалкана, Средна гора. Водния баланс се характеризира с малки валежни суми и големи разходи в изпарение. В резултат средният отточен модул е нисък - 2,84 l/s/m², а водните обеми малки /4 885 млрд.м³/. *Планинската подобласт* заема площ 30 214 km² и обхваща западната и централна част на Стара планина, Рила, Пирин Западните Родопи, Влахинско-Беласишката планинска редица, високо-котловинната област. В нея има благоприятни условия за формиране на речен отток. Средногодишният модул е над 10 l/s/m², а годишния обем на водните ресурси - 10303 млрд.м³. С най-голям средногодишен отточен модул се характеризира Рило-Пиринския район - 14,23 l/s/m², следван от Стара планина - 13,50 l/s/m² и Западно Родопския - 11,53 l/s/m². Най-малък е отточния модул в Крайщето 5,09 l/s/m². (www.geografia.kabinata.com/05.htm)

2.3.2.2. Езера

Естествени езера. Естествените езера /крайморски, ледникови, карстови, свлачищни, крайречни и тектонски/ в България са съсредоточени по Черноморското крайбрежие и р. Дунав и във високопланинските части на Рила, Пирин. Характеризират се с малка площ и обем.

Крайморските езера /лагуни и лимани/. По местоположение и хидрографски особености те се обособяват в три групи: Добруджанска /Дуранкулашкото, Езерецко, Шабленско, Шабленска тузла, Наневска тузла и Балчишка тузла/, Варненска /Варненско и Белославско/ и Бургаска /Бургаско, Атанасовско, Мандренско и Поморийско, Алепу, Аркутино и Стомопло/. Най-големи

са Бургаското езеро /27,6 km²/ и Варненското /17,4 km²/, а най-дълбоки са Шабленското езеро /9,5 m/ и Езерецкото /9 m/. По обем най-голямо е Варненското езеро /165,5 млн. m³/, като то е и най-голямото в България естествено езеро.

Режимът на лиманните езера е в тясна връзка с климатичните условия, морфографските особености, проточността и др. В режима на езерните води се очертава период на пълноводие през пролетните месеци /средномесечен максимум през май/ и период на маловодие през лятно-есения период /средномесечен минимум през октомври/. Лиманните езера се характеризират със соленост от 1-2‰ /Добружанска езерна група/ до 11-12‰ /Варненска езерна група/. Соленостна стратификация се наблюдава само при Варненското езеро, където солеността е най-голяма в средните слоеве. Средногодишната температура на повърхностния слой се изменя от 12,2°C до 13,4°C. При по-дълбоките езера се наблюдават и термични стратификации, характерни за отделните сезони.

Лагунните езера и блатата са разположени почти успоредно на брега и имат овална форма. Най-голямата по площ е Атанасовската лагуна /16,9 km²/, Подхранват се главно с морски води и поради това се характеризират с голяма соленост /в края на лятото тя достига до 90-160‰/. Тези езера се използват за добив на сол и за лечебни цели.

Ледниковите езера са образувани в резултат дейността на ледниците през кватернера във Рила и Пирин. Наброяват около 260 езера. Заемат дъната на циркусите, циркусните тераси и трогови долини и са разположени на височина 2000-2600 m. Най-високо разположено е Горното Полежанско езеро в Пирин /2710 m/, а най-ниско е разположено езерото Локвата /1858 m/. Най-често езерата са с закръглена или елипсоидна форма с малка дължина и ширина. Най-дълго е Горното Рибно езеро в Рила /801 m/. Повечето от половината езера са с площ под 10 дка /най-голямо е Спрудливото езеро - 212 дка в Рила, а в Пирин - Поповото езеро - 112 дка/. Преобладават езерата с максимална дълбочина от 2-5 m /най-дълбоко е езерото Окото в Рила - 37 m/. Ледниковите езера дават началото на реките Марица, Джерман и др. По известни езера в Рила са Седемте езера, Маричините, Урдините, Рибните и др., а в Пирин - Василашките, Поповите, Влахинските, Бъндеришките и др.

Тектонските езера са образувани чрез потъване на части от земната повърхност по разседа и флексури. По значителни езера са Скаленското /Стидовски дял на Източна Стара планина/, Купенското /Средна Стара планина/, Паничище /Северозападна Рила/ и Рабишкото. Най-голямо е Рабишкото езеро, което е превърнато в язовир. То е разположено на границата между Предбалкана и Дунавската равнина.

Карстови езера са малко на брой. Образувани са в

повърхностни и подземни карстови негативни форми - най-често в затлачени понори. Голяма част от тях днес са пресушени. Най-големи са езерата Дедевец /площ 21 дка/ и Геранище /12 дка/. През лятото Сухото езеро пресъхва. Езерата в Деветашкото плато са около 20 на брой.

Крайречни езера и блатата са образувани чрез преграждане или откъсване на речните меандри от речните легла и запълването им с вода. В миналото е имало голям брой езера и блатата не само покрай р. Дунав, но и покрай вътрешните реки. Голяма част от тях са пресушени и днес единственото по-значително езеро е Сребърна. Разположено в Айдемировската низина, то е с намалени размери /2,5 km²/ и максимална дълбочина - 2 m.

Свлачищни езера се образуват в районите с активно развити свлачищни процеси. Типични свлачищни езера са разположени по Черноморското крайбрежие /северно от гр. Варна около Аладжа манастир/. Смолянските езера са разположени на обширно свлачище северно от гр. Смолян. Съставени са от три големи и няколко по-малки езера. Няколко свлачищни езера се намират в долината на Чаирдере в горното поречие на р. Вълча и на югоизток от с. Нанево /Добричко/ (www.geografia.kabinata.com/05.htm).

2.3.2.3. Язовири

Язовирите представляват изкуствени езера за регулиране на речните води с оглед тяхното рационално използване. В България са изградени над 2200 язовира с максимална сумарна вместимост около 7 млрд. m³. Над 97% от язовирите са с пълен обем под 10 млн. m³, а само 0,1% - над 500 млн. m³. Разпределени са неравномерно по територията на страната. Най-голям е техният брой в Стара планина - 470 и Рило-Родопската област - 370 (Фигура 2.2).



Фигура 2.2. Язовир Копринка (www.bg.wikipedia.org/org/wiki/.jpg)

2.4. Използване на водите в България

Общото водопотребление в страната възлиза на над 10 млрд.м³ /около 50% от водните ресурси на страната/. Основните водопотребители на вода са питейно-битовото и промишлено водоснабдяване, напояването и електроенергетиката. За питейно-битово водоснабдяване се подават около 0,788 млрд.м³, а полезно се използват 0,6533 млрд.м³. Водопотреблението на жител на ден е около 203 l. По този показател страната ни се нарежда между високоразвитите страни. Основно се използват подземни води, а в отделни случаи и отделни речни води, чрез изграждане на язовири и водохващания. За промишлено водоснабдяване се използват 1,95 млрд.м³ вода, като водата питейни качества е около 30%. За напояване се изразходват 3,44 млрд.м³ вода.

Хидроенергийният потенциал на България е 21 млрд.квт/ч, но технически използваемият е 14,4 млрд.квт/ч. В страната са изградени 97 ВЕЦ, но работят 87 ВЕЦ. Тяхната мощност е 20% от инсталираната електрическа мощност на страната. Делът на произведената от ВЕЦ електроенергия непрекъснато спада. (www.geografia.kabinata.com/05.htm).

2.5. Екологични проблеми породени от използването на водите

Основният проблем е неефективното използване на водните ресурси. Така например голям е делът на използваната в промишлеността вода с питейни качества, над нормата /около 10% / са и загубите на вода поради неизправност във водопроводните мрежи, около 10% от питейните води се използват за поливане в дворовете. Общо за промишлеността се изразходва почти два пъти повече вода, отколкото в напредналите в промишлено отношение страни. Загубата на неоползотворена водна маса в напояването достига до 40-50% от подадената водна маса, поради остарелите методи на поливане, морална и физически износеност на напоителните системи, ниска производителност, недостатъчно внедряване на научно-техническия прогрес и др. Едновременно с това се наблюдава и трайна тенденция на влошаване качествата на водните ресурси. Главни замърсители на речните води са промишлените предприятия /целулозно-хартиената, химическа, консервна/, отпадъчните води от населените места и животновъдните ферми. Обикновено участват с критично замърсяване са долните течения на реките /напр. Огоста- след с.Сараево, Вит - след Долна Митрополия, Янтра - след Габрово, Русенски Лом - след Разград, Провадийска - след Провадия, Камчия - след Търговище, Айтоска - преди устието, Марица - след Хасково, Струма - преди устието и др./.

Пресните подземни води в Бургаската низина, Варненско, Старозагорското поле, Разградско показват замърсяване по отношение на съдържанието на хлориди, сулфати, нитрати, обща минерализация. Замърсяването с нитрати и сулфати е в резултат на нерационалното торене на обработваемите площи. Водите на р.Дунав показват замърсяване след градовете Видин, Свищов и Русе, но основно реката се замърсява от притоците в българския участък. Трябва да се подчертае, че основно качествата на дунавските води се формират над българския участък от реката.

Поради всички тези причини, както и недостатъчните водни ресурси на страната доведоха до все по-задълбочаващата се тенденция към намаление на водните ресурси на страната. Тази тенденция доведе до режим на водоползване, който се прилага в 23% от градовете и 16% от селата. Особено засегнати са областите Ловешка, Монтана и др. Недостига на водни ресурси доведе до необходимостта от прехвърляне на води от едно поречие в друго и дори от един район в друг. Много често тези проекти не дооценяват достатъчно последиците за природната среда от това вмешателство. Тези последици могат да бъдат много тежки и да доведат до необратими промени, особено в планинските райони на страната.

Основната посока за подобряване на екологичното състояние на водите у нас е тяхното рационално използване, а именно въвеждане на обратното водоснабдяване, на внедряване на маловодни и безводни технологии и използване на пречистени отпадъчни води. Всичко това ще доведе до значителна икономия на вода. Не на последно място е и законовата база на страната за опазване на природните води, като част от природната среда. (www.geografia.kabinata.com/05.htm).

2.6. Физико-химични показатели на водите

Качеството на водите се определя чрез органолептични, физикохимични, сборни, радиологични и микробиологични показатели. Основните показатели, характеризиращи качеството на природните повърхностни и подземни води в даден регион или населено място са: киселинност, алкалност, ХПК (Химична потребност от кислород), БПК (Биохимична потребност от кислород), електропроводимост, разтворен кислород, общ органичен въглерод, общ азот, общ фосфор, съдържание на някои йони и тежки метали.

Измененията на качествата на водите във времето и пространството зависят от много фактори като физико-географските условия, състава на почвата, антропогенното въздействие, хидро-физичните, хидро-химичните и хидро-биологичните процеси във водоизточниците.

Основни показатели, характеризиращи качеството на природните води.

Киселинността се асоциира с капацитета на водата да неутрализира OH^- йони. Повишената киселинност засилва корозионното действие на водата, което води до повишаване на съдържанието на някои метали и риск за здравето на живите организми. Понижаването на pH на водите под допустимите стойности се дължи на дъждовните и отпадъчните води от различни промишлени производства. CO_2 от тропосферата реагира с водата и формира CO_3^{2-} и HCO_3^- йони, предизвикващи т. нар. естествена киселинност на дъждовните води.

Алкалността се интерпретира със способността на водата да неутрализира киселини и е мярка за буферния ѝ капацитет. Основните източници на алкалност са калиеви, калциеви, натриеви и магнезиеви карбонати, бикарбонати и хидроксиди. Алкалността е от съществено значение за водните екосистеми, тъй като тя предпазва средата от резки изменения на стойността на pH.

Електропроводимостта е мярка за общото количество разтворени твърди вещества и концентрацията на йоните в изследваната вода. Стойността на този параметър зависи правопрпорционално от концентрацията на йоните, температурата на средата и йонната сила. От аналитична гледна точка, измерването на този показател спомага за бързо идентифициране на изменения в качеството на питейните води, определяне на точния обем на пробите, необходими за други химични анализи, и количеството на химичните реагенти, които ще се добавят (Karavoltsov et al., 2008).

Твърдостта на водата се дължи на наличието на поливалентни метални катиони (Ca^{2+} и Mg^{2+}), от разтворените във водата минерали. Твърдата вода не представлява риск за живите организми. Тя е нежелана повече поради икономически и естетични причини - образуването на отлагания по повърхностите или до устойчивост при действието на сапун и други детергенти. Установено е силно влияние на твърдостта на водата върху токсичното действие на специфични метали (Be, Cd, Cu, Zn) чрез някои от следните механизми: конкурентост между металните катиони, предизвикващи твърдостта и токсичните метали за свободни биологични центрове, модифициране на биологичните процеси или разтворимостта (Park et al., 2009).

Количеството на разтвориения във водата кислород зависи от температурата, атмосферното налягане, турбулентността и химичния състав на водата. Кратките периоди на анокси условия могат да бъдат фатални за водните организми. Оптималната стойност на показателя в естествени водоизточници трябва да бъде около 5-6 mg/dm³. В литературата са

познати няколко начина за измерване на концентрацията на разтвориения във водата кислород – титруване, специални уреди и сензори, тест на *Winkler* и др. (Yoo et al., 2009).

Азотът е жизненоважен елемент за метаболизма на живите организми и неделима съставна част на протеините, но високата му концентрация във водните системи предизвиква нежелани последствия върху водната флора и фауна, качеството на водите и здравето на човека. Той присъства във водите под формата на NO_3^- , NO_2^- , NH_3 и NH_4^+ .

Показателят *общ азот* е сума от общия азот по *Kjeldahl* (органичен и редуциран), амоняк и нитрат-нитрити. Евтрофикацията като процес на обогатяване на повърхностните води с биогенни елементи, води до прекомерен растеж на водорасли и макрофити, което е причина за изчерпване на количеството разтворен кислород, повишена смъртност на аеробните водни организми, нарушаване на биоразнообразието, органолептични проблеми, повишаване на разходите за пречистване и синтезиране на токсични съединения (Georgieva et al., 2010a). Повишеното съдържание на нитрати във водите се дължи на употребата на синтетични торове, пестициди и лоша хигиена. Високите стойности на този показател са причина за заболяването метаксемоглобинемия. Друг рисков фактор е ендегенната редукция на нитратите до нитрити и последващо нитрозиране на нитритите до N-нитрозо-съединения, които са потенциални канцерогени.

Показателят *общ амоняк* показва общата концентрация на NH_3 и NH_4^+ . Токсичното действие на амоняка във водите е широко изследвано: непълната му нитрификация повишава съдържанието на токсични нитрити; в резултат на свойството му лесно да се свързва с хлор, нуждата от хлор при процесите на дезинфекция нараства, а оттам и количеството на мутагенните дезинфекционни междинни продукти. През последните години широко прилагани методи за отстраняване на NH_4^+ -N от води са биопроцеси в биореактори с флуидизиран пълнеж, мембранни биореактори, биоокисление и биофилтруване. Като най-ефективен се е доказал комбинираният процес нитрификация/денитрификация (You et al., 2009).

Фосфорът съществува във водна среда под формата на фосфати, ортофосфати, полифосфати и органичен фосфор. Параметърът, който се използва за определяне качеството на водите по този показател е *общ фосфор*. Основният негативен ефект от високото съдържание на P във водите е явлението евтрофикация. Сред методите за отстраняване на фосфати широко приложение намират: химическо утаяване, обратна осмоза, електродиализа, филтруване, адсорбция (Xiong et al., 2008).

Сулфатните йони са естествен компонент на

природните води (разлагане на листна маса), попаднали чрез промишлени отпадъчни води, селскостопанската дейност или отложени от атмосферата. Сярата е основен биогенен елемент за растенията. В серния цикъл участват атмосферен SO_2 , сулфити (SO_3^{2-}) и сулфиди (S^{2-}). Проблемите, свързани с високо съдържание на тези съединения произлизат от: способността им да формират силни киселини; участието им в процеси на утаяване и комплексобразуване влияе върху разтворимостта на металите. Препоръчаната от Световната Здравна Организация норма за съдържание на сулфати във водите за питейни цели е под 250 mg/dm^3 (Benatti et al., 2009). За определяне на концентрацията на SO_4^{2-} се използват турбидиметрия, колориметрия, титрувални методи, йонна хроматография, нефелометрия и др.

Хлоридите са основни неорганични компоненти, съдържащи се в природните води. По отношение на подземните води, хлоридите се съдържат в някои минерали, но преди всичко в седиментните депозити на разтворими соли (NaCl , KCl , CaCl_2 , MgCl_2 и др.). Антропогенните източници на тези неорганични съединения включват: селскостопански продукти (животинска тор, синтетични торове и обратни потоци

при напояване); инфилтрати от нефтени находища; канализационни води; сметитни инфилтрати; промишлени отпадъчни води; соли, използвани за антиобледеняване; интрузия на солени води и др.

Води с концентрации на хлориди над 150 mg dm^{-3} са токсични за селскостопанските култури и неподходящи за напояване, а над 350 mg dm^{-3} са неподходящи дори за някои промишлени дейности. Изследванията на Световната Здравна Организация (WHO) доказват, че хлоридите не са токсикологично опасни, но могат да бъдат разглеждани като мярка за цялостното замърсяване на водите. По тази причина WHO не е поставила препоръчителна норма за съдържанието на хлориди в питейните води с оглед на човешкото здраве. Максималната допустима концентрация на хлориди в питейните води според Агенцията за опазване на околната среда (EPA) е 250 mg dm^{-3} .

Макро- (Ca, Mg, Na, K, P, S) и *микро-* (Fe, Si, F, Cu, Zn, Mn, Se, Mo, Cr, I) *елементи*, които присъстват в природните води са под формата на органични и неорганични соли. Жизнената дейност и репродуктивност на всички живи организми зависят от наличието и концентрацията на микро и макроелементите във водата (Таблица 2.1):

Таблица 2.1. Биологична роля на някои макро- и микроелементи

Елемент	Биологична роля
<i>Na</i>	Поддържа равновесието на вътреклетъчните и извънклетъчните електролити.
<i>K</i>	Регулира сърдечния ритъм; поддържа флуидния баланс; подпомага мускулната контракция.
<i>Ca</i>	Отговорен за здравината на костите и зъбите; подпомага кръвосъсирването, мускулната контракция и предаването на нервни импулси; намалява риска от остеопороза.
<i>Mg</i>	Активира над 100 ензима; стимулира нервната и мускулна функции.
<i>Cl</i>	Поддържа равновесието на вътреклетъчните и извънклетъчните електролити.
<i>Co</i>	Спомага образуването на червени кръвни клетки.
<i>I</i>	Необходим на тироидния хормон за поддържане на метаболизма.

Тежки метали - високото им съдържание в природните води представлява голям риск за водната флора и фауна и здравето на човека. Следователно идентифицирането и отстраняването на тези приоритетни замърсители е основна задача на съвременното човечество. В Таблица 2.2. са представени характеристиките, биологичната роля, въздействието върху околната среда и живите организми, и съвременните методи за отстраняване на тежки метали от естествените водоеми.

Сборни параметри. Тези параметри не дават пряка информация за конкретни вещества, но се явяват сумарни параметри, които показват химическо или биологично замърсяване на водите. Анализът на неизвестни вещества е невъзможен, особено във вода

с голямо органично съдържание, което се отразяват на стойностите на тези параметри.

- *ХПК (химическа потребност от кислород, $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$)* - е общото количество O_2 , изразходвано за окисляване на всички органични замърсители, съдържащи се в изследваната вода. В зависимост от използвания окислителен агент – KMnO_4 или $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, се говори за перманганатна и бихроматна окисляемост на водата. ХПК се определя по стандартни методики посочени в *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

- *БПК₅ (биологична потребност от кислород за 5 денонощия – $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$)* е количеството O_2 , изразходвано в определен интервал от време за аеробното окисляване на биоразградимите органични вещества,

Таблица 2.2. Тежки метали в повърхностните и подземни води – източници, характеристика, въздействие, методи за отстраняване

Метал	Източници	Биологична роля	Въздействие върху здравето и околната среда	Съвременни методи за отстраняване
Cu	Рудодобив, корозионни процеси	Незаменим микроелемент. Съдейства за образуването на червени кръвни клетки и съединителната тъкан; катализатор при натрупването и отделянето на желязо при образуването на хемоглобин; подпомага дейността на централната нервна система и синтеза на хормона адреналин.	Нарушения в дейността на храносмилателната система (гадене, повръщане), черния дроб и бъбреците. Във високи концентрации при понижен ТОС и взаимодействие с други метали може да причини хипоксия на водните гръбначни и безгръбначни организми.	Фотокатализа с TiO_2 ; Адсорбция; Биосорбция; Йонообмен; Екстракция
Pb	Почви, скали, промишлени отпадъчни води	Оловното спада към групата на токсичните тежки метали. Оловното отравяне се нарича сатурнизъм.	Нарушения в дейността на централната нервна система, мозъка и бъбрецит. При бременните жени може да предизвика преждевременно раждане.	Адсорбция; Мембранни процеси; Биосорбция
Zn	Металургична промишленост, почви	Биогенен микроелемент. Основен компонент на повече от 200 ензима, участващи в храносмилането, подпомага метаболизма и репродукцията.	Високи концентрации – гадене, повръщане, диария, загуба на апетит, абдоминални спазми. При недостиг – понижена имунна защита, косопад, импотентност, загуба на телло, поражения на очите, кожата и др.	Биосорбция; Адсорбция; Утаяване; Биопроекти
Cd	Индустриални отпадъчни води	Кадмият спада към групата на токсичните тежки метали. Някои групи еукаротни морски водорасли съдържат Cd-зависима карбонатна анхидраза.	Високи концентрации – протеинурия, глюкозурия, канцерогенно, тератогенно, мутагенно действие.	Биосорбция ; Адсорбция; Адсорбция и биопроекти
Ni	Глинести минерали, пясък, базалт, електроцентрали , металургична промишленост	Никелът е олигоелемент необходим за функционирането на редица ензими. Използва се от храносмилателните ензими. Влиза в състава на РНК.	Причинява контактни дерматити, нарушения на храносмилателната система, чернодробна некроза, белодробна конгестия.	Адсорбция; Микрофилтруване; Йонообмен; Биофилтруване; Флотация

Cr³⁺	Индустриална дейност – кожарска, галванична индустрия, при употребата му като корозионен инхибитор в атомните електроцентрали	Cr³⁺ - един от жизненоважните за организма микроелементи.	Cr³⁺ - слаба или нулева токсичност във водна среда;	Биоремедиация, обединяваща дисимиляция, детоксификация и биосорбция; Фиторемедиация; Утаяване; Йонообмен; Мембранни процеси; Екстракция; Електрокоагулация; Адсорбция
Cr⁶⁺		Cr⁶⁺ - стимулира глюкозия, протеиновия и липиден метаболизъм.	Cr⁶⁺ - висока токсичност, мутагенност и канцерогенност; Морфологични изменения и нарушения в растежа на растенията; Дерматити, бронхити, перфорация на назалната септа, бронхогенен карцином, увреждане на черния дроб.	
Fe	Рудодобив, металургична промишленост	Жизнено важен биогенен микроелемент. Основна роля при образуването и функционирането на червените кръвни клетки; стимулира мозъчната дейност.	Влошава органолептичните качества на водата, стимулира растежа на хлор-толерантни микроорганизми.	Аеробно биофилтруване; Йонообмен; Супер-критична флуидна екстракция; Коагулация; Ултрафилтруване
Mn	Рудодобив	Mn-активираните ензими участват във въглехидратния, аминокиселинния и холестеролов метаболизъм; Антиоксидантна функция – Mn/супероксид дисмутаза е основен антиоксидантен ензим на митохондриите; Повишава здравината на костите.	Влошава органолептичните качества на водата. При недостиг – нарушения в развитието на скелетната система, нарушена репродуктивна функция при някои животни.	Коагулация; Биофилтруване; Ултрафилтруване; Биопроцеси в „конструирани мочурища“
As	Електроника, хранително-вкусова промишленост, металургия	Силно токсичено действие.	Ред на токсичност: ArH ₃ > неорг. As (III) > орг. As (III) > неорг. As (V) > орг. As (V) > елементарен As. Кожни заболявания, стомашно-чревни смущения, анемия, карциноми	Обратна осмоза; Коагулация; Адсорбция; Мембранни процеси; Утаяване; Био-, Електрохимични процеси; Фотохимично окисление

съдържащи се в изследваната вода. БПК освен стандартни методики, посочени в *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* през последните години се наблюдава засилен интерес към разработването на алтернативни БПК- биосензори.

- *Общ органичен въглерод (ТОС)* - количеството въглерод, съдържащ се органичните съединения, е неспецифичен индикатор за качеството на водите. ТОС е показател на органичното замърсяване на водите. Основните източници на въглерод са: естествени-разлагането на естествената органична материя (хуминова, фулво киселина, амини, урея) и синтетични (детергенти, пестициди, хербициди и др.). В резултат на процеса хлориране се получават активни хлор-съдържащи съединения, които реагирайки с органичната материя, формират хлорни междинни продукти, някои от които са канцерогенни (Chowdhury et al., 2009). Методиките за измерването на количеството

въглерод се основават на мониторинг на поредица от междинни показатели: общ въглерод, общ органичен въглерод, общ неорганичен въглерод, нелетлив/летлив органичен въглерод и др. Методите за анализ на ТОС включват: киселинно обработване; окисление; идентифициране и количествено определяне. Високото съдържание на въглерод във водите е нежелано поради повишаване на скоростта на транспорт на метали, в резултат на интензивно комплексобразуване с органични съединения; биологично влияние; повишаване на температурата на повърхностните води; климатични промени и т.н. В Таблица 2.3., освен ТОС са представени и дифинирани и други показатели за измерване на въглерод във води като: общ въглерод, общ неорганичен въглерод, нелетлив органичен въглерод, летлив органичен въглерод, разтворен органичен въглерод и суспендиран органичен въглерод.

Таблица 2.3. Показатели за измерване на въглерод във води

Показател	Дефиниция
Общ въглерод (ТС - „Total Carbon”)	Общото количество органичен и неорганичен въглерод в пробата за анализ.
Общ неорганичен въглерод (ТИС - „Total Inorganic Carbon”)	Общото количество неорганичен въглерод (карбонати, бикарбонати) и разтворен CO ₂ .
Общ органичен въглерод (ТОС - „Total Organic Carbon”)	Източници: гниене на растителността; бактериален растеж; метаболизъм на живите организми; органични химични съединения.
Нелетлив органичен въглерод (НРОС - “Non-purgeable Organic Carbon”)	Органичният въглерод, оставащ в киселинно обработена проба след продухването и с газ.
Летлив органичен въглерод (РОС - „Purgeable Organic Carbon”)	Органичният въглерод, отстранен от неутрална или киселинно обработена проба, чрез продухване с инертен газ. Това са познатите в литературата летливи органични съединения, определяни чрез газхроматографски анализ.
Разтворен органичен въглерод (ДОС - “Dissolved Organic Carbon”)	Органичният въглерод, останал в пробата след филтруването ѝ, обикновено през 0.45 μm филтър
Суспендиран органичен въглерод (СОС - „Suspended Organic Carbon”)	Твърди въглеродни частици с по-голям размер, непозволяващ филтруването им.

- *АОХ (адсорбирани органични халогенопроизводни)* - Такива съединения се образуват при взаимодействие на органични вещества с хлор, бром или йод. Много от тези органични халогенопроизводни са токсични и устойчиви към процесите на биодegradация, поради което е изключително важно да се извършва мониторинг на АОХ във водите. Измерването на АОХ се извършва по стандартен адсорбционно-пиролузен-титриметричен метод.

- *Синтетични повърхностно-активни вещества (ПАВ)* – това са употребяваните в бита перилни средства. ПАВ-вете са органични съединения, съдържащи една хидрофобна С-верига, свързана най-малко с една хидрофилна група, която може да бъде анионоактивна (алкилсулфати, алкилсулфонати, алкиларилсулфонати и др.), катионоактивна (амини и четвъртични амониеви соли) и нейоногенна (производни на полиокриетена). Повърхностно-активните вещества влошават качествата на водата и влияят неблагоприятно върху работата на пречиствателните съоръжения. Пръсъствието на перилни и миещи вещества в битовите отпадъчни води, а оттам и във водоприемниците води до: влошаване на условията за постъпване на кислород чрез дифузия; изразходване на съдържащия се във водоприемниците кислород; протичане на вторични процеси на замърсяване; пренасяне на болестотворни и патогенни

микроорганизми; др. (Li et al., 2007).

2.7. Основни замърсители на водите

Обща характеристика. Водата осигурява живота на хората, растенията и животните и на екосистемите като цяло. Тя е с голямо стопанско и обществено значение – за индустрията, селското стопанство, бита и много други дейности. Всяка употреба на вода се отразява върху природните водни екосистеми, независимо дали водата се изпомпва, или в нея се заустват замърсители (Кузманова и Начева, 2002). Около 75 % от селските райони на планетата не са задоволени с необходимите водни количества. В урбанизираните райони 50 % от градското население и 10 % от селското се снабдяват с вода, която не отговаря напълно на стандартните изисквания. В Европа 20 % от градовете и 60 % от селата изпитват недостиг на чиста вода.

Опазването на водите е една от най-широко регулираните области в законодателната система на ЕС. Принципите в законодателната политика на ЕС са: висока степен на защита; превантивни мерки; намаляване на замърсяването на водоизточниците; принцип за отстраняване на замърсителите и интегриране на опазването на околната среда в други области от политиката на ЕС. Съществуват много и

разнообразни определения на понятието “замърсяване на водите”. Най-често замърсяването на природните води се определя като натрупване на несвойствени вещества в тях над определена концентрация, което прави невъзможно биологичното и суровинното им използване.

Разнообразните подходи при дефиниране на понятието са наложили изработването на общоприети определения, сред които най-обхватното е това на Световната здравна организация при ООН: *“Една вода се счита за замърсена, ако тя става негодна за всякакви видове ползвания в резултат на промените в състава, свойствата и състоянието ѝ, включително изменения на физичните, химичните, биологичните свойства, предизвикани от присъствието на газообразни, течни или твърди вещества, които ѝ придават неприятни качества или я правят негодна за битови, стопански и други цели, опасна за здравето на човека, несъответстваща на жизнените потребности на водните и другите организми”*.

По смисъла на действащия у нас Закон за водите (ДВ бр. 67/1999), правната дефиниция на това понятие се формулира така: “Замърсяване на водите е прякото или непрякото въвеждане, в резултат на човешката дейност на вещества, трептения и топлина във водите, които могат да бъдат опасни за човешкото здраве, водните екосистеми или за качеството на водите”.

Jorgensen (1991) определя седем категории на замърсителите на водите: 1) *органични отпадъци* – битово-фекални води, отпадъци от хранителната промишленост, тор и отпадъчни води от животновъдството, перилни препарати и др.; 2) *хранителни съставки* – амоняк, нитрати и други азотни компоненти, ортофосфати и други фосфорни компоненти, силикати и фосфати, основен източник на които са битово-фекалните води, минералните и органичните торове; 3) *токсични вещества* (киселини, основи, мазнини, тежки метали и токсични органични компоненти) от химическата промишленост и селското стопанство; 4) *инертни вещества*, получени като крайни продукти от миннодобива, кариерите и частиците отмити при напояването на расте-нията; 5) *неорганични съединения* - соли, остатъчни вещества (сулфиди, сулфати, железни соли), произтичащи от някои промишлени дейности; 6) *топла вода*, която се получава при използване на водата за охлаждане при редица производствени процеси; 7) *бактериологично замърсяване на водата*, източник за което са фекално-битовите води, хранително-вкусовата промишленост, тора и отпадъчните води от животновъдните ферми. Четири от разгледаните седем категории включват като източник на замърсяване на водите селското стопанство, в т.ч. животновъдството, което ги прави значими фактори за възникването на проблеми със замърсяването на водите. От гледна точка на ефекта

върху хидроекосистемите Узунов и Ковачев (2002) класифицират замърсяването на водите на три основни типа (сапробно, нитритно и токсично замърсяване), които могат да се опишат чрез динамиката на елементарни ценотични показатели като брой на видовете и обща численост/плътност на хидро-биоценозите.

Един от компонентите на дадена система се детерминира като замърсител, когато концентрацията му надхвърли дадена стойност и той предизвика нежелателни въздействия в отделни части или в цялата система. Тази стойност се нарича “прагово равнище” (“праг”). При оценяване на праговете равнища трябва да се анализират взаимодействията между всички замърсители и техните реакции с околната среда. Не винаги е възможно да се изпълни такова изискване, затова много от показателите и нормите за замърсяване са дадени по-скоро въз основата на предположения, отколкото на основата на точни експериментални данни. Друг проблем, свързан с определянето на праговете равнища, е този на непроменящите се вещества. Той се състои в това, че тези вещества имат способност да се концентрират по биологичен път, преминавайки по дадена хранителна верига (т.н. биоаккумуляция). Понеже не се променят, такива вещества не могат да бъдат елиминирани по естествен път. Затова е необходимо да бъдат изследвани всички евентуални последици от даден замърсител още преди да бъде дадено разрешение за евентуалното му изхвърляне във водоприемниците.

Замърсяването на водите с различни по природа замърсители, които чрез питейната вода и храната могат да увредят здравето на населението, е проблем от световен мащаб. В литературата съществуват голям брой класификации на източниците на замърсяване на водите – повърхностни: естествени водоизточници (реки, езера, морета, океани), отпадъчни (битови, промишлени), дъждовни води и подземни. Според мащаба на замърсяване източниците се класифицират като: точкови (локални) (*point sources*) и дифузионни (*nonpoint sources*). Дифузионните замърсители са вещества, които попадат във водоприемниците от градските, селските и индустриални райони, например твърди частици, пестициди или нитрати, преминали в повърхностните води от селскостопанските ферми. Точковите замърсители са специфични потоци, изпускани от градски или промишлени комплекси, например води, съдържащи органични вещества или метали, отпадащи от различни промишлени производства. В зависимост от природата си замърсителите най-общо биват: суспендирани вещества, разтворими неорганични замърсители (силни и слаби киселини, хидроксиди, соли, синтетични торове), биоразградими органични замърсители, биогенни елементи (N, P, C) (Kim et al., 2009), патогенни

Таблица 2.4. Основни групи замърсители на водите и последствия върху водните екосистеми

Замърсител	Последствия
Суспендирани твърди вещества	Натрупване на утайки; възникване на анаеробни условия в аквасистемите.
Биоразградими органични замърсители	Протеини, въглехидрати, мазнини. Концентрацията им се определя чрез показателите БПК и ХПК. Биологичната им стабилизация във водна среда води до изчерпване на разтворения кислород и създаване на септични условия (нарушаване перфузията на тъканите и други обратими и необратими клетъчни промени).
Патогенни микроорганизми	Микробиологичният контрол на водоемите се определя от коли-индекса, коли-титъра и микробното число на водата. Източник за възникване на остри чревни инфекции и епидемии.
Биогенни елементи (N, P, C)	Предизвикват еутрофикация на водата и замърсяване на подземните води.
Приоритетни замърсители	Хлорбензени, полициклични ароматни въглеводороди, заместени феноли, багрила, ПАВ, пестициди, алкилфеноли, фталени, метали и др. Органични и неорганични съединения с канцерогенно, мутагенно и силно токсично действие.
Тежки метали	Арсен, кадмий, олово, никел, магнезий, молибден, мед, живак, манган, желязо. Не се разлагат и се биоакумулират в живите организми.

микроорганизми (Kadam et al. 2008; Huang et al., 2007; Shirasaki et al., 2009), тежки метали (Fuentes et al., 2007) и приоритетни замърсители.

Основни групи замърсители на водите. В Таблица 2.4. са представени основните групи замърсители, както и последствията, които те предизвикват върху водните системи. Не на последно място в тази класификация се подрежда и термичното замърсяване на водите, което е първостепенен екологичен фактор, тъй като изхвърлянето на енергия във вид на топлина е катастрофално за енергийния баланс на всяка екосистема. Екологичните последици от топлинното замърсяване се разглеждат в няколко аспекта: влияние върху водните организми, върху биоценозите и екосистемите. То води и до намаляване на вторичната продуктивност на водната фауна (Фигура 2.3).

Биоразградими органични замърсители. Големи количества въглехидрати, мазнини и протеини попадат в повърхностните води чрез отпадъчните потоци от хранително-вкусовата промишленост и ферментационните процеси. Биологичното третиране с използването на имобилизирана биомаса се е доказало като ефективен и икономически целесъобразен метод за пречистване на води с висока концентрация на въглехидрати. По този начин се постига едновремен-



Фигура 2.3. Замърсяване на водите на р. Камчия (BlueLink Blog)

ното превръщане на макромолекулите в „едноклетъчни протеини“ (*“single-cell proteins”, SCP*) и преодоляване на проблемите, свързани с натрупването на голямо количество активна утайка. Доказана е високата ефективност на мезофилен анаеробен процес в лабораторен биореактор с флуидизиран пълнеж като метод за пречистване на отпадъчни води, замърсени с комплексни субстрати – смеси от протеини (желатин,

албумин) и въглехидрати (захароза). Провеждат се и експерименти на биологично разграждане на отпадъчни води от млекопреработвателно производство с високо съдържание на мазнини и масла в анаеробен реактор тип UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanked Reactor*). Установено е, че предварителната хидролиза на замърсителите с твърд ензимен препарат, обогатен с липолитични ензими значително понижава мътността (75 %), съдържанието на летливи суспендирани вещества (90 %) и стойността на показателя ХПК (90 %).

Патогенни микроорганизми. Мониторингът на водните басейни доказва, че канализационните води са един от основните източници на замърсяване с патогенни микроорганизми - основен причинител на инфекциозни болести, което е един от глобалните световни проблеми на съвременния свят, особено за развиващите се страни с незадоволителни социоекономически условия. Отпадъчните води съдържат огромно количество различни по произход микроорганизми (обикновено десетки милиони в 1 cm³). Сапрофитните бактерии играят фундаментална роля при минерализацията на органичните вещества. В тях могат да се съдържат и болестотворни бактерии (като причинители на холера, коремен тиф, паратиф, дизентерия, туберкулоза, кожни инфекции и др.) и яйца на хелминти. Комплексно изследване на микробния статус на водите на река Марица, в участъци след вливането на отпадни води от животновъдни ферми и предприятия преработващи животновъдни продукти, показва, че най-голямо бактериално замърсяване имат отпадните води от свинекомплекса в с. Маноле, с микробно число в границите от $4,8 \cdot 10^6$ до $8,2 \cdot 10^6$, а на коли-титъра – от 10^8 до 10^7 . Авторите правят извода, че вливането на отпадните води от животновъдни обекти в реките, затруднява самоочищването им и понякога прави водата в тях непригодна за използване.

Патогените, присъстващи във водите могат най-общо да се класифицират в три групи – вируси, бактерии и хелминти. Изследванията, насочени към отстраняване на тези замърсители са доказали енергийната неефективност на конвенционалните методи за пречистване и дезинфекция на такива води и лимитираност на работния цикъл на използваните апарати. С цел преодоляване на тези ограничения научните интереси, през последните години, са насочени към търсенето на нови алтернативни методи за пречистване. Конструирана е филтърна система с почва, пресъздаваща естествена екосистема, която осигурява комбинирано първично (механично), вторично (физикохимично) и третично (фино) пречистване на реална отпадъчна вода, съдържаща колиформи, актиномицети, стрептококи, колифаги и ентеро-патогени (*E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* и др.).

Предимствата на тази система се свеждат до самоусъвършенстването ѝ с течение на времето, липса на необходимост от предварително третиране и механично аериране, висока ефективност на пречистването, ниско енергийно потребление и природосъобразност. Група американски учени постигат почти пълно редуциране (99 %) на колиформи, съдържащи се в отпадъчна вода от млекодобивна ферма, чрез екологична система за пречистване, съставена от последователни анаеробни, анокси, аеробни реактори и „конструирани подземни мочурища“ (*constructed wetlands*). Успешно се прилага фотокаталитичен метод за дезинфекция на моделни разтвори и изворна вода, съдържащи растителния и човешки патоген *Fusarium solani*, чрез използването на соларен СРС фотореактор и суспензия от катализатора TiO₂. Отчитайки стабилността на някои класове патогенни микроорганизми по отношение на много методи за дезинфекция, както и формирането на нежелани междинни продукти, например хлориране, се постигат задоволителна степен на дезактивиране и деструкция на *Cryptosporidium* чрез облъчване на отпадъчна вода в ултразвуков реактор (Kadam et al. 2008; Huang et al., 2007; Shirasaki et al., 2009).

Биогенни елементи. Акумулирането на N-, P- и S-съдържащи съединения чрез отпадъчните води е една от основните причини за евтрофикацията на водните басейни – реки и езера, което налага тяхното отстраняване. Това явление силно влошава качеството на водата, от гледна точка на повишена мътност, понижено съдържание на разтворен кислород, неприятен мирис и вкус. Високата цена и незадоволителна ефективност на електродиализата и обратната осмоза като физични методи, силната зависимост на биопроцесите от работните условия и редица други ограничения на конвенционалните физични, биологични и химични методи налагат необходимостта от развиването на комбинирани ефективни техники за контрол и редуциране на съдържанието на биогенни елементи в отпадъчните води. Прилага се комбинирана технология – химическо утаяване и биологична система с подвижен биофилм, за ефективно отстраняване на N и P, като се постига около 90 % степен на пречистване, отговаряща на нормите на ЕС за качество на водите. Изследвано е и съвместното отстраняване на органични замърсители и биогенни елементи от битови отпадъчни води чрез пилотна инсталация, обединяваща периодичен биореактор с аерация и реактор за нитрификация с пълнеж от порьозна полиуретанова пяна като среда за растежа на нитрифициращите микроорганизми. Доказано е, че адсорбцията също би могла да се използва като ефективен метод за отстраняване на фосфати от водна фаза. Като адсорбент се използва орто-дисиликатния минерал везувианит. Ефективно

отстраняване на фосфати от сметищна вода е постигнато чрез химическо утаяване при pH 9.5 и различни молни отношения $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$. Демонстрирано е отстраняване на фосфати от вторична отпадъчна вода в присъствие на Fe^{2+}/H_2O_2 и е установена по-висока степен на пречистване в сравнение с метода на коагулация с желязо-съдържащ коагулант (Kim et al., 2009).

Приоритетни замърсители. Стратегията на ЕС за борба със замърсяването на повърхностните води е изведена на преден план в Европейската Рамкова Директива за Водите 2455/2001/ЕС, одобрена от Европейския Парламент и Съвет на 20 ноември 2001 г., която утвърждава списъка с приоритетни вещества в областта на водната политика и внася поправки в Директива 2000/60/ЕС. Тя предлага първия списък с 33 вещества или групи от вещества, които трябва да се възприемат като приоритетни замърсители (*priority pollutants, PPs*) на държавно ниво. На 17 юли, 2006 г., Европейската Комисия приема задължителни стандарти за качеството на околната среда по отношение на приоритетните замърсители, които страните членки трябва да достигнат до 2015 г., за да се постигне „задоволителен химически статус на повърхностните води“. Към групата на приоритетните замърсители се причисляват: тежки метали, летливи органични вещества, полициклични ароматни въглеводороди, пестициди, алкилфеноли, фталени и др. (Gasperi et al., 2008). Адсорбцията е един от основните методи прилаган за отстраняване на PPs от водна среда. Като адсорбент може да се използва минерала монтморилонит, модифициран с неорганични йони, за ефективно отстраняване на ПАВ от промишлени отпадъчни води. Сред промишлените отпадъчни води особена опасност за откритите водоеми, почвите и атмосферния въздух представляват отпадъчни води, замърсени с фенол, производни на фенола (хлоро-, нитрофеноли) и различни класове багрила (кисели, основни, реактивни, азо и др.).

Български учени успешно работят в посока на ефективното им отстраняване като прилагат комбинирания процес на биосорбция (биологично разграждане и адсорбция) и чиста адсорбция върху разнообразни минерални материали, отпадъчни продукти и мъртва биомаса. Сред най-често прилаганите методи за отстраняване на тежки метали от отпадъчни води се нареждат адсорбция, биосорбция, йонообмен и екстракция (Vimala and Das, 2009; Shek et al., 2009). Често се прилагат математически модел за предсказване на отстраняването на йони на тежки метали от водна среда чрез процеса електролиза (Sadrazdeh et al., 2009). Изследвана е редуцията на Cu (II) чрез хетерогенна фотокатализа с участието на TiO_2 , Degussa P-25 и 254 nm UV-C лампа във водна среда и е

установено понижаване на токсичността с около 80 % (Yeber et al., 2009).

Неорганични замърсители. Промишлените отпадъчни води, в повечето случаи, съдържат комплексни замърсители – неорганични и органични. Това налага тяхното паралелно или последователно отстраняване чрез разнообразни комбинации от методи. Един от основите и начални методи, прилаган при пречистването на кисели/основни отпадъчни води за питейни цели, е неутрализацията. Известна е последователна схема на пречистване на отпадъчна вода, съдържаща около 5 % Na_2SO_4 и органична фракция от нафтагенсулфоновни киселини. При първия етап на кристализация се постигат около 70 % отстраняване на неорганичната сол. След което органичната материя се подлага на биоразграждане в мезофилни условия. Патентовано е отстраняване и регенериране на отпадъчна вода, съдържаща неорганични киселини, основни хидроксиди, соли и суспендирани твърди частици, чрез серия от последователни физикохимични процеси: разтваряне, йонизиране, химическа реакция и утаяване. В резултат на това третиране се постига едновременно отстраняване и разделяне на замърсителите под формата на твърда маса - утайка, отложена върху селективни електроди.

2.8. Методи за пречистване на водите

Физикохимични методи. Физикохимичните методи се прилагат при първичното третиране на промишлени отпадъчни води. Въпреки че изискват използването на скъпи реактиви тази група методи са много ефективни. Физикохимичните методи се прилагат за отстраняване на съединения, съществуващи под формата на суспензии, емулсии, както и на разтворени неорганични и органични вещества. Неразтворените примеси могат да бъдат разделени на две основни групи:

- замърсители, които образуват с водата кинетически неустойчиви системи, поради което те могат да се отделят самопроизволно;
- хидрофобни и хидрофилни високодисперсни системи, които образуват устойчиви колоидни системи.

Примери за такива методи са: коагулация, флотация, адсорбция, екстракция, йонообмен, ултрафилтрация, дестилация, кристализация, електролиза, изпаряване, електролиза, обезсоляване, обратна осмоза и др. Проведени са експерименти на екстракция на 4-нитрофенол и 2,4-динитрофенол върху силикат на основата на β -циклодекстрин. В практиката с цел повишаване на ефективността на физикохимичните методи все по-често се прилагат комбиниранни процеси за отстраняване на устойчиви съединения от водна среда. Успешно се прилага модифициран метод за отстраняване на бионеразградими съединения,

присъстващи в сметична отпадъчна вода, чрез комбинация на коагулация и Фентоново окисление. Използва се и комбинация от коагулация, адсорбция и ултрафилтрация за първично пречистване на отпадъчна вода. Широко приложение в практиката намира и комбинираният метод на коагулация и адсорбция за отстраняване на различни групи багрила (азо, антрахинонови, реактивни) от течна фаза. Известен е и метод за отстраняването на фенол чрез адсорбция и йонообмен върху йонообменната смола.

Химични методи. Химичните методи се прилагат в случаите, когато отделянето на замърсителите е възможно само при протичане на химична реакция между разтворените съединения и добавените във водата реагенти. Тази група методи за пречистване са съпроводени от реакции на окисление, неутрализация, кондензация, в резултат на което се получават нетоксични или малко токсични вещества. Разтворимите във водата съединения се превръщат в неразтворими и лесно се отделят, а киселите и основните продукти се неутрализират. Окислението се извършва с кислород, озон, активен хлор и др. При електрохимичното окисление токсичните съединения, съдържащи се във водата се разрушават от окислителното действие на електричния ток или се генерират ценни вещества като мед, цинк, желязо и др. Тези методи са съпроводени с голям разход на реагенти, а освен това се образуват нови, макар и нетоксични съединения, които изискват допълнително отстраняване.

Биологични методи. Биологичните процеси от дълго време заемат стратегическо място сред методите използвани за успешно отстраняване на органични замърсители в отпадъчните води на различните промишлени производства. Изобилстват примери за биоразграждане на органични съединения при използването на разнообразни методики – различни видове биореактори, микроорганизми, работни условия и режими. Постигнато е биораграждане на 4-нитрофенол и 4-нитрокатехол чрез фототрофни бактерии от групата *Rhodobacter capsulatus*. Сравнително висока степен на биораграждане на р-нитрофенол е постигната чрез използването на смесена микрокултура от *Chlorella vulgaris* и *Coenochloris pyrenoidosa* и верига от *Moraxella*. Постигнато е почти пълно биоразграждане на пестицида *Cypermethrin* в аеробни условия и механично разбъркване в присъствие на *Pseudomonas* (IES-PS-1).

Голяма част от органичните замърсители в отпадъчните води са силно токсични, т.е. те инхибират метаболизма на микроорганизмите, което пречи на процеса на биоразграждане. Тези ограничения се преодоляват чрез прилагането на процеса биосорбция, т.е. комбинация от чиста адсорбция и биоразграждане. В този случай към биомасата се добавя определено

количество адсорбент, което повишава ефективността на цялостния процес на разделяне (Armenante et al., 1996). Основните предимства на биосорбцията пред адсорбцията и биоразграждането се изразяват в: частична регенерация на адсорбента, благодарение на метаболизма на микроорганизмите; адсорбция на токсични съединения (съдържащи се в изходната течна фаза или получени в резултат на клетъчната активност) с инхибиращо действие; стабилност на процеса дори при промяна на количеството и състава на течната фаза; постоянен прираст на биомаса; отстраняване на крайните продукти от клетъчния метаболизъм.

С цел интензифициране на процеса на биоразграждане на токсични и устойчиви органични замърсители в течна фаза са представени и разнообразни ефективни алтернативни методи, като, например облъчване със сноп от електрони и биотрансформация с цел разграждане на нитробензен; последователно фотокаталитично окисление и последващо биоразграждане във фотосинтетично аерирана система на фенол и р-нитрофенол; сонобиоразграждане, т.е. комбинация от облъчване с ултразвук и ензимно окисление на заместени феноли и реактивни багрила.

Окислителни методи. Новите процеси на окисление (оксидация), познати в литературата като *Advanced Oxidation Processes (AOPs)* намират все по-широко приложение като обещаващи методи за ефективно разграждане на токсични органични замърсители, съдържащи се в отпадъчните води на редица промишлени производства. Тези процеси се основават на химично, фотохимично или фотокаталитично получаване на хидроксилни радикали (OH^\bullet), които действат като силни окислителни агенти. Методите за генериране на OH^\bullet радикали са разнообразни: хомогенно окисление като $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ и UV/O_3 ; хетерогенна фотокатализа, включваща облъчване на частиците на полупроводникови материали в суспензия или имобилизирани върху повърхността на инертен носител; облъчване с ултразвук.

а) Фотокаталитично окисляване

До момента, най-активно е проучвано приложението на титаниевия диоксид (TiO_2) при разграждането на органични молекули в присъствието на светлина. TiO_2 е полупроводник и двойката електрон-дупка, формирана при облъчване със слънчева светлина, може да се раздели. Получените в резултат на това носители мигрират на повърхността, където реагират с адсорбираните вода и кислород произвеждайки радикали. Радикалите от своя страна атакуват всяка адсорбирана органична молекула и могат, в крайна сметка, да доведат до пълното ѝ разграждане до CO_2 и H_2O . Този процес намира широко приложение при пречистването на отпадъчни води и дезинфекция,

базирана на бактерицидните свойства на TiO_2 . Прилага се и $\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$ процес, който се изразява в облъчване с полихроматична светлина и последваща директна фотолиза на органични замърсители във водна среда.

b) Окисляване в ултразвуково поле

Разграждането на органични замърсители в ултразвуково поле намира все по-широко приложение като метод за пречистване на отпадъчни води. Химическият ефект от облъчването с ултразвук с висок интензитет е резултат основно от т. нар. акустична кавитация: формиране, растеж и разрушаване на микроскопични газови мехурчета в течността. Акустичната кавитация генерира области с локално високи температури ($>5000\text{ K}$) и налягания ($>1000\text{ atm}$) за кратък период от време (няколко микросекунди), което създава благоприятни условия за сонолизата на H_2O , получаване на радикали (H^\bullet , OH^\bullet , HO_2^\bullet) и директно разграждане на замърсителя. Достигната е висока степен на обезцветяване на воден разтвор на багрилото Rhodamine B (тетраетилпродамин или Basic Violet 10) чрез използването на три конструкции ултразвукови реактори.

c) Електрохимично окисляване

През последните години се наблюдава засилен интерес и по отношение на приложимостта на електрохимичните методи при пречистването на води, отпадащи при производството на зехтин, битови канализационни води, сметищни води, на отпадъци от цеховете за щавене на кожи, на текстилни отпадъци. Основно предимство на електрохимичните методи е това, че чрез тях ефективно се отстраняват замърсители от концентрирани водни разтвори. Освен това, в резултат на тези процеси не се образуват нови токсични отпадъци. Електрохимичните процеси са хетерогенни по природа, тъй като реакцията протича върху междофазната повърхност електрод-електролит. През последните години се наблюдава развитието на няколко много ефективни методи на основата на електрохимия, а именно електрокоагулация, електрофлотация, фотоелектрохимично окисляване, електросорбция. Установена е висока ефективност на отстраняване на замърсители чрез комбинация електросорбционен процес с използването на порьозни електроди с голяма повърхност.

В заключение, ако се обхванат всички аспекти на опазване чистотата на водите, могат да се направят следните изводи:

- Първата стъпка за опазване чистотата на водните басейни е осъществяването на мониторинг на параметрите, характеризиращи качеството на водите, с цел идентифициране на потенциалните замърсители;
- Избор на подходяща методика за пречистване на тези води въз основа на физикохимичните характеристики и токсичност на замърсителите, т.е. оценка на необходимостта от първично, вторично и

третично пречистване, както и подбор на специфични и ефективни методи, съпътстващи всеки един от посочените етапи.

- Крайната цел е удовлетворяване на нормативните изисквания за качество на водите, в зависимост от водоприемника, заложен в законодателната система на всяка една страна.

2.9. Нормативни актове и норми по опазване и рационално използване на водите

2.9.1. Закони

Закон за опазване на околната среда (Обн. ДВ. бр.91 от 25 Септември 2002г., многократно изменяя и допълван, последни изменения ДВ. бр.46 от 18 Юни 2010г и ДВ. бр.61 от 6 Август 2010г.).

В глава трета - Опазване и ползване на компонентите на околната среда и управление на отпадъците, Раздел II. Опазване и използване на водите, са регламентирани основните изисквания и постановки за водите. Дългосрочната политика по опазването на водите и водните обекти е основана на рационалното управление на водите на национално и басейново равнище с основна цел постигане на добро състояние на всички води - подземни и повърхностни, за осигуряване на необходимата по количество и качество вода за:

- питейно-битовите нужди на сегашните и бъдещите поколения;
- благоприятното състояние и развитие на екосистемите и влажните зони;
- стопанските и социалните дейности.

Използването на водите и водните обекти включва водоползване и ползване на водните обекти. Използването на водите и водните обекти се осъществява: 1. без разрешително; 2. с разрешително; 3. чрез предоставяне на концесия. Водоползването и ползването на водните обекти задължително е свързано с осигуряването на необходимия минимален екологичен воден отток във водните течения. Опазването на водите и водните обекти осигурява: 1. баланса между експлоатацията на водите и естественото им възстановяване; 2. съхраняването и подобряването на качеството на повърхностните и на подземните води. Опазването и използването на водите и водните обекти се извършват при условията и по реда на Закона за водите.

Закон за водите (Обн. ДВ бр. 67/1999 г., В сила от 28.01.2000 г., многократно изменяя и допълван, последни изменения ДВ бр.61 от 6 Август 2010г., изм. ДВ бр.98 от 14 Декември 2010г.).

Законът урежда собствеността и управлението на водите на територията на Р България като общо-национален неделим природен ресурс и собствеността на водностопанските системи и съоръжения. Целта на

закона е да осигури интегрирано управление на водите в интерес на обществото и за опазване на здравето на населението, както и да създаде условия за:

- осигуряване на достатъчно количество и добро качество на повърхностните и подземните води за устойчиво, балансирано и справедливо водоползване;
- намаляване на замърсяването на водите;
- опазване на повърхностните и подземните води и водите на Черно море;
- прекратяване на замърсяването на морската среда с естествени или синтетични вещества;
- намаляване на заустванията, емисиите и изпусканията на приоритетни вещества;
- прекратяване на заустванията, емисиите и изпусканията на приоритетно опасни вещества;
- предотвратяване или намаляване на вредните последици за човешкия живот и здраве, околната среда, културното наследство и стопанската дейност, свързани с вредното въздействие на водите.

Води на територията на страната са:

- повърхностните води;
- подземните, включително минералните води;
- вътрешните морски води и териториалното море;

• водите на река Дунав, река Резовска и река Тимок в рамките на държавната граница на Р България.

Пресните води на територията на Р България са национални стратегически ресурси.

Приложение № 1 към чл. 13, т. 1 - Списък на комплексни и значими язовири – 53 броя.

Приложение № 2 към чл. 14, т. 2 - Списък на находищата на минералните води - изключителна държавна собственост – 102 броя.

2.9.2. Подзаконови нормативни актове

2.9.2.1. Мониторинг на водите

Наредба № 5 за мониторинг на водите (Обн. ДВ бр.44 от 5 Юни 2007г., в сила от 05.06.2007 г.). Наредбата урежда редът и начинът за планиране на мониторинга и за създаване на мрежите за мониторинг на водите във всеки район за басейново управление на територията на страната, както и за изпълнение на дейностите по тяхната експлоатация, поддръжка, комуникационно осигуряване и лабораторно-информационно обслужване (Виж т. 5.2.3.).

2.9.2.2. Подземни води

Наредба № 1 за проучване, ползване и опазване на подземните води (Обн. ДВ бр.87 от 30.10.2007 г.). Наредбата въвежда в националното законодателство изискванията на Директива 2006/118/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 12 декември 2006 г. относно опазването на подземните води от

Таблица 2.6. Списък на опасните вещества, забранени за отвеждане в подземните води (Част А)

1. Органохалогенни съединения и вещества, които могат да формират подобни във водните части от околната среда.
2. Органофосфорни съединения.
3. Органокалаени съединения.
4. Вещества, притежаващи канцерогенни, мутагенни или тератогенни свойства във или посредством водните части на околната среда ⁽¹⁾.
5. Живак и неговите съединения.
6. Кадмий и неговите съединения.
7. Минерални масла и въгледороди.
8. Цианиди.

⁽¹⁾ Ако определени вещества от част Б са канцерогенни, мутагенни или тератогенни, те се отнасят към т. 4 на част А.

Таблица 2.7. Списък на вредните вещества, чието отвеждане се извършва след получаване на разрешително (Част Б)

1. Неметали, метали и техните съединения:

1.1. Цинк	1.11. Калай
1.2. Мед	1.12. Барий
1.3. Никел	1.13. Берилий
1.4. Хром	1.14. Бор
1.5. Олово	1.15. Уран
1.6. Селен	1.16. Ванадий
1.7. Арсен	1.17. Кобалт
1.8. Антимон	1.18. Талий
1.9. Молибден	1.19. Телур
1.10. Титан	1.20. Сребро

2. Биоциди и техните деривати.
3. Вещества, които имат вреден ефект върху вкуса и/или мириса, и/или цвета на подземните води, съединения, склонни да причинят формирането на подобни вещества и да направят подземните води негодни за питейно-битово водоснабдяване.
4. Токсични или устойчиви органични съединения на силиций и вещества, които могат да причинят формиране на подобни съединения във водата, като се изключат тези, които са биологично безвредни или са бързо превръщащи се в безвредни вещества във водата.
5. Неорганични съединения на фосфора и елементарен фосфор.
6. Флуориди.
7. Амоний и нитрити.

Таблица 2.5. Стандарти за качество на подземните води

Показател	Мерна единица	Стандарт за качество на подземните води
<i>I. Основни физико-химични показатели</i>		
1. Електропроводимост	$\mu\text{S cm}^{-1}$	2000
2. Обща твърдост	$\text{mg}\Sigma\text{qv/l}$	12
3. Перманганатна окисляемост	$\mu\text{g O}_2/\text{l}$	5.0
4. Активна реакция	pH единици	$\geq 6,5$ и $\leq 9,5$
5. Амониев йон	mg/l	0.50
6. Нитрати	mg/l	50.0
7. Нитрити	mg/l	0.50
8. Сулфати	mg/l	250
9. Хлориди	mg/l	250
10. Фосфати	mg/l	0.50
11. Флуориди	mg/l	5.0
<i>II. Метали и металоиди</i>		
11. Живак	$\mu\text{g/l}$	1.0
12. Кадмий	$\mu\text{g/l}$	5.0
13. Мед	mg/l	2.0
14. Никел	$\mu\text{g/l}$	20
15. Олово	$\mu\text{g/l}$	10
16. Селен	$\mu\text{g/l}$	10
17. Хром	$\mu\text{g/l}$	10
18. Алуминий	$\mu\text{g/l}$	50
19. Желязо	$\mu\text{g/l}$	200
20. Калций	mg/l	150
21. Магнезий	mg/l	80
22. Манган	$\mu\text{g/l}$	50
23. Цинк	mg/l	5.0
24. Естествен уран	mg/l	0.06
25. Натрий	mg/l	200
26. Бор	mg/l	1.0
27. Антимон	$\mu\text{g/l}$	5.0
28. Арсен	mg/l	0.05
<i>III. Специфични органични замърсители</i>		
29. Бензен	$\mu\text{g/l}$	1.0
30. Бенз(а)пирен	$\mu\text{g/l}$	0.01
31. 1,2 Дихлоретан	$\mu\text{g/l}$	3.0
32. Полициклични ароматни въглеводороди *	$\mu\text{g/l}$	0.10
33. Тетрахлоретилен и трихлоретилен *	$\mu\text{g/l}$	10
34. Пестициди *	$\mu\text{g/l}$	0.10
35. Пестициди (общо) *	$\mu\text{g/l}$	0,50
36. Цианиди	mg/l	0.01

* За маркираните показатели има допълнителни изисквания дадени в Наредбата

замърсяване и влошаване. С нормативния акт се регламентират специфичните изисквания за проучването и ползването на подземните, в т.ч. и минералните води и опазването им от замърсяване и влошаване. Целта на наредбата е да осигури:

- опазване на подземните води като ценен природен ресурс и основен източник на вода за питейно-битово водоснабдяване;
- прекратяване или ограничаване на въвежда-

нето на замърсители в подземните води;

- предотвратяване влошаването на химичното състояние на всички подземни водни тела;
- постигане и поддържане на добро количествено и добро химично състояние на подземните водни тела на територията на Р България.

Приложение № 1 към чл.10, ал.2, т.1 (Таблица 2.5.)

Приложение № 2 към чл.93, ал.4 - Изисквания към проектирането на съоръжения за подземни води

Приложение № 3 към § 6, ал. 1 (Таблицы 2.6. и 2.7.)

Наредба № 3 за условията и реда за проучване, проектиране, утвърждаване и експлоатация на санитарно-охранителните зони около водоизточниците и съоръженията за питейно-битово водоснабдяване и около водоизточниците на минерални води, използвани за лечебни, профилактични, питейни и хигиенни нужди (Обн. ДВ бр.88/2000 г.).

С тази наредба се определят условията и редът за проучване, проектиране, учредяване, утвърждаване и експлоатация на санитарноохранителните зони (СОЗ) около водоизточниците и съоръженията за: питейно-битово водоснабдяване от повърхностни води; питейно-битово водоснабдяване от подземни води; минерални води, използвани за лечебни, профилактични, питейни и хигиенни нужди. Санитарно-охранителните зони обхващат:

- акваторията и територията около водоизточниците и съоръженията за питейно-битово водоснабдяване от повърхностни води;
- територията и/или подземния воден обект около водоизточниците за питейно-битово водоснабдяване от подземни води и за минерални води, използвани за лечебни, профилактични, питейни и хигиенни нужди, и територията около надземните съоръжения.

Санитарно-охранителните зони осигуряват:

- физическа охрана на водоизточника и/или съоръжението;
- защита срещу постъпване на замърсители във водоизточниците;
- гарантиране на проектното количество и качеството на водите във водоземните съоръжения за срока на действие на разрешителното за водоползване;
- запазване на водоизточника в състояние, позволяващо ползването му за питейни цели от бъдещите поколения.

Разпоредбите на тази наредба не се прилагат за индивидуални и обществени местни водоизточници, освен ако водата от тях не се използва за търговска или социална дейност с цел питейна употреба.

Приложение № 1 към чл. 10, ал. 1 - Забрани, ограничения и ограничения при доказана необходимост в санитарно-охранителните зони - пояси II и III около водоизточници и съоръжения за питейно-битово водоснабдяване от повърхностни води.

Приложение № 2 към чл. 10, ал. 1 - Забрани, ограничения и ограничения при доказана необходимост в санитарно-охранителните зони - пояси II и III около водоизточници за питейно-битово водоснабдяване от подземни води и около водоизточници на минерални води, използвани за лечебни, профилактични, питейни и хигиенни нужди.

Приложение № 3 към чл. 46, ал. 1 и 4, чл. 47, ал. 1, чл. 48, ал. 1 - Маркировка на санитарно-охранителните

зони (пояси).

Наредба № 9 за качества на водата, предназначена за питейно-битови нужди (Издадена от министъра на здравеопазването, министъра на регионалното развитие и благоустройството и министъра на околната среда и водите, Обн. ДВ бр.30/2001 год., изм. ДВ. бр.87 от 30 октомври 2007г., в сила от 30.10.2007 г.).

С тази наредба се определят изискванията към качеството на водата, предназначена за питейно-битови цели. Тя има за цел да защити здравето на хората от неблагоприятните ефекти на замърсяването на питейната вода, като регламентира изисквания към качеството и безопасността им. По смисъла на наредбата питейната вода е безопасна и чиста, когато: не съдържа микроорганизми, паразити, химически, радиоактивни и други вещества в брой или концентрация, които представляват потенциална опасност за здравето на човека; отговаря на минимума изисквания по отношение на микробиологичните и химичните показатели, определени в приложение № 1, таблици А и Б.

С цел предпазване на водата за питейно-битови цели от замърсяване около питейните водоизточници и съоръженията за питейно-битовото водоснабдяване задължително се създават санитарно-охранителни зони съгласно Наредба №3 (ДВ, бр.88/2000г.).

Приложение № 1 към чл. 3, т. 2. - Норми за качеството на водата, предназначена за питейно-битови нужди

1. Микробиологични показатели (Таблицы 2.8. /А.1./ и 2.9. /А.2./)

Таблица 2.8. (А. 1.) Микробиологични показатели за вода по смисъла на чл. 6, ал. 1, т. 1, 2 и 4.

Показател	Стойност брой КОЕ (1)/ml
Ешерихия коли (<i>E. coli</i>)	0/100
Ентерококи	0/100

Таблица 2.9. (А. 2.) Микробиологични показатели за вода по смисъла на чл. 6, ал. 1, т. 3.

Показател	Стойност брой КОЕ (1)/ml
Ешерихия коли (<i>E. coli</i>)	0/250
Ентерококи	0/250
Псевдомонас аеругиноза	0/250
Брой колонии (микробно число) при 22 °С	100 (2)
Брой колонии (микробно число) при 37 о С	20 (2)

* Чл. 6. ал.1. Стойностите на показателите по приложение № 1 трябва да бъдат спазени на следните места: т. 1. за вода, доставяна чрез водоснабдителната мрежа - на мястото на изтичането и от крана при консуматора; т. 2. за вода, доставяна в цистерна - на мястото на изтичането и от цистерната; т. 4. за вода в предприятия на хранително-вкусовата промишленост - на местата, където тя се използва в производствения цикъл.

(1) КОЕ - колонообразуващи единици.

(2) Стойностите на микробните числа са за 1 ml.

(3) Чл. 6. ал.1. Стойностите на показателите по приложение № 1 трябва да бъдат спазени на: т. 3. за вода, предназначена за продажба в бутилки, кутии или други опаковки - на мястото на бутилиране или наливане на водата в кутии или други опаковки).

2. Химически показатели (Таблица 2.10./Б/)

Таблица 2.10./Б/. Химически показатели

Показател	Максимална стойност	Единица
Акриламид *	0,10	µg/l
Антимон	5,0	µg/l
Арсен	10	µg/l
Бензен	1,0	µg/l
Бенз(а)пирен	0,010	µg/l
Бор	1,0	µg/l
Бромати *	10	µg/l
Винилхлорид *	0,50	µg/l
1,2-Дихлоретан	3,0	µg/l
Епихлорхидрин *	0,10	µg/l
Живак	1,0	µg/l
Кадмий	5,0	µg/l
Мед	2,0	µg/l
Никел	20	µg/l
Нитрати *	50	µg/l
Нитрити *	0,50	µg/l
Олово	10	µg/l
Пестициди *	0,10	µg/l
Пестициди (общо) *	0,50	µg/l
Полициклични ароматни въглеводороди *	0,10	µg/l
Селен	10	µg/l
Тетрахлоретен и трихлоретен *	10	µg/l
Трихалометани (общо) *	100	µg/l
Флуориди	1,5	mg/l
Хром	50	µg/l
Цианиди	50	µg/l

* За маркираните показатели има допълнителни изисквания дадени в Наредбата.

3. Показатели с индикаторно значение (Таблица 2.11./В/)

4. Радиологични показатели (Таблица 2.12./Г/)

Таблица 2.12./Г/. Радиологични показатели

Показател	МС	Единица
Тритий *	100	Bq/l
Радий226	0,15	Bq/l
Естествен уран	0,06	mg/l
Обща индикативна доза *	0,10	mSv/year
Обща бета-активност *	2,0	Bq/l

Приложение № 2 към чл. 7, т. 1. - Мониторинг (изискванията са дадени в Наредбата).

Наредба № 2 от 13 Септември 2007 г. за опазване на водите от замърсяване с нитрати от земеделски източници (Обн. ДВ бр.27 от 11 Март 2008г.).

Тази наредба въвежда в националното законодателство изискванията на Директива 91/676/ЕИО за опазване на водите от замърсяване с нитрати от земеделски източници. С нея се уреждат редът и начинът за установяване, ограничаване и предотвратяване на замърсяването на водите (повърхностни и подземни) с нитрати от земеделски източници и правата и задълженията на компетентните органи в тази връзка. Целта е да намали замърсяването на водите, причинено или предизвикано от земеделски източници, и/или да предотврати по-нататъшно замърсяване.

За целите на наредбата се извършва:

- определяне на водите, които са замърсени, и на водите, които са застрашени от замърсяване, ако не се предприемат действия;
- определяне като уязвими зони на районите, в които чрез просмукване или оттичане водите се замърсяват или могат да бъдат замърсени с нитрати от земеделски източници;
- доброволно прилагане от земеделските стопани на правила за добра земеделска практика с цел опазване на водите от замърсяване с нитрати от земеделски източници;
- обучение и информиране на земеделските стопани за прилагане на правилата за добра земеделска практика;
- задължително изпълнение от земеделските стопани в уязвимите зони на програми от мерки за ограничаване и предотвратяване на замърсяването с нитрати от земеделски източници.

Приложение към чл. 6, т. 1 и т. 7, буква "б".

Изисквания към правилата за добра земеделска практика.

А. Правилата за добра земеделска практика задължително регламентират:

Таблица 2.11./В/. Показатели с индикаторно значение

Показател	Максимална стойност	Единица
Активна реакция	>= 6,5 и <= 9,5	pH единици
Алуминий	200	mg/l
Амониев йон	0,50	mg/l
Вкус	Приемлив за потребителите и без значими колебания спрямо обичайното за показателя	
Електропроводимост *	2000	µS cm(-1) (при 20 °C)
Желязо	200	µg/l
Калций *	150	mg/l
Магнезий *	80	mg/l
Манган	50	µg/l
Мирис	Приемлив за потребителите и без значими колебания спрямо обичайното за показателя	
Мътност *	Приемлива за потребителите и без значими колебания спрямо обичайното за показателя	
Натрий	200	mg/l
Общ органичен въглерод *	Без значими колебания спрямо обичайната стойност на показателя	
Обща твърдост *	12	mg(Sum)qv/l
Остатъчен свободен хлор *	0,3-0,4	mg/l
Перманганатна Окисляемост *	5,0	mg O2/l
Сулфати *	250	mg/l
Фосфати	0,5	mg/l
Хлориди *	250	mg/l
Цвят	Приемлив за потребителите и без значими колебания спрямо обичайното за показателя	
Цинк	5,0	mg/l
Клостридиум перфрингенс (вкл. спори) *	0/100	KOE/ml
Колиформи *	0/100	KOE/ml
Брой колонии (микробно число) при 22 °C	Без значими колебания спрямо обичайната стойност на показателя за съответната вода	

* За маркираните показатели има допълнителни изисквания дадени в Наредбата.

- периодите, през които внасянето на торове е забранено;
- условията за внасянето на торове върху наклонени терени;
- внасянето на торове върху водонаситени, наводнени, замръзнали или покрити със сняг терени;
- условията за внасяне на торове в близост до

водни течения;

- обема и характеристиките на съоръженията за съхранение на органични торове, включително мерки за предотвратяване на замърсяването на подземните и повърхностните води с течности, произхождащи от тях или от складирани фуражи;

- типове земеползване, в т. ч. условията и реда

за внасянето на торове, включително честотата и начина на внасяне на разтвори на неорганични и органични торове, с цел поддържането на загубите на хранителни съставки от разтвора на приемливо равнище.

Б. При изготвянето на правилата за добра земеделска практика се препоръчва да се вземат предвид:

- управлението на използването на земята, включително и правилата за сеитбооборот, за съотношението на площта, заета от многогодишни и от едногодишни растения;
- поддържането на минимално количество растителна покривка през влажните периоди от годината с цел отнемане на азота от почвата и предотвратяване на замърсяването на водите с нитрати;
- разработването на планове за подобряване на почвата според нейното предназначение и разработване на планове за употреба на тор в рамките на земеделските стопанства и воденето на отчетност за вноса на тор;
- предотвратяването на замърсяването на водите чрез отмиване и изтичане на водата далеч от корените на растенията в районите, обхванати от напоителни системи.

2.9.2.3. Повърхностни води

Наредба № 13 за характеризирание на повърхностните води (Обн. ДВ бр. 37 от 8 Май 2007г.).

С наредбата се уреждат условията и редът за характеризирането на повърхностните водни тела и се определят:

- повърхностните водни тела в границите на всеки район за басейново управление, които се идентифицират като попадащи в една от следните категории повърхностни води: реки, езера, преходни води и крайбрежни води или като изкуствени или силно модифицирани водни тела; определянето на повърхностно водно тяло като изкуствено или силно модифицирано се извършва в съответствие с чл. 156(б) от Закона за водите;
- типове на повърхностните водни тела за всяка категория повърхностни води по т. 1 в границите на всеки район за басейново управление;
- местонахождението и границите на всички типове повърхностни водни тела в границите на всеки район за басейново управление на водите и се извършва тяхното първоначално характеризирание;
- специфични референтни условия за всички типове повърхностни водни тела, определени по т. 2;
- видът и големината на натиска от човешка дейност върху водните тела в границите на всеки район за басейново управление на водите.

Приложение № 1 към чл. 2, ал. 1 - Типове повърхностни водни тела – реки, езера, преходни води, крайбрежни води (характеристика, задължителни и незадължителни фактори)

Приложение № 2 към чл. 4, ал. 2 - Състояние на повърхностните води

1.1. Елементи за качество за класифициране на екологичното състояние - реки, езера, преходни води, крайбрежни води, изкуствени и силно модифицирани повърхностни водни тела.

1.2. Нормативни дефиниции на класификациите за екологичното състояние.

Приложение № 3 към чл. 7, ал. 2 - Списък на основните замърсители:

1. Органохалогенни съединения и вещества, които могат да образуват такива съединения във водната околна среда.

2. Органофосфорни съединения.

3. Органични съединения на калая.

4. Вещества и препарати или продуктите от разпадането им с доказани канцерогенни или мутагенни свойства или свойства, които могат да въздействат върху стероидогенните, тироидните, възпроизводителните или други, свързани с ендокринните функции във или посредством водната околна среда.

5. Устойчиви въглеродороди и устойчиви биоакумулируеми органични токсични вещества.

6. Цианиди.

7. Метали и техните съединения.

8. Арсен и неговите съединения.

9. Биоциди и продукти за растителна защита.

10. Суспендирани материали.

11. Вещества, допринасящи за еутрофикацията (по-конкретно нитрати и фосфати).

12. Вещества с неблагоприятно въздействие върху кислородния баланс (и които могат да се измерват чрез използване на показатели като БПК, ХПК и др.).

Приложение № 4 към чл. 7, ал. 3 - Нормативни актове, във връзка с наредбата.

Наредба № 12 за качествените изисквания към повърхностни води, предназначени за питейно-битово водоснабдяване (Обн. ДВ бр. 63 от 28.06.2002 г.).

С тази наредба се определят изискванията към качеството на пресните повърхностни води, които след прилагане на подходяща обработка се използват или са перспективни за получаване на вода за питейно-битово водоснабдяване, тяхното категоризиране и условията за измерване, вземане на проби и изпитване на показателите, посочени в приложение № 1.

Наредбата се прилага за всички води от повърхностни водоизточници, които се подават за питейно-битови цели чрез водоразпределителна

Таблица 2.13. Изисквания към качеството на повърхностни води, предназначени за добиване на питейна вода

Изисквания №	Показател	Единица	Категория А1		Категория А1		Категория А1	
			ПС	ЗС	ПС	ЗС	ПС	ЗС
1.	pH	-	6,5 - 8,5		5,5 - 9,0		5,5 - 9,0	
2.	Цвят (след проста филтрация)	mg/l Pt скала	10	20(*)	50	100 (*)	50	200 (*)
3.	Неразтворени вещества	mg/l HB	25					
4.	Температура	° C	22	25 (*)	22	25 (*)	22	25 (*)
5.	Електропроводимост при 20 °C	µS/cm - 1	1000		1000		1000	
6.	Мирис	фактор на разреждане при 25 °C	3		10		20	
7.(**)	Нитрати	mg/l NO ₃	25	50 (*)		50 (*)		50 (*)
8.(1)	Флуориди	mg/l F	0,7 - 1,0	1,5	0,7 - 1,7		0,7 - 1,7	
9.	Екстрахируем органичен хлор - общо	mg/l Cl						
10.(**)	Разтворено желязо	mg/l Fe	0,1	0,3	1	2	1	
11.(**)	Манган	mg/l Mn	0,05		0,1		1	
12.	Мед	mg/l Cu	0,02	0,05 (*)	0,05		1	
13.	Цинк	mg/l Zn	0,5	3	1	5	1	5
14.	Бор	mg/l B	1		1		1	
15.	Берилий	mg/l Be	0,0002					

16.	Кобалт	mg/l Co	0,02						
17.	Никел	mg/l Ni	0,02						
18.	Ванадій	mg/l V	0,01						
19.	Арсен	mg/l As	0,01	0,05	0,001	0,05	0,05	0,1	
20.	Кадмій	mg/l Cd	0,001	0,005		0,005	0,001	0,005	
21.	Хром - общ	mg/l Cr		0,05		0,05		0,05	
22.	Олово	mg/l Pb		0,05		0,05		0,05	
23.	Селен	mg/l Se		0,01		0,01		0,01	
24.	Живак	mg/l Hg	0,0005	0,001	0,0005	0,001	0,0005	0,001	
25.	Барій	mg/l Ba		0,1		1		1	
26.	Ціаніди	mg/l CN		0,05		0,05		0,05	
27.	Сульфати	mg/l SO ₄	150	250	150	250 (*)	150	250 (*)	
28.	Хлориди	mg/l Cl	200	200	200		200		
29.	Повърхностно активни вещества (реагиращи с метиленово синьо)	mg/l (лаурил-сулфат)	0,2		0,2		0,5		
30.(**) (2)	Фосфати	mg/l P ₂ O ₅	0,4		0,7		0,7		
31.	Феноли (фенолен индекс) паранитроанилин или 4-аминоантипирин	mg/l C ₆ H ₅ OH		0,001	0,001	0,005	0,01	0,1	
32.	Разтворени или емулгирани въглеродороди (след екстракция с петролев етер)	mg/l		0,05		0,2	0,5	1	

33.	Полициклически ароматни въглеводороди	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002	0,001
34.	Пестициди - общо	mg/l	0,001	0,0025	0,0025	0,005
35.(**)	ХПК	mg/l O ₂			30	
36.(**)	Разтворен O ₂ % на насищане	% O ₂	>70		>50	
37.(**)	БПК ₅ при 20 °C, без нитрификация	mg/l O ₂	<3		<5	
38.	Азот по Келдал (с изключение на NO ₃)	mg/l N	1	2	3	
39.	Амониев йон	mg/l NH ₄	0,05	1	1,5	4 (*)
40.	Екстрахируеми с хлороформ вещества	mg/l EXB	0,1	0,2		0,5
41.	Общ органичен въглерод	mg/l C				
42.	Остатъчен органичен въглерод след флокулация и мембранна филтрация (5 µm) ТОС	mg/l C				
43.(**)	Колиформи 37 °C – общо	/100 ml	50	5000		50 000
44.	Фекални колиформи	/100 ml	20	2000		20 000
45.	Фекални стрептококи	/100 ml	20	1000		10 000
46.	Салмонела		Да не се установява в 5000 ml	Да не се установява в 1000 ml		

(*) При необичайни метеорологични или конкретни географски условия съгласно чл. 9, ал. 1, Т. 2. (**). Виж чл. 9, ал. 1, Т. 4.

(1) Посочените стойности са горна граница, определена според средната годишна температура (висока и ниска). (2) Параметър, включен по екологични критерии. ПС – пропоръчителна стойност; ЗС – задължителна стойност.

мрежа.

Наредбата не се отнася за подземните и солените води, за водите, които осигуряват минимално допустимия отток в реките, и за водите от мъртвия обем на язовирите.

За целите на наредбата повърхностните води се разпределят съгласно определените гранични стойности в три категории: А1, А2 и А3, за които се прилагат съответните стандартни методи за обработка, посочени в Приложение № 2.

Категориите А1, А2 и А3 отговарят на различно качество повърхностни води съобразно физически, химически и микробиологични показатели, които са определени в приложение № 1. По радиологични показатели повърхностните води за питейно-битово водоснабдяване трябва да отговарят на изискванията на Наредба № 9_от 2001 г. за качеството на водата, предназначена за питейно-битови цели (ДВ, бр. 30 от 2001 г.).

Приложение № 1 към чл. 1, ал. 1 (Таблица 2.13.)

Приложение № 2 към чл. 3, ал. 1 - Стандартни методи за обработка на повърхностни води от категории А1, А2 и А3 до изискванията за вода за питейно-битови цели:

- Категория А1: Груба механична обработка и дезинфекция, напр. бърза филтрация и дезинфекция.
- Категория А2: Механична и химична обработка и дезинфекция, напр. предхлориране, коагулация, флокулация, утаяване, филтрация и дезинфекция (крайна дезинфекция).
- Категория А3: Разширена механична и химична обработка, последваща обработка и дезинфекция, напр. хлориране до "точката на прелома", коагулация, флокулация, утаяване, филтрация, адсорбция чрез активен въглен и дезинфекция (озониране, крайна дезинфекция).

Приложение № 3 към чл. 7, ал. 1 - Минимална годишна честота за вземане на проби и изпитване за всеки показател от приложение № 1.

Приложение № 4 към чл. 12, ал. 1 - Сравнителни

Таблица 2.14. Показатели и норми за определяне допустимата степен на замърсяване на различните категории повърхностни течащи води

№ по ред	Показатели	Единица мярка	Категория		
			I	II	III
<i>Група А. Общофизични и неорганични химични показатели</i>					
1.	Температура	°С	да не надвишава с 30 °С средната температура за сезона		
2.	Цвят	градуси	200. Без видимо допълнително оцветяване		
3.	Мирис	бала	2	3	3
4.	Активна реакция	pH	6,5 - 8,5	6,0 - 8,5	6,0 - 9,0
5.	Наситеност с кислород	%	75	40	20
6.	Електропроводимост	мкС	700	1300	1600
7.	Разтворен кислород	mg/l	6	4	2
8.	Разтворени вещества	mg/l	700	1000	1500
9.	Неразтворени вещества	"	30	50	100
10.	Обща твърдост	мгекв/l	7	10	14
11.	Хлорни йони	mg/l	200	300	400
12.	Сулфатни йони	"	200	300	400
13.	Сероводород (свободен)	"	не се допуска		0,1
14.	Желязо (общо)	"	0,5	1,5	5
15.	Манган (общ)	"	0,1	0,3	0,8
16.	Азот (амониев)	"	0,1	2,0	5
17.	Нитритен азот	"	0,002	0,04	0,06
18.	Нитратен азот	"	5	10	20
19.	Фосфати (PO ₄)	"	0,2	1,0	2
20.	Фосфор (общо съдържание като PO ₄)	"	0,4	2,0	3

21.	Селен	"	0,01	0,01	0,01
22.	Берилий	"	0,0002	0,0002	0,002
23.	Ванадий	"	0,1	0,01	1
24.	Молибден	"	0,5	0,5	3
25.	Барий	"	1	1	4
26.	Бор	"	не се допуска		1
27.	Сребро	"	0,01	0,01	0,01
28.	Уран	"	0,6	0,6	0,6
29.	Радий 226	мБк/l	150	150	150

Група Б. Общи показатели за органични замърсяващи вещества

30.	Органични неразтворени вещества	мБк/l	5	15	25
31.	Окисляемост (перманганатна)	"	10	30	40
32.	ХПК (бихроматна)	"	25	70	100
33.	БПК5	"	5	15	25
34.	Разтворен органичен въглерод	"	5	12	20
35.	Екстрахируеми вещества (с тетрахлорметан)	"	0,5	3	5
36.	Органичен азот	"	1	5	10

Група В. Показатели за неорганични вещества от промишлен произход

37.	Живак	mg/l	0,0002	0,001	0,001
38.	Кадмий	"	0,005	0,01	0,02
39.	Олово	"	0,02	0,05	0,2
40.	Арсен	"	0,02	0,05	0,2
41.	Мед	"	0,05	0,1	0,5
42.	Хром (тривалентен)	"	0,1	0,5	1
43.	Хром (шествалентен)	"	0,02	0,05	0,1
44.	Кобалт	"	0,02	0,1	0,5
45.	Никел	"	0,05	0,2	0,5
46.	Цинк	"	1	5	10
47.	Обща бета-активност	мБк/l	750	0	750
48.	Цианиди (лесно разградими)	mg/l	не се допуска	0,05	0,1
49.	Цианиди (общо количество)	"	не се допуска	0,5	1,0
50.	Флуориди (общо количество)	"	0,5	1,5	3
51.	Свободен активен хлор	"	не се допуска	0,05	0,1

Група Г. Показатели за органични вещества от промишлен произход

52.	Анионоактивни детергенти	mg/l	0,5	1	3
53.	Феноли (летливи)	"	0,01	0,05	0,1
54.	Нефтопродукти	"	не се допуска	0,3	0,5
55.	Алдрин	"	0,0002	0,0002	0,0002
56.	Пиридин	"	0,2	0,2	0,5
57.	Ксантогенати	"	0,001	0,01	0,1
58.	Сапонини	"	0,2	0,2	1
59.	Стирол	"	0,1	0,2	0,5

60.	Бензол	"	0,5	0,5	1
61.	Формалдехид	"	0,5	0,5	1
62.	Капролактан	"	1	1	1
63.	Фталова киселина	"	0,5	1	5
64.	Фенитротиион (Агрив 1050)	mg/l	0,0001	0,0001	0,3
65.	Золон (Агрив 1060)	"	0,0001	0,0001	0,002
66.	Сатурн	"	0,1	0,1	1
67.	Атразин (Цеазин)	"	0,25	0,25	2,5
68.	Ласо	"	0,3	0,3	0,5
69.	2,4 Д	"	1	1	5
70.	Севин (Дикарбам)	"	0,002	0,002	0,1
71.	Винилхлорид	"	0,01	0,01	0,01
72.	Дихлоретан	"	1,5	1,5	1,5
73.	Афалон	"	0,5	1,0	1,0
74.	Паторан	"	0,2	2,0	2,0
75.	Димид	"	1,0	1,0	5,0
76.	Рамрод	"	0,5	0,5	1,0
77.	Трефлан	"	1,0	1,0	5,0
78.	Пропанид	"	0,1	1,0	2,0
79.	Дифензокват	"	0,2	1,0	5,0

Група Д. Биологични показатели

80.	Сапробност		олиго	бета мезо	алфа мезо
	Индекс на Пантле-Бук		<1,5	<2,5	<3,2
	Индекс на Зелинка-Марван-Ротщайн		>60	>40	>25
			>3	>2	>1
81.	Видово разнообразие на макрозообентоса (по Шенън)		>0,7	>0,6	>0,5
82.	Степен на изравненост на макрозообентоса		<0,2	<0,3	<0,5
83.	Степен на доминиране на макрозообентоса		6	6	6
84.	Общ брой на микроорганизмите (пряко броене)		<10	<5,10	<10
85.	Общ коли-титър				
86.	Ешерихия коли-титър - терморезистентни	cm ³ cm ³	<0,1 <1,0	<0,1	<0,001
87.	Патогенни микроорганизми		не се допуска	<1,0	<0,01

методи за измерване на препоръчителните и задължителните стойности за показателите.

Приложение № 5 към чл. 12, ал. 2 - Групи показатели за контрол.

Наредба № 7 за показатели и норми за определяне качеството на течащите повърхностни води (Обн. ДВ бр.96 от 12 Декември 1986г., в сила от 12.12.1986 г.).

Тази наредба урежда показателите и нормите за определяне допустимата степен на замърсяване на течащите повърхностни води съгласно приложението. Указаните в приложението показатели и норми могат временно (до издаването на съответните наредби) да се прилагат и за езера и водохранилища с отчитане на характерните за тях особености.

Водните течения при минимално средномесечно

Таблица 2.15. Изисквания към качеството на водата за къпане

№	Показатели	Единица	Препоръчителна стойност	Задължителна стойност	Минимална честота на вземане на проби
1	2	3	4	5	6
<i>Микробиологични</i>					
1.	Общо колиформи	/100 ml	500	10 000	На 2 седмици (1)
2.	Фекални колиформи	/100 ml	100	2000	На 2 седмици (1)
3.	Фекални стрептококи	/100 ml	100	-	(2)
4.	Салмонела	/l l	-	0	(2)
5.	Ентеровируси	PFU/10 l	-	0	(2)
<i>Физико-химични</i>					
6.	pH	pH стойност	-	6-9 (*)	(2)
7.	Цвят		-	Без отклонения от обичайния цвят (*)	На 2 седмици (1)
8.	Минерални масла (нефтепродукти и др.)	mg/l	-	Без видим филм на повърхността и без мирис	На 2 седмици (1)
			≤0,3	-	(2)
9.	Повърхностно активни вещества, реагиращи с метиленово синьо	mg/l (лаурил сулфат)	-	Без трайна пяна	На 2 седмици (1)
			≤0,3	-	(2)
10.	Феноли (фенолен индекс)	mg/l C ₆ H ₅ OH	-	Без специфичен мирис	На 2 седмици (1)
			≤0,005	≤0,05	(2)
11.	Прозрачност	m	2	1 (*)	На 2 седмици (1)
12.	Разтворен кислород	% O ₂	80-120	-	(2)
13.	Стоящи или плувачи във водата предмети и части от дърво, пластмаса, гума, стъклои други материали. Отпадъци и по-големи отломъци	Не се допускат			На 2 седмици (1)
14.	Амониев йон	mg/l NH ₄	0,1	-	(3)
15.	Азот по Келдал	mg/l N	1	-	(3)

Други вещества, разглеждани като индикатори за замърсяване:

16.	Пестициди - общо	µg/l	1	-	(2)
17.	Тежки метали, като:	mg/l			(2)
	- арсен		As	0,05	-
	- кадмий		Cd	0,005	-
	- хромб ⁶⁺		Cr ⁶⁺	0,02	-
	- олово		Pb	0,02	-
	- живак		Hg	0,001	-
18.	Цианиди	mg/l CN	-	0,05	(2)
19.	Нитрати	mg/l NO ₃	5	-	(2)
20.	Фосфати	mg/l PO ₄	0,2	-	(2)

(*) Допуска се превишаване на нормата в случаи на необичайни метеорологични и конкретни географски условия. (1) Когато взетите проби през предишни години показват по-добри резултати от посочените в приложението и когато липсват нови фактори, които биха могли да влошат качествата на водата, компетентните органи могат да намалят честотата на вземане на проби. (2) Показателите се определят, когато от проверката в зоната за къпане се доказва или има съмнение за присъствие на конкретен замърсител, респективно влошено качество на водите. (3) Тези показатели трябва да бъдат контролирани, когато има тенденция към еутрофикация на водата.

водно количество (в година с обезпеченост 95%), след изпускането на отпадъчни води в тях, не трябва да съдържат вредни вещества повече от пределно допустимите норми за съответната категория на приемника.

Изискванията и нормите по тази наредба са задължителни за всички ведомства, стопански и други организации, от обектите на които се изпускат битови, промишлени и селскостопански отпадъчни води във водните течения.

Приложение към чл. 1, ал. 1 (Таблица 2.14.)

Наредба № 8 за качеството на крайбрежните морски води (Обн. ДВ бр.10/2001 г.).

Тази наредба определя показателите и нормите, на които трябва да отговарят качествата на крайбрежните морски води. Наредбата има за цел да опази чистотата на крайбрежните морски води и създаде благоприятни условия за тяхното ползване и нормално развитие на морските и крайбрежните екосистеми.

Крайбрежните морски води включват: 1. райони на съществуващо и перспективно ползване на водите при курортни обекти, спортни бази и обекти за лечение и профилактика с регламентирани зони за къпане, райони за развитие и възпроизводство на аквакултури, както и райони с уникални екосистеми; 2. пояси на санитарна охрана.

Приложение към чл. 10 - Показатели и норми за определяне качеството на крайбрежните морски води

Наредба № 11 за качеството на водите за къпане (Обн. ДВ бр.25/2002 г.).

С тази наредба се определят изискванията към качеството на природните води, предназначени за

къпане. Тя има за цел да защити здравето на хората, използващи природните води за къпане. Наредбата не се прилага за водите, предназначени за лечебно-профилактични цели и за водите, използвани в плувни басейни. Качеството на водите за къпане се определя съгласно физични, химични и микробиологични показатели, посочени в приложението.

Наредбата е в сила до 31 декември 2014 г.

Приложение № чл.8, ал.1 (Таблица 2.15.)

Наредба № 5 за управление качеството на водите за къпане (Обн. ДВ, бр. 53 от 10.06.2008 г.).

С тази наредба се въвеждат изискванията на Директива 2006/7/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 15 февруари 2006 г. за управление качеството на водите за къпане и за отмяна на Директива 76/160/ЕИО. С нормативния акт се уреждат изискванията към: 1. мониторинга и класификацията на качеството на водите за къпане; 2. управлението на качеството на водите за къпане; 3. предоставянето на информация на обществеността относно качеството на водите за къпане; 4. реда за определяне на нови зони за къпане. Целта на наредбата е да осигури запазване, защита и подобряване качеството на околната среда, както и да защити здравето на човека чрез прилагане на подхода за интегрирано управление на водите. Наредбата не се прилага за: 1. водите в плувни басейни и басейните за водни (СПА) процедури; 2. водите в обособени места, използвани с лечебно-профилактична цел; 3. водите в изкуствено създадени и обособени водни тела, които нямат връзка с повърхностни и/или подземни води.

Наредба № 18 за качеството на водите за

Таблица 2.16. Изисквания към качеството на водите, предназначени за напояване на земеделските култури

Показатели	Мярка	Пределно допустими стойности
1	2	3
<i>А. Засоляване</i>		
Електропроводимост (Ес)	μS/cm	2000
<i>Б. Водопронпускливост</i>		
Натрий (Na)	mg/dm ³	300
Калций (Ca)	mg/dm ³	400
Магнезий (Mg)	mg/dm ³	300
Калий (K)	mg/dm ³	350
<i>В. Токсичност</i>		
Бор (B)	mg/dm ³	1,0
Хлорни йони (Cl)	mg/dm ³	300
Манган (Mn)	mg/dm ³	0,2
Желязо (Fe)	mg/dm ³	5,0
Мед (Cu)	mg/dm ³	0,2
Кобалт (Co)	mg/dm ³	0,05
Цинк (Zn)	mg/dm ³	2,0
Молибден (Mo)	mg/dm ³	0,01
Олово (Pb)	mg/dm ³	0,05
Живак (Hg)	mg/dm ³	0,001
Алуминий (Al)	mg/dm ³	5,0
Берилий (Be)	mg/dm ³	0,01
Никел (Ni)	mg/dm ³	0,2
Ванадий (V)	mg/dm ³	0,1
Кадмий (Cd)	mg/dm ³	0,01
Селен (Se)	mg/dm ³	0,01
Арсен (As)	mg/dm ³	0,1
Хром - шествалентен (Cr(+6))	mg/dm ³	0,05
Хром - тривалентен (Cr(+3))		0,5
Флуориди	mg/dm ³	1,0
Литий	mg/dm ³	2,5
<i>Г. Санитарно-хигиенни показатели</i>		
Общ коли-титър	cm ³	<0,1
Ешерихи коли-титър	cm ³	<1,0
Чревни патогенни микроорганизми	cm ³	Не се допуска
<i>Д. Други показатели</i>		
Азот амониен (N-NH ₄)	mg/dm ³	5
Азот нитратен (N-NO ₃)	mg/dm ³	20
Карбонати (CO ₃)	mg/dm ³	200
Хидрокарбонати (HCO ₃)	mg/dm ³	300

Сулфати (SO ₄)	mg/dm ³	300
Фосфати (PO ₄)	mg/dm ³	3
Активна реакция (pH)	единица pH	6 - 9
Феноли (летливи)	mg/dm ³	0,05
Цианиди (CN) - общо	mg/dm ³	0,5
Нефтопродукти	mg/dm ³	0,3
Детергенти	mg/dm ³	1,0
ХПК	mg/dm ³	100
БПК5	mg/dm ³	25
Екстрахируеми вещества с тетрахлорметан	mg/dm ³	5,0
Температура	°C	28
Разтворен кислород	mg/dm ³	>2,0
Обща твърдост	mgeqv/dm ³	14
Неразтворени вещества	mg/dm ³	50
E. Радиоактивност		
Радий 226 (Ra 226)	mBq/dm ³	150
Обща бета радиоактивност	mBq/dm ³	750

Таблица 2.17. Кратък списък на задължителните за анализ физични и химични показатели на водата за напояване

№ по ред	Показатели
1	Температура
2	Акт. реакция
3	Електропроводимост
4	Обща твърдост
5	Неразтворени вещества
6	Азот амониев (N-NH ₄)
7	Азот нитратен (N-NO ₃)
8	Азот нитритен (N-NO ₂)
9	Хлорни йони (CL ⁻)
10	Сулфати (SO ₄ ⁽⁻²⁾)
11	Фосфати (PO ₄)
12	Хидрокарбонати (HCO ₃)
13	Карбонати (CO ₃)
14	Желязо (Fe)
15	Манган (Mn)
16	Калций (Ca)
17	Магнезий (Mg)
18	Натрий (Na)
19	Калий (K)
20	Олово (Pb)
21	Кадмий (Cd)
22	Живак (Hg)

напояване на земеделските култури (Обн. ДВ, бр. 43 от 9.06.2009 г., в сила от 9.06.2009 г.).

С тази наредба се уреждат:

- изискванията към качеството на водите за напояване;
- критериите и показателите за оценка на качеството на водите за напояване;
- предотвратяването на увреждането на хидротехническите съоръжения от въздействието на водите за напояване;
- мониторингът на качеството на водите за напояване;
- контролът за спазване на изискванията за качеството на водите.

Наредбата има за цел да създаде условия за: 1. гарантиране здравето и живота на населението и животните чрез опазване на почвите, земеделските култури и на качеството на водите във водните обекти от възможно неблагоприятно въздействие на водите за напояване; 2. поддържането на земята в добро земеделско и екологично състояние. Наредбата се прилага за повърхностните, подземните и отпадъчните води, използвани за напояване на земеделските култури, в тяхното естествено състояние или след подходящо третиране.

Приложение № 1 към чл. 5, ал. 1 (Таблица 2.16.)

Приложение № 2 към чл. 10, ал. 2 (Таблица 2.17.)

Наредба № 4 за качеството на водите за рибовъдство и за развъждане на черупкови организми (Обн. ДВ, бр. 88 от 27.10.2000 г.). С тази наредба се уреждат изискванията за качество на пресните и крайбрежните морски за отглеждане на рибовъдство и

за развъждане на черупкови организми. Целта на наредбата е опазването на пресните води, предназначени за естествено обитаване от рибни видове, и на крайбрежните морски води за развъждане на черупкови организми от замърсяване, както и създаване на благоприятни условия за нормално функциониране на екосистемите. Тази наредба не се отнася за води във водни обекти, предназначени за интензивно рибовъдство (рибни ферми).

Приложение № 1 към чл. 2, т. 1 - Норми за качество на пресните повърхностни води, обитавани от риби.

Приложение № 2 към чл. 2, т. 2 - Норми за качеството на крайбрежните морски води, обитавани от черупкови организми.

2.9.2.4. Отпадъчни води

Наредба № 6 за емисионни норми за допустимото съдържание на вредни и опасни вещества в отпадъчните води, зауствани във водни обекти (Обн. ДВ бр. 97/2000г., изм. и доп., бр. 24 от 23.03.2004 г.). С тази наредба се уреждат емисионните норми за допустимото съдържание на някои вредни и опасни вещества в отпадъчните води, зауствани във водни обекти. От обхвата на наредбата се изключват всички зауствания на отпадъчни води в подземни води. Целта на наредбата е да се предотврати и/или преустанови и намали замърсяването на водите на водните обекти с опасните и вредните вещества, попадащи в обхвата ѝ. За постигане на целта опасните вещества от обхвата на наредбата въз основа на тяхната токсичност, устойчивост и биоаккумуляция се групират в списък I и списък II на приложение № 1.

Приложение № 1 към чл. 2, ал. 2

Списък I на групи вещества. Списък I съдържа някои индивидуални вещества, които принадлежат към

следните групи вещества, избрани главно въз основа на тяхната токсичност, устойчивост и биоаккумуляция, с изключение на онези, които са биологично безвредни или които лесно се превръщат във вещества, които са биологично безвредни:

- оргонохалогенни съединения и вещества, които могат да образуват такива съединения във водната околна среда;
- оргонофосфорни съединения;
- оргонокалаени съединения;
- вещества, за които е доказано, че имат канцерогенни свойства във или чрез водната околна среда. Веществата от списък II, които са канцерогенни се включват към тази точка;
- живак и неговите съединения;
- кадмий и неговите съединения;
- устойчиви минерални масла и въглеродороди с нефтен произход;
- устойчиви синтетични вещества, които могат да стоят на водната повърхност, да остават във суспендирано състояние или да потъват и които могат да пречат на какво-то и да е използване на водите.

Списък II на групи вещества

А. Вещества, които принадлежат към групите вещества в списък I, за които емисионни норми не са определени в тази наредба;

Б. Някои индивидуални вещества и категории вещества, които принадлежат към групите вещества, изброени по-долу, и които имат вреден ефект върху водната околна среда, който може да бъде ограничен върху дадена територия и който зависи от характеристиките и местоположението на водата, в които те се изпускат.

Групи вещества, които се отнасят към буква Б:

- Металоиди и метали и техните съединения (Таблица 2.18.):

Таблица 2.18. Металоиди и метали и техните съединения (към буква Б)

№ по ред	Вещество	№ по ред	Вещество	№ по ред	Вещество	№ по ред	Вещество
1.	цинк	6.	селен	11.	калай	16.	ванадий
2.	мед	7.	арсен	12.	барий	17.	кобалт
3.	никел	8.	антимон	13.	берилий	18.	талией
4.	хром	9.	молибден	14.	бор	19.	телур
5.	олово	10.	титан	15.	уран	20.	сребро

Биоциди и техните производни, които не са включени в списък I.

- Вещества, които имат вреден ефект върху вкуса и/или мириса на продуктите за човешка консумация, които имат произход от водната околна среда, и съединения, които могат да станат причина за появата

на такива вещества във водата.

- Токсични или устойчиви органични съединения на силиций, и вещества, които могат да станат причина за появата на такива съединения във водата, с изключение на онези, които са биологично безвредни или бързо се превръщат във водата в безвредни вещества.

Таблица 2.19. Изисквания към отпадъчните води след селищните пречиствателни станции, по чл.11 и чл.12 от наредбата

Показател	Концентрация	Сравнителен метод за измерване
1	2	3
Биохимична потребност от кислород (БПК ₅) при 20 °С без нитрификация	25 mg/dm ³ O ₂	Хомогенизирана, нефилтрувана и неотдекантирана проба. Определяне на разтворения кислород преди и след 5 денонощия инкубация при 20 °С на тъмно. Добавка на нитрификационен инхибитор.
Химично потребен кислород (ХПК)	125 mg/dm ³ O ₂	Хомогенизиран, нефилтрувана и неотдекантирана проба. Окисляемост с калиев бихромат
Общо съдържание на неразтворени вещества	35 mg/dm ³ 35 mg/dm ³ по чл.11, ал.2 при над 10 000 е.ж.	Филтруване на представителна проба през мембранен филтър (0,45 μm). Изсушаване при 105 °С и претегляне. Центрофугиране на представителна проба (най-малко в продължение на 5 минути със средно ускорение от 2 800 до 3 200 g), изсушаване при 105 °С и претегляне.
	60 mg/dm ³ по чл.11, ал.2 при 2 000 – 10 000 е.ж.	

Таблица 2.20. Изисквания към отпадъчните води след селищните пречиствателни станции, които заустват в чувствителни зони, определени съгласно чл.12 от наредбата

Показател	Концентрация	Сравнителен метод за измерване
1	2	3
Общ фосфор	2 mg/dm ³ при 10 000 – 100 000 е.ж. 1 mg/dm ³ при над 100 000 е.ж.	Молекулна абсорбционна спектрофотометрия
Общ азот*	15 mg/dm ³ при 10 000 - 100 000 е.ж. 10 mg/dm ³ при над 100 000 е.ж.	Молекулна абсорбционна спектрофотометрия

• Неорганични съединения на фосфора и елементен фосфор.

• Неустойчиви минерални масла и въглеводороди с нефтен произход.

• Цианиди и флуориди.

• Вещества, които имат неблагоприятен ефект върху кислородния баланс, особено: амоняк и нитрити.

Приложение № 2 към чл.5, ал.1 - Емисионни норми за живак, кадмий, хексахлорциклохексан (HCH), тетрахлорметан, DDT, пентахлорфенол (PCP), алдрин диелдрин, ендрин, изодрин, хексахлорбензен (HCB), хексахлорбутатиен (HCBД), хлороформ (CHCl₃), 1,2 - дихлоретан (EDC), трихлоретилен (TRI), перхлоретилен (PER), трихлорбензен (TCB).

Приложение № 3 към чл.11, ал.3 - Изисквания към отпадъчните води от населените места (Таблицы 2.19 и 2.20.).

А. Канализационни мрежи

Б. Зауствания от селищни пречиствателни станции

във водни обекти

В. Минималният брой проби, които трябва да се вземат за една година

Анализ на отпадъчни води след лагуни трябва да се извършва на филтрувани проби; концентрацията на неразтворени вещества в нефилтрувана проба не трябва да надвишава 150 mg/dm³.

Приложение № 4 към чл.12, ал.1 - Критерии за определяне на чувствителни и по-малко чувствителни зони

Приложение № 5 към чл.16, ал.1 - Емисионни норми за отпадъчните води от някои промишлени сектори, зауствани във водните обекти.

Наредба № 7 за условията и реда за заустване на производствени отпадъчни води в канализационните системи на населените места (Обн. ДВ бр. 98/2000 г.).

Предмет на наредбата са производствените отпадъчни води, зауствани в канализационните мрежи на населените места и селищните пречиствателни

Към Проложение №1

ДО

.....
 (наименование на лицето, експлоатиращо
 канализационната мрежа на населеното
 място и/или селищната пречиствателна станция)

МОЛБА

ОТ

(наименованието на собственика на имота, адрес, тел.)

.....
 (наименованието на пълномощник на собственика, ползвателя, нае-мателя или друго упълномощено лице,
 адрес, тел.)

.....
 (точен адрес на сградите, инсталациите или съоръженията, от които ще се изпускат производствените
 отпадъчни води в канализационната мрежа на населеното място и/или селищната пречиствателна станция)

за заустване на производствени отпадъчни води в канализационната мрежа на.....или селищната
 пречиствателна станция

1. Колко точки на самостоятелно заустване в канализационната мрежа и/или селищната пречиствателна станция
 Вие предлагате да имате

(всички точки на самостоятелно заустване трябва да бъдат ясно означени на план или ситуационна скица,
 приложена към молбата)

2. Точно описание на отделните обособени производства, производствените процеси или други дейности, от които
 се изпускат производствените отпадъчни води:

.....
 (за всяка точка на самостоятелно заустване на отделен лист се описват производствените процеси или
 дейности, като се посочват максималния дебит и стойностите на показателите за качеството на
 производствените отпадъчните води и концентрацията на веществата, които се съдържат в тях, след
 съоръженията за локално пречистване, ако има такива. Задължително се посочват и концентрациите на
 веществата, които не са упоменати в приложение № 2 към чл.6 от Наредбата. Прилага се опростена блок-
 схема на производствените процеси, в тяхната технологична последователност и потоците на
 производствените отпадъчни води).

3. Как ще бъдат зауствани производствените отпадъчни води във всяка една точка на самостоятелно заустване:
 гравитачно или помпажно?

4. Дни от седмицата и часове на изпускане на производствените отпадъчни води.....
 (поотделно за всяка точка на самостоятелно заустване)

5. Кога предлагате да започне заустването на производствените отпадъчни води

(дата, година поотделно за всяка точка на самостоятелно заустване)

6. Ако подателят на молбата кандидатства за заустване на производствени отпадъчни води от промишлено
 предприятие, което е предмет на глава втора от Наредбата за емисионни норми за допустимо съдържание на опасни
 и вредни вещества в отпадъчните води, зауствани във водни обекти (обн. ДВ, бр...) се посочва точно вида на
 промишленото предприятие, производствения капацитет, максималния дебит на производствените отпадъчни води
 и концентрациите на опасните вещества в тях

.....
 (в този случай в договора ще бъдат задължително включени емисионните норми за този вид промишлено
 предприятие в приложение №2 на цитираната наредба)

7. Вид , капацитет и пречиствателен ефект на съоръженията за локално пречистване на производствените
 отпадъчни води, преди заустването им; дата и година на изграждане и въвеждане в
 експлоатация:.....

(поотделно за всяка точка на самостоятелно заустване)

8. Вид на водоснабдяване на обекта: собствен водоизточник или от водоснабдителната система на населеното
 място; количество на ползваната вода:.....

(поотделно за всяка точка на самостоятелно заустване)

Подпис:.....

Таблица 2.21. Максималнодопустими концентрации на вещества в производствените отпадъчни води, изпускани в канализационните мрежи на населените места или в селищните пречиствателни станции

№ по ред	Показатели	Единица мярка	Канализационна мрежа без селищна пречиствателна станция	Канализационна мрежа със селищна пречиствателна станция
1	2	3	4	5
1.	Температура	°C	40	40
2.	Активна реакция (pH)	-	6,5-9,0	6,5-9,0
3.	Неразтворени вещества	mg/dm ³	200	*
4.	Сулфатни йони	"	400	400
5.	Азот амонячен	"	35	35
6.	Фосфати (като P)	"	15	15
7.	Сулфиди (като S)	"	1,5	1,5
8.	БПК ₅	"	400	*
9.	ХПК (бихроматна)	"	700	*
10.	Нефтопродукти	"	10,0	15,0
11.	Животински мазнини и растителни масла	"	100	120
12.	Анионактивни детергенти	"	10,0	15,0
13.	Феноли (летливи)	"	1,0	10,0
14.	Желязо (общо)	"	10,0	10,0
15.	Живак	"	0,05	0,05
16.	Кадмий	"	0,5	0,5
17.	Олово	"	1,0	2,0
18.	Арсен	"	0,5	0,5
19.	Мед	"	1,0	2,0
20.	Хром (шествалентен)	"	0,5	0,5
21.	Хром (тривалентен)	"	2,5	2,5
22.	Никел	"	1,0	2,0
23.	Цианиди (свободни)	"	0,5	1,0
24.	Цианиди (общо)	"	1,0	1,5
25.	Цинк	"	5,0	5,0

* Нормите се определят за всеки конкретен случай съобразно капаитета и натоварването на селищната пречиствателна станция.

Идентификационен код:	№ разрешително	Дата	Код на басейновата дирекция	Поречие
-----------------------	----------------	------	-----------------------------	---------

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ
 МИНИСТЕРСТВО НА ОКОЛНАТА СРЕДА И ВОДИТЕ
 РАЗРЕШИТЕЛНО за заустване на отпадъчни води в повърхностни водни обекти
 № / 200.... г.

станции. Целта на наредбата е опазването на водите от замърсяване с токсични, вредни и опасни за околната среда вещества посредством: 1. определяне на условията и реда за заустване на отпадъчните води; 2. определяне на норми за допустимо съдържание на токсични, вредни и опасни за околната среда вещества в отпадъчните води по чл. 1 преди заустването им. Наредбата не се прилага за заустване на производствени отпадъчни води във водни обекти, уредени с Наредба № 6 от 2000 г. за емисионни норми за допустимото съдържание на вредни и опасни вещества в отпадъчните води, зауствани във водни обекти (ДВ. бр. 97 от 2000 г.). В канализационните мрежи на населените места или в селищните пречиствателни станции могат да се заустват само производствени отпадъчни води, които не пречат на експлоатацията на канализационните мрежи и селищните пречиствателни станции и не застрашават живота и здравето на обслужващия ги персонал. Басейновите дирекции и хигиенно-епидемиологичните инспекции в рамките на тяхната компетентност осъществяват контрол над лицата, които експлоатират канализационните мрежи на населените места и/или селищните пречиствателни станции, и над абонатите за спазване на изискванията на тази наредба.

Приложение №1 към чл.4, ал.2 (Молба по образец)

Приложение № 2 към чл.6 (Таблица 2.21.)

Наредба № 10 за издаване на разрешителни за заустване на отпадъчни води във водни обекти и определяне на индивидуални емисионни ограничения на точкови източници на замърсяване (Обн. ДВ бр. 66 / 2001 г.).

С наредбата се определят реда и начина за издаване на разрешителни за заустване на отпадъчни води от точкови източници на замърсяване в повърхностни водни обекти. Тя има за цел да опази чистотата на водните обекти, в които се заустват отпадъчни води, като осигури тяхната проектна категория, определена съобразно целите за водоползване, качеството на водите и да създаде благоприятни условия за нормално развитие на водните екосистеми.

Приложение към чл. 16, ал. 2

Таблица № 1 - за съществуващи обекти (по образец)

Таблица № 2 - за обекти в процес на проектиране и/или строителство (по образец)

Забележка. Към разрешителното се прилага извадка от картен материал в подходящ мащаб за региона с нанесени обекта, водния обект, мястото/местата на заустване с географски координати, местата за собствен мониторинг и контрол, пунктовете от мрежата на националната система за мониторинг на водите, както и санитарно-охранителните зони около водоизточниците и съоръженията за питейно-битово водоснабдяване и около водоизточниците на минерални води, използвани за лечебни,

профилактични, питейни и хигиенни нужди.

2.10. Литература

1. Узунов, Й., Ст. Ковачев (2002). Хидробиология, ПЕНСОФТ, София-Москва, 283-319.
2. Benatti, C.T., C.R.G. Tavares, E. Lenzi, 2009. Sulfate removal from waste chemicals by precipitation. *J. Environ. Management*, 90(1)504-511.
3. Chowdhury, S., P. Champagne, P.J. McLellan, 2009. Models for predicting disinfection byproduct (DBP) formation in drinking waters: A chronological review. *Sci. Total Environ.*, 407, 4189-4206.
4. Fuentes, M., N.J. Scenna, P.A. Aguirre, M.C. Mussati, 2007. Anaerobic digestion of carbohydrate and protein-based wastewaters in fluidized bed bioreactor. *Latin American Applied Research*, 37, 235-242.
5. Gasperi, J., S. Gernand, V. Rocher, R. Moilleron, 2008. Priority pollutants in wastewater and combined sewer overflow. *Sci. Total Environ.*, 407(1), 263-272.
6. Gomes, C.S.F., J.B.P. Silva, 2007. Minerals and clay minerals in medical geology. *Applied Clay Sci.*, 36, 4-21.
7. Huang, Ch. P., S.P. Myoda, 2007. Sonochemical treatment of wastewater effluent for the removal of pathogenic protozoa exemplified by *Cryptosporidium*. *Practice Periodical of Hazardous, Toxic and Radioactive Waste Management*, 11(2)114-122.
8. Jilani, S., M.A. Khan, 2006. Biodegradation of Cypermethrin by *Pseudomonas* in a batch activated sludge process. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 3(4), 271-280.
9. Jorgensen, S. E. (1991): Water Management and Water Resources. Introduction to Environmental Management, (Ed.: Hansen, P.E., 1994), ELSEVIER, Amsterdam-London-New York-Tokyo, 177-188.
10. Kadam, A.M., G.H. Oza, P.D. Nemade, H.S.Shankar, 2008. Pathogen removal from municipal wastewater in constructed soil filter. *Ecological Engineering*, 33, 37-44.
11. Karavoltos, S., A. Sakellary, N. Mihopoulos, M. Dassenakis, M.J. Scoullou, 2008. Evaluation of the quantity of drinking water in regions of Greece. *Desalination*, 224, 317-329.
12. Li, Z., 2007. Removal of cationic surfactants from water using clinoptilolite zeolite, From Zeolites to Porous MOF Materials. In: *the 40-th Anniversary of International Zeolite Conference*, 2098-2103.
13. Park, E.J., H.J. Jo, J. Jung, 2009. Combined effects of pH, hardness and dissolved organic carbon on acute metal toxicity to *Daphnia magna*. *J. Ind. Eng. Chem.*, 15, 82-85.
14. Prasad, D., J.G. Henry, 2009. Removal of sulfates acidity and iron from acid mine drainage in a bench scale biochemical treatment system. *Environ. Technol.*, 30(2), 151-160.

15. Sadrazdeh, M., A. Ghadini, T. Mohammadi, 2009. Coupling a mathematical and fuzzy logic-based model for prediction of zinc ions separation from wastewater using electro dialysis. *Chem. Eng. J.*, 151(1-3), 262-274.
16. Sampaio, R.M.M., R.A. Timmers, Y. Xu, K.J. Kusman, P.N.L. Lens, 2009. Selective precipitation of Cu from Zn in apS controlled continuously stirred tank reactor. *J. Haz. Mat.*, 165, 256-265.
17. Shek, T.H., A. Ma, V.K.C. Lee, G. McKay, 2009. Kinetics of zinc ions removal from effluent using ion exchange resin. *Chem. Eng. J.*, 146, 63-70.
18. Shirasaki, N., T. Matsushita, Y. Matsui, M. Kobuke, K. Ohno, 2009. Comparison of removal performance of two surrogates for pathogenic waterborne viruses, bacteriophage Q β and MS2 in a coagulation-ceramic microfiltration system. *J. Membrane Sci.*, 326(2), 564-571.
19. Vimala, R., N. Das, 2009. Biosorption of cadmium (II) and lead (II) from aqueous solutions using mushrooms: A comparative study. *H. Haz. Mat.*, 168(1), 376-382.
20. Xiong, J., Z. He, Q. Mahmood, D. Liu, X. Yang, E. Islam, 2008. Phosphate removal from solution using steel slag through magnetic separation. *J. Haz. Mat.*, 152, 211-215.
21. Yeber, M.C., C. Soto, R. Riveros, J. Navarrete, G. Vidal, 2009. Optimization by factorial design of copper (II) and toxicity removal using photocatalytic process with TiO₂ as semiconductor. *Chem. Eng. J.*, 152, 14-19.
22. Yoo, Ch.K., J.M. Lee, I.B. Lee, 2009. Nonlinear model-based dissolved oxygen control in a biological wastewater treatment process. *Korean J. Chem. Eng.*, 21(1), 14-19.
23. You, J., A. Das, E.M. Dolan, Z. Hu, 2009. Ammonia oxidizing archaea involved in nitrogen removal. *Wat. Res.*, 43, 1801-1809.

3. ПОЧВИ



3.1. Основни понятия

Антропогенни фактори са фактори, които могат да причинят увреждане на почвите в резултат на човешка дейност.

Базисна цена на земеделската земя е нормативно установена от държавата парична равностойност за комплекс от продуктивните, технологичните, екологичните и икономическите качества на земеделската земя при използването ѝ по предназначение.

Вкисляване е естествено протичащ процес, чиято интензивност зависи и от антропогенни фактори и води до увеличаване киселинността на почвите.

Вредни изменения на почвата са нарушаване на почвените функции, които предизвикват значителни вреди и щети за отделния индивид и за общостта като цяло: а) химическо замърсяване над пределно допустими количества с тежки метали и металоиди, устойчиви органични замърсители, пестициди и нефтопродукти, в това число засоляване и вредна киселинност; б) замърсяване с пресен торов отпад и концентрирани минерални торове, както и с различни видове отпадъци; в) физическа деградация, като водна и ветрова ерозия с нейните антропогенни аспекти, преовлажняване и заблацияване, последици от изгаряне на стърнища и растителни остатъци.

Действителни рискове от увреждане на почвите са рискове от определени видове увреждане при съществуващи: начин на трайно ползване, сеитбообращение, обработка, напояване или култура.

Добра земеделска практика е земеделската практика, която се основава на принципите на устойчивото развитие.

Елементарна почвено-териториална единица на земеползването е част от земната повърхност с еднородни или близки: почвени и топографски характеристики, начин на трайно ползване, сеитбообращение или горско насаждение.

Екологични функции на почвената покривка - изразяват се чрез способността ѝ да акумулира водни запаси, хранителни елементи, активно органично вещество и свързаната с него химична енергия; да осигурява условия за жизнена дейност на растенията и микроорганизмите; да регулира химичния състав на атмосферата, повърхностните и подпочвените води; да поддържа устойчивостта на геоекосистемите.

Екосистемен подход е отчитане на екологичните изисквания на компонентите на дадена екосистема във взаимовръзка и развитие.

Ерозия на почвите е физично явление, свързано с отделяне и пренасяне на почвени частици чрез вятър, дъждовни и поливни води при протичане на естествени процеси и/или въздействие на антропогенни фактори.

Замърсяване на почвите е процес на натрупване на вредни вещества в почвите от естествен и/или

антропогенен източник, чиито свойства и концентрации причиняват нарушаване на техните функции независимо дали се превишават действащите в страната норми.

Запечатване на почвите е трайно покриване на почвените повърхности с непрониклив материал поради застрояване и/или изграждане на инфраструктура.

Засоляване на почвите е процес, при който се увеличава съдържанието на водноразтворимите соли и/или обменен натрий в почвите в количества, влияещи негативно на техните свойства, респективно на продуктивния им потенциал.

Защитни мерки са дейности по ограничаване достъпа на хора и животни до площите със замърсена почва, включително чрез ограждане и изолиране по друг начин.

Земни недра са достъпните за човешката дейност части на земната кора (литосферата).

Индикатори за състояние на почвите и тяхното изменение са информационни инструменти, обобщаващи данни за: а) увреждане на почвите и нарушаване на техните функции; б) негативно влияние върху качеството на околната среда; в) ефективността на мерките, които се предприемат за опазването на почвите.

Ландшафт е територия, специфичният облик и елементите на която са възникнали като резултат на действия и взаимодействия между природни и/или човешки фактори.

Замърсени почви са почвите, в които концентрацията на замърсителите е по-висока от фоновата или установената с максимално допустима концентрация и това нарушава нейната мултифункционалност. Наличието на замърсители (вредни вещества), надхвърлящи определени нива, може да доведе до негативни последици в цялата хранителна верига, всички видове екосистеми и други природни ресурси.

Замърсяване на почвата - процес на натрупване на вредни вещества от естествен и/или антропогенен източник, чието поведение и концентрации причиняват увреждане на почвените функции. Замърсяването на почвата води до увреждане не само на почвените функции, но и до замърсяването на повърхностните и подземни води.

Замърсител е химично вещество, чиято концентрация в почвата превишава фоновите концентрации и не се среща в природните почви.

Замърсена почва е почва със съдържание на вредно вещество (в mg/kg), превишаването на което при определени условия води до нарушаване на почвените функции и до опасност за околната среда и човешкото здраве.

Интегриран подход е съобразяване и включване на политиката за опазване на почвите в процеса на

разработване, прилагане и контрол на политиките в други области, като транспорт, енергетика, промишленост, селско стопанство и други.

Интервенционна концентрация е съдържание на вредно вещество в почвите в mg/kg, превишаването на което води до нарушаване на почвените функции и до опасност за околната среда и човешкото здраве.

Ливади са постоянни пасища с плътна тревна покривка, които се ползват за добив на фураж (сено) чрез коситба или за паша на селскостопански животни.

Максимално допустима концентрация е съдържание на вредно вещество в почвите в mg/kg, превишаването на което при определени условия води до нарушаване на почвените функции и до опасност за околната среда и човешкото здраве.

Мери са постоянни пасища, разположени в близост до населени места, които се ползват само за паша на селскостопански животни.

Мерки за обезопасяване представляват технически дейности, насочени към ограничаване достъпа на замърсителите в различна форма - течна, твърда или газообразна, до почвите, например уплътняване, покряване и други.

Мерки за възстановяване са дейности за намаляване на концентрацията или отстраняване на вредни вещества в площите със замърсена почва.

Механичният състав е съотношението между физичната глина (частици с размери по-малки от 0,01mm) и физичния пясък (частици с размери от 0,01 до 1 mm) в почвата. Въз основа на съдържание на физичната глина почвите се разделят на четири разновидности: пясъчливи, глинесто-пясъчливо, пясъчливо-глинести и глинести, при последните две разновидности доминира съдържанието на глина. Почвите с по-високо съдържание на глина притежават висока поглъщателна способност- задържат различни видове замърсители в недостъпна за растенията форма.

Опазване на земните недра е спазване на определените с нормативните актове изисквания и ред за ползването на земните недра, както и на изискванията за разумното и рационалното използване на подземните богатства при проучването, добива и първичната им преработка.

Парцеларен план е проект на разработка, с която се доказва размерът на необходимата земя за изграждането на линеен обект, границите и собствеността на засегнатите имоти.

Пасища са постоянни пасища с плътна тревна покривка, които се ползват за паша на селскостопански животни. Коситба може да се извършва като алтернатива на пашата или като метод за борба с плевели.

Подземни богатства са природни твърди, течни и газообразни минерални и органични образувания в

земните недра и минните отпадъци от проучването, добива и първичната им преработка, които е възможно да бъдат използвани в материалното производство.

Постоянни пасища са земи, използвани за отглеждане на треви и други тревисти фуражни растения, възникнали по естествен начин (самозасяване) или чрез култивация (засяване), които се поддържат според начина им на трайно ползване и не са включвани в сеитбооборот в продължение на 5 и повече години или няма да бъдат включвани в сеитбооборота поне за 5 последователни години от датата на промяната в начина на трайно ползване. Постоянните пасища включват пасищата, ливадите и мерите.

Плодородие на почвите е способност на почвите да създават условия за развитие на растенията, както и да ги снабдяват през целия вегетационен период с необходимите количества усвоими хранителни вещества и вода.

Площ представлява определена част от земната повърхност, характеризираща се с географско положение и пространствени размери и включваща един или няколко поземлени имота, дефинирани съгласно чл. 24, ал. 2 от Закона за кадастъра и имотния регистър.

Повторно нарушение е нарушение, което е извършено в едногодишен срок от влизането в сила на наказателното постановление, с което на нарушителя е било наложено наказание за същото по вид нарушение.

Потенциални рискове от увреждане на почвите са рискове от определени видове увреждане при определена смяна на начина на трайно ползване, сеитбообращение, обработка, напояване или култура.

Почви са горният пласт от земната кора, доколкото тя е носител на почвени функции, включително течните съставни части (почвен разтвор) и газообразните съставни части (почвен въздух), без подземните води, урслата на реките и дънната на водните басейни.

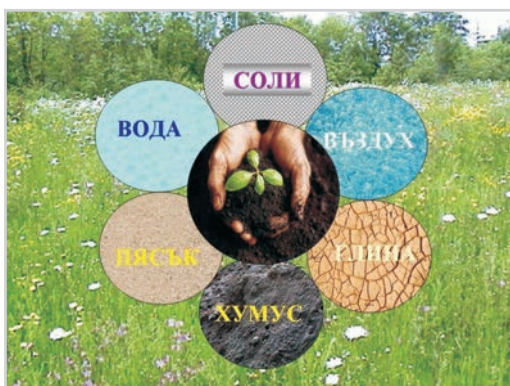
Почвен профил е съвкупност от почвени морфогенетични хоризонти, характеризиращи определено почвено различие.

Почвено органично вещество е сложна система от хумусни вещества, белтъци, аминокиселини, въгледороди, мастни киселини, восъци, смоли, лигнин и други.

Почвени функции са: а) основа за живот и жизнено пространство за хората, животните, растенията и почвените организми; б) съставна част на природния баланс, особено с неговите кръговрати на води и хранителни вещества.

Почвата като екологичен фактор. Почвата като природно образувание се отнася към биосферата, т.е. към онази обвивка на земята в която са разпространени и се развиват живите организми. Като продукт от взаимодействието на живите организми и литосферата

почвата е необходима среда и условие за съществуване на всички сухоземни растения, животни и микроорганизми. Само чрез почвата висшите зелени растения могат да синтезират органични вещества, които се използват от микроорганизмите, животните и човека. Чрез растенията в почвата постоянно се натрупват и се запазват всички елементи, необходими за развитието на следващите поколения растителни организми. Ето защо, почвата е необходимо условие за развитието на живота върху земната суша. Нейното голямо значение се определя не само от ролята и като среда за месторастене на растителността, а също като филтър, буфер и преобразувател между атмосферата, водата на повърхността и растителната покривка, запазвайки по този начин околната среда и човека от вредни продукти и съединения (Фигура 3.1).



Фигура 3.1. Фактори от които зависят свойствата на почвата (www.2.bp.blogspot.com)

Предохранителна концентрация е съдържание на вредно вещество в почвите в mg/kg , превишаването на което не води до нарушаване на почвените функции и до опасност за околната среда и човешкото здраве.

Реакция на почвата (pH) - важен почвен показател, свързан с достъпността на хранителните елементи от растенията, микробиологичната активност, разтворимостта и токсичността на тежките метали, трансформацията на органичното вещество, признак за здравословното състояние на почвата. Реакцията на почвите варира в широки граници - pH от 3,5 до 11 - от много силно кисела до силно алкална. При повишени стойности на pH, т.е при неутрална към алкална (pH над 7) реакция на почвата, намалява подвижността на някои тежки метали и обратно подвижността им се повишава при почви с кисела реакция (pH под 6).

Рекултивация е комплекс от технически и биологически дейности, с които се възстановява първоначалното ползване на земята, а когато това е невъзможно, се създава друг вид ползване или се

оформя подходящ ландшафт.

Ремедиация - физически, химически и биологически въздействия върху замърсените почви за намаляване на увреждането им, така че те да могат да изпълняват функциите си без опасност за здравето на населението и други компоненти на околната среда.

Триви и други тревисти фуражни растения са всички тревисти растения (тревни растителни съобщества от многогодишни житни и бобови триви и/или разнотриви), които по традиция се срещат в естествените пасища или обикновено се включва в смесите за семена за пасища или ливади в България (независимо дали се използват или не за паша на селскостопански животни).

Увреждане на почвите е процес на настъпване на неблагоприятни промени в строежа и/или физико-химичните им свойства, водещ до нарушаване на основните им функции.

Увредени почви са тези почви, които са ерозирани, киселени, замърсени, засолени, уплътнени, запечатани или с намалено почвено органично вещество.

Увреждане на почвената покривка е изменение на физичните, химичните и биологичните характеристики на почвите, при което възниква опасност екологичните функции на почвената покривка да бъдат нарушени или затруднени в съществена степен или за продължителен период.

Угар е част от обработваемите земеделски площи, включени в сеитбооборота, която е изорана и оставена незасята за една стопанска година и се поддържа в добро земеделско състояние.

Уплътняване на почвите е физически процес на частично разрушаване на почвената структура при неправилно използване на селскостопански машини при неподходящи условия.

Фонова концентрация е концентрацията на даден химичен елемент или съединение в почвата, определена от местните фактори на почвообразуване.

Функции на почвите е способността им да изпълняват екологични, икономически, социални и културни функции, като: а) производство на биомаса, включително в земеделието и в горското стопанство; б) съхранение, филтриране и трансформация на хранителни вещества и вода; в) източник на суровини и материали; г) физична и културна среда за хората и тяхната дейност; д) съхранение на биоразнообразието (местообитание, видове и гени) на запасите от въглерод и на геологичното и археологичното наследство.

Хумус е най-важната част на органичното вещество в почвите. Той е основен и постоянен източник на хранителни елементи за растенията. С хумуса са свързани сорбционните свойства на почвата т.е. способността на почвата да задържа в недостъпна форма тежки метали, както и да образува неразтворими

органични соли- хелати с тежките метали.

Хумусен пласт е слой от един или повече почвени хоризонти със съдържание на хумус, равно или по-голямо от 1 на сто (или със съдържание на органичен въглерод, равно или по-голямо от 0,6 на сто), определен в средна проба през 10 cm.

Хумусно дело е земна площ, определена за съхраняване на хумусния пласт от физическото или юридическото лице, получило разрешение за промяна в предназначението на земеделска земя.

3.2. Основни замърсители на почвите

Атласът на почвите в страните от Европейския съюз, съставен от учени от Европейския изследователски център (JRC) показва, че близо една трета от територията на ЕС е заета от т.нар. „уморени“ почви. Това са почви, загубили своя биологичен потенциал поради човешката дейност (Фигура 3.2). Особено



Фигура 3.2. „Уморени“ почви
(www.www.znania.tv)

критична е ситуацията в Англия, в страните от Бенелюкс, в Северна Франция, Северозападна Германия и в редица региони в Северна Италия и Източна Европа. Тук биологичното разнообразие на животни, живеещи в почвата, които я разрохкват и обогатяват с кислород и микроелементи, вместо 1600-1800 вида вече са едва 800-1200 вида.

Почвата като естествено тяло притежава определена способност към самоочистване. Съдържанието на хумус, реакция на почвата и механичен състав се използват като основни показатели за степента на почвеното замърсяване, тъй като те влияят не само върху съхранението на почвеното плодородие, но и върху самоочистващите функции на почвата (Станчева, 2000).

Според Инструкция на МЗП РД-0011 (1994) за

определяне на вида и степента на замърсяване на земеделските земи по землица и режима на тяхното ползване, основните замърсители на почвите са класифицирани в десет категории (Таблица 3.1). Замърсителите могат да бъдат разделени на две групи: *неорганични* и *органични*.

3.2.1. Замърсяване на почвите с неорганични вещества

През последните десетилетия в специалната научна литература се появи терминът „*тежки метали*“, който се свързва с негативно въздействие и с представата за нещо опасно и токсично за живите организми. Към групата на тежките метали се отнасят всички метали с относителна атомна маса над 40 или с плътност над 5 g/cm³. В екологичен аспект терминът „тежки метали“, е придобил актуалност за случаи, в които те са в излишък в околната среда, създаващ риск за здравето на хората и устойчивото функциониране на екосистемите. В този аспект проблемни тежки метали са главно кадмий Cd, арсен As, олово Pb, мед Cu, цинк Zn, никел Ni, живак Hg, селен Se, както и радионуклидите уран ²³⁸U, цезий ¹³⁷Cs и стронций ⁹⁰Sr.

Характеристика на някои неорганични замърсители:

Кадмий (Cd). Концентрациите на кадмий в незамърсените почви обикновено са по-ниски от 1 mg/kg суха почва. Някои почви съдържат повишени концентрации на кадмий поради присъствието му в почвообразуващите скали. Така например почвите, образувани върху базични скали и варовици, са по-богати на кадмиеви съединения, в сравнение с гранитните, сиенитните и гнайсовите скални участъци. В повечето случаи обаче повишеното съдържание на кадмий в почвите има антропогенна природа.

Основни замърсители с този метал са индустриалните емисии. В България има две големи предприятия, добиващи олово, цинк и кадмий. КЦМ Пловдив и МП Кърджали, които са основни замърсители на въздуха, водата и почвата в прилежащите райони, фосфорните торове с висок примес на кадмий и градските утайки, които се използват за органично торене. Счита се, че до 50% от кадмия в почвата е в обменна форма, останалото количество е свързано под формата на карбонати и железни и манганови оксиди. (Василев, 2009). В почвата кадмият често се свързва с органичните й вещества, поради което богатите на хумус почви съдържат повече кадмий. Кадмият няма биологична роля, той е излишен и токсичен за растенията. Критичните токсични концентрации са специфични за отделните растителни видове. Визуалните симптоми на Cd фитотоксичност най-често се изразяват в подтиснат растеж, хлороза, преминаваща в некрози по листата и

Таблица 3.1. Класификация на замърсени земи

Тип на увреждане	Вид на увреждане	Период на увреждане
1. Неорганични замърсители	F общ, CN Br S, Cl	Временно/постоянно Постоянно Временно
2. Метали и токсични елементи	As, Cd, Co, Cr, Cu Hg, Mo, Pb, Se Други	Постоянно Постоянно Постоянно
3. Радионоуклиди	⁹⁰ Sr, ¹³⁷ Cz ²³⁸ U, ²²⁶ Ra, ²³² Th	Временно/постоянно Постоянно
4. Ароматни съединения	Бензол, Етилбензол Толуол, Ксилол Феноли, Ароматни	Постоянно Постоянно Постоянно
5. Полициклични ароматни съединения (ПАС)	Нафталин, Антрацен Фенантрен, Флуорантен Пирен, Бензпирен ПАС (общо)	Постоянно Постоянно Постоянно Постоянно
6. Хлорорганични съединения	Алифатни Cl-органични U-бензолни U-ПАС (общо)	Постоянно Постоянно Постоянно
7. Пестициди	Пестициди	Временно
8. Нефтепродукти	Нефтепродукти	Временно
9. Животински отпадъци и други	Течен тор. Фекалии Утайки от пречиствателни станции Отпадни води	Временно Временно Временно
10. Патогенни микроорганизми	Патогенни микроорганизми	Временно

покафеняване на кореновата система. В растенията постъпва като Cd^{2+} , нормалните му концентрации варират между 0,05-0,5 mg/kg във вегетативните органи, концентрациите в стопански ползваната част на добив са по-ниски. При замърсяване концентрациите му в растителните органи могат да нарастват значително.

Арсен (As). Съдържанието на арсен в незамърсени почви рядко надвишава 10-20 mg/kg. В някои случаи обаче почвите съдържат повишени нива на арсен поради високото му фоново съдържание в близките подпочвени води. Индустриалното замърсяване с арсен се дължи основно на преработка на оловни и медни руди, стъкларската индустрия, производството на арсенови компоненти, използването на арсен-съдържащи химикали в селското стопанство под формата на пестициди, хербициди, дефолианти и др. При преработка на сулфидните минерали, винаги

съдържащи арсен, той се отделя заедно със серния окис и го съпровожда в процеса на сярно-киселото производство. Получават се значително количества промивни води, силно замърсени с арсен.

Поглъщането, транспортът и фитотоксичността на арсена в голяма степен зависят от подвижната му форма. При аеробни условия в почвата доминиращи As форми са арсенатните аниони, а при анаеробни – при преобладаващи почви, арсенидните аниони. Органични форми на As могат да достигнат до растенията чрез поливните води или някои As-съдържащи хербициди. Първичните ефекти на As фитотоксичност са свързани с As-фосфорните взаимодействия поради близките им химични характеристики. При високи концентрации на арсен в растенията се проявява фитотоксичност, най-ранният симптом на която е увяхването. Следващите признаци са неспецифични и включват прояви на хлорози, некрози, подтиснат растеж и развитие и др.

(Василев, 2009).

Олово (Pb). Съдържанието на олово в незамърсени почви варира от 1 до 40-50 mg/kg почва. Замърсяването с този тежък метал основно се свързва с добива и преработката на оловно-цинкови руди и автотранспорта. Достъпността на олово в почвата за растенията обикновено е много ниска, тъй като оловните йони са адсорбирани върху глинестите минерали, органичната материя или са комплексирани под формата на стабилни фосфати, карбонати, оксиди и сулфиди. По принцип, растенията могат да погълнат оловни катиони от почвата или чрез листата, въпреки, че те не са необходими за растежа и развитието им. Олово-съдържащи аерозоли се отлагат върху листата, но поради високата им неразтворимост, поглъщането им от листните клетки е много слабо. При определени условия (високо съдържание на олово в почвата, ниско хумусно съдържание и др.) корените могат да погълнат по-значителни количества оловни йони, но обикновено транспортът им към надземните органи е много нисък. При значителна акумулация в растенията, оловото проявява фитотоксичност, но като правило е в много по-малка степен от останалите проблемни тежки метали. (Василев, 2009).

Мед (Cu). Средните концентрации на мед в повърхностните хоризонти на почвите варират в границите 10-80 mg/kg. Естествено богати на мед почви могат да се формират върху мед-съдържащи почвообразуващи скали. Общата концентрация на мед при индустриално замърсени селскостопански почви може да достигне значителни стойности - например 500 mg/kg. Замърсяването с мед се свързва основно с добива и преработката на медни руди, но така също и с използването на мед-съдържащи пестициди в селското стопанство, утайки за органично торене и др. В почвата медта присъства под формата на органични комплекси. Количеството на водоразтворимите медни съединения е по-малко от 1 % от общото количество мед в почвата. Постъпването на мед в растенията е под формата на Cu^{2+} , нормалната концентрация на медните йони в растителните тъкани варира в рамките на 10-25 mg/kg. Медта е необходим за растенията микроелемент. Физиологичната ѝ роля в растенията се свързва с фотосинтетичния електронен транспорт, дишането и азотния обмен. Признаците на фитотоксичност нямат специфичен характер. В повечето случаи при излишък на мед са наблюдавани покафеняване и редуциране на кореновата система, слаб растеж и разавитие, прояви на хлороза и некроза по върховете на листата (Василев, 2009).

Цинк (Zn). Концентрацията на цинк в повечето почви е в границите 10-300 mg/kg. Съдържанието на цинк в естествено богати или замърсени почви от добив и преработка на оловно-цинкови руди може да достигне изключително високи стойности - до десетки грама на

килограм почва. Цинкът е необходим за растенията микроелемент. Той постъпва в растенията основно под формата на Zn^{2+} . Физиологичната му роля се свързва с участието му в състава на металоензимите. Цинкът има стабилизиращ ефект върху структурното състояние на клетъчните мембрани. В тъканни концентрации над 400-500 mg/kg Zn е токсичен за много растителни видове. Ранните визуални признаци на цинкова фитотоксичност наподобяват желязна хлороза, а следващите имат неспецифичен характер (Василев, 2009).

Никел (Ni). Средните концентрации на никел в почвата са около 50 mg/kg, но варирането е значително и обхваща концентрации от 5 до 500 mg/kg. В почвите, формирани върху серпентини, концентрациите му могат да бъдат значително по-високи. Никелът постъпва в растенията основно като Ni^{2+} . Той е полезен микроелемент за някои бобови растения, в които е необходим за структурата и функцията на ензима уреаза (Василев, 2009).

Живак (Hg). Основните антропогенни източници за замърсяване на почвата с живак са минния добив, металургията, изгаряне на течни и твърди горива, различни аварии в лаборатории или заводи, а понякога и умислено замърсяване. При добив на злато, например, един от методите е използването на живака с цел извличането на златото от рудата. Въздухът се замърсява с живак, главно чрез живачни пари, а в почвата живака и съединенията му попадат чрез валежите. Пападнал в почвата живака преминава в живачен сулфид, който се окислява до живачен сулфат. По-късно под въздействието на микроорганизмите преминава в метилживак. Нормалното му съдържание в почвите е под 1 mg/kg. Живакът в околната среда е нестабилен и е подложен на редица химични, биологични и фотохимични реакции. В почвата доминиращите форми на живак силно зависят от реакцията на средата и присъствието на хлорни йони, но по принцип достъпността им за растенията е ограничена. Листата могат да поглъщат живачни пари и от атмосферата. Средните концентрации на живак в растителните тъкани рядко надвишават 50 mg/kg (Василев, 2009).

Източници на замърсяване. Основните източници на тежки метали могат да се разделят на две групи: естествени и антропогенни.

Естествените са свързани с нормалните биогеохимични процеси в биосферата (сорбция, поглъщане от живата биомаса, изветряне, окислително-редукционни процеси и др.), в резултат на които тежките метали осъществяват цикличен трансфер между компонентите на отделните екосистеми. Излишък на проблемни тежки метали по естествен път е създаден върху някои почви, образувани върху богати с определени елементи почвообразуващи скали. Например почвите, развити върху серпентини, са

богати на магнезий, никел, желязо, кобалт, хром и бедни на калций, молибден и калий. Такива почви има и унас.

Източниците на *антропогенното замърсяване* с тежки метали са разнообразни, но към основните могат да се причислят разработването на кариери или шахти за добив на полиметални руди, металургичната и металопреработващата индустрия, автотранспортът, градските и индустриални отпадъци, горивата в топлоелектрическите централи, някои фосфорни и органични торове и пестициди, както и някои средства за растителна защита използвани в селското стопанство (Василев, 2009).

В обработваемите земи най-голямо разпространение имат цинк, олово, живак, кадмий, хром. Постъпването на кадмий в почвата е свързано с използването на фосфати в земеделието. Замърсяването на почвата може да бъде дифузно или локално. Дифузното замърсяване се причинява при пренос на замърсители от източници с големи територии или от различни по-малки източници. Дифузното почвено замърсяване най-вече се свързва с атмосферни отлагания, горивни процеси, определени селскостопански практики и неподходящи третиране и рециклиране на отпадъци и отпадъчни води. Локално почвено замърсяване се наблюдава в местата с интензивни промишлени дейности, депониране на отпадъци, миннодобивни обекти и инцидентни разливи, при които значително количество вредни вещества попадат в почвите. (Тодорова и Георгиева, 2009).

Поведение и миграция на замърсителите в почвата. Тежките метали с техногенен произход се концентрират в повърхностния слой, под формата на трудно разтворими или неразтворими съединения-карбонати или оксиди на алуминия, желязото и мангана в състава на хумусните вещества. Известна част от йоните на тежките метали се адсорбират върху повърхността на почвените колоиди. Частта на водоразтворимите форми на тежки метали по принцип е неголяма, но при силно замърсяване тя може да стане самостоятелен екологичен фактор (Станчева, 2000).

Почвените свойства, които оказват влияние върху достъпността на тежките метали са:

- механичен състав - при тежък механичен състав на почвата е налице по-ниска адсорбция на тежки метали от растенията;
- стойности на рН - при неутрална и алкална реакцията на почвения разтвор, със стойности на рН над 7, подвижността на тежките метали се понижава, и обратно при кисела реакция - подвижността на тежките метали се повишава;
- сорбционен капацитет на почвата - при висок сорбционен капацитет на почвата, подвижността на тежките метали се понижава, което свойство е

свързано с високата катионообменна способност на глинестите минерали в почвата;

- съдържание на органично вещество - при високо съдържание на органично вещество подвижността на тежките метали се понижава, което е свързано с катионообменната и хелатираща способност на органичната маса;
- дренаж на почвата - при преовлажнени почви с нисък отрицателен редокс-потенциал подвижността и достъпността на тежките метали за растенията е ниска, поради образуваните неразтворими метални сулфиди.

Тежките метали и останалите токсични вещества се натрупват обикновено в повърхностния слой на почвата - 0-10 cm – 57-74 % от общото количество и само 3-8 % се придвижват по профила в дълбочина до 30 – 40 cm (Стоянов, 1999). Дълбоката оран и интензивната обработка на почвата намаляват съдържанието на токсични вещества в повърхностния почвен слой и понижават концентрацията им в растенията. За да бъдат достъпни за растенията тежките метали трябва да бъдат в близък контакт с кореновата система. Този контакт се извършва в „ризосферата“- пространството в непосредствена близост до индивидуалните корени, което се различава съществено от останалата част на почвата по редица параметри, като количество на кореновите ексудати, микробна активност, йонна концентрация, рН, редокс-потенциал и др. В антропогенните почви, особено в градските почви, тежките метали не само че са в по-големи количества, но и по-достъпни за растенията (както за декоративната растителност, така и за тази, която се отглежда в личните стопанства и дворовете), поради това, че те са с по-песъчлив механичен състав и по-бедни на органично вещество, което прави тежките метали по-подвижни.

В почвата тежките метали могат да се съхраняват продължително време и след отстраняването на източника на емисии. Така замърсената почва става източник на замърсяване на растителността, животните и човека. Добивите и качеството на растителната продукция, отглеждана в замърсени райони, силно се снижават или тя представлява да се реализира.

3.2.2. Замърсяване на почвите с органични вещества

Характеристика на някои органични замърсители.

Нефтопродукти. Естественият суров нефт е сложна смес от въглеводороди с различна структура и големина на молекулите, които освен сяр и азот съдържат и малки количества никел и ванадий. Характерни замърсяващи вещества, които се образуват в процеса на добив и преработка на нефта се явяват

въгледородороди (48%), различни твърди сорбенти. При преработка той се разделя основно на пет главни групи: втечени газове, бензини, средни дестилати (дизелово гориво и нафта), смазочни масла, тежка нафта, битуми, както и восъци. Тези пет групи се различават по своите решаващи за оценката на поведението им в почвата свойства и на първо място от тези свойства са летливостта и вискозитетът. От значение за замърсяването на почвата се явяват бензините, средните дестилати и смазочните масла. Втечният газ се изпарява поради високата си летливост преди още да е настъпило замърсяване на почвата, докато тежката нафта и преди всичко битумите и восъкът вследствие на твърдата си консистенция при температури на околната среда почти не проникват в почвата.

Замърсяването на почвата с нефт и нефтопродукти за нашата страна е един сравнително нов, но същевременно и многопланов проблем. При попадане на нефтопродукти в почвата протичат дълбоки и често пъти необратими изменения на химичните, физичните, микробиологичните свойства, а понякога и съществена реорганизация на целия почвен профил. Преди всичко това се отразява на състава на почвения хумус, което влошава почвените свойства като хранителен субстрат за растенията. Изменението на окислително-редукционните условия в почвения хоризонт води към увеличение на подвижността на хумусните вещества в почвата и наличните микроелементи, което предизвиква рязко нарушение в почвената микробиоценоза. Хидрофобните нефтопродукти затрудняват постъпването на влага към корените на растенията, което води до физиологически изменения на последните. Независимо от източника на замърсяване петролните продукти проникват в почвата и се разпространяват както в хоризонтална, така и във вертикална посока, като се формира зона с инверсиран коничен профил. Профилът с инверсиран конус е резултат от факта, че пропускливостта на почвата е десет пъти по-голяма в хоризонтална, отколкото във вертикална посока.

Замърсяването на почвата с нефтопродукти предизвиква депресия на нитрификационните процеси в почвата. Активно започва протичането на процесите на минерализация, което се потвърждава от многократното преобладаване на числеността на бактериите, използващи минералните форми на азот над тези, оползотворяващи органичния азот (Желева и Божинова, 2009).

Пестициди. Пестицидите са отровни химични съединения, специално създадени от човека за борба срещу вредителите по културните растения. Наименованието им произлиза от латински език "*pestis*" - чума и "*cideo, ere*" - убивам; т.е. "вещества, убиващи чумата и нейните преносители.

Според предназначението си пестицидите биват обединени в три основни групи:

- инсектициди - използвани за борба с насекоми;
- фунгициди - използвани за борба с фитопатогенни бактерии и гъби;
- хербициди - за борба с плевели.

При неправилно използване на пестицидите, те могат да се натрупат в почвата. Пестицидите могат да бъдат трайни замърсители на природната среда, и по-специално почвата, да влошат плодородието и с влиянието си върху полезната микрофлора, обуславяща до голяма степен плодородието (Желева и Божинова, 2009). Понастоящем е установено е, че пестицидите и техните метаболитни продукти са подложени на хоризонтална и вертикална миграция в почвата чрез дъждовете, поливната вода. Оттам те проникват до подпочвените води, а чрез тях в растенията и животните. При постъпване на обилни количества вода слабо хидрофилните пестициди се движат надолу, а при засушаване и повишено изпарение те се предвижват по капиллярите към почвената повърхност. Основен критерий за екологична оценка на пестицидите е перзистентността им в почвата - тя се характеризира чрез периода на полуразпадане. Основна част от използваните днес пестицидите се разлагат за сравнително кратък срок, поради което не замърсяват продължително околната среда. Хербицидите най-бързо се метаболлизират, а фунгицидите - най-бавно. Синтетичните пиретроиди деградират относително бързо в растенията и почвения разтвор, поради което намират все по-широко приложение (Станчева, 2000).

3.3. Нормативни актове и норми по опазване и рационално използване на земеделските земи и почвите

3.3.1. Закони

Закон за опазване на земеделските земи (ДВ бр. 35 / 24.04.1996 год., многократно изменен и допълван, последни изменения ДВ бр.87 от 5 Ноември 2010г). С този закон се уреждат опазването на плодородието на земеделските земи, възстановяването и подобряването им, определят условията и редът за промяна на тяхното предназначение. Земеделските земи са основно национално богатство и се използват само за земеделски цели. Промяната на предназначението им се допуска само по изключение при доказана нужда и при условия и по ред, определени с този закон. Опазването от увреждане, възстановяването и подобряването на плодородието на земеделските земи се прилагат и за земеделски земи, включени в строителните граници на населените места и горския фонд, които се използват за производство на растителна продукция и за паша на добитъка.

Собствениците и ползвателите на земеделските земи са длъжни да ги опазват от ерозиране, замърсяване, засоляване, киселяване, заблацияване и др. и да ги поддържат и повишават продуктивните им качества. Собствениците и ползвателите на земеделските земи носят отговорност за:

- съответствие с хигиенните норми на произвежданата растителна или животинска продукция от земеделската земя;
 - вредите, нанесени на земеделските земи, притежавани от другите собственици, а също и за увреждане качеството на повърхностните и подпочвените води.
- Забранява се:
- употреба на пестициди, минерални, листо-подхранващи и микроторове, които нямат биологична и токсикологична регистрация;
 - изгаряне на стърнищата и други растителни остатъци в земеделските земи;
 - използването на органични утайки от промишлени води и отпадъци;
 - унищожаване или промяна на изградени противоерозионни и хидромелиоративни съоръжения.

Не могат да се използват за напояване води, които съдържат вредни вещества и отпадъци над допустимите норми.

Правилник за приложението на закона за земеделските земи (Обн. ДВ бр. 84/1996 г., многократно изменен и допълван, последни изменения ДВ бр. 71/2008 г.). Правилникът определя условията, реда, отговорностите, правата и задълженията на държавните и общинските органи, специализираните служби, физическите и юридическите лица при прилагане на Закона за опазване на земеделските земи (ЗОЗЗ). Опазването на земеделските земи от увреждане се подпомага и регулира от държавата чрез:

- осигуряване на собствениците и ползвателите на земеделски земи с необходимата за това информация, описана в чл. 4, ал. 1 ЗОЗЗ;
- предоставяне на данъчни и кредитни преференции при условия, определени в чл. 5, ал. 4 ЗОЗЗ;
- ограничаване на дейности, водещи към увреждане на екологичните функции на почвената покривка в случаите, описани в чл. 4, ал. 4 ЗОЗЗ;
- забрана на действия, увреждащи екологичните функции на почвената покривка (чл. 6 ЗОЗЗ).

Собствениците и ползвателите на обекти, чиято дейност може да предизвика увреждане на земеделските земи, са длъжни да осигуряват безпрепятствен достъп на територията си на упълномощени от Министерството на земеделието длъжностни лица за извършване на измервания и вземане на почвени и растителни проби. Промяната на предназначението на земеделските земи се допуска по

изключение при доказана нужда и при условия и по ред, определени с този правилник. Без промяна на предназначението на земеделските земи върху тях не може да се извършва строителство на обекти, включително на селскостопански сгради извън строителните граници на населените места.

Приложение №1 към чл.42, ал.3: Удостоверение за промяна на предназначението на земеделска земя, собственост на юридически или физически лица, за собствени неземеделски нужди;

Приложение №2 към чл.48, ал.2: Удостоверение за промяна на предназначението на земеделска земя за държавни или общински неземеделски нужди;

Приложение №3 към чл.55, ал.2: Удостоверение за промяна на предназначението на земеделска земя, върху която има изградени сгради и съоръжения.

Закон за почвите (Обн. ДВ бр. 89 от 6 Ноември 2007г., изм. ДВ бр.80 от 9 Октомври 2009г., изм. ДВ бр.98 от 14 Декември 2010г.). Този закон урежда обществените отношения, свързани с опазването на почвите и техните функции, както и тяхното устойчиво ползване и трайно възстановяване като компонент на околната среда. Целите на закона са:

- предотвратяване увреждането на почвите и нарушаването на техните функции;
- трайно запазване на функциите на почвите;
- възстановяване на нарушените функции на почвите.

Опазването, ползването и възстановяването на почвите се основават на следните принципи:

- екосистемен и интегриран подход;
- устойчиво ползване на почвите;
- приоритет на превантивния контрол за предотвратяване или ограничаване увреждането на почвите и на техните функции;
- прилагане на добри практики при ползването на почвите;
- замърсителят плаща за причинените вреди;
- информираност на обществеността за екологичните и икономическите ползи от опазването на почвите от увреждане и за мерките за опазването им.

Държавната политика по опазване, устойчиво ползване и възстановяване на почвите на национално ниво се осъществява от министъра на околната среда и водите, министъра на земеделието, министъра на здравеопазването и министъра на регионалното развитие и благоустройството. На регионално ниво политиката се провежда от директорите на РИОСВ, Областните управители и Кметовете на общини.

Процесите, които увреждат почвите, са: ерозия, киселяване, засоляване, уплътняване, намаляване на почвеното органично вещество, замърсяване, запечатване, свлачища. Нормите за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите се определят в три нива:

- предохранителни концентрации;
- максимално допустими концентрации;
- интервенционни концентрации.

С цел опазване на хумусния пласт, който е под специална защита, се забраняват:

- неговото унищожаване или замърсяване;
- директното му разстилане върху засолени и замърсени пластове;
- съхраняването му над 15 години;
- съхраняването му в депа с височина над 10 m.

Министърът на околната среда и водите съвместно с другите оторизирани органи разработва 10 годишна Национална програма за опазване, устойчиво ползване и възстановяване на почвите и я внася за одобрение от Министерския съвет. Програмата подлежи на екологична оценка по реда на ЗООС. Областните управители разработват програми за опазване, устойчиво ползване и възстановяване на почвите за областта в съответствие с националната програма по за период не по-кратък от 5 години. Тези програми са неразделна част от общинските програми за опазване на околната среда. Кметовете на общини разработват програми за опазване, устойчиво ползване и възстановяване на почвите за общината за период не по-кратък от три години.

Закон за подземните богатства (Обн. ДВ бр. 23/1999 г., многократно изменян и допълван, последни изменения ДВ бр. 46 от 18 Юни 2010г., изм. ДВ бр. 61 от 6 Август 2010г.). Този закон въвежда изискванията на Директива 2006/21/ЕО от 15 март 2006 г. на Европейския парламент и на Съвета относно управлението на отпадъците от миннодобивните индустрии и за изменение на Директива 2004/35/ЕО. С него се уреждат условията и реда за:

- търсене, проучване и добив на подземните богатства на територията на Р България, в континенталния шелф и в изключителната икономическа зона в Черно море;
- опазване на земните недра и рационално използване на подземните богатства при проучването, добива и първичната им преработка;
- управление на минните отпадъци от проучването, добива и първичната преработка на подземните богатства.

Забранява се добивът на подземни богатства във: леглата на реките; принадлежащите земи на реките и на водохранилищата; крайбрежните заливаеми ивици на реките. Подземни богатства по смисъла на закона са полезните изкопаеми и минните отпадъци от добива и първичната им преработка, групирани като:

- метални полезни изкопаеми;
- неметални полезни изкопаеми - индустриални минерали;
- нефт и природен газ;
- твърди горива;

- строителни материали;
- скалнооблицовъчни материали;
- минни отпадъци.

Подземните богатства са изключителна държавна собственост. Търсенето или проучването на подземните богатства се извършва чрез предоставяне на разрешение за: търсене и проучване, проучване. Добивът на подземни богатства се извършва чрез предоставяне на разрешения за търсене и/или проучване или на концесия.

3.3.2. Подзаконовни нормативни актове

Наредба № 4 за мониторинг на почвите (Обн. ДВ бр.19 от 13 Март 2009г.). С наредбата се урежда редът за провеждане на мониторинг на почвите чрез създаване на Национална система за мониторинг на почвите (НСМП). НСМП е част от Националната система за мониторинг на околната среда и включва събиране, оценка и обобщаване на информация за почвите, както и поддържането на информационна система за състоянието на почвите и тяхното изменение. НСМП има за цел оценка на актуалното състояние на почвите, своевременно идентифициране, анализ и прогнозиране развитието на процесите по чл. 12 от Закона за почвите (ЗП). НСМП предоставя информация за провеждане на ефективна национална политика и обслужва обществените нужди от информация за състоянието на почвите и тяхното изменение. НСМП се организира и ръководи от министъра на околната среда и водите чрез изпълнителния директор на Изпълнителната агенция по околна среда (ИАОС).

Компетентни органи по управление на НСМП са Министърът на околната среда и водите, Изпълнителният директор на ИАОС, Директорите на регионалните инспекции по околната среда и водите (РИОСВ). Участници в управлението на НСМП с оглед изискванията на Закона за почвите и техните компетенции са и: министърът на земеделието и храните (МЗХ), председателят на Държавната агенция по горите (ДАГ), министърът на регионалното развитие и благоустройството.

НСМП е организирана на три нива:

- *първо ниво* - широкомащабен мониторинг и включва наблюдения в равномерно разпределена мрежа;
- *второ ниво* - интензивен мониторинг на локално проявени процеси и включва наблюдение на процесите по чл. 12 ЗП;
- *трето ниво* - мониторинг на локални почвени замърсявания и включва наблюдение на процеси по чл. 20 ЗП.

НСМП включва: схеми за мониторинг на почвите; индикатори за анализ и оценка на състоянието на

Таблица 3.2. Норми за предохранителни концентрации за тежки метали и металоиди в почвите (определени като общо съдържание в mg/kg суха почва при екстракция *caqua regia*)

Почва	Тежки метали и металоиди								
	As	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	Hg	Co
<i>Фонови концентрации</i>									
Стандартна почва с рН (H ₂ O) 6,0	10	0,4	34	65	46	26	88	0,03	20
<i>Предохранителни концентрации</i>									
1. Глинесто-песъчливи и песъчливи почви	15	0,6	50	90	60	40	110	0,05	30
2. Песъчливо-глинести	15	0,6	60	110	65	45	160	0,07	35
3. Глинести почви	20	1,0	70	130	70	50	180	0,08	40
4. Почви с повишено природно съдържание на ТММ	Установяват се, ако е необходимо, на базата на локални фонови стойности								

* При рН < 6,0 предохранителните стойности за почвите с песъчливо-глинест механичен състав се прилагат за глинести почви, а стойностите за глинесто-песъчливите и песъчливите почви - за почвите с песъчлив глинест механичен състав. За олово границата на рН е < 5,0.

почвите и тяхното изменение; информационна система за състоянието на почвите и тяхното изменение.

Наредба № 26 от 2 октомври 1996 г. за рекултивация на нарушени терени, подобряване на слабо-продуктивни земи, отнемане и оползотворяване на хумусния пласт (ДВ бр. 89/1996г., изм. и доп. ДВ бр.30/2002г.). Рекултивацията на нарушени терени обхваща комплекс от инженерни, мелиоративни, селскостопански, горскостопански и др., които водят до възстановяване на нарушени терени и до подобряване на ландшафта. С рекултивацията се възстановява годността на земята за земеделско и горско ползване. При невъзможност се създава друг вид ползване, като се оформя подходящ ландшафт. Изискванията при рекултивацията са:

- Когато нарушеният терен се предвижда за земеделско ползване: дебелината на материалите, върху които ще се разстила хумусния пласт е не по-малка от дебелината на почвения профил в прилежащите на терена почви; котата на повърхността е равна на котата на съседните земи; да се осигури пътен достъп до рекултивираната площ; да се осигури устойчивост на терена по отношение пропадане, свличане и плъзгане.

- Когато нарушеният терен е предназначен за залесяване: пластът от материалите да е с дебелина 2 m; да се осигури стабилност на терена; да се създават условия за развитие на растителност.

- Когато нарушеният терен е предназначен за ползване като водна площ; необходимо е да се изграждат откоси на бреговете; да се изгражда система

за опресняване на водите и система на преливници; да се уплътняват дъното и откосите.

Рекултивацията се извършва на два етапа:

Първи етап - техническа рекултивация. При нея се извършва почистване и подготовка на терена, изграждане на временни и постоянни пътища, изграждане на противоерозионни и хидроме-лиоративни мероприятия, оформян на водните площи.

Втори етап - биологическа рекултивация. При нея се извършва комплекс от агротехнически, агрохимически и мелиоративни мероприятия за възстановяване на продуктивността на рекултивираните площи.

Рекултивацията на терените, отчуждени за държавни или общински нужди, се извършва от инвеститора на обекта, а при терени, собственост на юридическо или физическо лице, се извършва от собственика на земята.

Наредба № 3 от 1 август 2008 г. за нормите за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите (Издадена от МОСВ, МЗ и МЗХ, Обн. ДВ бр. 71 от 12 Август 2008г., В сила от 12.08.2008 г.). С наредбата се определят нормите за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите и изискванията за вземане и изпитване на почвени проби за определяне съдържанието на вредни вещества. Нормите за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите са определени въз основа на оценка на риска за околната среда и човешкото здраве в три нива:

- *Предохранителни концентрации (ПК) -*

съдържание на вредно вещество в почвата в mg/kg, превишаването на която *не води* до нарушаване на почвените функции и до опасност за околната среда и човешкото здраве.

- *Максимални допустими концентрации* (МДК) - съдържание на вредно вещество в почвата в mg/kg, превишаването на която *при определени условия води* до нарушаване на почвените функции и до опасност за околната среда и човешкото здраве.

- *Интервенционна концентрация* (ИК) е съдържание на вредно вещество в почвата в mg/kg, превишаването на която *води до нарушаване на почвените функции и до опасност за околната среда и човешкото здраве*.

Съдържанията на тежки метали и металоиди са определени като концентрации, посочени в *приложение №1*, табл. 1 - 3, като се отчитат типът земе-

ползване, обектите на опазване, механичният състав и рН (H₂O) на почвите. Съдържанията на устойчиви органични замърсители и нефтопродукти са определени като концентрации, посочени в *приложение № 2*, без да се отчита типът земеползване, обектите на опазване, механичният състав и рН (H₂O) на почвите. За определяне съдържанието на вредни вещества в почвите се вземат и изпитват почвени проби по методи съгласно български или международни стандарти, а ако няма такива - по валидирани вътрешноеведомствени методи. Вземането и изпитването на почвени проби се извършва от акредитирани лаборатории. Задължителната дълбочина за вземане на почвени проби е посочена в *приложение № 3*.

Приложение № 1 към чл. 3. (Таблицы 3.2, 3.3 и 3.4)

Забележки:

(1) рН, определено при съотношение почва: вода 1:5

Таблица 3.3. Норми за максимално допустими концентрации и интервенционни концентрации за тежки метали и металоиди (ТММ) в почвите на обработваеми земи и постоянни тревни площи (определени като общо съдържание в mg/kg суха почва при екстракция с *aqua regia*)

ТММ	рН (H ₂ O) (1)	Максимално допустими концентрации			Интервенционни концентрации
		обработваеми земи	постоянни тревни площи	коэффициент на корекция КК(2)	
1	2	3	4	5	6
Арсен (As)	<6,0	25 1,5	30 2,0	1,2	90
Кадмий (Cd)	6,0 - 7,4 >7,4	2,0 3,0	2,5 3,5	1,3	12
Мед (Cu)	<6,0 6,0 - 7,4 >7,4	80 150 300	80 140 200	1,2	500
Хром (Cr)	<6,0	200 90	250 70	1,2	550
Никел (Ni)	6,0 - 7,4 >7,4	110 150	80 110	1,2	300
Олово (Pb)	<6,0 6,0 - 7,4 >7,4	60 100 120	90 130 150	1,3	500
Живак (Hg)	<6,0	1,5 200	1,5 220	1,2	10
Цинк (Zn)	6,0 - 7,4 >7,4	320 400	390 450	1,3	900

Забележки: (1) рН, определено при съотношение почва: вода 1:5 и време на взаимодействие с вода 5 h. (2) КК - коефициент за корекция се прилага за почви със съдържание на физична глина (частици <0,01 mm) > 60 % в орния хоризонт (дълбочина 0 - 20 cm) и/или хоризонт А (0 - 10 cm) на необработваеми земи чрез умножаване на стойностите на максимално допустими концентрации за обработваеми земи и постоянни тревни площи с КК. Данните за съдържание на физична глина се вземат от почвени карти и очерци или чрез изпитване на място.

Таблица 3.4. Норми за максимално допустими концентрации (МДК) и интервенционни концентрации (ИК) за тежки метали и металоиди в почвите на населени места, паркове, спортни площадки и индустриални/производствени терени (определени като общо съдържание в mg/kg суха почва при екстракция с *aqua regia*)

Вредни вещества	Населени места, паркове, спортни площадки		Индустриални/ производствени терени	
	МДК	ИК	МДК	ИК
Арсен As	25	50	40	120
Кадмий Cd	8	12	10	40
Мед Cu	300	500	500	1000
Хром Cr	200	550	300	600
Никел Ni	100	300	250	700
Олово Pb	200	500	500	1000
Живак Hg	8	10	10	40
Цинк Zn	400	900	600	1500

и време на взаимодействие с вода 5 h.

(2) КК - коефициент за корекция се прилага за почви със съдържание на физична глина (частици <0,01 mm) > 60 % в орния хоризонт (дълбочина 0 - 20 cm) и/или хоризонт А (0 - 10 cm) на необработваеми земи чрез умножаване на стойностите на максимално допустими концентрации за обработваеми земи и постоянни тревни площи с КК. Данните за съдържание на физична глина се вземат от почвени карти и очерци или чрез изпитване на място.

Приложение № 2 към чл. 4. (Таблица 3.5).

Приложение № 3 към чл. 5, ал. 3. (Таблица 3.6).

Методика и инструкция за оценка на замърсени земи (Атанасов и др. 1993; Инструкция № РД-00-11/13.07.1994 на МЗ). Според Инструкцията се определят следните равнища и степени на замърсяване с тежки метали, радионуклиди и нефтопродукти (Таблица 3.7.).

Зона А е с концентрация на замърсителя под МДК и отделя земи, които се определят като незамърсени или практически чисти. В тази зона няма нарушения на мултифункционалната способност на почвата.

Зона В. Концентрацията на замърсителя (вредното вещество) в почвата е над МДК, но не толкова висока, за да се предприемат оздравителни или мелиоративни действия, съществува риск при мултифункционалното използване.

Зона С. Концентрацията на вредните вещества е висока, пет пъти над МДК, земеделското използване на почвите създава определена опасност. Наложителни са оздравителни и мелиоративни действия за възстановяване мултифункционалността на почвите или препоръки за неземеделско използване.

Наредба за инвентаризацията и проучванията на площи със замърсена почва, необходимите

Таблица 3.6. Дълбочина на пробовземане на почвени проби според типове земяноползване

Дълбочина на пробовземане на почвени проби според типове земяноползване	
Тип земяноползване	Дълбочина на пробовземане (cm)
Населени места	-
Паркове	0 - 10
Спортни площадки	10 - 40
Индустриални/ производствени терени	0 - 10 10 - 40
Обработваеми земи	0 - 20 20 - 40
Постоянни тревни площи	0 - 10 10 - 40

възстановителни мерки, както и поддържането на реализираните възстановителни мероприятия (Приета с ПМС № 30 от 6.02.2007 г., обн. ДВ бр. 15 от 16.02.2007 г., в сила от 17.08.2007 г.). С наредбата се определят редът и начинът за провеждане на инвентаризацията и проучванията на площи със замърсена почва, необходимите възстановителни мерки, както и поддържането на реализираните възстановителни мероприятия. Създаването, поддържането и актуализирането на регистъра за площи със замърсена почва се извършва в ИАОС.

Таблица 3.5. Норми за предохранителни концентрации (ПК), максимално допустими концентрации (МДК) и интервенционни концентрации (ИК) за устойчиви органични замърсители и нефтопродукти в почвите (определени като общо съдържание в mg/kg суха почва)

№	Наименование	Справочни фонови стойности	ПК	МДК	ИК
1	2	3	4	5	6
<i>I. Полициклични ароматни въглеводороди</i>					
1	РАН16(сума)	0,150	0,40	4,0	40
2	Нафтален	0,022	0,02	0,1	-
3	Аценафтен/АСЕ	0,010	0,03	0,2	-
4	Аценафтилен/АСУ	0,003	0,03	0,2	-
5	Флуорен/FLU*	0,010	0,03	0,3	-
6	Фенантрен/РНЕ	0,015	0,045	0,4	-
7	Антрацен/АНТ	0,005	0,050	0,5	-
8	Флуорантен/FLA	0,015	0,020	0,1	-
9	Пирен/PYR	0,008	0,020	0,2	-
10	Бенз[а]антрацен/ВаА	0,003	0,020	0,2	-
11	Хризен/CHR	0,008	0,020	0,2	-
12	Бензо[б]флуорантен/BbF + Бензо[й]флуорантен/BjF + Бензо[к]флуорантен/BkF	0,016	0,020	0,2	-
13	Бензо[а]пирен/ВаР	0,005	0,015	0,1	-
14	Бензо[е]пирен/ВеР	0,008	0,020	0,15	-
15	Индено[1,2,3-сd]пирен/IND	0,011	0,020	0,2	-
16	Дибенз[аh]антрацен/DbahA	0,002	0,020	0,1	-
17	Бензо[ghi]пирилен/BghiP	0,004	0,020	0,1	-
<i>II. Полихлорирани бифенили</i>					
18	PCB6(сума)	0,005	0,02	0,2	1
19	2,4,4'-трихлорбифенил PCB-28	0,001	0,001	0,01	-
20	2,2',5,5'-тетрахлорбифенил PCB-52	0,001	0,001	0,01	-
21	2,2',4,5,5'-пентахлорбифенил PCB-101	0,001	0,004	0,01	-
22	2,2',4,4',5'-хексахлорбифенил PCB-138	0,001	0,004	0,04	-
23	2,2',4,4',5,5',- хексахлорбифенил PCB-153	0,001	0,004	0,04	-
24	2,2',3,4,4',5,5',-хептахлорбифенил PCB-180	0,000	0,004	0,04	-
<i>III. Органохлорни пестициди</i>					
25	Хексахлорбензен	-	0,025	0,25	10
26	алфа-бета-гама (**)- хексахлорциклохексан	-	0,001	0,01	2
27	DDX (сума DDT, DDD и DDE)	-	0,3	1,5	4
28	2,4' и 4,4'- Дихлордифенилдихлоретилен /о,р'-и р,р'-DDE/	-	0,1	0,5	-
29	2,4' и 4,4'-Дихлордифенил-2,2- дихлоретан /о,р'-и р,р'-DDD/	-	0,1	0,5	-
30	2,4' и 4,4'-Дихлордифенил-2,2,2- трихлоретан /о,р' и р,р'-DDT/	-	0,1	0,5	-
31	<i>IV. Нефтопродукти</i>	-	100	300	1200 (5000)*

* Стойността се отнася за индустриални/производствени терени.

Таблица 3.7. Равнища и степени на замърсяване с тежки метали, радионуклиди и нефтопродукти

Равнища	Зони	Степени на замърсяване	Наименование	Критерии за оценка - Кт
А	АА	0	Практически незамърсена почва	<0,3
		1		0,3-0,6
	А	2		0,6-1,0
В	VI	3	Слабо замърсена	1,1-2,0
	VII	4	Средно замърсена	2,1-3,0
	VIII	5	Силно замърсена	3,1-5,0
С	С	6	Опасно замърсена	>5,0

* Кт- коефициент на техногенност, $K_t = C \text{ изм/Смдк}$; Сизм - измерена концентрация на вредното вещество в почвата; Смдк - максимално допустимата концентрация по Наредба №3/2008 г.

Инвентаризацията се извършва от ИАОС и обхваща следните етапи:

- предварителен преглед;
- предварително проучване.

Предварителният преглед обхваща събиране, преглед и оценка на наличната информация за площи със съмнение за замърсяване и цели установяване на потенциално замърсяващи дейности, както и определяне на предполагаемите вид и разпространение на замърсяването. Предварителното проучване цели да потвърди или да отхвърли съмнението за наличие на площ със замърсена почва. Мерките за въздействие върху площи с доказано замърсена почва включват: мерки за възстановяване, ограничителни мерки, защитни мерки, мерки за обезопасяване. Поддържането на възстановените площи се извършва от техния собственик или ползвател.

Приложение към чл. 15, ал. 1 - Проектите за изпълнение на мерките за въздействие се изготвят въз основа на заданието по чл. 11, ал. 3, т. 3 и имат минимално съдържание, определено в приложението към наредбата.

Съдържание на проекта: 1. Цели на въздействието; 2. Срок за изпълнение; Необходими средства; 4. Размер на площта, върху която се провеждат мерките; 5. Мерки за въздействие, оценка и поддържане на постигнатите резултати и тяхната продължителност във времето, други довършителни или периодични мерки; 6. Влияние на предложените мерки върху околната среда, както и общото и конкретното положително въздействие върху отделните й компоненти; 7. Методи на извършване на въздействието; 8. Ограничения за ползване и условия за поддържане на площи; 9. Програма за мониторинг на мерките за въздействие със срок не по-малък от 5 години, периодичност и начин на отчитане.

Наредба за реда и начина за инвентаризация, проучвания, извършване и поддържане на необходимите възстановителни мероприятия на площи с увредени почви (Приета с ПМС № 187 от 23.07.2009 г., Обн. ДВ бр. 62 от 4 Август 2009 г., в сила от 05.02.2010 г.). С наредбата се определят редът и начинът за провеждане на инвентаризацията и проучванията на площи с почви, увредени от ерозия, киселяване, засоляване, уплътняване и намаляване на почвеното органично вещество; необходимите възстановителни мерки, както и поддържането на извършените възстановителни мероприятия. Инвентаризацията и проучванията се извършват с цел да се установят площите с потенциални и действителни рискове за увреждане на почвите и нарушаване на техните функции в резултат на процесите посочени по-горе. Инвентаризацията се извършва последователно на следните етапи:

- предварителен анализ на наличната информация;
- определяне на потенциалните и действителните рискове от увреждане на почвите на базата на наличната информация;
- допълнителни проучвания и определяне на площи с увредени почви вследствие на неспазване на добрите земеделски и горски практики;
- мониторингова инвентаризация.

Дейностите по инвентаризацията се извършват от ИАПР. Режимите на ползване за намаляване на риска от увреждане на почвите включват препоръки за начини на трайно ползване, обработка на земята, сеитбообращение, напояване или отводняване, съобразени със:

- добрите земеделски и горски практики;
- условията за поддържане на земята в добро земеделско и екологично състояние съгласно чл. 42 от

Закона за подпомагане на земеделските производители;

- изискванията за опазване компонентите на околната среда.

Наредба № 1 за геозащитна дейност (Издадена от Министерството на териториалното развитие и строителството, Обн. ДВ бр.5/1994 г.). С тази наредба се уреждат организацията, управлението, финансирането, инвестирането, експлоатацията и поддържането на инженерно - техническите мероприятия по осъществяване на геозащитна дейност. Геозащитна дейност е комплексът от дейности и мероприятия по проучване, проектиране, строителство, експлоатация и поддържане на съоръжения за защитата на застрашени и засегнати територии от оврази, свлачища, срутища, ерозия. Тя е елемент на териториалното и селищно устройство и компонент от опазването на околната среда. Геозащитни са отводнително - укрепителните, брегозащитни съоръжения, дренажи, галерии, отводнителни кладенци, подпорни стени, дамби, вълноломи, буни и др.

Наредба за изготвянето и воденето на националния баланс на запасите, регистъра на откритията и специализирания кадастър на находищата на подземни богатства (Приета с ПМС № 232 от 14.12.1999 г., обн. ДВ бр. 111 от 21.12.1999 г.). С наредбата се регламентират редът и изискванията за:

- отчитането и приемането на запасите и оценката на ресурсите на находищата на подземни богатства и на ценните компоненти, съдържащи се в подземните води;

- изготвянето, воденето и ползването на Националния баланс на находищата на подземни богатства;

- изготвянето, воденето и ползването на Регистъра на откритията на подземни богатства;

- изготвянето, воденето и ползването на Специализирания кадастър на находищата на подземни богатства.

МОСВ организира създаването и воденето на Националния баланс на запасите, Регистъра на откритията и Специализирания кадастър на находищата на подземни богатства.

Наредба за Националния геофонд (Приета с ПМС № 264 от 30.12.1999 г., обн. ДВ бр. 6 от 21.01.2000 г.). С наредбата се уреждат:

- функциите, задачите и устройството на Националния геофонд към МОСВ;

- начинът и редът за събиране, съхраняване и ползване на геоложката информация в Националния геофонд.

Националният геофонд е общодържавен център за събиране, обработване, съхраняване и ползване на

геоложката информация по смисъла на част първа, глава четвърта от Закона за подземните богатства. В Националния геофонд се предава информацията за територията на Република България, континенталния шелф и изключителната икономическа зона на Черно море. Геоложка информация, в която се съдържат данни, представляващи държавна тайна, се предоставя за ползване след предварително съгласуване с МВР.

3.4. Токсичност на почвените замърсители върху растителността. Реакция на растенията, фиторемедиация.

3.4.1. Влияние на почвените замърсители върху растенията

Обща характеристика. Като основен инградиент на екосистемите растенията са изключително важни и имат съществена роля в процеса на трансфера и натрупване на токсични субстанции от замърсителите към животинския и човешкия организми. Като източник на храна и фураж токсичните субстанции в растенията отглеждани в близост до индустриални замърсители директно влияят върху хранителния метаболизъм на всички организми предизвиквайки заболявания и отравяния.

Степента на влияние на вредния ефект на растенията съдържащи токсични субстанции, дължащи се на замърсяване, зависи от много фактори (източник на замърсяването, разстояние от замърсителя, изложение, климатични условия, структура на почвата, технология на отглеждане, тип на растенията и специфична организация на биохимичните процеси и метаболизъм на обмяната на веществата). Отглежданите в бедни, нископлодородни, кисели почви растения натрупват много повече тежки метали и други токсични вещества отделяни от замърсителите. Това се дължи на по-малкия буферен капацитет на бедните, кисели и нископлодородни почви и по - активното включване на йоните на тежките метали в такива почви в почвения разтвор, което улеснява усвояването и натрупването им в растенията в по-голяма степен. Тежките метали притежават различна способност да проникнат от почвата в надземните органи, която се определя от тяхната разтворимост и от възможностите на растенията да противостоят на техния поток. Непропорционалността при насищането на растителните тъкани с излишни йони на тежки метали е особено забележима при сравняване на вегетативните части със запасните органи (семена, плодове и т.н.). Генеративните органи (зърното), които натрупват резервни асимилати, обикновено съдържат по-малко тежки метали, което позволява получаването на санитарно-чиста продукция в случаите, когато те се явяват обект на стопанско използване. Поради това на замърсени почви е по-

безопасно отглеждането на култури, при които се използват органите за резервни асимилати. Отглеждането на пресни зеленчуци, фуражи тревни, царевица за силаж и др. може да се окаже опасно в санитарно-хигиенно отношение. При силно замърсяване количеството на тежките метали може да се повиши не само във вегетативните, но и в запасните органи. Растенията изглеждат угнетени (появяват се признаци на хлороза и некроза) и продуктивността им намалява.

Значително повишаване на тежките метали се установява в минните области (Casado et al. 2008). Общото съдържание на (Cd) и (Zn) в почвите около мините варира от 28 и 4079 mg/kg. Тези количества са значително по-високи в сравнение с фоновите нива. Високата концентрация на лабилни форми на Cd (20.7%) и умерените нива на Zn (7.6%) показва високо ниво на токсичност за околната среда. Съдържанието на кадмий в някои растителни видове (*Antinoria agrostidea*, *Linaria spartea*, *Linaria supina*, *Spergularia rubra* и *Galium verum*) събрани около мините е много по-високо в сравнение със средното съдържание в растителни видове. *Antinoria agrostidea* натрупва много големи количества Cd и показва по-висока акумулираща способност в сравнение с някои растителни видове от семейство кръстоцветни *Brassicace* отглеждани в почви с подобни нива на достъпен кадмий.

Преценката на акумулирането на тежки метали в растенията може да бъде от съществено значение за околната среда около мините, поради токсичния им ефект върху хората и останалата флора и фауна (Garcia Sanchez et al., 2008). Общото съдържание на метали в почвата е индикатор за замърсяването при сравнение с фоновите стойности. В почвата кадмия проявява висока подвижност и достъпност за растенията и последващия висок риск за замърсяване на околната среда. Варирането в съдържанието на кадмий в растенията е сравнително ниско (<0.05–3.6 mg/kg). Съдържанието на метали превишава ПДК за животни, а посевите на ечемик превишават нормите на ЕС, което показва наличие на риск за замърсяване и на хранителните вериги в тези области. Растенията отглеждани при интензивни условия натрупват по-малки количества токсични вещества.

Тежките метали и останалите токсични вещества се натрупват обикновено в повърхностния слой на почвата - 0-10 cm – 57-74 % от общото количество и само 3-8 % се придвижват по профила в дълбочина до 30 – 40 cm (Стоянов, 1999). Дълбоката оран и интензивната обработка на почвата намаляват съдържанието на токсични вещества в повърхностния почвен слой и понижават концентрацията им в растенията. Растенията отглеждани в сеитбо-обращения и при интензивни условия на культивиране

също натрупват по-малки количества токсични вещества в сравнение с растенията развиващи се в естествените тревни асоциации, необработваемите площи и изоставените територии.

Влияние на тежките метали и токсичните вещества върху структурата, биохимичните процеси и вреден ефект за растенията. Тежките метали, съдържащи се в почвата и токсичните субстанции от различен произход в замърсените райони имат негативно действие върху развитието на растенията и предизвикват различни промени отнасящи се до структурата, метаболизма, химичния състав и заболяванията на растенията. Тежките метали в растителните клетки подтискат активността на ензимните системи и намаляват каталитичната способност на растенията. Това предизвиква промени в метаболизма на азота, фосфора, калия и други минерални елементи и синтеза на органични вещества. Влошава се съставът на белтъците, като особено силно намалява съдържанието на лизин (Станчева, 2000).

По-голямата част от Mn в замърсените райони се натрупва в клетъчните стени на епидермиса, коленхимата, клетките на проводящите снопчета и вакуолните пространства далеч от метаболитно активните зони като цитозол, митохондрии, и хлоропласти (Memon et al. 1980; Memon et al. 1981).

Установено е, че кадмия и живака не само подтискат силно клетъчната редокс хомеостаза, но предизвикват некрози по клетките при люцерна *Medicago sativa* (Villasante et al. 2005). Yordanova et al. (2009) в точни експерименти установяват, че кадмия намалява фотосинтетичната активност при грах (*Pisum sativum*). Намаляване на амплитудата на първоначално приетия кислород (A) и съотношението между амплитудите на бързите и бавни компоненти (A1/A2) при Cd третирани растения кореспондира с намаляване на броя и пропорцията на функционално активните PSIIa и PSIIβ центрове.

3.4.2. Реакция на растенията към замърсяване на почвата

Натрупването на тежки метали и други токсични вещества в растенията е в различна степен в зависимост от специфичната организация на обмяната на веществата и адаптивната способност на културите и устойчивостта им да акумулират или не различни вредни вещества.

Сравнително високи нива на тежки метали и токсични субстанции се натрупват в лишеите, мъховете и гъбите. Многогодишните иглолистни видове също имат способност да натрупват повече вредни субстанции в сравнение с широколистните видове. Това се дължи на по-продължителния вегетационен период и по-продължителното усвояване и натрупване

на вредни вещества. Плодовите култури имат различна способност за натрупване на вредни вещества. По-големи количества вредни субстанции се натрупват в орехите и другите дървесни видове с високо съдържание на мазнини. Дърветата със сочни плодове също натрупват повече вредни вещества. Листните зеленчуци натрупват повече вредни субстанции поради по-големия листен потенциал и по-голямата листна площ, усвояваща токсични съединения. Зелените фуражни култури, силажна царевица, люцерна и растителността в естествените тревни асоциации, тревите в ливади и пасища със сочни стъбла и листа натрупват повече тежки метали и токсични вещества. Житните и бобови зърнени култури съдържат малки количества токсични вещества в зърното.

При мониторинг върху съдържанието на тежки метали в гр. Торун - Полша е установена висока концентрация на Pb, Cd, Cu, Zn, Fe в житните треви, следвани от мъховете и в боровите иглички (Buszewski et al., 2000). Те установяват линейна корелация между съдържанието на Pb ($R^2=0,95$); Cu ($R^2=0,73$); Zn ($R^2=0,46$) в почвата и в биомасата на тревната растителност.

Дивите и плевелни растения в агрофитоценозите също натрупват тежки метали или други вредни субстанции. Мониторингът, проведен чрез изследване на листни проби от *Baccharis dracunculifolia*, *Elephantopus mollis*, *Eryngium horridum*, *Paspalum notatum* и *Piptochaetium montevidense* и стъбла от *Baccharis trimera* от 5 места разположени около района на предприятие за производство на енергия чрез изгаряне на въглища, е показал че видове *E. mollis* показва висок потенциал за натрупване на тежки метали следван от *B. trimera* (Armando Molina Divan Junior et al., 2009). Значително по-високо съдържание на сяра е установено при *P. montevidense* и *B. dracunculifolia* в сравнение с другите видове. По отношение на съдържанието на флуориди няма съществена разлика в натрупването при различните растения. При *E. mollis* съдържанието на Hg (0.141 mg/kg) и Cd (0.670 mg/kg) е по-високо от нормите. Това показва, че *E. mollis* притежава потенциал като биоиндикатор за натрупване на метали следвана от *B. trimera* и *P. montevidense*. Вариране в съдържанието на кадмий в растенията от <0.010 до 1.74 mg/kg е установено и от други автори (Armando Molina Divan Junior et al., 2009). Подобни резултати са установени в листа от дървета (0.23–1.98 mg/kg) от Sawidis et al. (2001) или вечнозелени растения (Samecka-Cymerman and Kempers, 1999). Най-високо съдържание на кадмий е установил Cisek and Korparal (2004) в неизмити листа от дървета, 0.1–7.23 mg/kg, от растителни проби събрани от 100 и 500 м разстояние от предприятие, произвеждащо енергия.

В посеви напоявани с отпадни води съдържанието

на кадмий в почвата варира между 0.55 и 8.85 (mg/kg суха почва,) а средната концентрация в консумираната част на цвекло *Beta vulgaris* варира от 0.50 до 4.36 mg/kg суха маса (Sharma et al., 2007). Концентрацията на кадмий в листата на *B. vulgaris*, отглеждано в почви наторени с 20% летяща пепел - (0.32 mg/kg), е под стандарта (1.5 mg/kg), (Singh et al., 2008).

3.4.3. Натрупване на тежки метали и токсични вещества в органите на растенията

Концентрацията на тежки метали и други токсични вещества в различните органи на зеленчуците и на другите видове растения обикновено е в посока корени>стъбло>листа>семена>плодове. Кореноплодните и клубеноплодни растения натрупват повече вредни вещества в сравнение със зърнените култури. Корените и клубените са в директен контакт с тежките метали и токсичните вещества в почвите. Проникването на йоните на тежките метали и токсичните субстанции е директно в клетките на корените и концентрацията на тези вещества е по-висока. Memon et al. (2001) установяват, че растенията могат да локализира отделни тежки метали основно в корените и стъблата или да ги натрупват в други органи за по-нататъшна транслокация.

Според способността да натрупват вредни субстанции растенията се разделят на няколко групи: растения с ниска акумулаторна способност, индикатори, акумулатори и супераккумулятори. Счита се, че растенията имат развити 3 основни механизма за развитие в замърсени или високоминерални почви:

1. *Метал отблъскващи*. Тези растения ефективно отблъскват тежките метали от постъпване в техните органи.

2. *Метал индикатори*. Тези растения натрупват метали в надземните си части и обикновено концентрациите отразяват съдържанието в почвата. Към тази група спадат много зърнено-житни култури- пшеница, царевица, соя и др. Концентрацията на тежки метали в индикаторните видове обикновено е в права пропорционарност с концентрацията им в почвата (Василев, 2009). Така например фуражните треви *Festuca ovina* *Agrostis tenuis* са индикатори на местообитания, съдържащи високи количества на олово; *Viola calaminaria*, *Thlaspi calaminare* и някои видове от род *Sileneae* - на цинкови почви; видовете от род *Astragalus* - на селенови почви; *Silene vulgaris*, *Gypsopholia patrini*, различни видове от род *Gladiolus*, както и някои житни треви и мъхове- на замърсени с мед почви (Станчева, 2000).

3. *Акумулатори*. Това са растителни видове (хиперакумулатори), които могат да концентрират метали в надземните части до нива превишаващи тези в почвите или в неакумулиращите растителни видове

отглеждани на същите територии. Счита се, че растенията съдържащи повече от 0.1% Ni, Co, Cu, Cr и Pb или 1% Zn в сухото вещество на листата могат да се приемат за хиперакумулатори независимо от съдържание на метали в почвата (Baker and Walker, 1990). Някои кореноплодни растения абсорбират и пренасят големи количества метали и ги натрупват в растящите органи, особено в листата, без да показват симптоми на токсичност чрез различен механизъм на вътрешна устойчивост спрямо негативно действие на вредни субстанции. Транслокацията на йоните на тежките метали в другите органи – стъбла и листа зависи от йонния обменен капацитет и подвижността на съответния елемент. Растенията притежават способност да натрупват и задържат тежки метали в корените и по този начин да намаляват вредния им ефект за останалите органи докато е възможно. Един от най-вредните за хората и животните кадмиев йон е лесно подвижен от корените към стъблата и листата и създава риск от токсикози. Плевелното растение *Silene vulgaris* натрупва големи количества Cu в централния корен. Йоните на тежките метали Zn, Mn, Cu се натрупват основно в клетъчните стени като силикати (Bringerzu, 1999).

3.4.4. Устойчивост на растенията към тежки метали, толерантност и хиперакумулация

Развивайки се в замърсени райони някои растения са развили устойчивост спрямо натрупване на тежки метали в техните тъкани и структури. Те имат детоксифицираща способност, която им помага да се развиват в силно замърсените райони. Детоксификацията на тежки метали в растенията включва процеси свързани с образуването на хелатион, транспорт и секвестренция или комбинация от двете, свързване с пептиди, фитохелатини (PCs) и протеини. На този етап фитохелатин PC-дефицитни мутанти *Arabidopsis* са идентифицирани и са изолирани гени контролиращи обмяната на веществата (Cobbett, 2002). Култури, като царевица (*Zea mays* L) и някои плевели, също имат специфична способност да преживяват в почви замърсени с големи количества тежки метали - Ni, Cu, Co и др. (Shuhe Wei et al., 2005).

Някои растения имат много висока толерантност към акумулирането на тежки метали или токсични вещества. Няколко механизма са свързани с толерантността към тежки метали в зависимост от типа на елемента, вида на растението и взаимоотношението между тях – въвеждане на Метал Хелатни Протеини, Фитохелатини и Металотионеини. Въвеждането на метал хелатни протеини е свързано с фитохелатините (*g-glutamylcysteinyl isopeptides*) (Zenk, 1996; Clemens et al., 1999; Cobbett, 2000) или металотионеините (Robinson et al., 1993; Robinson et al., 1997; Rauser,

1999), които чрез промяната на клетъчния метаболизъм повишават нивото на толеранс на клетките спрямо излишък от метални йони. Металотионеините (MT) са протеини с ниска молекулна маса, които се свързват с тежките метали и се намират в растителните и животински организми. Тези протеини играят важна роля при детоксификацията чрез отделяне (изолиране) на металите в растителните клетки. Има открити растения, които имат набор от гени кодиращи MT- както гените имащи подобно действие при животинските MT протеини. Murphy et al. (1997) идентифицират и пречистват протеинови продукти MT1 и MT2 гени от *Arabidopsis*, с което списъка на растителни протеини се разширява с тези MT протеини.

Въвеждането на топлинно увредени протеини чрез преминаването на няколко метални йони (Zn, Cu, Cd, Hg) и чрез сулфхидрил реагент на арсенит предпазват мембраните и протеините по подобен начин както при топлинен стрес (Neumann et al., 1994). Въвеждането на mRNA за топлинно увредени протеини или синтезата на топлинно увредени протеин под влияние на стрес от тежки метали е наблюдавано при различни растения или растителни клетъчни култури (Wollgiehn and Neumann, 1995).

В света над 400 растителни вида са известни като хиперакумулатори на различни микроелементи (Cd, Co, Cu, Mn, Ni, и Zn), металоиди (As) и неметали (Se) в техните корени (Freeman et al., 2004). От тази група растения една четвърт са кръстоцветни видове от сем. *Brassicaceae*, включвайки много видове *Thlaspi*, които хиперакумулират Ni до 3% в сухото вещество на корените. Те установяват, че концентрацията на Глутатион, Cys, и O-acetyl-L-Серин (OAS), в тъканите на корените силно корелират със способността за хипернатрупване на Ni при много видове хиперакумулатори от род *Thlaspi* (*Thlaspi goesingense*, *T. oxyceras*, и *T. rosulare*) в сравнение с неакумулатори съответно *T. perfoliatum*, *T. arvense*, и *Arabidopsis thaliana*.

3.4.5. Методи за ремедиация на замърсени почви. Фиторемедиация. Схеми за отглеждане на култури върху замърсени площи.

Методи за ремедиация на замърсени почви. Ремедиацията на почвите не е еднозначен процес. Методите за ремедиация са твърде разнообразни и не всички могат да се унифицират. Тяхната ефективност зависи както от точното им прилагане, така и от нивото на познания на специалистите към процесите на замърсяване и въздействието върху тях чрез точните средства и в точното време. Замърсените почви могат да се разглеждат от различни гледни точки (Фигура 3.3):

- на произхода на замърсяването - от промишле-



Фигура 3.3. Сателитна снимка на увредени и замърсени почви в района на Мине «Марица Изток»

ността, селското стопанство, животновъдството, битови отпадъци или отпадъчни води и пр.;

- на химичните, физичните, биологичните качества на замърсителите;
- начин на третиране - на място или изнасяне на замърсена почва;
- начин и дълбочина на проникване на замърсителите по почвения профил.

Методите за ремедиация могат да се разглеждат само конкретно чрез въздействието върху замърсителите или върху почвите по определен начин с определени средства и в определено време.

Ремедиация на почви, замърсени с тежки метали.

От изследванията досега се констатира, че част от силно замърсените земи могат да бъдат подложени на определени въздействия с възможности за ремедиацията им. За друга, твърде голяма част от тях, е икономически нецелесъобразно да бъдат влагани средства за тези цели (Желева и Божинова, 2009).

За бъдещото ползване на замърсените земи се очертават три основни направления:

А) *Ремедиация на почвите и инактивиране на тежките метали с химични средства и органоминерално торене със запазване на ползването им.* Инактивирането на тежките метали е възможно чрез:

- варуване, с което се цели понижаване киселинността и подвижността на тежките метали
- обогатяване с органични вещества;
- внасяне на фосфорни торове;
- разреждане на замърсителя при умерена степен на акумулация на тежки метали в почвата;
- пренасяне на замърсителя под орния слой при висока степен на акумулация на тежки метали в почвата (и особено ако замърсяването е преустановено);

- внасяне на природни или изкуствени зеолити (вермикулит, баканит, перлит и др.);

Б) *Ремедиация на почви, замърсени с нефтопродукти.* Методите за почистване на земите от нефт и нефтопродукти се разделят на *ex situ* и *in situ*, като всеки един от тях включва механични, физикохимични, химични и биологични методи за почистване. *In situ* биоремедиацията третира замърсената почва на мястото на замърсяване. *Ex situ* процесите на биоремедиация изискват изнасяне на замърсената почва, преди да бъде третирана.

Ex situ технологии.

Механични методи:

- Механическо разделяне - намаляване обема на замърсената почва, чрез технически процеси.
- Ескавация и последващо извозване на замърсителите. При този метод замърсената почва се слага в специално одобрени за целта резервоари.

Физикохимични методи:

- Изгаряне на замърсяващите вещества. При този метод се използват високи температури 850-2200° С, което цели по-пълно отделяне и изгаряне на вредните органични отпадъци в присъствието на кислород.

- Термична обработка.
- Промиване на почвата.

In situ технологии.

Механични методи:

- Изолиране на замърсителите, чрез непроницаем слой (цимент, асфалт) се поставя над замърсената област с цел тя да се изолира.

Физикохимични методи:

- Екстракция на замърсителите от почвата с пара.
- Биологични методи:
- Комплексна технология за почистване на почвата

от нефтопродукти. Използват се биопрепарати, съдържащи асоциация от специфични бактериални култури и увеличаване на тяхната жизненост. Дадената технология позволява да се постигне пълно превръщане на нефтопродуктите до екологично безвредни вещества

- Микробиологично разграждане на нефто-продуктите (Желева и Божинова, 2009).

В) *Фиторемедиация. Използване на растенията за намаляване на замърсяването.* Специфичните способности на някои растения да натрупват големи количества тежки метали или токсични субстанции създава възможност за биоремедиация на замърсените зони. Фиторемедиацията предполага използването на растения за извличане, изолиране и/или детоксификация на различни видове замърсители на околната среда (Salt et al., 1998). Това е новоразвиваща се област на биотехнологиите, които използват растенията за почистване на замърсени почви, води и въздух (Salt et al., 1998). Растенията могат да бъдат генетично модифицирани чрез методите на генетично инженерство и могат да бъдат използвани за извличане на различни замърсители на околната среда.

Фиторемедиацията чрез използване на метал акумулиращите растения е добра възможност за почистване на замърсени райони с тежки метали, радионуклеотиди като Арсен, Кадмий, Цезий, Хром, Олово, Живак, Стронций, Технетий, Тритий, и Уран (Dushenkof et al., 1997; Salt et al., 1998; Salt and Kramer, 1999). Органични замърсители потенциално важни за фиторемедиацията включват полихлорирани бифенили (PCBs) като диоксин, полициклични ароматни поликарболи (PAHs) като бензоапирен, нетроаромати като тринитротолуен (TNT), и линейни халогенни хидрокарбони като трихлоретилен (TCE). Много от тези съединения са не само токсични и тератогенни, но също така и карциногенни (Cunnigham et al., 1996). Предварителните експерименти с Ni и Zn хиперакумулиращи растения от сем кръстоцветни *Brassicaceae* са успешни при частично извличане на тежки метали от почви замърсени чрез продължително прилагане на замърсени с тежки метали отпадни води (Brown et al., 1994; Brown et al., 1995). Растенията притежават способност да натрупват метали – Металофити са успешно използвани за намаляване замърсяването при минните предприятия (Baker, et al., 2002).

Някои растения като *Arabidopsis thaliana* и *A. Halleri*, познати като Zn и Cd хиперакумулатори, се използват при разработването на генетични модели за намаляване на замърсяването (Vess et al. 2002; Atkinson et al. 2002; Kraemer et al. 2002). *Thlaspi caerulescens* може да акумулира изключително високи нива на Zn в латорастите (до 3% Zn с.в. без никакви

симптоми на токсичност). Физиологични изследвания върху *Thlaspi Zn* (⁶⁶Zn²⁺) транспорт показват, че някои от Zn транспортиращите системи са стимулирани или променени при *T. caerulescens* в сравнение с неакумулиращите видове *T. arvense*, което е свързано с хиперакумулацията (Kochian et al. 2002). *Thlaspi caerulescens* и *Arabidopsis halleri* са способни да натрупват до 30,000 mg Zn kg⁻¹ в сухото вещество на стъблата без да страдат от фитотоксичност и *Pteris vittata* до 10,000 mg As kg⁻¹ в клоните. При *T. caerulescens* в листата, Zn и Cd се детоксифицират чрез преференциално изолиране в епидермалните вакуоли, а при *A. halleri* в трихомите и мезофилните клетки. Двата вида също натрупват и кадмий. Има явни различия между отделните екотипове растения от *T. caerulescens* при Cd акумулацията, предполагайки различен механизъм на усвояване на кадмия в сравнение с този на цинка. *T. caerulescens* е способна да видоизменя корените си в почвите с високо съдържание на метали. За *P. vittata* арсенатите се приемат заедно с фосфатния транспорт и редуцират до арсенит преди да се транспортират или натрупат в клоните (Zhao and McGrath, 2002). Хиперакумулиращите растения са специална подгрупа на метал-толерантните видове, но за много приложения хиперакумулаторите са неподходящи. Съществуват много хиперакумулатори за много елементи - Ni, Zn, Mn, Cu, Co, Se, Pb, Cd and As (Reeves, 2002).

Фитофилтрацията чрез водни и сухоземни растения има потенциал за „*ex situ*” и „*in situ*” почистване на водите (Anwar et al., 2008). Като арсенов хиперакумулатор, папратови видове от род *Pteris* в хидропонните системи е ефективен за извличане на арсен от замърсените води. Фитофилтрацията използвава акватични растения като *Eichhornia crassipes*, *Azolla filiculoides*, *Lemna minor*, *Lemna gibba*, *Ceratophyllum demersum*, *Nymphaea spontanea*, *Nymphaea alba* L., *V. Spiralis*, *Nelumbo nucifera*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton lucens*, *Salvinia herzogoi*, *Myriophyllum brasiliensis*, *Cabomba* sp., *Myriophyllum aquaticum*, *Ludwigia palustris* и *Mentha aquatica*, *Scapania undulata* и плаващите макрофити *Pistia stratiotes* имат голям потенциал за извличане на тежки метали от водни разтвори и индустриални отпадни води в зависимост от подбора на подходящ растителен вид.

Замърсяването на почвите с тежки метали и тяхната транслокация от почвата в растенията, животните и хората е причина някои от изследователите да започнат да разработват технология за извличане на тежки метали от почвата чрез използване на растенията (Shuhe Wei et al., 2005). Индустриалните отпадни води, замърсени с тежки метали и други химически съединения включвани във водоемите, използвани за напояване на растенията са голям източник на замърсяване на екосистемите.

Отглеждането на акватични култури като *Hydrodictyon reticulatum*, *Spirodela polyrrhiza*, *Chara corallina*, *Ceratophyllum demersum*, *Vallisneria spiralis*, *Vasopa monnieri*, *Alternanthera sessilis* притежават специфична способност да натрупват токсични елементи - Cu, Cr, Fe, Mn и Cd за кратко време, е добра възможност да се намали количеството на тежките метали в почвата или водата и за намаляване на тяхното вредно действие (Rai et al., 1995). За сухоустойчивите растения като *Thlaspi caerulescens* и *Alyssum bertolonii* е установена хиперакумулация на поне 2 тежки метали (Baker and Brooks, 1989; Reeves and Baker, 2000). Бавният растеж на корените при

Thlaspi caerulescens и *Alyssum bertolonii* е предизвикан от транслокацията на йони на тежки метали от корените към стъблата.

Установяването на способността на растенията за детоксификация, толеранс и хиперакумулация на метали и други токсични субстанции налага точни изследвания върху минералния състав на различни видове – иглолистни, широколистни, тревисти и други култивирани или растящи в естествени природни екосистеми растения, за да се определи тяхната способност да натрупват вредни субстанции, да се използват като биоиндикатори или да се използват за фиторемедиация на замърсява-

Таблица 3.8. Схема на използване на земите според замърсяването им с тежки и токсични елементи

Група култури	Равнище на замърсяване	Препоръчват се	Не се препоръчват
Зеленчукови култури	A	Няма ограничения	-
	В I	Всички зеленчукови култури	Подправки, листни зеленчуци и репички.
	В II	Салатно цвекло, моркови за фураж, картофи, тикви, дини, пъпеши, краставици, пипер, домати, патладжан и др.	Освен културите от В I и: градински грах, лук за зелено, кромид, всички зеленчуци за туршия.
Зърнено-житни и бобови култури	В III	-	Всички зеленчуци
	С	-	Всички зеленчуци
	A	Няма ограничения	Силаж
	В I	Зърнено-жити и бобови	Освен културите от В I и: продукцията за силаж, листни фуражи, леща и фасул.
Технически култури Фуражни култури	В II	Зърнено-жити и бобови	Освен културите от В II и: зърнено-житни и бобови за храна.
	В III	Зърнено-житни за фураж	Освен културите от В III и: зърнено-житни и бобови култури за храна и фураж.
	С	Зърнено-житни за семепроизводство	
Технически култури Фуражни култури	A	Няма ограничения	Листни фуражи, тютюн, фъстънци.
	В I	Няма ограничения	Освен от В II и: всички фуражи.
	В II	Технически култури	Освен В III и: всички технически хранителни култури
	В III	Технически култури	
Трайни и овощни насаждения	С	Технически нехранителни култури	
	A	Няма ограничения	Винени лозя
	В I	Няма ограничения	Освен културите от В II и: ягоди, малини, къпини, касис, праскови, дюли и кайсии.
	В II	Няма ограничения	
	В III	Трайни насаждения- овощни култури, десертни лозя за пряка консумация и дестилация и др.	
С	Вишни, череши, ябълки, круши, лозя за пряка консумация.	Освен В III и: лозя за вино.	

нията.

Схеми за отглеждане на култури върху замърсени площи. Съгласно Инструкция № РД-00-11/13.07.1994 на МЗ, схемата за използване на земите според замърсяването им с тежки метали включва зоните на замърсяване за четири групи култури - зеленчукови, зърнено-житни и бобови, технически и фуражни и овощни култури, на две нива на земеползване - „препоръчва се” и „не се препоръчва” (Таблица 3.8.). Групите култури включват следните индивидуални култури:

1. Зеленчукови култури: всички зеленчуци плюс картофи, морскови за фураж, кръмно цвекло, салатно цвекло, тикви, дини, пъпеши, хранителни подправки, градински грах, бамя, гулия, ряпа, чесън, праз.
2. Зърнено-житни и бобови: пшеница, ечемик, ръж, овес царевича, сорго, просо, ориз, триликале, фасул, соя, зимен и пролетен фуражен грах, леща, нахут, бакла.
3. Технически култури:
 - хранителни: слънчоглед, репица, ризин, сусам, фъстъци, захапно цвекло, резене, хмел;
 - нехранителни култури: памук, лен, коноп, лавандула, мента, босилет, тютюн.
4. Трайни и овощни насаждения: ябълка, круша, вишна, череша, праскова, кайсия, зарзала, дюля, слива, орех, бадем, кестен, мушмула, лешник, черница, ягоди, малини, къпини, френско грозде, винени и десертни лозя, киви.

3.4.6. Литература

1. Атанасов, Ив. (2009). Проучване на замърсяването на почвата. *Екология и бъдеще*, 1, 19-33.
2. Атанасов, Ив., Х. Чулджиян., П. Божинова (1993). Система за оценка на вида и степента на замърсяване на земеделските земи с тежки метали, радионуклиди, нефтопродукти и засоляване на почвите за целите на възстановяване на земите в замърсените райони във връзка с изпълнение на ПМС № 50/10.03.1993г.
3. Божинова, П., Е. Желева (2009). Практически резултати от фиторемедиация на замърсени почви. *Екология и бъдеще*, №4, 3-19.
4. Василев, А. (2009). Агроекологична характеристика и фитоаккумуляция на проблемни тежки метали. Обзор. *Екология и бъдеще*, 3, 37-48.
5. Данчева, Н, Г, Сенгалевич, Д, Йотов (1989). Относно някои източници на интензивно замърсяване на земите от селскостопанския фонд с тежки метали, Научни трудове - Пловдив, Кн. 2, 313-319.
6. Желева, Е., П. Божинова (2009). Методи за ремедиация на замърсени почви/места. *Екология и бъдеще*, 1, 34-55.
7. Инструкция на МЗ РД-0011 (1994) за определяне на вида и степента на замърсяването на земеделските земи по землища и режима на тяхното ползване. Информационен бюлетин № 27.
8. Павлов, Д. (2002). Промени в минералния състав на растения отглеждани близо до индустриални замърсители. Аграрен университет, Пловдив. Научни трудове, vol. XLVII, book 2, 65-68.
9. Станчева, Й. (2000). Екологични основи на земеделието. Пенсофт, София.
10. Стоянов, С. (1999). Тежки метали в околната среда и хранителните продукти. Токсично увреждане на човека, клинична картина, лечение и профилактика Pensoft, София, 288.
11. Тодорова, И., Г. Георгиева (2009). Замърсяване на почвите в България. *Екология и бъдеще*, 3, 3-12.
12. Agrawal, M. and Deepak, S. (2003). Physiological and biochemical responses of two cultivars of wheat to elevated levels of CO₂ and SO₂, singly and in combination. *Environmental Pollution* 121: 189-197.
13. Anil Shrestha and D. A. Grantz (2005). Ozone Impacts on Competition between Tomato and Yellow Nutsedge Above and Below-Ground Effects. *Crop Sci.* 45:1587-1595.
14. Anwar H.M., A. Garcia-Sanchez, M. Tari Kul Alam, M. Majibur Rahman (2008). Phytofiltration of water polluted with arsenic and heavy metals. *Int. J. of Environment and pollution*, vol 33, 2/3, 292-312.
15. Armando Molina Divan Junior, Paulo Luiz de Oliveira, Carolina Trindade Perry, Vera Lur cia Atz c, Letrícia Nonnenmacher Azzarini-Rostirola, Maria Teresa Raya-Rodriguez (2009). Using wild plant species as indicators for the accumulation of emissions from a thermal power plant, Candiota, South Brazil, *Ecological Indicators* 9; 1156–1162.
16. Atkinson A., E. Colangelo, N. Grotz, S. Hibbard, S.A. Kim, B. Parson & M.L. Guerinot (2002). Gene discovery in aid of plant nutrition, human health and environmental remediation. 9th New Phytologist Symposium. Heavy metals and plants, *University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA September 29 - October 1, 2002. Abstracts.*
17. Baker AJM, SN Whiting & D Richards (2002). Metallophytes: a unique biodiversity resource 'owned' by the mining industry. 9th New Phytologist Symposium. Heavy metals and plants. *University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA September 29 - October 1, 2002. Abstracts*
18. Baker AJM, Walker PL (1990). Ecophysiology of metal uptake by tolerant plants, heavy metal tolerance in Plants. In: Shaw AJ. *Evolutionary Aspects*. CRC Press, Boca Raton, 155-177.
19. Baker, J.T., L.H. Allen, Jr., K.J. Books, P. Jones, and J.W. Jones (1989). Response of soybean to air temperature and carbon dioxide concentration. *Crop Sci.*, 29:98–105.
20. Barman, S. C., R. K. Sahu, S. K. Bhargava, C. Chatterjee (2000). Distribution of Heavy Metals in Wheat,

Mustard, and Weed Grown in Field Irrigated with Industrial Effluents, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 64:489-496.

21. Black V. J., D. P. Ormrod and M. H. Unsworth (1982). Effects of Low Concentration of Ozone, Singly, and in Combination with Sulphur Dioxide on Net Photosynthesis Rates of *Vicia faba* L. *Journal of Experimental Botany*, vol. 33, 6, 1302-1311.

22. Black, V.J. (1982). Effects of sulphur dioxide on physiological processes in plants. In: Unsworth, M.H. and Ormrod, O.P. (Eds.), *Effects of Gaseous Pollution in Agriculture and Horticulture*, Butterworth, London, UK, 67-91.

23. Bringerzu, K., O. Lichtenberger, I. Leopold, D. Neumann (1999). Heavy metal tolerance of *Silene vulgaris*. vol. 154, 4, 536-546.

24. Brown SL, Chaney RL, Angle JS, Baker AJM (1994). Phytoremediation potential of *Thlaspi caerulescens* and bladder campion for zinc and cadmium-contaminated soil. *J Environ Qual.*, 23: 1151-1157.

25. Brown SL, Chaney RL, Angle JS, Baker AJM (1995). Zinc and cadmium uptake by hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* grown in nutrient solution. *Soil Sci Soc Am J* 59: 125-133.

26. Buszewski, B., A. Jastrzębska, T. Kowalkowski, A. Górna-Binku (2000). Monitoring of Selected Heavy Metals Uptake by Plants and Soils in the Area of Toruń, Poland. *Polish Journal of Environmental Studies Vol. 9, No. 6 (2000)*, 511-515.

27. Casado, M., HM Anawar, A.Garcia-Sanchez, I. Santa Regina (2008). Cadmium and zinc in polluted mining soils and uptake by plants (El Losar mine, Spain). *Int.J. of Environment and pollution*, vol 33, 2/3, 146-15

28. Cicek, A., Koparal, A.S. (2004). Accumulation of sulfur and heavy metals in soil and tree leaves sampled from the surroundings of Tuncbilek thermal power plant. *Chemosphere* 57, 1031-1036.

29. Clemens S, EJ Kim, D Neumann, JI Schroeder (1999). Tolerance to toxic metals by a gene family of phytochelatin synthase from plants and yeast. *The EMBO J* 18: 3325-3333.

30. Cobbett C. (2002). Heavy metal detoxification mechanisms in plants. 9th New Phytologist Symposium. Heavy metals and plants *University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA, September 29 - October 1, 2002. Abstracts.*

31. Cobbett CS (2000). Phytochelatin biosynthesis and function in heavy metal detoxification. *Curr Opin Plant Biol* 3: 211-216.

32. Cristina Ortega-Villasante, Rubén Rellán-Álvarez, Francisca F. Del Campo, Ramón O. Carpena-Ruiz and Luis E. Hernández (2005). Cellular damage induced by cadmium and mercury in *Medicago sativa*. *Journal of Experimental Botany* 56(418):2239-2251.

33. Cunningham SD, TA Anderson, P Schwab, FC Hsu (1996). Phytoremediation of soils contaminated with

organic pollutants, *Adv. Agronomy*, 56: 55-114.

34. Darrall, N.M (1989). The effect of air pollutants on physiological processes in plants. *Plant, Cell and Environment*, 12: 1-30.

35. Deepak, S.S. and M. Agrawal (2001). Influence of elevated CO₂ on the sensitivity of two soybean cultivars to sulphur dioxide. *Environmental and Experimental Botany* 46: 81-91.

36. Dushenkov S, Vasudev D, Kaputnik Y, Gleba D, Fleisher D, Ting KC, Ensley B (1997). Removal of uranium from water using terrestrial plants. *Environ Sci Technol* 31: 3468-3474.

37. Zeiger E. (2006). The Effect of Air Pollution on Plants. *Plant Physiology* Fourth edition, Chapter 26.

38. Garcia-Sanchez A., H.M. Anwar, A. Moyano, E Alvarez Ayuso, C Munez (2008). Concentrations of heavy metals in plants grown on polluted mining soils (Loma Charra mine, Spain). *Int. J. of Environment and Pollution*, vol 33, 2/3, 248-259.

39. Grüters, U., A. Fangmeier and H. -J. Jäger (1995). Modelling stomatal responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Turbo) to ozone and different levels of water supply. *Environmental pollution*, vol. 87, issue 2; 141-149.

40. Idso, S.B. (1995). *CO₂ and the Biosphere: The Incredible Legacy of the Industrial Revolution*. Department of Soil, Water and Climate, University of Minnesota, St. Paul, MN.

41. Idso, S.B., Allen, S.G. and Kimball, B.A. (1990). Growth response of water lily to atmospheric CO₂ enrichment. *Aquatic Botany* 37: 87-92. Immunological identification of metallothioneins 1 and 2 from *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol* 113: 1293-1301.

42. Izrael, Yu.A., Gytarsky, M.L., Karaban, R.T., Lelyakin, A.L. and Nazarov, I.M. (2002). Consequences of climate change for forestry and carbon dioxide sink in Russian forests. *Isvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics* 38: S84-S98.

43. Jillian W. Gregg, C.G. Jones and T.E. Dawson (2006). Physiological and developmental effects of O₃ on cottonwood growth in urban and rural sites. *Ecological Applications*, 16(6); 2368-2381.

44. John L. Freeman, Michael W. Persans, Ken Nieman, Carrie Albrecht, Wendy Peer, Ingrid J. Pickering and David E. Salt (2004). Increased Glutathione Biosynthesis Plays a Role in Nickel Tolerance in *Thlaspi* Nickel Hyperaccumulators. *The Plant Cell* 16:2176-2191.

45. Johnson B. G., B. A. Hale and D. P. Ormrod (1996). Carbon Dioxide and Ozone Effects on Growth of a Legume-Grass Mixture. *J Environ Qual* 25:908-916.

46. Kimball, B.A., P.J. Pinter, Jr., R.L. Garcia, R.L. LaMorte, G.W. Wall, D.J. Hunsaker, G. Wechsung, F. Wechsung, and T. Kartschall (1995). Productivity and water use of wheat under free-air CO₂ enrichment. *Global Change Biol.* 1:429-442.

47. Kochian L., Nicole Pence, M. Klein, A. Papoyan, Li

- Li (2002). Investigating the molecular physiology of heavy metal accumulation and tolerance using *Thlaspi caerulescens* as a model system. 9th New Phytologist Symposium. Heavy metals and plants. *University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA* September 29 - October 1, 2002. Abstracts.
48. Krause, G.H.M., Kaiser, H., 1977. Plant response to heavy metals and sulphur dioxide. *Environmental Pollution* 12, 63–71.
49. Lee, E.H., Pausch, R.C., Rowland, R.A., Mulchi, C.L. and Rudorff, B.F.T. (1997). Responses of field-grown soybean (cv. Essex) to elevated SO₂ under two atmospheric CO₂ concentrations. *Environmental and Experimental Botany* 37: 85-93.
50. Mayeux, H.S., H.B. Johnson, H.W. Polley, and S.R. Malone (1997). Yield of wheat across a subambient carbon dioxide gradient. *Global Change Biol.* 3:269–278.
51. Memon A.R, Chino M, Hidaka H, Hara K, Yatazawa M (1981). Manganese toxicity in field grown tea plants and microdistribution of manganese in the leaf tissues as revealed by electron probe Xray micrography. *Soil Sci Plant Nutr.* 27: 317-328.
52. Ming-Ho Yu (2004). *Environmental Toxicology: Biological and Health Effects of Pollutants*, 368.
53. Mohammed M. Rahman, L. Haoliang, Y. Chongling, S. Hoque (2007). Heavy Metal Hyper-accumulation in Plants and Metal Distribution in Soil on Tannery and Dying Industries Polluted Area in Bangladesh. *Academic Open Internet Journal*, Volume 21, 2007 ISSN 1311-4360.
54. Mulchi, C.L., Slaughter, L., Saleem, M., Lee, E.H., Pausch, R. and Rowland, R. (1992). Growth and physiological characteristics of soybean in open-top chambers in response to ozone and increased atmospheric CO₂. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 38: 107-118.
55. Murphy A, Zhou J, Goldsbrough PB, Taiz L (1997). Purification and immunological identification of metallothioneins 1 and 2 from *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol* 113: 1293-1301.
56. Nicholas F. Gmur, Lance S. Evans and Elizabeth A. Cunningham (1983). Effects of ammonium sulfate aerosols on vegetation—II. Mode of entry and responses of vegetation. *Atmospheric Environment*, vol 17, issue 4, . 715-721.
57. Nussbaum, S., M. Geissmann and J. Fuhrer (1995). Ozone exposure-response relationships for mixtures of perennial ryegrass and white clover depend on ozone exposure patterns. *Atmospheric environment*, vol 29, issue 9; 989-995.
58. Pleijel H., H. Danielsson, G. P. Karlsson, J. Gelang, P. E. Karlsson and G. Sellden (2000). An ozone flux–response relationship for wheat. *Environmental pollution*, vol 109, issue 3; 453-462.
59. Rai U.N., Sarita Sinha, R.D. Tripathi, P. Chandra 1995. Wastewater treatability potential of some aquatic macrophytes: Removal of heavy metals, *Ecological Engineering*, vol. 5, Issue 1, October 1995, 5-12.
60. Rauser WE (1999). Structure and function of metal chelators produced by plants; the case for organic acids, amino acids, phytin and metallothioneins. *Cell Biochem Biophys*, 31: 19-48.
61. Reeves, R. D. & A. J. M. Baker (2000). Metal-accumulating plants. In: *Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean Up the Environment*. Ed. by I. Raskin & B. D. Ensley, John Wiley & Sons Inc., NY, USA, pp. 193-229.
62. Robinson NJ, Wilson JR, Turner JS, Fordham-Skelton AP, Groom QJ (1997). Metal-gene-interactions in roots: metallothionein-like genes and iron reductases. In: Anderson HM et al. (eds.). *Plant Roots—from cells to systems* 117-130. Kluwer Academic Publishers.
63. Rood M.J. and R.M. Currie. 1989. Absorption of NH₃ and SO₂ during activation of atmospheric cloud condensation nuclei. *Atmospheric Environment*, vol. 23, issue 12, 2847-2854.
64. Salt DE, Kramer U (1999). Mechanisms of metal hyperaccumulation in plants. In: Raskin I, Ensley BD (eds.). *Phytoremediation of Toxic metals: Using plants to clean up the Environment*. New York: John Wiley and Sons. 231-246.
65. Samecka-Cymerman, A., Kempers, A.J. (1999). Bioindication of heavy metals in the town Wroclaw (Poland) with evergreen plants. *Atmospheric Environment* 33, 419–430.
66. Sandhu, R., Li, Y. and Gupta, G. (1992). Sulphur dioxide and carbon dioxide induced changes in soybean physiology. *Plant Science* 83: 31-34.
67. Sawidis, T., Chettri, M.K., Papaioannou, A., Zachariadis, G., Stratis, J. (2001). A study of metal distribution from lignite fuels using trees as biological monitors. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 48, 27–35.
68. Saxe, H. (1986). Effects of NO, NO₂, and CO, on net photosynthesis, dark respiration and transpiration of pot plants. *New Phytol.* 103: 185–197.
69. Shuhe Wei , Qixing Zhou, Xin Wang (2005). Identification of weed plants excluding the uptake of heavy metals, *Environment International*, 31.
70. Singh, A., R.K. Sharma, S.B. Agrawal (2008). Effects of fly ash incorporation on heavy metal accumulation, growth and yield responses of Beta vulgaris plants. *Bioresource Technology* 99, 7200–7207.
71. Tausz, M., L. De Kok, , I. Stulen, D. Grill (1996). Physiological responses of Norway spruce trees to elevated CO₂ and SO₂. *Journal of Plant Physiology* 148: 362-376
72. Vess C, M Weber, A-C Cazal , E Harada, T Maier, C Simm & S Clemens (2002). *Arabidopsis thaliana* and *Arabidopsis halleri* as models: molecular analysis of metal tolerance and metal signal transduction. 9th New Phytologist Symposium. Heavy metals and plants. *University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA, September 29 -*

October 1, 2002. Abstracts.

73. Wayne H.P. (2002). Implications of Atmospheric and Climatic Change for Crop Yield and Water Use Efficiency. *Crop Science* 42:131-140.

74. Wilbourn S., A. W. Davison, J. H. Ollerenshaw (2006). The use of an unenclosed field fumigation system to determine the effects of elevated ozone on a grass-clover mixture. *New Phytologist*, vol 129, issue 1; 23–32.

75. William J. Bell, J. N. B. Bell, Nigel Bell (2002). Air pollution and plant life. John Wiley & Sons Paperback: Illustrated: 480.

76. Wollgiehn R, D Neumann (1995). Stress response of tomato cell cultures to toxic metals and heat shock: Differences and similarities. *J Plant Physiol* 146: 736-742.

77. Yinz.H., W. Kalsner, J. A. Heber, U. Raven (1998). Effects of gaseous ammonia on intracellular pH values in leaves of C3- and C4-plants. International Conference on Atmospheric Ammonia: Emissions, Deposition and

Environmental Impacts, Culham, Oxford, ROYAUME-UNI (02/10/1995) vol. 32, no 3 (326 p.) (23 ref.), 539-544.

78. Yordanova, R., L.Maslenkova, S. Paunova, L. Popova (2009). Sensitivity of photosynthetic apparatus of pea plants to heavy metal stress. *Biotechnol. & Biotechnol. Eq.* 23/2009/se.

79. Zeiger E. (2006). The Effect of Air Pollution on Plants. *Plant Physiology* Fourth edition, Chapter 26.

80. Zhao F.J., S. P. McGrath (2002). Heavy metal and metalloids hyperaccumulating plants: physiology and potential for phytoremediation. 9th New Phytologist Symposium. Heavy metals and plants. *University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA, September 29 - October 1, 2002. Abstracts.*

81. Ziska, L.H., P.A. Manalo, R.A. Ordonez (1996). Intraspecific variation in the response of rice (*Oryza sativa* L.) to increased CO₂ and temperature: growth and yield response of 17 cultivars. *J. Exper. Bot.* 47:1353–1359.

4. БИОЛОГИЧНИ ИНДИКАТОРИ ЗА ОЦЕНКА НА ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА ОКОЛНАТА СРЕДА



4.1. Раститения-индикатори за замърсяването на атмосферата

Отделните видове културни и диворастящи растения реагират по различен начин на замърсителите във въздуха. В Таблица 4.1 е отразена чувствителността на някои растителни видове към основни замърсители на въздуха (SO_2 , O_3 , F и NO_2). Данните дават основание отделните видове култури да се използват според характера на замърсяването на въздуха в даден район. В тази връзка има три възможности (Станчева, 2000):

А) *Растения-индикатори за замърсяването на*

въздуха. Тук се отнасят растения, които проявяват много голяма чувствителност към определени атмосферни замърсители и реагират при концентрации по-ниски от пределно допустимите (близки до фоните). Това ги прави подходящи за използване като биологични индикатори за установяване на тези замърсители във въздуха. Така например, с висока чувствителност се отличават:

- тютюнът спрямо озона и CO ;
- люцерна, червената детелина, малината, овеса, домати, спанак, крушата (дива и културна), лишеите и мъховете спрямо серните съединения (в т.ч. SO_2) (Фигури 4.1 и 4.2);

Таблица 4.1. Чувствителност на някои растителни видове към замърсители на атмосферата (Бялобок, 1984, цит. по Станчева, 2000)

Растителен вид	Атмосферен замърсител			
	SO_2	O_3	F	NO_2
Люцерна	Ч*	Ч	У*	Ч
Памук	П	-	-	П
Сладка царевица	Ч	П**	-	-
Фуражна царевица	П	П	-	-
Червена детелина	Ч	Ч	-	-
Овес	Ч	Ч	У**	У**
Картофи	У	Ч	У	П
Ръж	-	У**	-	-
Соя	Ч	У**	-	-
Пшеница	Ч	-	-	-
Тютюн	П	Ч	-	-
Домати	Ч	Ч	П	П
Моркови	Ч	П	У	Ч
Спанак	Ч	Ч	У	-
Ягода	У	П	-	-
Ябълка	Ч	-	П	Ч
Кайсия	У	Ч	-	-
Круша (дива и културна)	Ч	-	-	-
Лоза	-	-	Ч	-
Гладиоли	-	-	Ч	-
Лишеи, мъхове	Ч	-	-	-

* У – устойчиви; Ч – чувствителни; П – промеждутъчна чувствителност

** Съществуват различия в оценката за чувствителността

- люцерната и ябълката към NO_2 ;
- лозата към флуора и флуорните съединения;
- копривата към пероксиацетилнитрат (ПАН);
- люцерната и репичките спрямо парите на солната киселина (НСI) и др. (Таблица 4.1.).

Б) *Растения-абсорбатори (погълтители) на замърсители от въздуха.* В тази група попадат

култури, които имат силно изразена способност да абсорбират (поглъщат) токсични вещества от въздуха (газове и аерозоли) и по този начин да играят ролята на „филтри“ по отношение на атмосферните замърсители. Отглеждането на тези растителни видове около натоварени пътни магистрали, индустриални и градски центрове със замърсена атмосфера, способства за



Фигура 4.1. Външни увреждания на малина при обгазяване със SO₂ (www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/01-015.htm)



Фигура 4.2. Външни увреждания на слива при обгазяване с флуор (www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/01-015.htm)

подобряване качеството на въздуха в тези райони. “Растителният филтър” е доста съвършен и може да улавя компоненти (в т.ч. канцерогенни въглеводороди), които дори и механичните филтри понякога не могат. С много добри филтрационни способности са слънчогледът и оризът.

В Таблица 4.2 са представени резултати, които

отразяват различната способност на някои културни растения да пречистват въздуха от основни газови замърсители. Посочените концентрации на замърсителите са типични за замърсените въздушни басейни. От таблицата се вижда, че насаждения с люцерна, царевица и тревна растителност може съществено да намалят концентрацията на O₃, SO₂ и NO₂ в замърсен

Таблица 4.2. Поглъщане на газови замърсители от някои растения (по Бокрис, 1982)

Газ	Растение	Концент-рация на газа, µg/m ³	Скорост на поглъщане за 12 h g/m ²	Пречистен обем въздух *, m ³
O ₃	Царевица	400	0,2	500
SO ₂	Трева	500	0,17	340
CO	Грах	10 ⁵	0,52	5
NO ₂	Люцерна	200	0,17	850

*Под пречистен обем въздух се разбира стълбът от замърсен въздух, който може да бъде очистен от 1 m² площ от даден растителен вид.

въздух. В по-малка степен това се отнася и за останалите култури – грах, ечемик, соя.

Много обнадеждаващи са резултатите от прецизен експеримент, проведен в САЩ през 70-те години на XX век, за установяване на поглъщателната способност по отношение на газообразни примеси във въздуха от един моделен хектар, залесен с клен, дъб, топола, липа, бреза и бор, и обща повърхност на растенията 15.10³ m² (Таблица 4.3).

Направените изчисления показват, че 122 517 ha гора от този моделен хектар е в състояние да поддържа стандартната чистота на атмосферния въздух около град, с население 300 000 жители или голям промишлен център. Примерът е за гр. Сейнт Луис, щата Мисури, САЩ.

Растенията имат способност да акумулират и аерозоли на тежки метали, съдържащи се в атмосферата (Smith, 1985). Един пример за тази способност

на кленово дърво е представен в Таблица 4.4. Въз основа на тези данни лесно може да се пресметне какво количество от най-токсичните тежки метали може да бъде абсорбирано от въздуха по натоварени с автомобилен трафик улици, пътища и магистрали от 10, 100 и т.н. броя кленови дървета.

В) *Растения-устойчиви към замърсители на въздуха.* Част от растителните видове са устойчиви към определени замърсители на въздуха. Според това им качество за всеки район със замърсена атмосфера могат да се подбират подходящи култури, които няма да намалят добивите си от въздействието на фактора “замърсен въздух”. Добре е да се знае, че съвременните сортове пшеница са по-устойчиви към SO₂ и NO₂, в сравнение с тези от началото на XX век; овесът е устойчив към флуор и азотен диоксид; картофите са устойчиви към SO₂ и флуор, и др.

Таблица 4.3. Поглъщане на газообразни замърсители от 1 моделен хектар гора, залесен с клен, дъб, топола, липа, бреза и бор (U.S. Environmental Protection Agency, 1976)

Замърсител	t / год.
O ₃	9,6 · 10 ⁴
SO ₂	748
CO	2,20
NO _x	0,38
Пероксиацетилнитрат	0,17

4.2. Използвана литература

Цитираните литературни източници в раздела са посочени в т. 1.7.

4.3. Хидробионтите - индикатори за замърсяването на водните екосистеми

Обща характеристика. Отделяните в атмосферата газове и вредни емисии, чрез валежите попадат във водоемите и оказват значимо въздействие върху водните екосистеми. Това влияние се осъществява чрез промяна на хидрохимичните параметри, което се отразява негативно върху физиолого-биохимичния статус на хидробионтите, обитаващи съответния хабитат. Ето защо, мониторингът на водните екосистеми задължително трябва да включва не само проследяване качествата на водата, а логично да се допълва с перманентен контрол на клинично значими биологични маркери при водните организми. Някои представители и техните гамети и ембриони са изключително сензитивни по отношение промяната дори само на един жизнено важен показател. Още повече, че това вариране на стойностите може при кратки пикови отклонения да бъде фатално за дадения организъм или полова клетка. В този аспект хидробионтите биха могли да се използват като важен биологичен маркер за чистотата на дадена водна екосистема, тъй като те реагират и на временни отклонения от референтните стойности на проследяваните показатели. Теоретично това вариране може да се случи между две пробоземания и то няма да бъде регистрирано от органите, осъществяващи контрола на водата. Съвременната представа за цялостен мониторинг на хидроекосистемите включва проследяване на дадени показатели, както във водата, така и в организма на обитаващите я хидробионти, още повече, че съществуват специфични биохимични механизми за транспорт и акумулиране на някои тежки метали и ксенобиотици в тъканите и гаметите им.

Таблица 4.4. Поглъщане на някои метали, съдържащи се във въздуха на урбанизиран район под формата на аерозоли, от клен, с диаметър на ствола 30 cm, за вегетационен период (по Smith, 1985)

Аерозоли	Количество на акумулирания аерозол – mg/дърво
Олово	5800
Никел	820
Хром	140
Кадмий	60

Качества на водата в хидроекосистемите. Водата е среда за живот на водните организми. Важността ѝ за аквакултурите се изразява в следните направления:

- източник на кислород за водните организми;
- източник на храна, необходима за техния растеж;
- среда за екскреторните функции на отглежданите организми;
- регулатор на телесната температура на водните представители;
- среда за организмите, причинители на различни болести по хидробионтите.

Всеки воден организъм се нуждае от вода с определени качествени показатели. Те са общи за почти всички видове отглеждани водни организми, но изискванията им по отношение на нивото на тези свойства са различни. Например хидробионтите, обект на аквакултурата, се нуждаят от определено количество кислород, разтворен във водата. При преценка на хидрохимичните показатели в аквафермите, по-важните от тях, които се контролират по време на вегетационния период са: твърдост, температура, кислород, въглероден двуокис, концентрация на водородни йони (pH), азотни съединения, фосфати, серни съединения, тежки метали, цвят и прозрачност, водни течения и др.

Норми. Водата, използвана в аквапроизводството, снабдява отглежданите организми с кислород, изнася метаболитните им продукти и поддържа на определено ниво телесната им температура. Ето защо водата, захранваща рибовъдните обекти е необходимо да отговаря на следните изисквания, регламентирани в Наредба № 44 от 20 април 2006 г. за ветеринарно-медицинските изисквания към животновъдните обекти, издадена от МЗХ, обнародвана в ДВ. бр.41 от 19 Май 2006г., изм. ДВ. бр.102 от 19 Декември 2006г. Според нея е необходимо да се съблюдават следните *норми за показанията на факторите, определящи оптимален микроклимат в жизнената зона на рибите (Таблица 4.5):*

Таблица 4.5. Норми за показанията на факторите, определящи оптимален микроклимат в жизнената зона на рибите

Показател	Студенолюбиви видове	Топлолюбиви видове
1. Температура, С °	не повече от 20 °С	не повече от 30 °С
2. рН	7-8	6,5-8,5
3. Разтворен кислород, mg/l	не по-малко от 9,0	не по-малко от 5,0
4. Прозрачност, m	не под 1,5	не под 0,75-1,0
5. Перманганатна окисляемост, mgO ₂ /l	до 10,0	до 15,0
6. Бихроматна окисляемост, mgO ₂ /l	до 30,0	до 50,0
7. БПК, mgO ₂ /l	до 2,0	до 3,0
8. Амониев азот, mg N/l	-	до 0,05
9. Нитрити, mg N/l	до 0,01	до 0,05
10. Нитрати, mg N/l	до 2,0	до 2,0
11. Фосфати, mg P/l	до 0,5	до 0,5
12. Желязо, общо, 1гц/1до 0,5	до 2,0	4-12
13. Железен окис, mg/ше повече от 0,1	не повече от 0,2	до 0,5
14. Обща твърдост, мо/1	6-14	до 3,0
15. Брой на сапрофитите, Mio/1	до 0,3	без странична
16. Брой на микроорганизмите, Mio/1	до 1,0	миризма, вкус и
17. Цвет, мирис, вкус	без странична миризма, вкус и оцветеност	оцветеност
Съдържание на вредни вещества във водата		
1. Свободен въглероден диоксид, mg/l	до 10,0	до 25,0
2. Сероводород, mg/l	не се допуска	не се допуска
3. Амоняк, mg/l	не се допуска	не се допуска

Пробовземането на водата се извършва по методиката ВМ 26В/2000. Изпитването на показателите се извършва по следните методи:

Температура – БДС 17.1.4.01-77, *Активна реакция (рН)* – БДС 17.1.4.27-80, *Разтворен кислород* – БДС EN 2581492, *Наситеност с кислород* – БДС EN 25814692, *Електропроводимост* – БДС ISO 27888, *Разтворени вещества* – БДС 17.1.4.04-80, *Неразтворени вещества* – БДС 17.1.4.04-80, *Окисляемост (перманганатна)* – БДС 17.1.4.16-79, *ХПК (бихроматна)* – БДС 17.1.4.02-77, *БПК₅* – БДС 17.1.4.07-78, *Азот амониев (NH₄)* – ВМ 11В/2000, *Органичен азот* – ВМ 12В/2000, *Нитритен азот (NO₂)* – БДС EN 26777, *Нитратен азот (NO₃)* – БДС ISO 7890-3, *Фосфати (PO₄³⁻)* – ВМ 15В/2000, *Общ Фосфор (като PO₄³⁻)* – ВМ 15В/2000, *Сулфатни йони (SO₄²⁻)* – ВМ 10-2В/2000, *Хлорни йони (Cl)* – БДС 17.1.4.24-80 (т.1.), *Феноли (летливи)* – БДС 17.1.4.13-79, *Нефтопродукти* – ВМ 20В/2000, *Алфа* – СПАВ – БДС 17.1.4.25-80, *Желязо (Общо)* – БДС 17.1.4.06-77 (т.2.), *Хром шествалентен*

(Cr⁶⁺) – ВМ 24В/2000, *Хром тривалентен (Cr³⁺)* – ВМ 24В/2000, *цианиди* (БДС 17.1.4.17179), *Общ органичен въглерод* (БДС EN1484/01), *Манган (Общ)* – ВМ01ААС/2000, *Кадмий* – ВМ01ААС/2000, *Олово* – ВМ01ААС/2000, *Цинк* – ВМ01ААС/2000, *Мед* – ВМ01ААС/2000, *Никел* – ВМ01ААС/2000, *Кобалт* – ВМ01ААС/2000, *Общ брой микроорганизми* – ВМ01БМ/2000, *Общ колититър* – ВМ01БМ/2000, *Ешерихия колититър* – ВМ01БМ/2000, *Патогенни микроорганизми (Салмонела)* – ВМ01БМ/2000.

Микроклиматични фактори при отглеждане на хидробионти и замърсяването на водите. Органолептични показатели - цвет, прозрачност и мирис.

Цветът и прозрачността на водата дават много важна информация за биологичните процеси, които протичат в нея, и за нивото на замърсяването ѝ от различни източници (Стайков, 2001). Цветът на водата зависи от количеството на разтворените органични вещества в нея и от степента на развитието на фитопланктона. Измерва се в градуси и води с цвет над 30° се считат за

неблагоприятни за отглеждане на риба. В тънък пласт чистата вода е безцветна, а в по-дебел придобива синьо-зеленикав цвят. Водата потъмнява, когато в нея се съдържат органични утайки. Железните соли и предават червеникав цвят, а хумусните вещества, дребният пясък и размитата глина – жълт цвят. Вода с наличие на големи количества сестон (неживи частички и живи организми) има кафяв цвят, а при масово развитие на планктон (алги) – зелен цвят. Оцветяването на водата в повечето случаи е сигнал за нейното замърсяване. По цвета на водата може да се съди за продуктивността на дадена хидроекосистема (Игнатова, 1992).

Прозрачността на водата се влияе от развитието на планктонните организми и от количеството на разтворените органични и минерални вещества. Значението на този показател се определя от това, че от него зависи интензивността на фотосинтезата, която е един от източниците на кислород във водата. Показателят се прилага за косвено, но бързо определяне на концентрацията на механичните примеси във водата, които могат да бъдат минерални, органични и минерално-органични (Игнатова, 1992).

Параметрите цвят и прозрачност, известни като оптични свойства на водата, се използват при оценката на водите, които ще се използват за аквапроизводство. Измененията в цвета на водата не оказват видимо пряко влияние върху условията на живот на водните организми, но могат косвено да повлияят чрез изменение на прозрачността и.

Мирис. Мирисът на водата се обуславя от наличието на минерални и органични вещества в нея. Водораслите обикновено придават на водата мирис на тиня, трева, мухъл, риба и т.н. Мирисът на сероводород може да се дължи на битови отпадъчни води, а също така на железен сулфид във водата, който реагира с въглената киселина. Прясното замърсяване с битови фекални отпадъци придава на водата мирис на амоняк. По мириса на водата може да се съди и за протичането на някои катаболитни процеси в нея. Чистата вода няма мирис (Игнатова, 1992).

Физико-химични показатели. Към тях се отнасят *температура, активна реакция (pH), разтворен кислород във водата, обща твърдост, азотни съединения, калций, магнезий, фосфор, хлор, натрий, сяра, тежки метали* (Fe, Kd, Cu, Pb, Zn, Cr, Co, Mn и др.). (Настова-Гьоргиоска, 2004).

Температура. Природните води имат температура между 0 и 100 °C. Те са хладни, когато температурата им е до 20 °C, топли – от 20 до 50 °C и горещи – от 50 до 100 °C. Температурата на водата се изменя в зависимост от климата и годишните сезони. Върху нея оказват влияние и съставът на почвата, големината и формата на водосборния басейн, залесеността му и т.н. Увеличаването на температурата на повърхностните води с повече от 3 °C от средната им температура за

съответния район се смята за термично замърсяване (Игнатова, 1992). *Температурата на водата* е основен фактор, който влияе силно върху растежа на хидробионтите, тъй като те са студенокръвни и тя е в тясна връзка с метаболизма им. Този показател оказва влияние върху биологичния кръговрат на веществата в басейните и поддържането им в устойчиво състояние. Ако през различни периоди от годината има температурни промени, които са извън оптималните изисквания за даден вид, това ще влияе негативно върху крайната продуктивност в аквафермите. Влияние върху стойностите на температурата на водата в басейните оказват слънчевото греене, дълбочината на водоемите, цветът и прозрачността на водата в тях, проточността на водата. Различните видове хидробионти имат определени температурни изисквания и те трябва да се познават добре в динамика през различните сезони на годината. Това е много важно тъй като температурните промени въздействат върху две основни биологични характеристики на водните организми. Първата е свързана с размножаването им, а втората - с тяхното оптимално хранене, което пряко влияе върху икономическите резултати във фермите. Този физичен фактор влияе върху съдържанието на разтворен кислород във водата и е във връзка с интензивността на минерализацията на органичните вещества във водоемите (Стайков, 2001).

В зависимост от температурата на водата, водоемите се обитават от топлолюбиви или студенолюбиви видове риби. Известно е, че влиянието на температурата определя половия фенотип при някои хидробионти и е процес, известен като ESD (полово диференциране в зависимост от околната среда при гонохористичните организми), който е противоположен на GSD (генетично детерминирано полово диференциране) (Gilbert, 2006). Основно за определянето на пола при разделнополовите организми е отговорна доминантната мъжка XY GSD система (Devlin and Nagahama, 2002). Покачващата се температура или топлинния шок по време на периода на критично развитие, са показали резултати за силно значима (86%) реверсия на половия фенотип в XX женски ювенилни съомги (Azuma et al., 2004). Такива ESD ефекти са известни за стоманоглавата пъстърва, но се срещат и при други от сем. *Salmonidae*, което подкрепя комплексното взаимодействие между GSD и ESD в гонохористичните организми (Baroiler et al., 1999).

Неблагоприятната температура или топлинният шок са тератогенен фактор в повишаването на деформациите при излюпването на личинките при пъстървите и съомгите Baeverfjord et al., 1999; Poppe and Taksdal, 2000; Wargelins et al., 2005). Хипертермията е причина за по-висока експресия на температурно-шоковите протеини (митохондриални HSP 70), хетерогенни ядрени рибопротеини (*hnRNP*), ацил-KoA-

свързващи протеини (*AcBP*) и атриал-натриеви пептиди (*ANP*) и регулацията на цистеин и тирозин-богатите гени (*CYYR1*), водещи конгениталните абнормалности в сърдечните и скелетни структури (Takle et al., 2004, 2005, 2006). Високата температура през инкубацията на пъстървения хайвер или последващото отглеждане в студена и чиста вода има по-нататъшна корелация с вертебралните малформации (Baeverfjord et al., 1999; Wargelins et al., 2005). За дъговата пъстърва по-високата температура в по-късните стадии на живота ѝ е условие за разграждане на витамин С и в резултат се наблюдава недостатъчно хидроксилране на колагена и чупливост на костите. Индивидуалността на отговора към топлинния шок може би се дължи на реакционните норми, свързани с термалната модификация на ансамблите от транскрипция, инициация и повишение активността на някои комплекси (Podrabsky and Somero, 2004).

Температурата и солеността директно оказват влияние върху физичните свойства на водата, разтворените в нея газове, подреждането на кристалите ѝ, разтворимостта на веществата в нея, вискозитетата и динамиката на флуидите. Тези свойства поддържат импликацията на хайвера и личинките, а също и биохимичните и токсикологичните ефекти на разтворените газове, соли, антибиотици и ксенобиотици (Honkanen et al. 2001, Arias et al. 2002). За повечето представители от сем. *Salmonidae* основно изискване е поддържането на температура на водата от 4 до 22°C, а за арктическите видове – от 3 до 8°C. За съомговите представители основно изискване е поддържането на стабилна температура между 4 и 18°C, за дъговата пъстърва - до 22°C и за арктическите видове - от 3 до 8°C.

Водороден показател на водата (pH) и свързани с него въздействия на други йони. Това е един от основните показатели характеризиращи химичните свойства на водата. Природните води са слаби разтворители на електролити – в тях се срещат положителни (H^+ , K^+ , Ca^+ , Mg^+) и отрицателни (Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , OH^- , SiO_3^-) йони. От концентрацията на намиращите се в дисоциирано състояние соли, киселини и основи зависи реакцията на водата. Тя може да бъде *алкална, кисела* и рядко *неутрална*. Обикновено реакцията на природните води е слабо алкална. Реакцията на водата не е постоянна и показва вариране през денонощието и през годината. То се обуславя от влиянието на физико-химични и биологични фактори във водите. Така напр., при големи количества на свободна въглена киселина и на хуминови киселини във водата, реакцията може да бъде и слабо кисела (Игнатова, 1992). *Концентрацията на водородните йони (pH)* във водата е тясно свързана с хидрохимичните процеси, които протичат във водоемите и с жизнените функции на хидробионтите.

Особено голямо е нейното значение за метаболизма на калция и азотните съединения при хидробионтите (растения и животни). При висока алкалност на водата някои съединения, които са необходими на водните растения преминават в неразтворимо състояние (железните и магановите съединения), намалява се пропускливостта на клетъчните мембрани при някои алги и др. Промените в pH на средата влияят върху устойчивостта на водните представители към различни токсични вещества. Това се обяснява с повишаването на интензивността на газообмена и на общия обмен на веществата, което води до постъпването на по-големи количества вредни вещества в организма на хидробионтите (Стайков, 2001). Активната реакция има голямо значение за живота на рибите. При кисела реакция на водата се намалява възможността за усвояване на храната от рибите. В силно алкална среда се намалява пропускливостта на външния епител за преминаване на газове и соли, и се понижава резистентността към причинители на болести. При увеличаване на pH над 8 се ускорява превръщането на нетоксичния амониев йон в амоняк, затруднява се неговото елиминиране през хрилете и настъпва автоинтоксикация на организма. Киселите води могат да се алкализират с добавяне на вар, докато за алкалните води няма подходящо средство за да се оптимизира pH на средата. Реакцията на водата трябва да се контролира, особено в рибните стопанства, за да се определи точно количеството на азотните торове, използвани за обогатяване на водата в топловодните рибовъдни стопанства. Повечето от водните организми, обект на аквакултурата изискват стойности на pH на водата от 6 до 8 (Стайков, 2001). Установено е въздействието на различна реакция на водата върху развитието и преживяемостта при рибите (Таблица 4.6). В много силно алкална и в силно алкална среда (при pH > 9) рибата много бързо умира и тази вода е опасна за производство на видове от сем. *Salmonidae*. За тези представители много опасни са и силно киселите води, в които ембрионите и възрастните индивиди умират.

Промените в pH на средата влияят върху устойчивостта на водните представители към различни токсични вещества. Влиянието на измененията в концентрацията на водородните йони във водната среда върху резистентността на хидробионтите към различните токсиканти се обяснява с повишаването на интензивността на газообмена и на общия обмен на веществата. Това води до постъпването на по-големи количества вредни вещества в организма на хидробионтите. Степента на въздействието им е в тясна връзка с твърдостта на водата, с наличието на някои органични киселини и различни замърсители в нея. Установено е, че активната реакция на незамърсените сладки води зависи от съотношението

Таблица 4.6. Влияние на реакцията на водата върху рибата

<i>рН на водата</i>	<i>Степен на рН</i>	<i>Преценка на водата за развитие на рибата</i>
над 10	Много силно алкална	Тези води са много опасни за салмонидните видове риби и в тях рибата бързо умира.
9.0 – 10.0	Силно алкална	Както по-горе.
7.5 – 8.5	Слабо алкална	В тези води салмонидните видове риби могат да живеят. Все пак рН на водата не трябва да се задържа близо до 8.5 или да я превишава.
около 7.0	Неутрална	Тези води са много подходящи за живот и за развъждане на салмонидни видове риби.
5.5 – 8.5	Слабо кисела	Това са обичайно бедни на калциеви и магнезиеви йони води. И при тях трябва да се внимава и да се възпрепятства по-нататъшното вкисляване.
4.5 – 5.0	Силно кисела	Тези води са много опасни за всички видове салмонидни риби и за техните малки. Ако киселинността на водата се задържи по продължително време такава, то всички категории риби (малки и големи) умират.
под 4.5	Много силно кисела	В тези води всички видове риби умират за много кратко време.

на свободната въглена киселина и бикарбонатите. Колкото е по-високо съдържанието на първия показател, толкова водата е по-кисела, а при повече бикарбонати при едно и също количество на въглената киселина - водата е по-алкална. През нощта, поради натрупване на CO₂ (респективно въглена киселина), стойността на рН намалява до 5,5, а понякога и по-ниско. Активната реакция на водата влияе върху хидрохимичните процеси във водоемите и върху всички жизнени функции на хидробионтите. Този фактор не само влияе, но от него зависи и жизнената дейност на организмите във водата.

Има организми, които издържат на широки колебания на активната реакция на водата, но повечето хидробионти се развиват в неутрална и слабо алкална среда. За шарановите стопанства най-добра е водата с рН 7-8. Долната летална граница за хидробионтите е рН 5. Колебанията на активната реакция на водата в много случаи са значителни и неблагоприятни за развитието и растежа на хидробионтите. Този показател има сезонна и денонощна динамика. През есента и зимата водоемите са с по-постоянно рН – близо до неутралното, а през пролетта и лятото се наблюдават големи изменения. Във водоемите, в които се культивират големи количества риба, вследствие на органичното замърсяване се наблюдава силен „цъфтеж“ на водата и стойността на рН може да достигне в следобедните часове до 9, а рано сутрин да се понижи до 5.0–5.5.

Част от рН ефектите дискутирани по-горе, ниското

рН засягащо овогенезата, йонната регулация и киселинно-алкалния баланс и индиректните случаи на интоксикация се дължат на разтварянето на метали в околната среда (Claiborne et al., 2002; Molich and Heisler, 2005). От особено значение е токсичността на мономерния хидрокси йон от алуминий във водната среда (Gensemer and Playle, 1999; Wauer et al., 2004). Токсични ефекти при ембрионите могат да се наблюдават при рН под 6,5 (Gensemer and Playle, 1999; Wauer et al., 2004). Тези стойности водят до намаляване на оплодителната способност, подтискат кортикалната реакция, с последваща редукция на някои метаболити в перивителното пространство /PVS/, която води до понисък ембрионален растеж. Новоизлюпените личинки са най-чувствителни към промените на рН на водата, макар, че при някои видове и ембрионите показват частична чувствителност. Повлияването на личинките е свързано с алуминиевата преципитация или свързването на функционалните групи на хрилете, които може да включват или не полимеризация, интернализация или крослинк на хрилия мукозен пласт. Всички процеси водят до водно-минерален и киселинно-алкален дисбаланс и/или асфиксия (Wauer et al., 2004).

Установено е, че при мембраните на хайвера не се наблюдава преминаване на по-големи молекули от 500 Da. Малките молекули като вода, йони, NH₄⁺ и респираторни газове преминават лесно през клетъчните мембрани на ембрионите на хидро-

бионите. Преминването на NH_4^+ през хориона е също улеснено и тъй като е и енергиен субстрат за микробиален растеж, комбинирано с екскрецията на амониеви йони /която зависи от преобладаващо ниското рН/ е директно токсично за зародиша (Wilkie, 2002). Околният NH_4^+ и също филтрираният от индустрията, канализацията и земеделието, и в някои речни басейни от разграждането на органичната материя в седимента, също предизвиква негативен ефект върху хайвера (Wilkie, 2002; Eddy, 2005; O Toole et al., 2006).

Острото амонячно отравяне е свързано с образуване на прекалено много глутамат, известен невромедиатор, който активира *N*-метил-*D*-аспартам (*NMDA*) рецепторите в мозъка. Свърхактивацията на *NMDA*-рецепторите води до изчерпване на АТФ чрез активацията на Na^+/K^+ - АТФаза и увреждане на митохондрилната функция и калциевата хомеостаза, редуцирайки синтезата на АТФ (Kosenko et al., 1999; Monfort et al., 2002). В допълнение, свърхактивацията на *NMDA*-рецепторите повишава образуването на NO , който инхибира активността на глутаминсинтетазата, /ензимът катализиращ образуването на глутамин от NH_4^+ и глутамат/ и затруднява елиминирането на амоняка от нервната тъкан (Monfort et al., 2002; Kosenko et al., 2003). Впоследствие *NMDA* – рецептор-посредническата компликация е активирана от калпаина - фактор, който понижава микротубулно-свързания протеин MAP-2, получен от промяната на микротубулната мрежа (Monfort et al., 2002). Тези *NMDA* отнасящи се ефекти не са изследвани в пъстървовите ембриони и личинките, но глутамат-глутамин детоксикационният механизъм е много добре изяснен. Последващото включване на глутамина в орнитиновия цикъл, за да образува урея и нейната екскреция в съомговите ембриони и ларви подсказва, че този механизъм предпазва от амоняка в околната среда (Pillee and Wright, 2000; Essex-Fraser et al., 2005). Излишъкът на амоняк прониква през развиващите се тъкани на ембриона, като ефектите биха били тератогенни или най-малкото вредни за синапсите и формирането на централната нервна система. Въпреки тези възможности има данни, че хайверът е по-резистентен към действието на остро или продължително амонячно отравяне, отколкото излюпените вече личинки. Сублеталните нива от $0,35^{10}$ М намаляват скоростта на растеж на личинките, докато по-дългото излагане при $1,4\text{-}5,3$ М може да намали броя на еритроцитите и левкоцитите, хематокрита и нивото на хемоглобина (Vosyliene and Kazlauskienė, 2004). Токсичните нива (96 h LC_{50}) за повечето сладководни риби са между 4 и 100 M NH_3 , но за пъстървовите те са доста по-ниски - $1,23\text{ M}$ (Eddy, 2005).

Освен гореописаните йони, особено силно въздействие върху хидробионите и техните зародиши

могат да окажат съдържащите се във водата двувалентни йони. Още по време на преминване от стадий с осем клетки към бластула, няколко клетки започват да се различават по техните електрически и пермеабилни свойства. По-късно те образуват вътрешен и външен /EVL/ синцитиален слой (Sakeguchi et al., 2002; Hall et al., 2004). Синцитиалните пластове нямат добре развита клетъчна бариера така, че йоните, метаболитите и сигналните молекули могат да преминават свободно чрез дифузия. Дълбоките клетъчни слоеве поддържат цитоплазмените мостове и местата за свързване между съседни клетки, където протича бурно електролитно асоцииране, и съдействат за лесна дифузия на йони и молекули. Външния EVL остава свързан близо до апикалната повърхност с базолатералните мембрани, съдържащи наелектризиранни протонно-чувствителни места за съединяване. Епителната интеграция на EVL е в зависимост от йонната сила на външната среда и присъствието на дву-валентни йони, в частност Ca^{+2} или Zn^{+2} , но също Mg^{+2} или Sr^{+2} . EVL представляват ниско пермеабилни интерфейси с PVS и играят важна роля в епиболата. Те предпазват ембрионите от прекомерен водно-минерален дисбаланс, докато се формират по-активните регулаторни механизми, които обикновено се появяват при излюпването. Дълбоките клетъчни пластове, местата за свързване и цитоплазмените мостове са необходими за междуклетъчната комуникация, която по-късно води до специфичност и диференциация на клетките по време на гаструлацията. Този процес е управляван от йон-зависима организация за ембрионална защита, която определя спецификацията на герминалните пластове така, че да формират оста на тялото.

Известно е, че вътрешните и външни източници на Ca^{2+} са необходими за нормалната физиологична функция на ембрионалните мембрани. Тъй като ниското количество на калциеви йони въздейства на клетъчно адхезивните способности на EVL, те играят роля при свързването на двете обединения. Нивото на външните калциеви йони до голяма степен показват доброкачествеността на водата. Доказано е, че калциевите йони във външната среда са необходими за индуциране на EVL формирането, намаляващо със солеността на инкубационната среда. EVL не се формира във вода в която липсват калциеви йони, но образуването ѝ е нормално при сравнително ниско ниво калций ($<0,1\text{ mM}$). Това доказва значението на твърдостта на водата за развитието на хидробионите. Хайвер от пъстървови риби инкубиран в хипотонична среда (под $9,4\text{ mOsm kg}^{-1}$) при сравнително ниска обща твърдост на водата, може лесно да заболее от сапролегниоза /*Saprolegnia spp.* (Barnes et al., 2004).

Количество на кислорода във водата. Източниците на кислород за водоемите са постъпващата вода,

атмосферата и водната растителност. Разтворимостта на кислорода от въздуха във водата се подчинява на закона на Хенри и зависи от температурата, налягането и солеността на водата (йонната сила). Равновесната разтворимост на кислорода във водата нараства при понижаване на температурата и намаляване на солеността. Например, при 20 °C разтворимостта на кислорода в чиста сладка вода е $6.38 \text{ cm}^3 \cdot \text{dm}^{-3}$, докато в морската вода е $5.74 \text{ cm}^3 \cdot \text{dm}^{-3}$. Нарастването на температурата на въздуха води до намаляване на количеството на разтворения във водата кислород при едно и също атмосферно налягане (Игнатова, 1992; Стайков, 2001). В случай, че потреблението на

кислород във водата превиши постъпването му, възниква критично състояние за аеробните организми. Когато концентрацията на разтворения кислород спадне под около $2 \cdot 10^{-6}$, настъпват благоприятни условия за развитието на анаеробните бактерии.

Разтвореният кислород във водата е основен фактор за живота на рибите, тъй като участва в процеса на дишане. Когато във водата липсва кислород няма условия за съществуване на хидробионтите, а когато това състояние продължи по-дълго време става лимитиращ фактор за живота в хидроекосистемата. Потребностите от разтворен кислород са различни при отделните видове риби. В Таблица 4.7. са представени

Таблица 4.7. Необходимо съдържание на кислород във водата за някои видове риби

Вид риба	Минимална концентрация на O₂ във водата – mg/l	Оптимална концентрация на O₂ във водата – mg/l
Сребриста каракуда	0.5	3.0
Шаран	1.2	5.0 – 6.0
Европейски сом	2.5	5.0 – 6.0
Дъгова пъстърва	5.0	7.0 – 10.0
Речна пъстърва	6.0	9.0 – 11.0

данни за някои от тях.

Недостигът на кислород във водата довежда до загиване на рибите, тъй като дишането престава и концентрацията на млечна киселина в кръвта и мускулите на рибите нараства. През лятото и зимата дълбоките слоеве на водните басейни са по-бедни на кислород. Във водоемите кислорода се изразходва за дишането на водните растителни и животински организми, за окислението на разтворените и диспергираните органични вещества, както и за тези утаени на дъното. В рибовъдните басейни на разсъмване през лятото концентрацията на кислорода силно намалява, а понякога се стига и до критичното му изчерпване, което може да предизвика задушаване на рибата. Един – два часа след изгриване на слънцето концентрацията на кислорода се повишава и в късните следобедни часове в следствие на фотосинтезата на фитопланктона и висшата водна растителност се наблюдава пресищане на водата с кислород. Продължителното излагане на ниски концентрации на разтворен кислород във водата е причина за бактериални инфекции при хидробионтите. Концентрациите на разтворения във водата кислород се променят през цялата година в аквафермите. Ниската концентрация на кислород във водата понижава ефективността на използваните фуражи и служи като един от най-сигурните показатели за замърсяването на водоема. Съдържанието на кислород във водата намалява по време на храненето на рибите. В критични

моменти се налага оптималното количество кислород да се поддържа посредством използването на аератори.

Преценката на водите, които ще се използват за аквапроизводство, винаги се съобразява с количеството на разтворения кислород в тях. Трябва да се имат предвид и да се изследват в тясна връзка основните механизми, които са свързани с поддържането на определено ниво от този газ във водата (фотосинтеза, дифузия, окисляемост и др.). Хайверът на видовете от сем. *Salmonidae* е особено чувствителен към ниското кислородно съдържание и затова е необходимо аериране на водата в риболопилните. Въпреки това, наскоро оплоденията хайверени зърна имат сходен процент на кислородна консумация с неоплодения хайвер и те са способни на временна поносимост към пълна аноксия (Атанасов, 1996, 2005; Holcomb et al., 2004). Подобно на други видове хидробионти, тази способност е свързана с наличието на резерви от гликоген в хайвереното зърно, които бързо се изчерпват (Атанасов, 1996, 2005; Atanasov et al., 1999). По време на развитието на ембрионите анаеробната гликолиза изчерпва гликогенните резерви и изискванията им към нивата на кислорода във водата се повишават. Продължителната хипоксия може значително да забави развитието, да причини преждевременно загиване на ембрионите или да доведе до вертебрални деформации при някои видове. Най-голямата бариера за дифузията на кислорода не е

хориона, а отдалечеността между хориона и граничните пластове установени при PVS. Естествената конвекционална система обменя разтворените газове между PVS и граничните слоеве. Тази система се включва рано и се затруднява при отлагането на тиня върху обвивката на хайвера. Ето защо инкубационната среда или мястото където се хвърля хайвера трябва да изключва подобни замърсявания на водата.

Количество на въглероден диоксид във водата. Въглеродният диоксид е отпаден продукт от дишането на водните растения и животните и от гнилостните процеси, които протичат във водоемите. Различните хидробионти, обект на аквакултурата, имат определени изисквания към неговото максимално съдържание във водата. При повечето от тях количеството му над 25-30 ppm влияе отрицателно върху растежа им. Високото съдържание на кислород във водата намалява вредното влияние на този газ върху жизнената дейност на отглежданите хидробионти. Концентрацията на въглеродния диоксид има голямо значение за живота във водоемите. Той е източникът на въглерод за зелените растения. В малки концентрации поддържа мускулната активност на рибите. В големи концентрации има угнетяващо действие за всички водни организми. Въглеродният диоксид попада във водата от атмосферата, но основен негов източник е бактериалното окисление на автохтоните и алохтоните органични вещества и дишането на водните организми. Концентрацията му зависи от интензивността на протичане на окислителните процеси. Въглеродният диоксид частично реагира с водата, като се образува въглена киселина, при което се наблюдава понижаване на стойностите на pH. По време на силното развитие на фитопланктона, концентрацията на CO_2 е подложена на силни денонощни колебания. При прекратяване на фотосинтезата през нощта, CO_2 се натрупва в големи количества във водата на басейните, а през деня количеството му силно намалява.

Може да бъде направен извода, че в природата съществува трайна зависимост между съдържанието на кислорода, CO_2 стойността на pH и непрекъснатия денонощен ритъм на съотношението между съдържанието на кислород, CO_2 и CaCO_3 във водата. Високото съдържание на въглена киселина в басейните е признак на биологично замърсяване.

Твърдост на водата. Твърдостта на водата има важно значение за живота на различните хидробионти. *Общата твърдост* на водата зависи от всички разтворени в нея соли (*карбонатни, бикарбонатни, сулфатни и хлоридни съединения на калция, магнезия, стронция, бария и др.*). Общата твърдост се отбелязва с GH (*General hardness*) и от своя страна се подразделя на *временна* (карбонатна) и *постоянна* (некарбонатна). *Временната твърдост* се определя от бикарбонатите

на Ca и Mg, които при кипене преминават в карбонатни соли. Карбонатната твърдост се отбелязва с KH. *Постоянната твърдост* се определя от солите на горепосочените елементи със сяряната, солната, азотната и някои други минерални киселини. Ясно е, че карбонатната твърдост винаги е по-малка от общата твърдост. При загряване постоянната твърдост не се променя. Сумата от двата вида твърдост образува общата твърдост на водата.

Прието е твърдостта на водата да се изразява в градуси (немски, френски, английски и американски). У нас за единица твърдост обикновено се използва немски градус - °N (или meq/dm^3). Немският градус е равен на концентрацията на 10 mg еквивалента калциеви йони в един литър вода. Класификацията на водата по отношение на този показател е следната:

- мека вода - до 5 °;
- средно твърда вода - от 5 ° до 20 °;
- твърда вода - от 20 ° до 30 °;
- много твърда вода - над 30 °.

Рибата може да живее във води с различна степен на твърдост. Пъстрьвовите риби предпочитат твърдите карстови води, тъй като те са удобен и лесно достъпен източник на калций /резорбцията на този елемент е разгледана по-долу/.

Азотни съединения. Азотът във водата се съдържа под формата на амонячен (NH_3/NH_4), нитритен (NO_2) и нитратен (NO_3) азот, както и свързан с органични съединения, протеини и аминокиселини. Присъствието на свободен амоняк във водата е показател за прясно замърсяване с битово-фекални и животински отпадъци, тъй като той се получава като краен продукт при протичането на катаболитни анаеробни процеси, свързани с разграждането на азотсъдържащите органични съединения в органичните отпадъци. Количеството на амоняка във водата обикновено е малко и в присъствието на кислород той се трансформира в нитратни и нитритни съединения. Съдържащият се във водата амоняк е много силна отрова и поразява централната нервна система на рибите. Граничните стойности за съдържание на амоняк са от 0.1 до 0.8 mg/l, а концентрация от 1.8 mg/l е летална за всички видове риби. Концентрации от 0.2 mg/l свободен амоняк действат летално върху подрастващите риби на видовете от сем. *Salmonidae*. Стайков (2001) съобщава, че амонякът и нитритите във водата са най-вредните форми на азотни съединения. Концентрацията им от 0.1 ppm е смъртоносна за повечето хидробионти, а тази от 0.0125 ppm намалява интензивността на растежа при различните видове. Амонякът при съдържание 0.06 ppm поврежда хрилете на каналния сом и създава предпоставки за поява на различни заболявания. Наличието на нитрити във водата обикновено се дължи на прясно органично или фекално замърсяване, тъй като нитритите са резултат от окисляването на

амониевите йони в аеробна среда от нитрифициращите бактерии. Трябва да се има предвид, че то може да се дължи и на замърсяването на водите с неорганични вещества използвани в селското стопанство и промишлеността. По принцип солите на сернистата киселина са нетрайни и те бързо се окисляват до нитрати. Нитритите във водата са много токсични за рибите. Леталните дози за тях са с концентрации от 0.4 до 2.0 mg/l при 24 часова експозиция и с концентрация 10 mg/l при експозиция от 2 часа.

Присъствието на *нитрати* във водите е показател за по-старо органично замърсяване. Смята се, че при наличието едновременно на нитрати, нитрити и амоняк замърсяването на водите с органични (фекални) отпадъци продължава. Нитратите са по-малко токсични за рибите в сравнение с амоняка и нитритите.

Биохимична потребност на кислород за 5 денонощия (БПК5). Във водата, използвана за аквапроизводство, органичната материя е представена от планктон и суспендирани части от загинала органична материя (детрит) и разтворени органични вещества. Биологичното потребление на кислорода (БПК) се характеризира с количеството кислород в mg/l, изразходван за бактериалното окисляване на съдържащите се във водата вещества при аеробни условия, за определен период от време. Обикновено показателят се използва за оценка на степента на замърсяване на водоемите от промишлени, селскостопански и битови отпадъчни води.

Перманганатната окисляемост. Този показател определя наличието на трудно разградими органични вещества. Една част от тези органични вещества се разграждат под действието на активен водообмен, а другата част под действието на аерацията и микробната дейност.

Окисляемост на водата. С метода на перманганатната окисляемост се определя около 40% от органичното вещество, което се намира във водата в даден момент. По-пълна представа за органичното вещество в природните води се получава с метода на бихроматната окисляемост (ХПК). В този случай се отчита и нестабилното органично вещество, което се разгражда от бактериите. Нестабилното органично вещество, което лесно се разрушава от микро-организмите се определя и чрез БПК.

Калций (Са). Съдържанието на калциеви соли във водата е много различно в отделните водоизточници. Калциевите соли определят твърдостта на водата. Калцият е необходим елемент за развитието на всички организми във водата и е от голямо значение за рибите и някои мекотели /миди, охлюви и др/, тъй като участва в изграждането съответно на скелета и черупката им. Калцият взема участие и в процесите на фотосинтезата, в регулирането на активната реакция (pH) на водата и на осмотичното налягане в клетките. Голяма

част от калция са резорбира не само от чревната лигавица /под контрола на станиокалцина/, но и от специални клетки /йонцити/, разположени в апикалните мембрани на хрилете и в определени части от кожата на рибите.

Магнезий (Mg). Магнезиевите йони обуславят твърдостта на водата, като значението им е доста по-малко в сравнение с това на калция. Магнезият влиза в състава на хлорофила и директно участва в процесите на фотосинтезата. Той се съдържа в кръвта и в някои ензими при животните.

Фосфор (P). Този елемент най-често се съдържа като свързан с кислорода под формата на оксиди или като фосфорна киселина и нейните соли. Обикновено съдържанието на фосфати в чистите води е минимално. Възможно е повишава не концентрацията им при преминаване на водите през пластове, богати с фосфорни соли, както и в резултат на агрохимически мероприятия – използване на фосфорни торове. Фосфорът е важен биогенен елемент, необходим за растежа и развитието на хидробийонтите. Взима участие в биоенергийния метаболизъм, строежа на костите, състава на нуклеиновите киселини и нуклеотидите и пр. Значително е неговото влияние и върху фертилитета на гаметите, буферния капацитет на кръвта и половите ливори /спермална плазма, овариална течност/ при рибите.

Хлор (Cl). Във водите хлорът се съдържа под формата на хлориди (натриев, калиев, магнезиев и калциев). Почти всички природни води съдържат хлориди в минимални количества. Този елемент във водата представлява силна оксидативна отрова. Много малки концентрации от него действат негативно, а често пъти и летално на рибите. Младите рибки, личинките и хайвера са особено чувствителни към увеличена концентрация на хлор. Концентрации от 0.05 –0.2 mg/l хлор предизвикват смърт при подрастващите рибки само за няколко часа, а концентрация от 1.7 mg/l – само за 20 min. Зародишите в хайвера на пъстървовете видове риби умират, когато концентрацията на хлора във водата премине границата от 0.3 mg/l.

Натрий (Na). Във водата натрия обикновено е под формата на натриев хлорид. Влиза в състава на кръвта и в екстрацелуларната течност и заедно с хлора има много важна роля за регулацията на осмотичното налягане /хидропиогенен елемент/ в клетките на живите организми.

Сяра (S). Във водата се съдържа се под формата на сулфати, сероводород и серен оксид. Играе важно роля в процесите на растеж на живите организми. Сероводородът е силен токсин за рибите и неговото действие зависи от температурата на средата. При високи температури рибата умира много по-бързо, отколкото при по-ниски температури (Aganovic, 1979, цит. по Настова-Гьоргиоска, 2004).

Тежки метали. Тежките метали във водната среда се намират в три състояния: разтворени, колоидно диспергирани и суспендирани. Формата, в която са представени е от голямо значение за тяхната биодостъпност и токсичност. През последните десетилетия проучванията за замърсяване на водите с тежки метали са особено актуални. Контаминирането с тежки метали на реките и другите водни екосистеми зависи от вида и количеството на отпадъчните вещества, които постъпват в тях; от близостта на точката на изливане във водоприемника; от хидрологията и климата на региона. Контаминаторите попадат в хидроекосистемите с отмиването на горните почвени слоеве и филтриране на повърхностните води, но понакога и в парообразно състояние при контакт с повърхността на водата. Комунално-битовите отпадни води са най-голям източник на тежки метали, които се разпространяват в околната среда чрез ефлуенти или фекална тиня и съдържат обикновено мед, олово, цинк, кадмий и сребро. Отмивните води на разтопения сняг от урбанизирани райони често съдържа относително високи концентрации тежки метали.

Биологичните параметри при хидробионтите са едни от най-сигурните за оценка на състоянието на хидроекосистемата, понеже те не са отражение само на моментното качество на средата, а дават представа за по-дълъг период от време. Известно е, че рибите са част от хранителната верига на най-високите трофични нива на биоценозата и отразяват метаболизма на екосистемата (Фигура 4.3).



Фигура 4.3. Вземане на биологични проби от органи на риба, уловена в езеро „Загорка“, гр. Стара Загора (автор Проф. В. Атанасов)

Различните химични форми на един и същи елемент могат да имат многостранен биологичен ефект. Когато потенциално токсичното вещество присъства във водата, то може да встъпи във взаимодействие с останалите елементи във водата. Например, по този начин рН влияе върху дисоциацията на киселините и основите, а хумусните киселини създават комплекси с отделни тежки метали. Познаването и определянето на такива процеси е много важно за разбиране влиянието

на токсичните вещества върху хидробионтите. Количеството на токсините и тяхното разпределяне в организма е тясно свързано с физиологичните процеси: абсорбирането през хрилете, червата и кожата; транспорта и дистрибуцията чрез циркулационната (кръвната) система; метаболитното трансформиране, акумулацията в различни тъкани и органи; екскрецията (Стоянов, 1999). Sorensen (1991) детайлно обяснява явлението интеракция между различни физиологични процеси, която може да възникне докато един организъм се експонира в среда с две или повече токсични вещества. Химичните вещества, които се абсорбират и акумулират се свързват с плазмените протеини и влияят върху рецепторните участъци, и организма като цяло дава отговор, който се манифестира с промяна на растежа, влошаване на репродуктивните способности и настъпване на смърт.

Тежките метали, като *кадмий, хром, мед, желязо, олово, магнезий, живак, молибден, сребро и цинк* се приемат бързо и лесно от хайвера и хидробионтите (Kazlauskienė and Stasiunaite, 1999; Brauner and Wood, 2002a; Davies et al., 2005). Тежкометалните катиони понижават нормалното физиологично функциониране на Ca^{2+} и Mg^{2+} чрез конкурентно свързване с техните рецептори. Освен това металните йони намаляват скоростта на формирането на вертебралния стълб, както и интензивността на растежа, метаболизма, резорбцията на жълтъка или водно-минералния и киселинно-алкалния баланс, чрез инхибиране активността на йонната помпа в хрилете на рибите или епитела на жълтъчното мехурче на личинките (Stasiunaite, 1999). Най-малко чувствителен е неоплодения хайвер и по-високата концентрация на металите в околната среда не пречи на оплождането му (Farag et al., 2006). В този аспект сперматозоидите са по-сензитивни относно наличието на тежкометални йони. Чувствителността на хайвера, обаче зависи от продължителността на въздействието (Kazlauskienė and Stasiunaite, 1999; Kazlauskienė, 2002). Част от поносимостта на металната интоксикация може да разстрои майчиния пренос на металотионеин гените (Lin et al., 2000; Chen et al., 2004). Свързващите комплекси на хориона осигуряват известна протекция на ембриона, докато ниското рН, дължащо се на седиментната (хумусната) киселина диетилентриамин пентаоцетна киселина (DTPA), малахитово зелено, въглена киселина, хлоридна концентрация и ниската температура понижават навлизането на тежки метали в хайвера и ларвите (Kazlauskienė et al., 1999, 2002; Brauner and Wood, 2002a; Brauner et al., 2003; Hammoc et al., 2003). Намаленият ъптейк се свързва с комплексобразуването на металните йони с органичната материя във водата, макар че тези предпазващи ефекти изглеждат по-важни за острото, отколкото за хронично въздействие на тежките метали

(Brauner and Wood, 2002b). В този смисъл във водоеми, където хумусната киселина липсва или е в недостиг, не се препоръчва отглеждане на аквабионти при наличие на тежки метали. Нормите за концентрацията на тежки метали в тялото и субпродуктите от хидробионтите са регламентирани в Наредба №31 от 29 юли 2004 г. за максимално допустимите количества замърсители в храните.

Флората и фауната имат централно място в изследванията и мониторинга на тежките метали и на останалите неорганични токсични вещества в екосистемите. Микроорганизмите, растенията и животните имат важна роля в детерминирането на транспорта на химичните форми и в трансфера до местата за складиране на металите. Голямо внимание заслужава изследването на потенциалния трансфер на токсичните вещества чрез водата или храната на хората и ефектите върху здравето им (Фигура 4.4).



Фигура 4.4. Подготовка на проби от водорасли и водни растения за изследване (автор Проф. В. Атанасов)

Най-често в хидробионтите се установяват следните тежки метали: *желязо(Fe)*, *кадмий (Cd)*, *мед (Cu)*, *олово (Pb)*, *цинк (Zn)*, *хром (Cr)*, *манган (Mn)* и *кобалт (Co)* (Настова-Гьоргиоска, 2004).

Желязо(Fe). Във водата се среща под формата на неорганични и органични съединения. Влиза в състава на хемоглобина и е от голямо значение за хидробионтите. Недостигът на желязо във водата предизвиква анемия при рибите. Организмите притежават свойството да акумулират определено количество желязо, поради което този метал се установява във всички видове риба в повишени концентрации. Съдържание на желязо във водата в концентрация 0.2 mg/l води до намаляване на обмяната на газовете и подтискане растежа, а при жабите се появяват бели некротични петна по кожата. При превишаване на концентрацията на желязо над 2 mg/l загиват всички риби (Агаповиц, 1979, цит по Настова-Гьоргиоска, 2004).

Кадмий (Cd). Този елемент е известен с токсичността си и метабилитния антагонизъм с цинка и другите елементи. Съдържа се в ниски концентрации, съвместно с други вещества, в промишлени отпадъчни води. Поради тази причина е много трудно да бъдат дефинирани ефектите на кадмия "per se" в акватична среда. Хидробионтите са много чувствителни към повишаване на концентрацията на кадмия във водата (Giles, 1988). Леталните дози на кадмий са зависими от следните фактори: температура на водата, разтворен кислород във водата, рН на водата, твърдост на водата, разтворени вещества във водата, брой в зоната на летална концентрация, аклиматизиране на рибата, различна чувствителност към кадмия. При опити с *Lepomis macrochirus* е установено, че кадмият се акумулира максимално в бъбреците, черния дроб, хрилете и червата, в по-малка степен в далака и незначително в костите и мускулите. Кадмият се акумулира в черния дроб и бъбреците при рибите, и много бавно се елиминира от организма. При наличие на цинк във водата този процес се забавя още повече. Следователно, при води замърсени с цинк и кадмий, повишените концентрации на цинк могат да доведат до увеличаване на акумулирането на кадмия в черния дроб и бъбреците на рибите. Много изследвания са посветени на установяване съдържанието на кадмий в седимент и риби от различни водоеми. Установено е съдържание на кадмий в седимента на Големите езера, САЩ, в границите от 1 до 5 ppm. При изследване на различни видове риби е намирен кадмий в количество 0.06 – 1.4 ppm. Корелация между концентрацията на кадмий във водата и възрастта на рибите не е намерена.

Мед (Cu). Съдържанието на мед в природните води е незначително (следи) – около 5 $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. В по-големи количества мед се намира във води, в близост до рудодобивна и рудопереработвателна дейност. Този елемент служи като катализатор и спомага за асимилацията на желязото при живите организми. Недостигът на мед предизвиква анемия. Голямата концентрация на мед във водите се отразява негативно върху рибата и дори предизвиква нейното загиване. Токсичността на медните соли върху рибите е изследвана още през 1937 г., когато са изолирани от слузта в хриле на интоксикирани риби. Агаповиц (1979, цит по Настова-Гьоргиоска, 2004) съобщава, че концентрация на мед във водата от порядъка на 0.5 mg/l предизвиква загиване на хайвера, а при 0.75 mg/l умира всичката риба. Този метал често присъства съвместно с останалите тежки метали (обикновено цинк) в потенциално вредни концентрации. При проучване съдържанието на желязо и мед в черния дроб и мускулите на пет ендемични вида от род *Paraphoxinus* е установено, че тези елементи са в много по-голямо количество в черния дроб отколкото в мускулите на

изследваните видове риби. Изследванията при *Ictalurus nebulosus* със сублетални дози мед във водата показват, че повишено ниво на мед се установява в хрилете, черния дроб и бъбреците, а не в еритроцитите и кръвната плазма. Установява се също така, че концентрации от 0.02 до над 10 $\mu\text{g.l}^{-1}$ са летални за рибите. Големината на този диапазон се обуславя от различната твърдост на водата, вида на рибите, времето на експониране и възрастта на рибите.

Олово (Pb). По принцип природните води не съдържат олово. Замърсяване с този елемент е възможно при преминаването на водите близо до находища на оловна руда или при попадане на отпадъци от промишлеността. Най-голям източник за замърсяването на водите с олово са рудниците, топилни цехове за преработка на олово и всички индустриални дейности, които в производствените си процеси използват олово.

Оловото е силно токсичен метал и неговото въздействие върху живите организми, в т.ч. върху рибите е пагубно. Усвояването на този метал от рибите нараства с увеличаване на рН на средата и намалява с покачване на твърдостта на водата. Над 90 % от неорганичното олово се транспортира с еритроцитите. След постъпването в организма той се отлага в меките тъкани, черния дроб и бъбреците, а в костите се складира постоянно. Повишаването на концентрацията на олово, на ниво екосистема, води до намаляване на биоразнообразието и до изоставане в развитието на ихтиофауната, в участъците от течението на реката, където замърсяването е добре изразено.

Цинк (Zn). Този метал се съдържа във всички природни води в количество до 0.6 mg/l . Цинкът е биоелемент, влизащ в състава на всички клетки. Постъпилният по орален път цинк се резорбира предимно в горните отдели на тънкото черво, откъдето попада в черния дроб и бавно се разпределя в организма. Цинкът е метаболитен антагонист на кадмия и донякъде защитава живите организми от потенциално токсичните ефекти на кадмия. Въпреки, че цинка е есенциален елемент, във високи концентрации има токсично действие за живия свят. При хората много по-често са случаите на цинков дефицит, отколкото на интоксикация. При всички бозайници обичаен симптом на сублетална интоксикация с цинк е анемията. В присъствие на сублетални дози цинк, при пъстървата се наблюдава некроза на чернодробната тъкан.

Хром (Cr). Той е широко разпространен метал в почвата и водата. Химичната форма под която се среща е тривалентна и шествалентна. Тривалентният хром се резорбира слабо и се изхвърля от организма основно с урината и много малко с фекалиите. Шествалентният хром се резорбира много добре и поради тази причина е по-токсичен. По-голямата част от попадналия в организма хром се акумулира в черния дроб, слезката и

в костния мозък. Значителна част от попадналия в организма шествалентен хром се редуцира до тривалентен хром, който образува комплекси с биомолекулите. Това обяснява дългото задържане на хрома в клетките. Хромът се екскретира предимно с урината. Неговата физиологична роля не е напълно изяснена.

Манган (Mn). Играе важна роля при развитието на водните растения. Органите и тъканите не натрупват големи количества манган. Относително високи концентрации манган при човека се установяват в мозъка, хипофизната жлеза, панкреаса, черния дроб, бъбреците, тънкото черво, белите дробове, костите. Критични органи при повишено постъпване на манган са ЦНС и белите дробове. При по-големи концентрации във водата действа токсично на рибите.

Кобалт (Co). Представява есенциален микроелемент, който участва в изграждането на витамин В₁₂. По отношение на него по-често се установява недоимъчност, отколкото интоксикация.

Хидробионтите като индикатори за замърсяването на водите. Биоразнообразие на хидробионтите във водната екосистемата. Биоразнообразието на хидробионтите в даден водоем (река, езеро, язовир) е показател, който може да се използва за определяне качеството на водата. По принцип, колкото по-голямо е биологичното разнообразие в хидроекосистемата, толкова водата е по-чиста. Много видове риби са сигурни биоиндикатори за съответните екологични условия и техните промени, настъпващи за по-кратък или по-дълъг период от време. Така например, скобарът еднакво добре се развива в течащи и стоящи води, защото добре понася високите летни температури и хладните и студени води, а също така добре вирее и в най-замърсените води, в които другите видове риба не могат да живеят. Пъстървовите риби предпочитат чисти течащи планински води с по-ниска температура, шаранът вирее добре в заблатени стоящи води с органични замърсители. При замърсяване на водата с токсични вещества рибата



Фигура 4.5. Масово измиране на риба в замърсена с токсични вещества река

масово умира (Фигура 4.5).

Ембрионално и постембрионално развитие на пъстървата. Показателят е разработен от Atanasov et al. (1999). Авторите използват биоенергийните аспекти на ембрионалното развитие на *Salmo trutta M. Fario L.*, люпимостта на хайвера и оцеляемостта на личинките до 30-я ден, като индикатори за преценка екологичната чистота на водите на сладководно рибно стопанство в района на гр. Твърдица, България. Установено е, че биоенергийният метаболизъм /и в частност интензивността на гликолизата и кислородният ъптейк/ може да се използва като бърз и сигурен биохимичен маркер за установяване на евентуални отклонения от референтните стойности на хидрохимичните показатели.

Акумулиране на тежки метали в организма на рибата. Съдържанието на тежки метали в различни органи при рибите (черен дроб, мускулатура, хриле и др.), най-често съдържанието на тежки метали в мускулатурата, се използва като показател на биомониторинга за установяване състоянието на хидроекосистемата. Основанията да се използва мускулната тъкан като индикатор е факта, че именно тя

се използва за храна на хората, поради което здравният и икономическият аспект за провеждане на подобни изследвания е определящ.

Система от интегрални екологични показатели за оценка замърсяването на водите (Diadovski et al., 2004). Системата включва показатели за оценка на антропогенното въздействие върху реките и замърсяване на утайките с общ азот, общ фосфор, NH_4 , NO_3 , PO_4 , и тежки метали.

Модел за експресно биотестиране с цел биологичен контрол качеството на водата – Акутно-имобилизационен тест с *Daphnia magna* и Акутен 96-часов тест с шаран - *Cyprinus carpio* (Ковачева и Грозев, 1995).

Сапробна система за оценка качеството на речни води. Системата определя четири степени на замърсяване на водите: I степен – олигосапробни, II степен – б-мезосапробни, III степен – α-мезосапробни и IV степен – полисапробни (Nielsen, 1991).

Trent Index. Индексът е разработен специално за оценка на замърсяването на водата в р. Trent, Англия, на база на съдържанието на живи организми във водата (Таблица 4.8.) - Nielsen (1991). Тестът успешно може да

Таблица 4.8. *Trent Index* за оценка замърсяването на речна вода

Вид	Брой на групите	Общ брой на представените групи				
		0 - 1	2 - 5	6 - 10	11 - 15	> 16
		Индекс				
<i>Plecoptera</i>	няколко	-	7	8	9	10
Какавиди	само една	-	6	7	8	9
<i>Ephemeroptera</i>	няколко*	-	6	7	8	9
Какавиди	само една*	-	5	6	7	8
<i>Trichoptera</i>	няколко**	-	5	6	7	8
Ларви	само една**	4	4	5	6	7
<i>Gammarus</i>	не повече от	3	4	5	6	7
<i>Asellus</i>	не повече от	2	3	4	5	6
Ларви на насекоми	не повече от	1	2	3	4	-

се прилага и за други водни тела.

4.4. Литература

1. Атанасов В. (1996). Проучване ефекта на новоразработени протективни среди за сперма от риби (*Salmo trutta m.fario L.*, *Salmo irideus G.* и *Cyprinus carpio L.*) върху биоенергийния метаболизъм на гамети и техния фертилитет. Автореферат на дисертация. Ст.Загора. 40 с.

2. Атанасов В. (2005). Влияние на спермо-

протективни среди върху енергийния метаболизъм, мотилитета и фертилитета на сперматозоиди от стопански ценни видове риби и птици. Дисертация (дсн), Ст. Загора, 336 с.

3. Игнатова, Н. (1992). Опазване чистотата на водите, Земиздат, София, 8-33.

4. Ковачева, Н., Дж. Грозев (1995): Експресни методи за екотоксикологична оценка на повърхностни води, Межд. научн. конф. "Екологични проблеми и прогнози" 22-24.11.1995 г., гр. Враца, Научни трудове, 414-422.

5. Настова-Гьоргиоска, Р.Т. (2004). Проучване върху ихтиофауната на река Вардар в Р Македония като индикатор за нейното замърсяване, Дисертация за ОНС „Доктор“, Тракийски университет, Стара Загора, 3-143.
6. Стайков, Й. (2001): Аквакултура – въведение и принципи, Тракийски университет, Стара Загора, 26-70.
7. Atanasov V., Y.Stajkov, J.Mitev, G.Petkov, D.Dimanov, Tch.Miteva (1999). Bioenergy aspects of the embryogenesis of *Salmo trutta m. fario* L. as an indicator for ecological non-polluted water in the region. *J. of Mountain Agriculture on the Balkans*, 2, №2, 126-135.
8. Atanasov V., J.Mitev, Y.Stajkov, Tch.Miteva, M.Minchev (1999). The bioenergy metabolism during embryogenesis of Rainbow trout, *Bulg.J.Agric.Sci.*, 5, 917-922.
9. Arias, P., L.F. Pinochet, A. Disi (2002). Study of the nervous tissue development in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) embryos treated with oxytetracycline, *Anat. Histol. Embryol.* 31, 144-147.
10. Bæverfjord, G., Lein, I., Asgard, T., Rye, M., Storset, A., Siikavuopio, S.I. (1999). Vertebral deformations induced by high temperatures during embryogenesis in Atlantic salmon. In: Towards Predictable Quality. European Aquaculture Society Special Publication no 27, pp. 6-7.
11. Barnes, M.E., Gabel, A.C., Durben, D.J., Hightower, T.R., Berger, T.J. (2004). Changes in water hardness influence colonization of *Saprolegnia diclina*. *N. Am. J. Aquacult.* 66, 222-227.
12. Brauner, C.J., Wilson, J., Kamunde, C., Wood, C.M. (2003). Water chloride provides partial protection during chronic exposure to waterborne silver in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) embryos and larvae, *Physiol. Biochem. Zool.* 76, 803-815.
13. Chen, W.Y., John, J.A.C., Lin, C.H., Lin, H.F., Wu, S.C., Lin, C.H., Chang, C.Y. (2004). Expression of metallothionein gene during embryonic and early larval development in zebrafish, *Aquat. Toxicol.* 69, 215-227.
14. Claiborne, J.B., Edwards, S.L., Morrison-Shetlar, A.I. (2002). Acid-base regulation in fishes: cellular and molecular mechanisms, *J. Exp. Zool.* 293, 302-319.
15. Dave, G., Xiu, R.O. (1991). Toxicity of mercury, copper, nickel, lead, and cobalt to embryos and larvae of zebrafish, *Brachydanio rerio*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 21, 126-134.
16. Davies, T.D., Pickard, J., Hall, K.J. (2005). Acute molybdenum toxicity to rainbow trout and other fish, *J. Environ. Eng. Sci.* 4, 481-485.
17. Devlin, R.H., Nagahama, Y. (2002). Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture* 208, 191-364.
18. Diadovski, I., S. Bratanova-Dontcheva, L. Brankova, N. Pauw, D. Rouseau (2003): System of Integral Ecological Indices for Assessment of River Pollution, *J. Balkan Ecology*, № 4, 417-422.
19. Eddy, F.B., 2005. Ammonia in estuaries and effects on fish, *J. Fish Biol.*, 67, 1495-1513.
20. Essex-Fraser, P.A., Steele, S.L., Bernier, N.J., Murray, B.W., Stevens, E.D., Wright, P.A. (2005). Expression of four glutamine synthetase genes in the early stages of development of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relationship to nitrogen excretion, *J. Biol. Chem.*, 280, 20268-20273.
21. Farag, A.M., Harper, D.D., Cleveland, L., Brumbaugh, W.G., Little, E.E. (2006). The potential for chromium to affect the fertilization process of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in the Hanford reach of the Columbia river, Washington, USA, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 50, 575-579.
22. Gensemer, R.W., Playle, R.C. (1999). The bioavailability and toxicity of aluminium in aquatic environments, *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.*, 29, 315-450.
23. Gilbert, S.F. (2006). *Developmental Biology*, eighth ed. Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA.
24. Hall, T.E., Smith, P., Johnston, I.A. (2004). Stages of embryonic development in the Atlantic cod *Gadus morhua*, *J. Morphol.*, 259, 255-270.
25. Hammock, D., Huang, C.C., Mort, G., Swinehart, J.H. (2003). The effect of humic acid on the uptake of mercury(II), cadmium(II), and zinc(II) by chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) eggs, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 44, 83-88.
26. Holcomb, M., Cloud, J.G., Woolsey, J., Ingermann, R.L. (2004). Oxygen consumption in unfertilized salmonid eggs: an indicator of egg quality?, *Comp. Biochem. Physiol.*, A138, 349-354.
27. Honkanen, J.O., Heinonen, J., Kukkonen, J.V.K., 2001. Toxicokinetics of water-borne bisphenol A in landlocked salmon (*Salmo salar m. sebago*) eggs at various temperatures, *Environ. Toxicol. Chem.*, 20, 2296-2302.
28. Kazlauskien'e, N., P. Stasiunait'e (1999). The lethal and sublethal effect of heavy metal mixture on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in its early stages of development, *Acta Zool. Lituan Hydrobiol.*, 9, 47-55.
29. Kazlauskien'e, N., D. Mar'ciulionien'e, (1999). The biological effect of heavy metals and their complexes with DTPA on fish, *Acta Zool. Lituan Hydrobiol.*, 9, 71-75.
30. Kazlauskien'e, N. (2002). Long-term effect of copper on sea trout (*Salmo trutta trutta* L.) in early ontogenesis. *Ekologija*, 2, 65-68.
31. Kosenko, E., Kaminski, Y., Lopata, O., Muravyov, N., Felipo, V., 1999. Blocking NMDA receptor prevents the oxidative stress induced by acute ammonia intoxication. *Free Radic. Biol. Med.* 26, 1369-1374.
32. Lin, H.C., Hsu, S.C., Hwang, P.P. (2000). Maternal transfer of cadmium tolerance in larval *Oreochromis mossambicus*, *J. Fish Biol.*, 57, 239-249.
33. Molich, A., Heisler, N., 2005. Determination of pH

by microfluorometry: intracellular and interstitial pH regulation in developing early-stage fish embryos (*Danio rerio*). *J. Exp. Biol.* 208, 4137–4149.

34. Monfort, P., Kosenko, E., Ercog, S., Canales, J.J., Felipo, V. (2002). Molecular mechanism of acute ammonia toxicity: role of NMDA receptors. *Neurochem. Int.* 41, 95–102.

35. Nielsen, L.K. (1991). Water pollution. Introduction to Environmental Management, ELSEVIER, Amsterdam-London-New York-Tokyo, 115–188.

36. O'Toole, S., Metcalfe, C., Craine, I., Gross, M. (2006). Release of persistent organic contaminants from carcasses of Lake Ontario Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Environ. Pollut.*, 140, 102–113.

37. Pilley, C.M., Wright, P.A. (2000). The mechanisms of urea transport in early life stages of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Exp. Biol.*, 203, 3199–3207.

38. Podrabsky, J.E., Somero, G.N. (2004). Changes in gene expression associated with acclimation to constant temperatures and fluctuating daily temperatures in an annual killifish *Austrofundulus limnaeus*. *J. Exp. Biol.* 207, 2237–2254.

39. Poppe, T.T., Taksdal, T. (2000). Ventricular hypoplasia in farmed Atlantic salmon *Salmo salar*. *Dis. Aquat. Org.* 42, 35–40.

40. Sakeguchi, T., Mizuno, T., Takeda, H. (2002). Formation and patterning roles of the yolk syncytial layer. In: Solnica-Krezel, L. (Ed.), *Pattern Formation in Zebrafish*. Springer, Berlin, pp. 1–14.

41. Steele, S.L., Chadwick, T.D., Wright, P.A. (2001). Ammonia detoxification and localization of urea cycle enzyme activity in embryos of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to early tolerance to high environmental ammonia levels. *J. Exp. Biol.*, 204, 2145–2154.

42. Takle, H., Bæverfjord, G., Anderson, Ø. (2004). Identification of stress sensitive genes in hyperthermic Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Fish Physiol. Biochem.*, 30, 275–281.

43. Takle, H., Bæverfjord, G., Lunde, M., Kolstad, K., Anderson, O. (2005). The effect of heat and cold exposure on HSP70 expression and development of deformities during embryogenesis of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 249, 515–524.

44. Takle, H., Bæverfjord, G., Helland, S., Kjørsvik, E., Anderson, O. (2006). Hyperthermia induced atrial natriuretic peptide expression and deviant heart development in Atlantic salmon *Salmo salar* embryos. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 147, 118–125.

45. Vosylien'e, M.Z., Kazlauskien'e, N. (2004). Comparative studies of sublethal effects of ammonia on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at different stages of its development. *Acta Zoologica Lituanica* 14, 13–18.

46. Wargelius, A., Fjellidal, P.G., Hansen, T., 2005. Heat shock during early somitogenesis induces caudal

vertebral column defects in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Dev. Genes Evol.* 215, 350–357.

47. Wauer, G., Heckemann, H.J., Koschel, R. (2004). Analysis of toxic aluminium species in natural water. *Microchim. Acta* 146, 149–154.

4.5. Дивечът - индикатор за замърсяването на околната среда

Обща характеристика на хищните бозайници. В условията на глобализация на екологията все повече нараства ролята и значението на биологичните видове за функционирането и еволюционното бъдеще на биосферата. Състоянието на биологичните видове е лакмусът, който показва дали използваме правилно планетата или не. Ако не можем да поддържаме нейната структура сега и в близко бъдеще, то едва ли ще можем да го постигнем в по-далечно бъдеще. Поради това насочваме вниманието си върху състоянието на нейните компоненти, а не върху процесите и явленията, които се проявяват в планетарен мащаб (Матев и Георгиев, 2007).

Сред наземните бозайници има видове, които са широко разпространени и обитават различни местообитания. Такива са много хищници, като лисица, вълк, чакал, язовец. По отношение на храната те стоят на върха на трофичната верига като хищници от I ред, а в по редки случаи се явяват и като хищници от II ред. Тяхната биомаса съставлява едва 15 % от биомасата (продукцията) на техните жертви (растителноядните) и до 3 % от продукцията на растенията.

Всички хищни бозайници имат някои общи, анатомични белези:

- Притежават специализирани “хищнически” зъби, т.е. зъби с остри ръбове, които се приплъзват един спрямо друг, подобно на ножици. Тази ножица се получава между последния горен предкътник и първия долен кътник (P⁴, M¹). Силно развитите кучешки зъби помагат при убиването на жертвата. Останалите зъби могат силно да се различават при различните видове.
- Всички хищници са много добри ловци – бързо бягат, неуморимо преследват, дебнат от засада и с един скок хващат жертвата.
- Притежават относително голям, силно набразден главен мозък.
- Имат близкостоящи очи, чието ползрение значително се припокрива. Това е крайно необходимо за определяне на разстоянието и разпределение на пространството около себе си. Рефлектиращия слой (*Tapetum lucidum*) и силно разширяващите се зеници засилват остротата на зрението.
- Всички имат нокти.
- Стомахът е прост, притежават комплекс от храносмилателни ензими и поглънатото месо не изисква дълго храносмилане. Храната е висококало-

рийна, богата на белтъчини и без баластни вещества.

Мечката и язовеца се стъпалоходни (плантиградни), но повечето са пръстоходни (дигитиградни). Някои са всеядни: лисица, чакал, язовец.

Токсичните елементи в хранителната верига на хищниците.

Развитието на индустрията и селското стопанство предизвикват реорганизация на елементите в хранителната верига. Количеството на елементите които се натрупват в органите зависи от няколко основни фактора:

- Времето на експозиция (подлагане на въздействие).
- Погълнатото количество.
- Продуктивната и репродуктивна фаза на животните.
- Тяхната възраст, вид или порода.

Някои от металите в природата са есенциални (жизнено необходими) за развитието на бозайниците, други са с неустановени биологични функции, а трети са токсични. Предизвикващи отравяния са тези които се натрупват в тялото поети чрез храната, водата и въздуха. Кадмият и оловото не са повсеместни в околната среда, но екстензивно се използват в индустрията. Веднъж изхвърлени в природата те остават и се натрупват. Същите елементи остават в човешкото или животинското тяло за цял живот когато се абсорбират. Тази тяхна особеност ги прави добри дълговременни маркери за замърсяването на околната среда. Освен това те са вредни интоксиканти, както за животните, така и за хората. Вредните елементи с такава характеристика и въздействие върху организмите са: кадмий (Cd), олово (Pb), хром (Cr), цинк (Zn), мед (Cu) и манган (Mn). Хищните бозайници ги



Фигура 4.6. Типични представители на хищниците по горите в България, мечка (www.money.bg/news/id_1312017998), язовец (www.astrosite.org/forum/index.php?topic=4733.0) и вълк (www.cockeri.com/hunting-of-predators)

поемат на първо място чрез храната (Фигура 4.6).

Хищниците-бозайници – индикатори за замърсяване на околната среда с тежки метали.

Количествата на тежки метали в червената лисица (*Vulpes vulpes*), установени при предходни проучвания, показват значението и за целите на биоиндикацията и възможностите да бъде използвана като биомонитор. При сравняване на лисици от защитена територия (район с минимално антропогенно въздействие) и агрорегион (със силен антропогенен натиск) не е установено завишаване на количествата на кадмий (Cd), олово (Pb), цинк (Zn), мед (Cu) и манган (Mn) в лисиците от антропогенните екосистеми. Независимо от получените резултати се препоръчва използването на *V. vulpes* за зоомониторинг по отношение на замърсяване на околната среда с тежки метали, тъй като тя успешно задържа използваните в екосистемите вещества (Таблица 4.9), (Марков и Господинова, 2006).

При изследвания на благороден елен е установено,

Таблица 4.9. Съдържание на тежки метали във вътрешни органи на червената лисица (*V. vulpes*)

	Бъбреци	Черен дроб
Червена лисица <i>Vulpes vulpes</i>		Кадмий (mg/kg)
	0.01	0.095
		Олово (mg/kg)
	0.671	0.545
		Цинк (mg/kg)
	16.385	8.277
	Мед (mg/kg)	
	1.642	2.838
		Манган (mg/kg)
	0.511	1.067

Таблица 4.10. Концентрация на тежки метали във вътрешни органи и мускулатура на Благороден елен (*Cervus elaphus*)

Орган	Средно	Минимално	Максимално
Кадмий (mg/kg)			
Черен дроб	0.258	0.074	0.870
Бъбреци	2.387*	0.320	5.760
Мускулатура	0.232	0.010	1.320
Олово (mg/kg)			
Черен дроб	1.904	0.120	28.800
Бъбреци	0.561	0.100	1.303
Мускулатура	6.478*	0.150	104.873
Хром (mg/kg)			
Черен дроб	0.138	0.030	0.368
Бъбреци	0.139	0.010	4.130
Мускулатура	0.246	0.040	0.584
Цинк (mg/kg)			
Черен дроб	26.235	20.370	34.096
Бъбреци	31.117	20.880	126.090
Мускулатура	54.760	17.797	109.120
Мед (mg/kg)			
Черен дроб	13.342*	2.890	34.260
Бъбреци	4.934	3.540	8.048
Мускулатура	2.489	1.190	5.340
Манган (mg/kg)			
Черен дроб	3.470	1.310	5.150
Бъбреци	1.336	1.020	2.170
Мускулатура	2.033	0.820	5.790

Таблица 4.11. Съдържание на кадмий (Cd) във вътрешни органи на потенциални жертви на изследваните хищници

Животни	Орган	mean	s	min	max	
Жълтогърла горска мишка <i>Arodemus flavicollis</i>	Черен дроб	15	0.03	0.02	0.01	0.06
	бъбреци	15	0.21	0.11	0.07	0.42
Кафява горска полевка <i>Clethrionomys glareolus</i>	Черен дроб	8	0.07	0.02	0.03	0.09
	бъбреци	8	0.52	0.26	0.15	0.97
Див заек <i>Lepus europaeus</i>	Черен дроб	74	0.16	0.14	0.00	1.00
	бъбреци	74	1.57	1.10	0.00	4.72
Елен лопатар <i>Cervus dama</i>	Черен дроб	10	0.06	0.03	0.01	0.17
	бъбреци	10	0.35	0.05	0.15	0.77
Благороден елен <i>Cervus elaphus</i>	Черен дроб	22	0.26	0.10	0.07	0.87
	бъбреци	22	2.39	0.91	0.32	5.76
Овца <i>Ovis aries</i>	Черен дроб	9	0.16	0.04	0.05	0.24
	бъбреци	9	0.27	0.18	0.11	0.57

че концентрацията на кадмий е по-голяма в бъбреците, нивото на олово и цинк – в мускулите, а на хром – във всички тъкани. Медта се съдържа най-много в черния дроб (Таблица 4.10), (Gasparik et al. 2002).

Анализите на контрацията на кадмий в черен дроб и бъбреци на потенциални жертви на хищници показва, че средната концентрация е значително по-висока в бъбреците. Според някои проучвания тежките метали проявяват органична специфичност и кумулират с напредване на възрастта, както е при дивия заек (Таблица 4.11), (Slamecka et al., 2005).

Подбраните хищни бозайници са масово разпространени в проучвания район, който обхваща гористи местности от Сърнена Средна гора, около военен полигон Змейово, както и малка част от Горнотракийската низина, прилежаща към гр. Стара Загора. Изследвани са видове с широк хранителен спектър, т.е. хищници “генералисти” или още “събиратели”, като най-изявения в това отношение е чакала. Освен това всички са синантропни видове – живеят в близост до човека и се възползват от животновъдството и растениевъдството. Предходни изследвания върху храната на лисицата и чакала в същия район (Райчев, 2002; Райчев и Георгиев, 2008; 2009) сочат изключителното разнообразие на поеманите храни, които могат да се групират като: Гризачи; Трупове от диви копитни бозайници, поети като отпадъци от лов или браконьерство: сърна, благороден елен, дива свиня; Отпадъци от домашни бозайници (изхвърлени кожи и вътрешности от овце, кози, домашни свине, домашни птици и др.); Дребни диви птици, между които и ловни видове като фазан, яребица и др.; Растителна храна: плодове, жълъди, орехи; Голямо количество битови отпадъци.

Заключение. Направеният преглед показва, че дивеча, в това число хищниците, са доста обективен фактор (индикатор) на средата, по който който може да се оцени степента на антропогенно въздействие, тъй като:

- Богатият хранителен спектър на хищниците може да бъде показателен за цялостното замърсяване в района. Като резултат от кръговрата на веществата и движението на елементите от трофичната верига следва да се очаква, че ако има замърсяване в почва, вода, растителност и консументи то ще кумулира при хищниците.
- Хищниците са подходящи за изследване на проблема и от друга гледна точка - въздействие върху хората и тяхното здраве, тъй като човекът също стои на върха на трофичната пирамида, консумира животинска и растителна храна. Язовецът се доближава най-много до този тип на хранене.
- Като следствие от лова копитния дивеч става елемент от нашата трапеза и може пряко да въздейства на човешкото здраве. Ето защо в изследването е

включен дивия заек, макар и в по-малък мащаб.

Към настоящият момент няма обобщаващи проучвания върху концентрацията на тежки метали в дивеча и във всички хищници, които се срещат в района на Стара Загора.

4.6. Литература

1. Райчев, Е. (2002). Хранителен спектър, морфологични особености и паразитологичен статус на *Vulpes vulpes* L., *Canis aureus* L., *Felis silvestris* Schr. и *Martes foina* Erxl. в района на Централна Стара планина и Сърнена Средна гора. Дисертация, 160 с.
2. Райчев, Е., Д. Георгиев (2009). Хранителни навици на дивата котка *Felis Silvestris* Schr. в Сърнена Средна гора. *Екология и бъдеще*, год. VIII, №3, 33-36.
3. Райчев, Е., Д. Георгиев (2008). Храната на лисицата (*Vulpes vulpes* L.) през есенно-зимния сезон в района на Сърнена Средна гора. В: *Сборник с доклади от Юбилейна научна конференция по екология - 1.10.2008*, Пловдив, 208–215.
4. Марков, Г., М. Господинова (2006). Остатъчни количества тежки метали в червената лисица (*Vulpes vulpes*), обитаваща аргорегион. SENS, 2006, Second scientific conference with international participation. 14-16 June, 2006, Varna, 1-5.
5. Матов И., Д. Георгиев (2007). Екология и опазване на околната среда. СД, „Контраст”, 280с.
6. Gasparik J., Massanyi P., Slamecka J., Fabis M., Jurcik, R. (2003). Concentration of selected metals in liver, kidney and muscle of the red deer (*Cervus elaphus*). Riskovi factory potraveho retazca III, Nitra, 27-29.
7. Slamecka, J., Tataruch, F., Kovacic, J., Gasparik, J., Skalicka, M., Korenekova, B., Jurcl'k, R., Cubo, J., Hascik, P. (2005). Concentration of cadmium in the liver and kidneys of some wild and farm animals. *Bull Vet Inst Pulawy* 49, 465-469, 2005

4.7. Пчелите и пчелните продукти - индикатори за замърсяването на атмосферата

Защо пчелите и пчелните продукти са подходящ индикатор за замърсяване на околната среда?

Към групата на биоиндикаторите успешно може да се включат обществено-живеещите насекоми (пчели, мравки, термити, оси) поради редица причини: големият брой индивиди в колонии дава възможност лесно да се извършва пробонабирането; работничките се движат/летят и събират храна и други гнездови материали от сравнително голяма зона около основното гнездо; за разлика от повечето други насекоми, те се характеризират с поемане на големи количества храна, което от своя страна води до концентрация на редица замърсители от околната среда в животинските тъкани.

Медоносните пчели се различават от повечето насекоми не само с обществения си начин на живот, но и с установените неантагонистични отношения с обкръжаващите ги видове и преди всичко с растенията. През активния период от живота си те извършват полети в радиус 2–3 km от пчелина, което им позволява да покрият и да са в контакт със сравнително голяма площ (при радиус 2 km площта е равна на 12500 dka). Пчелите се приемат за ефективен биоиндикатор и поради високата им чувствителност към редица химични вещества, в т.ч. пестициди, тежки метали и биоелементи. Токсичността на пестицидите (най-вече инсектицидите) за насекомите опрашители е добре проучена и документирана, като повечето изследвания са проведени с медоносните пчели.

Медоносните пчели реагират на замърсяването на околната среда по два начина:

- чрез висока смъртност (при замърсяване с

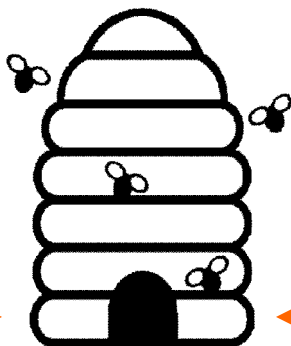
пестициди, тежки метали и др.);

- чрез отлагане на замърсителите в организма им или в пчелните продукти (пестициди, тежки метали и радионуклеотиди).

Някои поведенчески и морфологични характеристики на пчелите определят значението им като надежден екологичен детектор, а именно:

- лесно се отглеждат, имат универсален организъм, със скромни изисквания към средата;
- тялото е покрито с власинки, задържащи различни вещества, с които са били в контакт;
- имат висока чувствителност към повечето продукти за растителна защита, което се проявява при неправилно третиране и разпръскването им в околната среда;
- бързо се размножават и имат кратък живот, което е предпоставка за бързо възстановяване на колонията;

Околна среда
(растения, въздух, вода)



Пчеларска практика



Фигура 4.7. Източници на замърсяване в пчеларството (Bogdanov, 2010)

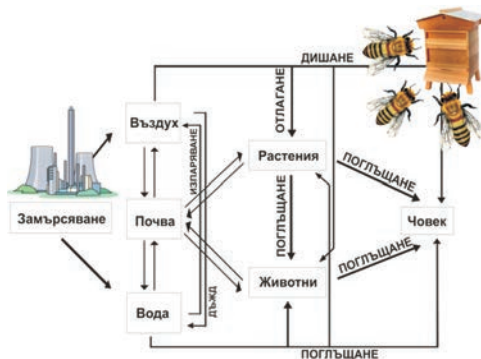
- изключителна мобилност и широк диапазон на летеж, което позволява наблюдение на обширна територия;

- имат досег с почти всички сектори на заобикалящата ги среда и дават информация за състоянието ѝ през всеки сезон.

По данни на редица автори източниците на замърсяване в пчеларството може да се причислят към две основни групи – *околна среда* (пестициди, тежки метали, радионуклеотиди, бактерии, ГМО) и *пчеларска практика* (акарициди за контрол на *Varroa destructor*, пестициди за борба с въсячен молец и малък кошерен бръмбар, репеленти и др.) – Фигура 4.7.

Замърсителите от околната среда попадат в пчелните семейства по различни пътища (Фигура 4.8):

- чрез въздуха и водата попадат върху власинките по тялото на пчелите или в пчелния организъм и по този начин се пренасят в кошера;



Фигура 4.8. Пътища за попадане на замърсителите от околната среда в пчелните семейства (Porrini et al., 2003)

- от въздуха, водата и почвата замърсителите се натрупват в растенията и по техните повърхности (листа, цветове) и преминават в нектара, маната, цветния прашец и растителните смоли (прополис). Пчелите събират и преработват посочените продукти, при което наличните замърсители се акумулират в меда, прашеца и прополиса.

През последните години се коментират възможностите за използване на медоносните пчели като биоиндикатори по отношение на замърсяване на околната среда с ГМО. През 2000 г. водещ германски зоолог публикува резултати, според които гени, приложени за модифициране на маслодайна рапица са се прехвърлили в бактерия, живееща в стомаха на медоносните пчели. Променената бактерия може да мутира и да причинява увреждане на пчелите с непредсказуеми последици.

Научни данни показват, че пчели, които са посещавали Bt култури (царевица, соя, рапица, памук) са с намалена продължителност на живот и с увредени мирисни рецептори. Научните работници в областта на пчеларството предполагат, че масовото разпространение на ГМО е една от причините за ефекта на изчезващите пчели (CCD – *Colony Collapse Disorder*). По данни на някои екозащитни организации пчелите намаляват в области, където е отглеждана генномодифицирана царевица. Вниманието е насочено към токсините, отделяни от ГМО, които са вероятна причина за измирането на много пчелни семейства по света. В нашата страна са регистрирани отделни случаи на изчезване на пчелни семейства. Една от причините за този факт е, че у нас отглеждането на ГМО все още е ограничено. Има сигнали за изчезване на пчелни семейства във Видинско и Ломско, които са близо до границата с Румъния, а там засаждането на ГМО е разрешено. При пчелните продукти генно модифициран е само цветният прашец. Поради това, че цветният прашец в меда е в много малки количества, може да се приеме, че медът не е ГМО. От друга страна, установено е, че протеините от нектара не се променят от протичащите процеси на превръщане на нектара в мед. В случай, че генномодифицираните растения произвеждат непознати за пчелите протеини или токсини, които попадат в нектара, тези субстанции ще се запазят и в получения мед.

Проведените изследвания доказват, че пчелите и пчелните продукти могат да бъдат както акумулативен индикатор (токсичните вещества се натрупват в тях), така и реактивен индикатор (токсичните вещества влияят върху пилото, върху растежа и развитието на възрастните индивиди и пчелните семейства, върху медопродуктивността на семействата).

Пчелите като биоиндикатор за замърсяването на околната среда. След 1970 г. се наблюдава

засилено използване на пчелите за определяне вида и степента на замърсяване на околната среда. Доказано е, че чрез анализ на мед и прашец, както и на самите пчели, може да се извлекат данни за наличието на замърсяващи агенти в природата. Това е предпоставка днес в много страни медоносните пчели (*Apis mellifera* L.) да се използват за мониторинг на замърсяването на средата с тежки метали, пестициди, радиоактивни вещества и др.

В области с радиоактивно замърсяване пчелите се считат за стандартен показател и около ядрените предприятия и лаборатории от много години се формират мрежи от кошери (контролни пчелини). Важно е да се отбележи, че постъпването на радионуклеотиди в пчелните семейства не оказва негативно влияние върху жизнеността им за разлика от други химични замърсители. В Италия мониторингови програми, които използват пчелите като биоиндикатори, се прилагат от 1980 г. През периода 1982 – 1993 г. е проведен успешен мониторинг на пестициди в райони с интензивно отглеждане на овощни култури. Получените резултати са използвани в аграрната практика с цел намалено използване на химични средства за борба с болестите и неприятелите на селскостопанските култури. Установено е, че пчелите могат да се използват за биомониторингови цели по отношение замърсяване на околната среда с тежки и токсични метали – кадмий (Cd), олово (Pb), мед (Cu), желязо (Fe), манган (Mn), цинк (Zn) и др. Резултатите от изследвания, проведени в урбанистични и индустриални зони, показват по-високо съдържание на елемента олово в пчелния организъм в сравнение с външната повърхност на тялото. Съединенията на оловото се поемат от пчелите по време на полетите им за нектар, прашец и вода чрез дишането и храненето. Поради високата абсорбираща способност на елемента, той бързо попада в пчелния организъм. При проучване съдържанието на олово, кадмий, цинк, арсен, мед и желязо в тялото на пчели от кошери, разположени на 30 m от път с натоварен трафик, се установило, че количеството на тези елементи в организма на летиращите пчели (пчелите, работещи извън кошера) е по-високо в сравнение с това при младите нелетиращи (вътрегнездови) пчели. Въз основа на присъствието си в пчелните тъкани, тежките метали може да се класифицират в низходящ ред по следния начин: мед (Cu) → цинк (Zn) → хром (Cr) → олово (Pb) → стронций (Sr) → кадмий (Cd). Изчислените коефициенти на акумулация сочат, че хром, никел и олово притежават сравнително висока акумулативна способност (съответно 16,15 – 8,53 – 5,66) в сравнение с елементите цинк (1,86), кадмий (2,43) и мед (2,64).

При подхранване на пчелните семейства (експериментите са проведени при лабораторни и полевни условия) със захарен разтвор, включващ различни

концентрации на елементите олово, мед, цинк, кадмий, желязо, кобалт и манган, се установява, че за кратък период от време (5 дни след началото на подхранването) се променя съдържанието на посочените елементи в тялото на пчелите работнички. Направените анализи в края на подхранването показват, че кадмият е с най-висока степен на акумулация. Определено е 145 пъти по-високо съдържание на Cd в тялото на пчелните ларви и 38 пъти по-голямо количество в тялото на пчелите, сравнено с пчелните семейства, получавали чист захарен сироп. Отчетено е, че елементите олово, кадмий, желязо и манган се акумулират във фекалната маса (съдържанието на дебелото черво). Съотношението пчелно тяло/фекална маса е 1:4,8 за Pb, 1:2,6-3,8 за Mn, 1:2,0-3,3 за Fe, 1:2,1-3,0 за Cd. Посочените резултати потвърждават биобариерната функция на пчелния организъм по отношение на основните токсични елементи олово и кадмий. Изследването показва, че в

жилоносния апарат на пчелите работнички не се концентрират микроелементи, независимо от постъпването им в организма чрез храната. В специализираната пчеларска литература съществуват данни, че елементите Cu и Zn се отлагат в частите на тялото (без храносмилателната система) и не се изхвърлят ефективно от пчелния организъм чрез фекалната маса. Проучванията по отношение промените в състава на пчелната кръв (хемолимфа) в резултат на подхранване на пчелите с контаминиран с тежки метали захарен разтвор показват следното: в най-висока степен в хемолимфата се отлагат елементите Mn, Cd, Pb; достоверно намалява количеството на общ белтък и лизоцим в хемолимфата, което е свидетелство за намалена защита на организма. Проведени изследвания доказват, че чрез определяне активността на някои ензими (MFO – *mixed function oxidases*) в хемолимфата на пчели и пчелни ларви може да се получи информация за състоянието

Таблица 4.12. Съдържание на тежки метали и биоелементи в тялото на пчели работнички

Елементи	Средни стойности и граници на вариране (mg/kg)	Литературни източници
<i>Cu</i>		
- нелетящи пчели	7,4 – 17,9	
- летящи пчели	16,6 – 29,6	
- пчели от чисти райони	9,5 – 10,9	
- пчели от урбанистични и индустриални райони	13,09 – 19,0	
<i>Zn</i>		
- нелетящи пчели	15,5 – 95,2	- Желязкова и др. (1995)
- летящи пчели	38,4 – 184,0	- Желязкова (1999)
- пчели от чисти райони	3,1 – 13,56	- Желязкова и др. (2001)
- пчели от урбанистични и индустриални райони	19,54 – 229,0	- Желязкова и др. (2008)
<i>Pb</i>		
- нелетящи пчели	0,35	- Желязкова И. (2009)
- летящи пчели	1,45	- Желязкова и др. (2009)
- пчели от чисти райони	0,23 – 2,34	- Урсу, Еремия (1984)
- пчели от урбанистични и индустриални райони	0,93 – 15,5	- Bianu, Nica (2006)
<i>Cd</i>		
- нелетящи пчели	<0,03	- Conti, Botre (2001)
- летящи пчели	0,99	- Fakhimzadeh, Lodenius (2000)
- пчели от чисти райони	0,01 – 0,32	- Fakhimzadeh et all. (2005)
- пчели от урбанистични и индустриални райони	0,2 – 6,2	- Stanimirovic et all. (2005)
<i>Mn</i>		
- нелетящи пчели	8,2 – 17,1	- Spodniewska, Romaniuk (2006)
- летящи пчели	7,1 – 8,5	- Wallner K. (2010)
- пчели от чисти райони	17,4 – 19,4	- Zhelyazkova et all. (2009)
- пчели от урбанистични и индустриални райони	27,0 – 32,1	
<i>Fe</i>		
- нелетящи пчели	28,83 – 247,2	
- летящи пчели	112,12 – 278,4	
- пчели от чисти райони	39,1 – 75,5	
- пчели от урбанистични и индустриални райони	79,3 – 172,5	

на околната среда.

Въз основа на установените до сега резултати може да се направи заключението, че пчелният организъм реагира бързо на различни външни фактори и може да се използва като акумулативен и реактивен индикатор за биомониторинг по отношение качеството на околната среда.

Върху растежа и развитието на пчелните индивиди и на пчелните семейства влияят много фактори (район на пчеларстване, налична медоносна растителност, климатични условия, качество на околната среда, породна принадлежност на пчелите, възраст на пчелите, физиологично състояние на пчелните индивиди, технология на отглеждане на пчелните семейства и др.), което определя широките граници на вариране на химичните компоненти на тялото (Таблица 4.12).

В тази връзка, за целите на мониторинга може, от една страна да се проследят развитието на пчелните семейства и промените в поведението на пчелите (най-вече засилена злонравост), периодично да се отчита смъртността, а от друга, да се приложи сравнителен анализ по индикаторни характеристики на пчели (съдържание на тежки метали, пестициди, радионуклеотиди и др. замърсяващи агенти в пчелния организъм), отглеждани в райони с различна степен на антропогенно въздействие.

Пчелните продукти като индикатори за замърсяване на околната среда. Резултатите от различни изследвания показват корелация между степента на замърсяване на околната среда с тежки и токсични метали и количеството им в добитите в такава среда пчелни продукти. Доказано е, че не само пчелите, но и пчелните продукти може да служат като индикатори за замърсяване на околната среда. Замърсителите от въздуха, почвите и водите (тежки метали, радиоактивни вещества, пестициди и др.) се отлагат в нектара, маната и цветния прашец от растенията. Медоносните пчели събират посочените продукти и ги използват за храна като ги пренасят в пчелните гнезда, складира ги в питите и ги подлагат на определена преработка. По този начин замърсителите от околната среда попадат в крайните пчелни продукти, които се използват от хората – *мед (нектарен, манов), прашец, восък, прополис, пчелно млечице.*

Нектар и прашец. Съдържанието на тежки метали в нектара и прашеца от растения, намиращи се на по-голямо разстояние (1 km) от пътища с натоварен трафик, е по-малко (респективно по-малко е количеството им в прашеца от питите и в получения мед) в сравнение с нектара и прашеца от растенията, растящи на 0 – 10 m и 100 m. Освен това, количеството на тежки метали в събраните от пчелите нектар е с 20% повече в сравнение с получения от него пчелен мед. По данни от друго изследване количеството на тежки

метали в мед, прашец, прополис, пчелно млечице, пчелна отрова и восък корелира с разстоянието до контролния пчелин и района на замърсяване (в т.ч. главни пътни трасета). Авторите отчитат най-високо съдържание на тежки метали в пчелни продукти, получени от пчелини отстоящи на 500 m от голямо летище.

Пчелен мед. Пчелният мед е чувствителен биоиндикатор за оценка замърсяване на околната среда със SO₂. При изследване на 32 пчелина, разположени около ТЕЦ, на площ 700 km² е установено, че нивото на сулфатите в пчелния мед корелира с годишните емисии на SO₂ (наблюдение чрез електронен мониторинг). След въвеждане на пречиствателни устройства и понижаване нивото на изхвърляните в атмосферата газове с 36%, се наблюдава съответстващо намаляване (с 36%) на количеството на сулфатите в меда. Приема се, че степента на контаминиране на пчелния мед с тежки метали зависи от растителния му произход. Определени са по-големи остатъчни количества от тежки метали в планински полифлорен и липов мед. Изследванията на швейцарски и български мед показват, че замърсяването с олово е значително по-голямо от това с кадмий. Съдържанието на посочените елементи в мановия мед е по-високо (около 2 пъти) в сравнение с нектарния мед. Това е свързано с факта, че маната е по-лепкава и е изложена продължително на въздуха преди събирането ѝ от пчелите (Таблица 4.13).

При подхранване на пчелните семейства с контаминиран с тежки и токсични метали (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, Mn, Co) захарен разтвор най-осезаемо се променят качествата на пчелния мед, където остатъчните количества от наблюдаваните елементи са най-високи. Сравнително слабо се повлиява пчелният восък. При цветния прашец най-голямо е увеличението на кобалт и кадмий.

При проучване развитието на пчелни семейства, разположени в район с радиоактивно замърсяване и на семейства от чист район, е определена активността на (226) Ra в почва, растения (рапица) и в различни видове мед. Наблюдавана е много ниска степен на трансфер на радиоактивния елемент от почвата до растенията (0,01 – 0,05) и от растенията до пчелния мед (0,05 – 0,17). Направено е заключение, че чрез определяне радиоактивността на пчелния мед може да се съди за наличие на радиоактивни агенти в почвата и растенията. Когато елементът уран се подава на пчелите чрез захарния сироп, най-висока е концентрацията му в тялото на пчелите, а във восъчните пити, в тялото на пчелните ларви и в меда количеството му е много малко.

За изучаване замърсеността с пестициди (в т.ч. инсектициди) в няколко селскостопански района в Гърция като биоиндикатори са използвани пчелни

Таблица 4.13. Съдържание на тежки метали и биоелементи в пчелни продукти

Пчелни и други хранителни продукти	Средни стойности и граници на вариране – mg/kg					
	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Fe
<i>Пчелен мед</i>						
- манов мед	0,13-1,26	0,66-4,17	0,02-0,52	0,004-0,060	3,49-10,09	2,03-28,80
- полифлорен мед	0,17	-	0,02-0,37	0,002-0,030	0,13	-
- монофлорен мед	0,02-0,07	0,23-0,38	0,004-0,011	-	0,01-0,06	0,54-0,87
- мед от чисти райони	0,29-0,6	0,51-0,89	0,07-0,12	0,006-0,018	0,14-0,25	0,88-1,61
- мед от урбанистични и индустриални райони	1,07-0,246	1,374-18,90	0,20-1,21	0,03-1,350	8,70-15,3	2,197-44,4
<i>Прашец</i>						
- прашец от прашецо- уловител	2,83-9,46	33,3-45,16	0,02-3,90	0,05-2,30	21,66-24,92	38,22-112,4
- прашец от пити – чисти райони	6,59-13,08	10,12-10,32	0,48-0,52	0,081-0,089	10,98-13,45	29,84-45,12
- прашец от пити - урбанистични и индустриални райони	11,93-23,74	10,81-25,48	1,10-1,75	0,18-0,688	13,95-43,59	44,44-162,7
<i>Восък</i>						
- восък от чисти райони						
- восък от урбанистични и индустриални райони	0,81-0,86	6,05-10,42	0,61-0,86	0,1-0,133	1,25-1,50	23,14-28,11
<i>Прополис</i>						
	-	-	0,003-4,61	0,006-3,8	-	-
<i>Други храни</i>						
- краве мляко	0,4	5,0	0,02	-		
- месо от говеда, овце, свине, дом. птици	5,0	50,0	0,1	0,05		
- месо от риба	10,0	50,0	0,2	0,05		
- субпродукти (карантия)	60,0	80,0	0,5	0,5		
- зърнени и бобови храни, варива	10,0	40,0/50,0	0,2	0,1		
- листни зеленчуци	10,0	10,0	0,3	0,2		
- плодове	5,0	10,0	0,1	0,05		

Богданов и др. (2002); Желязкова и др. (2008); Желязкова и др. (2009); Маринова и др. (2003); Иванов, Червенакова (1984); Conti, Botre (2001); Dinkov, Mihailova (2009); Marinova et al. (2010); Spodniewska, Romaniuk (2006); Stanimirovic et al. (2005); Wallner (2010); Zhelyazkova et al. (2009); Наредба №31/29.07. 2004 г. – Максимално допустими количества замърсители в храните

семейства. Изследването показва, че чрез анализиране на проби мед може да се получи информация за пестицидно замърсяване на околната среда.

Мненията на изследователите по отношение използването на пчелния мед като биоиндикатор са разнопосочни. Налага се становището, че пчелният мед не е добър биоиндикатор за замърсяване на

околната среда с тежки метали в сравнение с прашеца. Това заключение е направено въз основа на получени статистически доказани разлики в нивото на тежки метали (кадмий, хром, олово) в тялото на пчели и в пчелни продукти от различни райони. Информацията от специализираната пчеларска литература сочи, че при анализ на пчели, мед, восък, прополис, прашец

количеството на основните замърсяващи агенти (тежки метали, пестициди и др.) е най-ниско в пчелния мед. Като пример може да се посочи, че степента на контаминация с олово намалява в реда пчели – прополис – восъчни пити – мед. По-ниската контаминация на меда вероятно се дължи на “филтрирането” на нектара и маната от пчелите при преработката им. Ниското съдържание на тежки метали в пчелния восък се обяснява с термичната обработка (претопяване) на восъчните суровини.

Пчелният мед е ценен хранителен продукт. В нормативните документи, определящи изискванията към състава и характеристиките на пчелния мед, предназначен за консумация от човека, не са включени норми за съдържание на тежки метали. В това отношение трябва да се съблюдават изискванията за другите хранителни продукти. В страните от ЕС максимално позволените количества в различните храни се колебаят за оловото от 0,2 до 2,0 mg/kg, за кадмия от 0,01 до 0,5 mg/kg и за цинка от 5,0 до 25,0 mg/kg. Европейската комисия за качество на меда посочва препоръчителни норми само за съдържание на елементите олово и кадмий - съответно за Pb 1 mg/kg и за Cd 0,1 mg/kg. В ЕС са въведени норми за остатъчни количества на някои акарициди, използвани за борба с вароатозата, а именно: кумафос – 0,1 mg/kg; амитраз – 0,2 mg/kg; цимиазол – 1,0 mg/kg. За другите акарицидни субстанции (флувалинат, флуметрин, органични киселини, етерични масла) няма изисквания и норми.

Прашец. Не всички пчелни продукти отразяват състоянието на околната среда в еднаква степен. Изказва се становище, че прашецът дава по-точна информация за замърсяването на средата в сравнение с меда, поради това, че растенията, от които пчелите събират прашец са значително повече от тези осигуряващи нектар. Установено е, че съдържанието на арсен в прашеца, складиран от пчелите в питите (Bee bread) се променя през сезона и зависи от количеството на емисиите, отделяни във въздуха. Увеличеното съдържание на арсен в околната среда оказва влияние върху живота на пчелните семейства – наблюдавана е висока смъртност на пчелни семейства, намиращи се на 5 km от източника на замърсяване. При 3-годишно изследване на прашец, събран с прашецоуловители от кошерите, е отчетено замърсяване с пестициди от 0 до 50%. Определени са високи стойности на остатъчните количества от кумафос и флувалинат – активни субстанции на някои препарати, използвани в пчеларската практика за контрол на ектопаразита *Varrroa destructor*.

Пчелен восък. Количеството на минерални вещества в пчелния восък зависи преди всичко от възрастта на восъчните пити и от пчеларската дейност. Доказано е, че замърсяването на восъка е основно с химични вещества (кумафос, флувалинат и др.),

използвани за профилактика и лечение на пчелните семейства, и в много малка степен то е в резултат от замърсяване от околната среда. Редица рисков елементи (кадмий, никел, хром) не се установяват във восъка. От друга страна някои синтетични акарициди под формата на липофилни субстанции се натрупват предимно във восъка и не могат да се елиминират от восъчните пити. По този начин те се явяват потенциален замърсител за пчелния мед. В някои европейски страни (Италия, Германия и Швейцария) като приемливи за восъка, приложим в органичното пчеларство, са приети норми за остатъчни количества от синтетични акарициди между 0,1 и 0,5 mg/kg.

В достъпната пчеларска литература почти липсват данни за промени в състава на другите пчелни продукти (пчелно млечице, пчелна отрова, прополис), получени от пчелите в замърсена околна среда.

Сравнително оскъдни са литературните данни за движението на замърсителите от околната среда (почви, въздух, вода) по веригата медоносни растения - пчели и получаваните от тях продукти. При изследване, проведено в САЩ, е анализирано съдържанието на олово в цветовете на медоносни растения и в тялото на пчели, събиращи нектар от тях. Проучването обхваща две зони – едната близо до натоварен път, а другата на 850 m от него. Установено е, че количеството на олово в цветовете за двете зони е съответно 13,6 ppm и 0,2 ppm, а в тялото на пчелите – 28,1 ppm и 1,4 ppm. Резултатите от редица изследвания показват следното: средните нива на елементите кадмий, олово, мед и цинк са съответно с 133, 36, 108 и 42 пъти по-високи в тялото на пчелите в сравнение с количеството им в пчелния мед; съдържанието на олово е 1,7 – 12,7 пъти по-високо в пчелното тяло в сравнение с прашеца от питите, а на кадмий – съответно 1,0 – 10,8 пъти повече.

Въз основа на анализ на мед, вода, въздух и листа на растения за някои тежки метали, колектив от сръбски изследователи (Младенович и др., 2002) констатира съществуването на определена зависимост в количеството между отделните елементи, както и наличието на взаимен антагонизъм по отношение вида на изследвания материал. Така например количеството на всички изследвани елементи е по-голямо в растителния материал в сравнение с водата, въздуха и преди всичко с меда (от 0 mg/kg в меда до 10,84 mg/kg в листата). Във водата количеството на изследваните елементи е следното: мед (0,013 mg/kg), олово (0,0003 mg/kg). Във въздуха е отчетено най-високо съдържание на цинк (0,085 mg/kg), а мед и арсен съответно по 0,076 mg/kg и по-малко от 0,1 mg/kg. В пчелния мед не са открити олово и мед. Количеството на цинк е 0,27 mg/kg, кадмий 0,004 mg/kg и арсен под 0,1 mg/kg.

Проучванията на колектив от научни работници от Тракийски университет-Ст. Загора за периода 2007 – 2010 г. по отношение индикаторните характеристики на

пчели и пчелни продукти в райони с различно антропогенно въздействие показват следното:

- За региона на Енергиен комплекс „Марица изток“ се установява еднопосочна зависимост между допълнителното натоварване на почвите в изследваните пунктове с мед (Cu) и манган (Mn) и концентрацията на същите елементи в цветовете на медоносни растения, в тялото на пчели, в получените пчелни продукти - мед и прашец от питите. Резултатите показват, че съдържанието на олово (Pb), мед (Cu) и манган (Mn) намалява в реда пчели – прашец – мед.

- Определя се по-високо съдържание на всички проучвани тежки метали и металоиди във фекалната маса на пчелите, сравнено с това в тялото на пчелите работнички. За елементите цинк, олово, манган и желязо се отчита по-висока по степен акумулация във фекалната маса – съотношението пчелно тяло / фекална маса е 1 : 2,6-3,8 за Mn и Fe и 1 : 3,2-4,8 за Zn и Pb.

- Отчитат се най-ниски стойности на съдържанието на Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Mn, Fe в пчелния мед в сравнение с пчелния организъм и другите пчелни продукти. Посочените резултати потвърждават биобариерната функция на пчелния организъм спрямо тежки метали и токсични вещества.

- Посочват се по-добри индикаторни характеристики по отношение качество на околната среда за пчелния организъм и прашеца в сравнение с пчелния мед.

Заключение: Особеностите в живота на пчелните семейства (преди всичко покриване на сравнително голяма площ и тесния контакт с околната среда), лекотата при работа, възможността за лесно вземане на проби и др. правят пчелите и пчелните продукти подходящ биологичен индикатор за оценка качеството на околната среда.

4.8. Литература

1. Богданов С., А. Имдорф, Ц. Иванов (2002). Източници на замърсяване и влиянието им върху качеството на пчелните продукти, София.

2. Желязкова И. (1999). Влияние на прашецов заместител върху някои биологични признаци на медоносната пчела (*Apis mellifera* L.). Дисертация за присъждане на образователна и научна степен “Доктор”, Стара Загора.

3. Желязкова И. (2009). Индикаторни характеристики на медоносните пчели (*Apis mellifera* L.) в райони с различно антропогенно въздействие, Животновъдни науки, XLVI, 6, 48-55

4. Желязкова И., П. Ненчев, А. Илчев (1995). Съдържание на някои микроелементи в тялото на пчели работнички (*Apis mellifera* L.), Международна научна конференция «Екологични проблеми и

прогнози», 22-24.XI. 1995, Враца, Сборник научни трудове, 113-116

5. Желязкова И., М. Маринова, В. Пенева (2001). Медоносните пчели и техните продукти като биоиндикатори за замърсяването на околната среда. I. Проучвания върху минералния състав на тялото на пчели работнички, получавали с храната си различни дози микроелементи, Животновъдни науки, XXXVIII, 6, 37 – 40

6. Желязкова И., В. Баракова, А. Минчев, Г. Михайлова (2008). Проучване съдържанието на тежки метали по веригата почва-медоносни растения-пчели-пчелни продукти в региона на Енергиен комплекс „Марица изток“, Международна научна конференция, 5-6 юни 2008 г., СУБ-Ст. Загора, електронно издание

7. Желязкова И., В. Баракова, Е. Смиленова, Г. Михайлова, Гр. Михайлова (2009). Проучване съдържанието на тежки метали по веригата почва-медоносни растения-пчели-пчелни продукти в райони с минимално антропогенно въздействие, Международна научна конференция „Развитие на икономиката и обществото на основата на знанието“, 4 – 5 юни 2009 г., СУБ – Ст. Загора, Сборник, т. V, 71-76, електронно издание

8. Иванов Ц., Й. Червенакова (1984). Съдържание на някои макро-, олиго-, и микроелементи в пчелния мед, пчелното млечице и цветния прашец, *Животновъдни науки*, XXI, 6, 65-69

9. Маринова М., И. Желязкова, К. Гургулова (2003). Медоносните пчели и техните продукти като биоиндикатори за замърсяването на околната среда. III. Проучване съдържанието на различни микроелементи в пчелни продукти, получени от пчелни семейства подхранвани с контаминиран с тези елементи захарен разтвор, *Животновъдни науки*, год. XL, 3–4, 170 – 172

10. Урсу Н. А., Н. Г. Еремия (1984). Сезонные изменения содержания микро-,и макроэлементов в теле пчел, *Достижения науки в животноводстве*, Кишинев – ШТИИНЦА, 81-85.

11. Bianu E., D. Nica (2006). Honeybees – bioindicators in a heavy metals polluted area, *Proceedings of the Second European Conference of Apidology EurBee*, 10-16 September 2006, Prague, Czech Republic, 68.

12. Bogdanov S. (2010). Contaminants of bee products from beekeeping, *First World Conference on Organic Beekeeping*, 27-29. VIII. 2010, Sunny Beach, Bulgaria, Program and abstracts, 43

13. Conti M. E., F. Botre (2001). Honeybees and their products as potential bioindicators of heavy metals contamination, *Environmental Monitoring and Assessment*, 69, 267-282.

14. Dinkov D., G. Mihaylova (2009). Content of nine trace elements in honeydew honey from Strandja (Bulgaria), *Journal of mountain agriculture on the Balkans*,

vol. 12, 1, 24-42.

15. Fakhimzadeh K., M. Lodenius (2000). Heavy metals in Finish honey, pollen and honey bees, *Apiacta*, 35 (2), 85-95.

16. Fakhimzadeh K., M. Lodenius, J. Kujala, H. Kahliloto, E. Tulisalo (2005). Using bees and hive products to assess metal pollution in Finland, XXXIX-th Apimondia International Apicultural congress, Dublin, Ireland, Abstracts, 52.

17. Marinova M., Gurgulova K., V. Peneva, G. Kalinova (2010). Mineral contents in honeydew honey from different regions of Bulgaria, First World Conference on Organic Beekeeping, 27-29. VIII. 2010, Sunny Beach, Bulgaria, Program and abstracts, 81.

18. Porrini C., A.G. Sabatini, S. Girotti, S. Ghini, P. Medrzycki, F. Grillenzoni, L. Bortolotti, E. Gattavecchia, G. Celli (2003). Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination, *Apiacta*, 38, 63-70

19. Spodniewska A., K. Romaniuk (2006). Concentration of lead and cadmium in bees and bee bread,

Proceedings of the Second European Conference of Apidology EurBee, 10-16 September 2006, Prague, Czech Republic, 72.

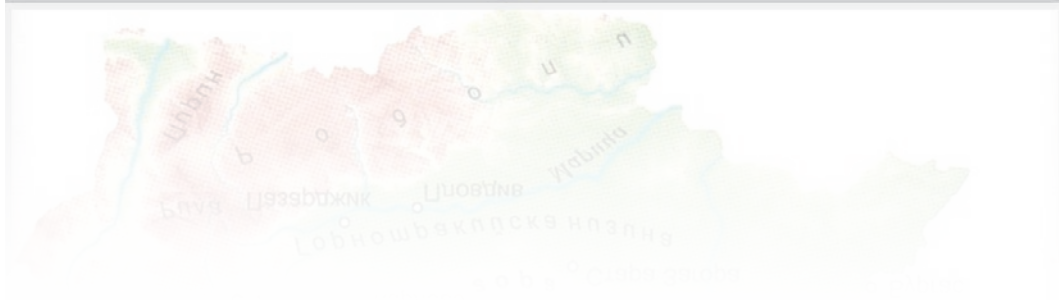
20. Stanimirovic Z., J. Stevanovic, K. Fakhimzadeh, M. Baltic (2005). Investigations of differences of heavy metals amount in honeybee bodies and their honey-indication of honeybee biofilter abilities, XXXIX-th Apimondia International Apicultural Congress, Dublin, Ireland, Abstracts, 95.

21. Wallner K., Contaminants of bee products from the environment, First World Conference on Organic Beekeeping, 27-29. VIII. 2010, Sunny Beach, Bulgaria, Program and abstracts, 42

22. Zhelyazkova I., V. Barakova, G. Mihailova (2009). Honeybees (*Apis mellifera* L.) as a bioindicator for the degrees of an anthropogenic effect, Proceedings – IV Balkan conference of animal science BALNIMALCON-2009, 14–16 may 2009, Stara Zagora, Bulgaria, 311–315

23. Наредба №31/29.07.2004 – Максимално допустими количества на замърсители в храните.

5. МОНИТОРИНГ НА ОКОЛНАТА СРЕДА



5.1. Основни понятия

Агломерация е всеки район с население по-голямо от 250 000 жители.

Алармен праг е всяко ниво, чието превишаване е свързано с риск за здравето на населението, включително при кратковременна експозиция, и при превишаването на което се предприемат съответните мерки за информирание и предупреждаване на населението в съответните райони.

Биомаса означава продукти, състоящи се изцяло или частично от растителни материали от селското и горското стопанство, които могат да се използват като гориво с цел оползотворяване на енергийния им потенциал.

Биологичен индикатор - вид или организъм, използван за степенуване на качеството или промяната в околната среда.

Валидация е процес на независима проверка и потвърждение на надеждността, достоверността и точността на проектната документация.

Верификацията е процес на независима проверка и потвърждение на надеждността, достоверността и точността на системата за мониторинг и на докладваните данни и информация, свързани с емисии на парникови газове.

Вещество е всеки химичен елемент или съединение с изключение на веществата, източници на йонизиращи лъчения по смисъла на Закона за безопасно използване на ядрената енергия.

Вредни изменения на почвата са нарушаване на почвените функции, които предизвикват значителни вреди и щети за отделния индивид и за общността като цяло:

а) *химическо замърсяване над пределно допустими количества* с тежки метали и металоиди, устойчиви органични замърсители, пестициди и нефтопродукти, в това число засоляване и вредна киселинност;

б) *замърсяване с пресен торов отпад и концентрирани минерални торове*, както и с различни видове отпадъци;

в) *физическа деградация*, като водна и ветрова ерозия с нейните антропогенни аспекти, превлажняване и заблатяване, последици от изгаряне на стърнища и растителни остатъци.

Въздействие е всяко въздействие върху околната среда, което може да бъде причинено от реализирането на инвестиционното предложение за строителство, дейност или технология, включително върху здравето и безопасността на хората, флората, фауната, почвата, въздуха, водата, климата, ландшафта, историческите паметници и други материални ценности или взаимодействието между тези фактори.

Горивен неподвижен източник - означава горивна инсталация.

Градски фонови пунктове за мониторинг са тези пунктове за мониторинг, които са разположени в застроената част на града и където измерените нива на отделните замърсители са представителни за експозицията на по-голямата част от населението.

Даване на информация е актът на даването на информацията от задължено лице на компетентната администрация или на компетентния орган.

Действаща инсталация е всяка инсталация, която е въведена в експлоатация или е получила положително решение по ОВОС в съответствие с действащото законодателство преди датата на влизане в сила на закона, при условие че въвеждането ѝ в експлоатация се извърши не по-късно от една календарна година от датата на решението.

Допустимо отклонение е определен процент от норма, с който последната може да бъде превишавана съгласно съответните разпоредби.

Екорегияон е териториална единица, в която са проявени приблизително едни и същи растителни и животински елементи, обусловени от еднотипни климатични влияния, геологично развитие и историческо развитие на флората и фауната.

Екологичен индикатор - измерване, статистика или стойност, които дават най-близка мярка или данни за резултатите от програми за управление на околната среда или за състоянието или условията на околната среда.

Замърсяване на околната среда - промяната на качествата ѝ вследствие на възникване и привнасяне на физически, химически или биологически фактори от естествен или антропогенен източник в страната или извън нея, независимо дали се превишават действащите в страната норми.

Значими количества са такива количества, които изпуснати във водното тяло, могат да окажат съществено отрицателно влияние върху състоянието на съответното водно тяло или да доведат до неспазване на целите за опазване на околната среда.

Индикатор за качество на околната среда - качествен и количествен параметър, използван като мярка за състоянието на околната среда, напр. за качеството на въздуха и водата.

Индикатор за устойчиво развитие - статистически индикатори, използвани за измерване на устойчивото развитие, които могат да бъдат избрани между широк кръг теми като екологичен капацитет и качество на живот.

Индикатор за замърсяване - предимно растителни организми, които са най-чувствителни на слаби промени във факторите на околната среда. Когато бъдат определени, реакциите им може да послужат като ранно предупреждение за заплаха срещу здравето

на определена общност.

Индикативни измервания означават измервания, към които не се поставят толкова строги изисквания по отношение качеството на данните.

Клас вещества е всяка група вещества, за чиято обща концентрация в отпадъчните газове е установена отделна обща норма за допустими емисии, в приложението към наредбата.

Ландшафт е територия, специфичният облик и елементите на която са възникнали като резултат на действия и взаимодействия между природни и/или човешки фактори.

Мониторинг на водите Проучвания, провеждани за изчисляване количеството и качеството на замърсителите, хранителните вещества и разтворените твърди вещества, съдържащи се във водните обекти, както и за оценка на източниците и факторите, свързани със селскостопанските практики.

Мониторинг на морето – представлява оценка на замърсяването на моретата посредством интегрирано химично, екологично и токсикологично изследване.

Мониторинг на шума - систематично използване на мониторингово оборудване за целите на определяне или измерване качествено или количествено наличието, нивото или въздействието на шума.

Мониторинг на околната среда - събиране, оценка и обобщаване на информацията за околната среда чрез непрекъснато или периодично наблюдение на определени качествени и количествени показатели, характеризиращи състоянието на компонентите на околната среда и тяхното изменение в резултат на въздействието на природни и антропогенни фактори.

Непрекъснати измервания са измерванията, които се извършват непрекъснато в рамките на една календарна година с автоматични средства за измерване.

Налична първична информация е информацията, представляваща резултатите от измервания, изпитвания, наблюдения и други подобни, не придружени от анализи, прогнози и обяснения, събирана в рамките на задълженията на компетентната администрация, без за това да е необходимо искане на заинтересувано лице.

Налична предварително обработена информация е информацията, обработена, обобщена и анализирана в рамките на задълженията на компетентната администрация, без за това да е необходимо искане на заинтересувано лице.

Нарочно обработена информация е информацията, събирана или обработвана, обобщавана и анализирана по искане на заинтересувано лице.

Национална система за мониторинг на околната среда - комплекс от измервателни, аналитични и информационни дейности, чиято цел е осигуряването на своевременна и достоверна информация за

състоянието на компонентите на околната среда и факторите, въздействащи върху тях, въз основа на която да се правят анализи, оценки и прогнози за обосноваване на дейностите по опазване и защита на околната среда и човешкото здраве от вредни въздействия.

Норма за допустими емисии е определена стойност за маса на дадено вещество, изразена чрез съответните специфични параметри, като концентрация и/или ниво на емисиите, която не може да бъде превишавана по време на един или повече предварително зададени периоди. Нормите за допустими емисии могат да се определят и за определени групи, класове или категории вещества.

Норми за качество на околната среда са определените в нормативните актове по околната среда специфични изисквания, които следва да бъдат изпълнени в определен момент в околната среда, като норми за съдържание на вредни вещества в атмосферния въздух, норми на качество на водите във водните обекти, норми за качеството на другите компоненти на околната среда и норми за допустимите стойности на факторите, които замърсяват или увреждат околната среда.

Ниво е определена стойност за концентрацията на даден замърсител, освен в случаите, когато не е установено друго със специфични разпоредби.

Обхват на пунктовете за мониторинг е областта на представителност на резултатите от извършваните в съответните пунктове за мониторинг измервания на нивата на замърсителите в атмосферния въздух.

Околна среда - комплекс от естествени и антропогенни фактори и компоненти, които се намират в състояние на взаимна зависимост и влияят върху екологичното равновесие и качеството на живота, здравето на хората, културното и историческото наследство.

Опазване на околната среда - комплекс от дейности, които са насочени към предотвратяване на деградацията на околната среда, към нейното възстановяване, запазване и подобряване.

Остро състояние на токсичност е въздействие, при което токсичният агент е в концентрации и с продължителност, предизвикващи пълно разрушаване на водните организмови съобщества.

Оценка е всяко измерване, изчисляване (вкл. чрез методи за моделиране), прогнозиране или приблизително определяне на ниво на даден замърсител.

Периодични измервания са всички измервания, които не отговарят на определението по т. 40.

Постоянни измервания - означават непрекъснати или периодични измервания, направени в постоянен пункт за мониторинг, в съответствие с поставените изисквания за качество на данните.

Предоставяне на информация е актът, с който се осъществява достъпът на заинтересуваните лица до наличната информация.

Природни ресурси са частите на органичната и неорганичната природа, които се използват или могат да бъдат използвани от човека за задоволяване на неговите нужди.

Почва е горният пласт от земната кора, доколкото тя е носител на почвени функции, включително течните съставни части (почвен разтвор) и газообразните съставни части (почвен въздух), без подземните води, руслата на реките и дънната на водните басейни.

Почвени функции са:

- а) основа за живот и жизнено пространство за хората, животните, растенията и почвените организми;
- б) съставна част на природния баланс, особено с неговите кръговрати на води и хранителни вещества.

Промислено замърсяване е всяко пряко или непряко постъпване в резултат на човешка дейност във въздуха, водите или почвите на вещества, вибрации, топлинни лъчения или шумове, което може да окаже определено вредно въздействие върху човешкото здраве или околната среда, да предизвика увреждане на материалните ценности, да ограничи или предотврати възможностите за използване на полезните качества на околната среда и останалите нейни законосъобразни ползвания.

Пункт за мониторинг (ПМ) е мястото, в което чрез измервания се установяват нивата на отделните замърсители.

Район за оценка и управление на качеството на атмосферния въздух е част от територията на страната в граници, определени съгласно нормативните разпоредби.

Референтни условия означава специфично за даден тип водни тела състояние в настоящето или в миналото, когато е нямало или е имало много малки изменения в стойностите на биологичните елементи за качество, каквито биха могли да се регистрират при отсъствие на въздействие от човешка дейност. Биологичните референтни условия трябва да се представят чрез стойностите на биологичните елементи за качество при изчисляването на съотношението на екологичното качество и последващото класифициране на екологичното състояние.

Система за мониторинг - координирана структура от сензорни и комуникационни устройства за наблюдение, установяване или записване на данни или функции, свързани с определена природна или изкуствено създадена система, с цел съставяне историята или предвиждане бъдещото развитие.

Средна стойност за 24 часа означава аритметичната средна стойност, образувана от всички валидни показания, измерени през съответния 24-часов период на нормална експлоатация.

Събиране на информация са действията на компетентните администрации и на задължените физически и юридически лица, с които се извършват измерванията, констатациите и наблюденията на фактите, представляващи първична информация и с които се извършва обработването на информацията.

Трансгранично въздействие е всяко въздействие не само от глобален характер в район, намиращ се под юрисдикцията на дадена държава, предизвикано от предлагана дейност, чийто физически източник е разположен изцяло или частично в район под юрисдикцията на друга държава.

Територии със специален режим на защита са територии, в които се въвеждат мерки за опазване на редки видове от флората и фауната и на техни местообитания.

Увреждане на околната среда е такова изменение на един или повече от съставлящите я компоненти, което води до влошаване качеството на живот на хората, до обедняване на биологичното разнообразие или до затруднено възстановяване на природните екосистеми.

Хронично състояние на токсичност е подтискане на жизнената активност на водните организми чрез пряко отровно действие или биоаккумуляция на токсичните агенти.

5.2. Нормативни документи за мониторинг на околната среда в България

5.2.1. Рамкови нормативни документи за мониторинг на околната среда

Закон за опазване на околната среда (Обн. ДВ бр.91 от 25 Септември 2002г., многократно изменян, допълван и поправян, последни изменения ДВ бр.46 от 18 Юни 2010г и ДВ бр.61 от 6 Август 2010г.).

В ЗООС, целите, задачите и организацията на националния мониторинг са регламентирани в *Глава осма – Национална система за мониторинг на околната среда* (НСМОС). НСМОС обхваща територията на цялата страна и включва:

1. Националните мрежи за:
 - мониторинг на атмосферния въздух;
 - мониторинг на валежите и повърхностните води;
 - мониторинг на подземните води;
 - мониторинг на морските води;
 - мониторинг на геоложката среда;
 - мониторинг на почвите;
 - мониторинг на горите и защитените територии;
 - мониторинг на биологичното разнообразие;
 - радиологичен мониторинг;
 - мониторинг на шумовото замърсяване в околната среда;
 - мониторинг на депата и старите замърсявания с

отпадъци;

2. Контролно-информационна система за емисии във въздуха и състоянието на отпадъчните води.

3. Експлоатацията, комуникационното и информационното осигуряване и лабораторното обслужване на мрежите по т. 1 и 2.

Националните мрежи за мониторинг на околната среда се проектират и изграждат в съответствие с националните, европейските и международните стандарти. За информационното осигуряване на НСМОС се създава национална автоматизирана система за мониторинг на околната среда. НСМОС се организира на *национално*, на *басейново* и на *регионално ниво*. Измерванията и лабораторните изпитвания се извършват от акредитирани лаборатории.

Министърът на околната среда и водите утвърждава със заповед мрежите по т. 1. Задачите на Националната система за мониторинг на околната среда са:

- Провеждане на наблюдения на националните мрежи за определяне състоянието на компонентите на околната среда;

- Обработване, анализ, визуализация и съхраняване на информацията от мрежите по т. 1 и от собствения мониторинг;

- Осигуряване на информация за оперативен контрол;

- Прогнозиране на състоянието, оценка на риска за околната среда и разработване на предложения за подобряването ѝ;

- Информационно осигуряване на органите на изпълнителната власт и на обществеността;

- Създаване и поддържане на специализирани карти и регистри на компонентите на околната среда и на факторите, които им въздействат;

- Обмен на информация за състоянието на околната среда с Европейската система за мониторинг.

Данните от наблюденията и оценките, получени в резултат на дейността на НСМОС, както и на собствения мониторинг са основа за осъществяване на контрол и за налагане на санкции при нарушаване на нормативните изисквания. Методическото ръководство на мониторинговата дейност, с изключение на мониторинговата дейност върху шума в урбанизираните територии, се осъществява от Изпълнителната агенция по околна среда. Оценките за състоянието на околната среда се извършват на регионално и на национално равнище от РИОСВ и Изпълнителната агенция по околна среда. Данните и оценките за състоянието на околната среда се публикуват в тримесечен и годишен бюлетин за състоянието на околната среда. Данните от наблюденията и оценките, получени в резултат на дейността на Националната система за мониторинг на околната среда, както и на собствения мониторинг са основа за осъществяване на контрол и за налагане на санкции при нарушаване на

нормативните изисквания.

5.2.2. Нормативни документи за мониторинг на атмосферния въздух

Закон за чистотата на атмосферния въздух (Обн. ДВ бр.45 от 28 Май 1996г., многократно изменен, допълван и поправян, последни изменения ДВ бр.52 от 6 Юни 2008г., изм. бр.6 от 23 Януари 2009г.).

Управлението и контрола за качеството на атмосферния въздух са регламентирани в *Глава пет* на ЗЧАВ. МОСВ провежда държавната политика по опазване чистотата на атмосферния въздух за осигуряване на устойчиво развитие. Общинските органи и регионалните инспекции по околната среда и водите осъществяват контрол и управление на дейностите, свързани с осигуряване чистотата на въздуха на тяхната територия. Качеството на атмосферния въздух се следи чрез националната система за наблюдение, контрол и информация върху състоянието на околната среда на МОСВ. Общинските органи, съгласувано с министъра на околната среда и водите могат да изграждат местни системи за наблюдение и контрол на качеството на атмосферния въздух в райони на тяхната територия. В случаите, когато даден обект е основен източник, замърсяващ атмосферния въздух, МОСВ може да задължи осъществяващия дейността да изгради система за наблюдение на източника на емисии и на качеството на въздуха в района на обекта.

Станциите от националната система и от местните системи за наблюдение и контрол върху състоянието на околната среда, както и станциите за трансграничен пренос на замърсяващи вещества и фоново качество на въздуха са публична държавна или общинска собственост. Националната и местните системи осигуряват контрол и оценка на показателите за качеството на атмосферния въздух по чл. 4. (Чл. 4., ал. 1. Основните показатели, характеризиращи качеството на атмосферния въздух в приземния слой, са нивата на: суспендирани частици; фини прахови частици; серен диоксид; азотен диоксид и/или азотни оксиди; въглероден оксид; озон; олово (аерозол); бензен; полициклични ароматни въглеводороди; тежки метали - кадмий, никел и живак; арсен).

Условията и редът за разработване на програми за намаляване нивата на замърсителите и за достигане на утвърдените норми и на оперативния план за действие се определят с Наредбата за оценка и управление на качеството на атмосферния въздух. Контролът и наблюдението за трансграничния пренос на замърсяващи вещества, за фоновото качество на атмосферния въздух, както и за влиянието на замърсяването на атмосферния въздух върху глобалните процеси в атмосферата се осъществяват от МОСВ и от Националния институт по метеорология и хидрология при БАН.

Оценката на здравния и екологичния риск, свързана с качеството на атмосферния въздух, се осъществява от Министерството на здравеопазването и МОСВ.

Информацията от националната система и от местните системи за наблюдение върху качеството на атмосферния въздух е държавна собственост и се съхранява в МОСВ и в неговите органи, публикува се в официалните бюлетени и е достъпна без заплащане за всички. Непосредственият контрол върху състоянието и експлоатацията на обектите с източници на емисии в атмосферния въздух върху работата на пречиствателните съоръжения и върху емисиите от отделните източници се извършва от:

- министъра на околната среда и водите, регионалните инспекции по околната среда и водите и общинските органи;
- органите на МВР и на Министерството на транспорта - за моторните превозни средства.

Контролните органи измерват емисиите от даден стационарен източник най-малко веднъж на две години, а на моторните превозни средства - най-малко веднъж на година.

За ограничаване на уврежданията върху здравето на населението, когато съществува риск от превишаване на установените норми или алармени прагове, при неблагоприятни метеорологични условия и други фактори общинските органи съгласувано със съответната регионална инспекция по околната среда и водите разработват оперативен план за действие, определящ мерките, които трябва да бъдат предприети с цел намаляване на посочения риск и ограничаване продължителността на подобни явления. Оперативният план за действие се разработва въз основа на проучвания в района и на утвърдените алармени прагове и се обсъжда със заинтересуваните лица и с екологичните организации и движения. Оперативният план за действие се привежда в изпълнение при необходимост по нареждане на кмета на общината.

Наредба № 7 за оценка и управление качеството на атмосферния въздух (Обн. ДВ бр. 45/1999г., в сила от 01.01.2000 г.). Тази наредба урежда условията, реда и начина за оценка и управление качеството на атмосферния въздух (КАВ), като осигурява:

- провеждане на държавната политика по оценка и управление на КАВ в съответствие с чл. 19 от Закона за чистотата на атмосферния въздух (ЗЧАВ), в това число - подобряване на КАВ в районите, в които е налице превишаване на установените норми и поддържането му в останалите райони;
- достоверна, представителна, своевременна и точна оценка на КАВ върху територията на страната, извършвана от системите за наблюдение и контрол по чл. 20 от ЗЧАВ;
- единство в създаването и функционирането на системите за наблюдение и контрол на КАВ,

включително в методите и средствата за измерване и обработката на първичната информация съгласно чл. 21, ал. 2 ЗЧАВ;

- събиране и съхранение на съответна информация за КАВ, включително нейното предоставяне на населението и осигуряване достъп на обществеността до нея, съгласно чл. 23 от ЗЧАВ.

Националната система за наблюдение и контрол извършва оценка на КАВ върху територията на страната, разделена на райони за оценка и управление на КАВ (РОУКАВ). Местните системи за наблюдение и контрол извършват оценка на КАВ върху територията на един или няколко района съгласно Националната система. Разделянето на територията на страната, респективно - териториите на РИОСВ, на райони се извършва с оглед осигуряване представителност и достоверност на извършваната оценка на КАВ в тях. Границите на районите се определят въз основа на съществуващото административно-териториално деление и обхващат територията на цялата страна. В общия случай границите на районите съвпадат с тези на съответните общини. При условие, че е осигурена необходимата представителност и достоверност на извършваната оценка на КАВ, при определяне границите на районите се допуска обединяването на териториите на две или повече общини в един район за оценка и управление на КАВ, и обратно - разделянето на територията на една община на няколко такива района. В тези случаи границите на районите се определят от директорите на РИОСВ, на чиято територия те са разположени, съгласувано със съответните общински органи и органите на МЗ, въз основа на достоверни резултати и данни за нивата на замърсителите в тях и се утвърждават от министъра на околната среда и водите.

Националната система за наблюдение и контрол на МОСВ осигурява оценка на КАВ за определяне на показателите съгласно чл. 4, ал. 1 от ЗЧАВ. Националната и местните системи за наблюдение и контрол, включително местните системи за наблюдение и контрол на КАВ на Министерството на здравеопазването, осигуряват оценка на КАВ за определяне на допълнителните показатели съгласно чл. 4, ал. 2 ЗЧАВ в съответните райони от територията на страната в случаите, когато такива са определени. Условията и редът за предаване на информация, резултати и данни между националната и местните системи за наблюдение и контрол, включително местните системи за наблюдение и контрол на КАВ на МЗ в съответните райони, се определят в рамките на съвместните договарености съгласно чл. 20, ал. 4 ЗЧАВ.

Резултатите и данните от оценката на КАВ, извършвана от националната и местните системи за наблюдение и контрол, включително регистрирането, обработката и съхраняването им, осигуряват:

- своевременна, представителна, достоверна и точна информация за текущото състояние, тенденциите и прогнозите за КАВ;

- определяне превишаването на установените норми за КАВ и съответните горни и долни оценъчни прагове;

- основания за вземане на управленчески решения във връзка с дейностите по управление и опазване на КАВ, извършвани от компетентните органи съгласно чл. 19 ЗЧАВ.

МОСВ и РИОСВ предоставят на населението съответната информация за качеството на атмосферния въздух във връзка с нивата на отделните замърсители в съответствие с разпоредбите, приети на основание чл. 6 ЗЧАВ. При регистрирано превишаване на определени алармени прагове компетентните органи по чл. 19 ЗЧАВ в рамките на тяхната компетентност предприемат необходимите мерки за информиране на населението в съответните райони чрез средствата за масова информация и др.

5.2.3. Нормативни документи за мониторинг на водите

Закон за водите (Обн. ДВ бр. 67/1999 г., В сила от 28.01.2000 г., многократно изменян и допълван, за последен път изм. ДВ. бр.61 от 6 Август 2010г., изм. ДВ бр.98 от 14 Декември 2010г.).

В Закона за водите мониторингът на водите е регламентиран в *Глава десета. Управление на водите. Раздел VIII. Мониторинг на водите и на зоните за защита на водите*. Мониторингът на водите и на зоните за защита на водите осигурява съгласуван и изчерпателен преглед на състоянието на водите във всеки район за басейново управление. Мониторингът се извършва по одобрени от министъра на околната среда и водите програми за повърхностни и подземни води, разработени от басейновите дирекции в съответствие със спецификата на водните тела и техните характеристики. За мониторинг на повърхностните води се разработват програми за контролен, оперативен, а при необходимост и проучвателен мониторинг. Програмите за мониторинг на *повърхностните води* включват:

- Хидрологични и морфологични наблюдения, включително обем, водно количество и водно ниво за определяне на екологичното и химичното състояние и екологичния потенциал на водното тяло;

- Наблюдения за екологичното и химичното състояние и екологичния потенциал.

За *мониторинг на подземните води* се разработват програми за контролен и оперативен мониторинг. Програмите включват наблюдения за химичното и количественото състояние на подземното водно тяло. Зоните за защита на водите, характеризирани като

водни тела в риск, се включват в програмите за оперативен мониторинг на повърхностните и подземните води. Мониторингът продължава, докато за конкретната зона за защита на водите бъдат постигнати поставените с плана за управление на речния басейн цели за опазване на околната среда. Мрежите за мониторинг на водите са:

- за валежи и повърхностни води, включително плаващи наноси;
- за подземни води;
- за морските води;
- контролно-информационна система за отпадъчните води.

Мрежите по включват пунктове и/или станции. Зоните за защита на водите, характеризирани като водни тела в риск, се включват в програмите за оперативен мониторинг на повърхностните и подземните води. В тези случаи мониторинг се провежда и върху факторите, въздействащи върху състоянието на тези водни тела, включително въздействието, предизвикано от изпълнението на програмите от мерки. Редът и начинът за създаване на мрежите и изпълнение на дейностите по експлоатацията, поддръжката, комуникационното осигуряване и лабораторно-информационното обслужване се определят с Наредба .

Министърът на околната среда и водите организира и ръководи мониторинга на водите. Измерванията, наблюденията, полевите и лабораторните изследвания се извършват съгласно одобрените от МОСВ програми за мониторинг от Изпълнителната агенция по околна среда, Изпълнителна агенция "Проучване и поддръжане на река Дунав", Националния институт по метеорология и хидрология и от Института по океанология при Българската академия на науките, като:

1. Изпълнителната агенция по околна среда извършва мониторинга на:

- химичното и биологичното състояние на повърхностните водни тела и свързаните с това измервания на количеството им;

- химичното състояние и количественото състояние на подземните водни тела, когато това е предвидено в пунктове от мрежата за мониторинг на химическото състояние на подземните води.

2. Националният институт по метеорология и хидрология извършва мониторинга на количеството на валежите, подземните и повърхностните води, включително наносния отток.

3. Институтът по океанология извършва мониторинга на екологичното и химичното състояние на морските води.

4. Изпълнителна агенция "Проучване и поддръжане на река Дунав" извършва мониторинга на количеството на водите на река Дунав.

Данните се обобщават и анализират за всеки район

за басейново управление на водите от басейновите дирекции и са основа за оценката на състоянието на водните тела. Данните се публикуват съответно на интернет страниците на Изпълнителната агенция по околна среда, Националния институт по метеорология и хидрология, Института по океанология и Изпълнителна агенция "Проучване и поддържане на река Дунав". Оценките се публикуват на интернет страниците на басейновите дирекции за управление на водите, ИАОС и МОСВ.

Националният институт по метеорология и хидрология при БАН извършва и научни и приложни изследвания, оперативни дейности и развитие на технологиите в областта на мониторинга на количеството на водите и наносния отток, включително:

1. Извършва:

- наблюденията на валежите и количеството на водите;
- поддръжката и развитието на мрежите за мониторинг;
- обработката и интерпретацията на данните, включително за плаващите наноси;
- организирането на базите данни;
- прогнозирането на наводнения и засушавания на територията на страната.

2. Обработва и контролира информацията, изчислява водни количества и твърд отток и разработва оперативни хидроложки прогнози.

3. Подготвя ежегодната оперативна оценка на ресурсите на повърхностните и подземните води.

4. Разработва и поддържа система за единен обмен на информацията на басейново и национално ниво между МОСВ, ИАОС, басейновите дирекции за управление на водите и Националния институт по метеорология и хидрология при БАН.

5. Осигурява метеорологични прогнози, прогнози за валежите, снеготопенето и наводненията във връзка с управлението на водите и защитата от вредното им въздействие.

6. Извършва оценка на тенденциите и създава сценарии за климатични изменения и влиянието им върху ресурсите на повърхностните и подземните води на национално ниво.

7. Извършва оценка на количеството на водите в повърхностните и подземните водни тела.

8. Съставя националните водни и водностопански баланси.

9. Осигурява необходимата информация и оценки за количеството на водите за изпълнение на:

а) ангажиментите на Р България по докладване към Европейската агенция по околна среда съгласно изискванията на съответните ръководства за докладване и реда за подготовката на информацията, определен със заповед на министъра на околната среда и водите;

б) ангажиментите на Р България при подготовката на националните доклади по директивите в областта на водите;

в) дейностите по чл. 151, ал. 3, т. 5 и 6. (**Чл. 151.** ал.3. Министърът на околната среда и водите чрез изпълнителния директор на ИАОС:

- издава периодичен бюлетин за състоянието на водните ресурси на Р България въз основа на данните от проведения мониторинг на екологичното и химичното състояние на водите и данните за количеството на водите, предоставени от Националния институт по метеорология и хидрология при БАН;
- създава и поддържа специализирани бази данни, карти, регистри и информационна система за водите.).

10. Стопанисва и поддържа пунктовете и станциите за мониторинг на количеството на водите по т. 2, включително тези, включени в системите за ранно предупреждение, предназначени за наблюдение и прогнози на рисковите фактори, които могат да предизвикат наводнения.

Министърът на здравеопазването ръководи мониторинга на качеството на водите, използвани за питейно-битови цели, на водите за къпане и на минералните води, използвани за лечение, профилактика, питейно-битови цели, бутилиране, хигиенни цели, спорт и отдих, и обобщава резултатите на национално ниво. Министърът на здравеопазването чрез регионалните инспекции по опазване и контрол на общественото здраве:

- информира потребителите в случаите на установени отклонения в качеството на водите, когато отклоненията могат да създадат риск за здравето;
- провежда мониторинг и контрол на качеството на водите;
- създава и поддържа база данни и обобщава резултатите от извършения мониторинг и контрол.

Наредба № 5 за мониторинг на водите (Обн. ДВ бр.44 от 5 Юни 2007г., в сила от 05.06.2007 г.). С тази наредба се уреждат редът и начинът за планиране на мониторинга и за създаване на мрежите за мониторинг на водите във всеки район за басейново управление на територията на страната, както и за изпълнение на дейностите по тяхната експлоатация, поддръжка, комуникационно осигуряване и лабораторно-информационно обслужване. Наредбата не се прилага за мониторинг на води, провеждан от компетентните органи на Министерството на здравеопазването, в изпълнение на разпоредбите на чл. 189 от Закона за водите както и за мониторинга на водите, замърсени с радионуклиди.

Целта на наредбата е създаването на възможност за извършване на съгласуван и изчерпателен анализ, оценки и прогнози за състоянието на повърхностните и подземните, включително минералните води по райони

за басейново управление и на национално ниво чрез:

- осигуряване на нормативна основа за осъществяването на мониторинга на повърхностните и подземните води и на зоните за защита на водите;
- осигуряване на разработването на необходимите програми за мониторинг на повърхностните и подземни води и на зоните за защита на водите;
- определяне на реда и начина за създаване на мрежите за мониторинг на водите, в това число мрежите за наблюдение и прогнози на рисковите фактори, които могат да предизвикат вредно въздействие на водите;
- осигуряване на поддържането на географска информационна система за водите на басейново и на национално ниво;
- осигуряване на поддържането на специализирани бази данни, карти и информационна система за водите по райони за басейново управление и на национално ниво, като се осигурява съвместимост на басейново и национално ниво;
- определяне на обхвата и съдържанието на контролно информационната система за състоянието на отпадъчните води;
- регламентиране на принципите и реда за провеждане на собствен мониторинг;
- регламентиране на дейностите по планиране, експлоатация, поддръжка и актуализация;
- информационно осигуряване и лабораторно обслужване на мрежите за мониторинг на водите;
- регламентиране на управлението на мониторинга на водите.

Мониторинг на повърхностните и подземните води се извършва по одобрени от министъра на околната среда и водите програми и включва измервания, наблюдения и оценки за състоянието на водите. Програмите са част от плана за управление на речните басейни и се разработват от басейновите дирекции за всеки район за басейново управление. Мониторингът на водите има за задачи:

- провеждане на лабораторни и полеви измервания и на системни наблюдения за определяне на състоянието на водите;
- контрол за качеството на резултатите;
- обработване, анализиране, визуализация и съхраняване на информацията;
- осигуряване на информация за връзката между атмосферните, повърхностните и подземните води;
- осигуряване на информация за целите на плановете за управление на речните басейни при разработване на програмите от мерки;
- осигуряване на информация за състоянието на водите и за съставяне на водния баланс на басейново и на национално ниво;
- осигуряване на информация при планиране и провеждане на контрол;

- осигуряване на информация за предупреждение при опасност от наводнения и замърсяване;
- осъществяване на информационен обмен;
- осигуряване на информация за оценка на риска за здравето на хората и околната среда;
- обосноваване на предложения за промяна в мрежите за мониторинг;
- осигуряване на информация за състоянието на водите, спецификата за мониторинга на които е регламентирана в други нормативни актове, в т. ч. за:
 - а) повърхностните води, предназначени за питейно-битово водоснабдяване;
 - б) водите, замърсени и/или застрашени от замърсяване с нитрати от земеделски източници;
 - в) подземните води, замърсени и/или застрашени от замърсяване с вредни, опасни, приоритетни и приоритетно опасни вещества по смисъла на наредбата по чл. 135, т. 2 от Закона за водите;
 - г) водите за къпане;
 - д) крайбрежните и териториалните морски води;
 - е) водите за обитаване от риби и черупкови организми.

За мониторинг на повърхностните води се разработват програми за изпълнение на контролен и оперативен, а при необходимост - и на проучвателен мониторинг на водните тела за всеки район за басейново управление. Програми за мониторинг на подземните води се разработват с цел съгласуван и изчерпателен преглед на количественото и химичното състояние на подземните води във всеки район за басейново управление. Тези програми включват програми за контролен и за оперативен мониторинг на химичното състояние на подземните води.

Мрежите за мониторинг на водите са елемент от програмите за мониторинг на повърхностни и подземни води и включват мрежа:

- а) за валежи и повърхностни води, включително твърд отток;
- б) за подземни води;
- в) за морски води;
- г) контролно-информационна система за състояние на отпадъчните води.

Всяка от мрежите се състои от станции и/или пунктове за наблюдение на състоянието на водите. За мрежата по буква "а" влизат станциите и пунктовете за наблюдение и прогнози на рисковите фактори, които могат да предизвикат вредно въздействие на водите, а по буква "г" - станциите и пунктовете за мониторинг на отпадъчните води. Всяка мрежа с принадлежащите ѝ станции и пунктове се отразява върху карта с определен мащаб. За всяка станция и пункт се изисква информационна карта, попълнена на хартиен и електронен носител. Формите и видът на съдържащата се в картите информация са еднотипни за категориите води на територията на страната и одобряват от

министъра на околната среда и водите.

Провеждането на *собствен мониторинг* е регламентирано в глава шеста на Наредбата (виж. т. 5.2.3.).

5.2.4. Нормативни документи за мониторинг на почвите

Закон за почвите (Обн. ДВ бр.89 от 6 Ноември 2007г., изм. ДВ бр.80 от 9 Октомври 2009г., изм. ДВ бр.98 от 14 Декември 2010г.).

В закона мониторинга на почвите е регламентиран в *Глава шеста. Мониторинг на почвите*. Този мониторинг е част от националната система за мониторинг на околната среда и включва събиране, оценка и обобщаване на информацията за почвите чрез периодически наблюдения и измерване на определени качествени и количествени показатели, характеризиращи тяхното състояние и изменение в резултат на въздействието на природни и антропогенни фактори, както и поддържането на информационна система и системи за ранно предупреждение.

Мониторингът на почвите има за цел анализ на тяхното актуално състояние, своевременно идентифициране на негативните процеси и прогнозиране на тяхното развитие. Данните, необходими за осъществяване на мониторинга на почвите, постъпват от:

- мрежите за мониторинг на почвите, които се състоят от пунктове и полигони;
- собствения мониторинг на операторите и на възложителите на инвестиционни
- предложения;
- информационната система по чл. 30, ал. 1 от Закона за почвите (ЗП).

Редът за провеждане на мониторинг на почвите се определя с наредба на министъра на околната среда и водите.

Наредба № 4 за мониторинг на почвите (Обн. ДВ бр.19 от 13 Март 2009г.). С тази наредба се урежда редът за провеждане на мониторинг на почвите чрез създаване на Национална система за мониторинг на почвите (НСМП). НСМП е част от Националната система за мониторинг на околната среда и включва събиране, оценка и обобщаване на информация за почвите, както и поддържането на информационна система за състоянието на почвите и тяхното изменение. НСМП има за цел оценка на актуалното състояние на почвите, своевременно идентифициране, анализ и прогнозиране развитието на процесите по чл. 12 от Закона за почвите (ЗП). НСМП предоставя информация за провеждане на ефективна национална политика и обслужва обществените нужди от информация за състоянието на почвите и тяхното изменение. НСМП се организира и ръководи от министъра на околната среда и водите чрез

изпълнителния директор на Изпълнителната агенция по околна среда (ИАОС).

Компетентни органи по управление на НСМП са Министърът на околната среда и водите, Изпълнителният директор на ИАОС, Директорите на регионалните инспекции по околната среда и водите (РИОСВ). Участници в управлението на НСМП с оглед изискванията на Закона за почвите и техните компетенции са и: министърът на земеделието и храните (МЗХ), председателят на Държавната агенция по горите (ДАГ), министърът на регионалното развитие и благоустройството.

Деятелностите от НСМП се финансират от:

- компетентните органи по чл.4 и чл.7, ал.1 на ЗП;
- предприятие за управление на дейностите по опазване на околната среда;
- международни организации, правителства и финансови институции;
- местни и чуждестранни физически и юридически лица;
- фондове на Европейския съюз.

НСМП е организирана на три нива:

- *първо ниво* - широкомащабен мониторинг, включва наблюдения в равномерно разпределена мрежа;
- *второ ниво* - интензивен мониторинг на локално проявени процеси, включва наблюдение на процесите по чл. 12 ЗП;
- *трето ниво* - мониторинг на локални почвени замърсявания, включва наблюдение на процеси по чл. 20 ЗП.

НСМП е национално организирана система и дава оценка за състоянието на почвите и тяхното изменение за територията на цялата страна. НСМП включва:

- схеми за мониторинг на почвите;
- индикатори за анализ и оценка на състоянието на почвите и тяхното изменение;
- информационна система за състоянието на почвите и тяхното изменение.

Схемите за мониторинг на почвите формират Националната мрежа за мониторинг на почвите по смисъла на чл.144, ал.1, буква "е" от ЗООС. Схемите за мониторинг на почвите се разработват по нива на наблюдение и включват:

- пунктове и/или полигони на наблюдение;
- параметри на наблюдение;
- периодичност на наблюдение;
- метод за вземане на почвени проби;
- метод за анализ (изпитване) на почвени проби;
- контрол качество на данните;
- контрол качество на данните;
- формуляр за събиране на първични данни за пункта;
- техническо оборудване за пробовземане и анализ;

- логистика на процеса.

Оценката на състоянието на почвите и тяхното изменение се извършва чрез индикатори, както следва:

- оценката на състоянието на почвите и тяхното изменение на национално ниво се извършва от изпълнителния директор на ИАОС;
- оценката на състоянието на почвите и тяхното изменение на регионално ниво се извършва от директора на РИОСВ за територията на съответната РИОСВ.

Всеки има право на достъп до наличната информация от НСМП въз основа на заявление за достъп до информация до изпълнителния директор на ИАОС по реда на Закона за достъп до обществена информация и съгласно изискванията на ЗООС.

5.3. Мониторинг на околната среда - същност, основни функции и организация

5.3.1. Същност на мониторинга на околната среда

В края на 60-те години на ХХ-ти век, наред със съществуващите форми за дейности по опазване на околната среда се включват и форми, които отчитат наличието на права и обратна връзка между дейността на хората и състоянието на околната среда. Такава форма на дейност е *мониторингът* на състоянието на околната среда.

Терминът "*мониторинг*" (от латинското "*monitor*" – напомнящ, наблюдаващ), влиза в практиката на специалистите в началото на 70-те години. В екологията този термин е употребен за първи път на Стокхолмската конференция по околна среда през 1972 г. Отначало под мониторинг се е разбирало система за непрекъснато наблюдение, измерване и оценяване състоянието на околната среда. По-късно под мониторинг се разбира система от наблюдения за измерване състоянието на средата, предизвикани от антропогенни причини, която позволява прогнозиране на развитието на тези изменения.

Мониторингът на околната среда се детерминира като система за *наблюдение* и контрол за състоянието на околната на човека среда, с цел да се разработват програми за нейното опазване, за рационално използване на природните *ресурси*, за предупреждение при ситуации критични, вредни и/или опасни за здравето на хората, живите организми и техните съобщества, природните комплекси и обекти. Постоянната комисия по екология при ООН определя мониторинга на околната среда като система от повторни наблюдения върху елементите на околната среда в пространството и времето с определени цели, в съответствие с предварително подготвени програми.

Обекти на мониторинга може да бъдат природни, антропогенни или природо-антропогенни системи. В

тесен смисъл, под мониторинг се разбира наблюдение, оценка и прогноза за състоянието на околната среда, а в широк смисъл – взимане на решение на основа на получени данни и разработване на стратегия за оптимални отношения между общество и природа. На основата на получените данни за състоянието на природната среда се дават указания за разработване на най-рационални средства за нейното използване.

Целта на мониторинга е не само пасивната констатация на факти, но провеждането на експерименти, както и моделирането на процеси в качеството на основа за прогнозиране. От особено значение за усъвършенстване на структурата на системите за наблюдение е и концепцията за устойчиво развитие, чийто основи са положени на Конференцията на ООН по околна среда и развитие през юни 1992 година в Рио-Де Жанейро, Бразилия. Изпълнението на основните задачи на мониторинга се реализират най-често в последователност: *измерване – анализ – описание – моделиране – оптимизиране*. Мониторинговата дейност има съществена роля в управлението на процесите по опазване на околната среда и устойчивото развитие.

Системата, чрез която се наблюдават, анализират и прогнозира измененията в състоянието на *биосферата*, настъпили или настъпващи вследствие на *антропогенното* въздействие се нарича *екологичен мониторинг*. Мониторингът на околната среда, респ. екологичният мониторинг е специализирана информационна система за повтарящи се наблюдения, анализ, оценка и прогнозиране на състоянието на компонентите на околната среда, но не включва намеса в нея. Екологичният мониторинг дава само необходимата информация за такава намеса. В този смисъл екологичният мониторинг се определя като периодично и/или непрекъснато измерване, оценка и определяне на екологичните параметри и/или нивата на замърсяване с цел да се предотвратят отрицателните и увреждащи въздействия върху околната среда. Включва също така и предсказване на възможните изменения.

Мониторингът на околната среда, като многоцелева информационна система се явява съставна част на общата система за управление и регулиране качеството на околната среда. Мониторингът на средата обхваща биотичен и абиотичен компонент на биосферата – съответно биологичен и геофизичен мониторинг. Той може да се разгледа като съставен от три части (етапи, фази, подсистеми):

- Наблюдения и изследвания;
- Оценка за фактическото състояние на околната среда (извършва се според нанесените загуби от въздействието на антропогенните фактори върху околната среда);
- Прогноза за възможните изменения във фактическото състояние, като се знае допустимото

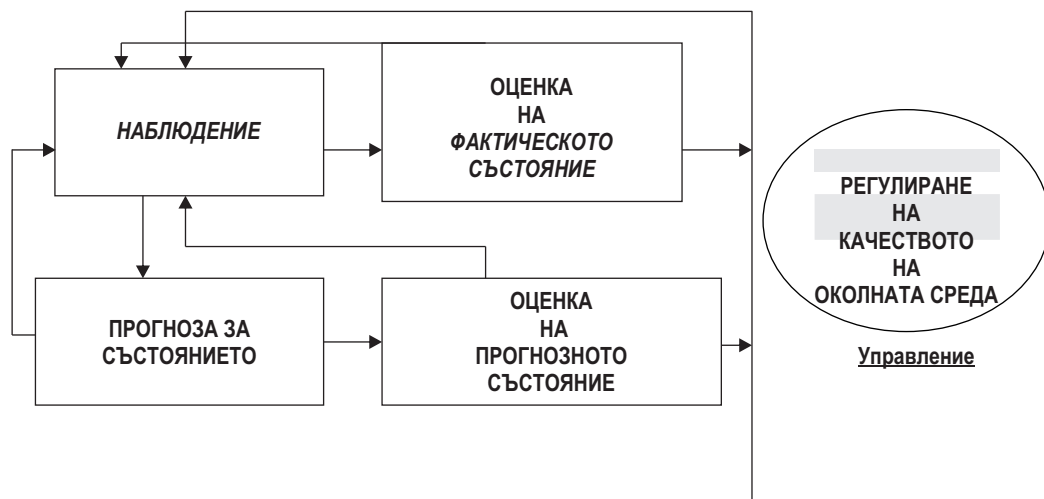
натоварване на природната среда.

Някои автори включват в мониторинга още два етапа:

- Оценка на прогнозируемото състояние;
- Регулиране на качествата на околната среда или разработване на мерки за опазване на околната среда.

Подсистемите са пряко свързани помежду си. Мониторингът и контрола не са равнозначни понятия.

Контролът съдържа, както наблюдения и получаване на информация, така и елементи на управление. Мониторингът изключва управлението на качеството на околната среда, но е необходимо условие за създаване на ефективна система за контрол и управление на околната среда. Универсалната блок-схема на система за мониторинг на околната среда е представена на Фигура 5.1.



Фигура 5.1. Информационна система за мониторинг (по Израел, 1979)

От фигурата се вижда, че етапите, подсистемите на системата са свързани помежду си – имат права и обратна връзки. Например, подсистемите “Наблюдение” и “Прогноза за състоянието” имат права връзка, защото прогноза за състоянието на околната среда може да се прави само при наличие на достатъчна, представителна информация за фактическото състояние. Разработката на прогноза предполага знания за закономерностите за изменение на околната среда, както и необходимата насока на прогнозата – обратна връзка. Оценката изисква анализ на последствията, избор на оптимални условия за хората, разкриване и предвиждане на съществуващите “екологични резерви”. При всичко това следва да се отчитат допустимите натоварвания на околната среда. Информационната система на мониторинга за антропогенните изменения се явява част от системата за управление на взаимодействието на човека с околната среда дотолкова, доколкото информацията за околната среда и нейните изменения служат за база за разработка на мерки по опазване на околната среда при планиране на развитието на екосистемите. При сравняване на фактическото и прогнозното състояние на околната среда се уточняват изискванията за наблю-

дения на подсистемите, като се отчита фактическото им състояние.

Заключение. Мониторингът на околната среда като многоцелева информационна система се явява съставна част на общата система за управление и регулиране качеството на околната среда.

5.3.2. Основни функции и организация на системите за екологичен мониторинг

Основните функции на екологичния мониторинг се предопределят от неговата същност, а именно:

- наблюдение върху състоянието на околната среда и факторите, оказващи въздействие върху нея;
- оценка на фактическото състояние на околната среда и факторите, оказващи въздействие;
- прогнозиране състоянието на обкръжаващата среда и оценка на това състояние.

В зависимост от признака и принципите организацията на екологичния мониторинг се осъществява по матрична схема в разреза, както следва:

- А. По компоненти на околната среда*
- атмосфера (атмосферен въздух);

- хидросфера (повърхностни и подземни води);
- литосфера (почви и земни недра).

Б. По обекти на наблюдения

- емисии (отпадни газове или води);
- имисии (съдържание на вредни вещества) по компоненти.

В. По мащаб и степен на антропогенно въздействие:

- *импактен* мониторинг – локален мащаб и непосредствено антропогенно въздействие;
- *фонов* мониторинг – регионален и глобален мащаб, трансграничен пренос на замърсители и глобални закономерности.

5.3.3. Общи принципи при изграждане на екологичния мониторинг

В най-общия случай при системите за мониторинг на околната среда се разграничават няколко *нива*:

А. *Обектно ниво* – наблюдение и измерване на характеризиращите параметри: събиране и предаване на информация;

Б. *Диспечерско ниво* – обработване на информацията, създаване на база данни, оценка и подготовка за решения;

В. *Потребителско ниво* – информиране за състоянието на околната среда, използване на информацията за решения, научни изследвания, прогнози и др.

Изградената у нас информационна система е структурирана на друг принцип – *като пространствени, териториални нива са въведени локално, регионално и национално*, които ще бъдат разглеждани по-късно. Системата за мониторинг на околната среда, е организирана на базата на точкови наблюдения (в пунктове), маршрутни и дистанционни (вкл. спътникови) наблюдения, снимки, анализи и др. Тя осигурява различни видове информация, според периодичността на набирването ѝ.

5.4. Национална система за мониторинг на околната среда (НСМОС)

5.4.1. Същност, цел и задачи на НСМОС

Създаването на НСМОС като осъвременен вариант за екологичен мониторинг е наложено от новите изисквания, функции и задачи на мониторинга на околната среда, предопределени от статута на МОСВ; новите възможности на икономиката на настоящия етап; нарасналите възможности за изследване състоянието на компонентите на околната среда и обработка на информацията, резултат от реализираната помощ основно по Програма ФАР на Европейския съюз.

НСМОС е създадена въз основа на натрупания опит

и обективна оценка на недостатъците на съществуващата система за мониторинг на околната среда, на достъпните научно-технически достижения, опита на развитите страни, както и нарасналите технически, кадрови и финансови възможности на МОСВ. Съвременната система за екологичен мониторинг следва да осигурява комплексни оценки за състоянието на околната среда, визуализация на резултатите, обособеност на управленческите решения, бърза и права информация в цялата система. Определянето на нарушенията на екологичното състояние на околната среда и определянето на адреса на източниците, които го предизвикват, създава възможност за обвързване на резултатите от екологичен мониторинг с националната еко-регулативна способност на системата и бързо възстановяване на нарушенията.

НСМОС се организира и ръководи от министъра на околната среда и водите. Създаването, функционирането, материално-техническото и информационно-програмното осигуряване на НСМОС се осъществяват от ИАОС и от нейните поделения в страната – 15 Регионални лаборатории. ИАОС осъществява и методическото ръководство на мониторинговата дейност. Наблюденията, измерванията, изпитванията и първичната обработка на резултатите се осъществява от Регионалните лаборатории.

Съществуват регламенти за мониторинговата дейност в рамките на координацията на дейността между МОСВ, МЗХ, МЗ, Министерство на енергетиката, КЕ, Националният статистически институт, Гражданска защита, по силата на горепосочените нормативни документи и допълнителни договорености.

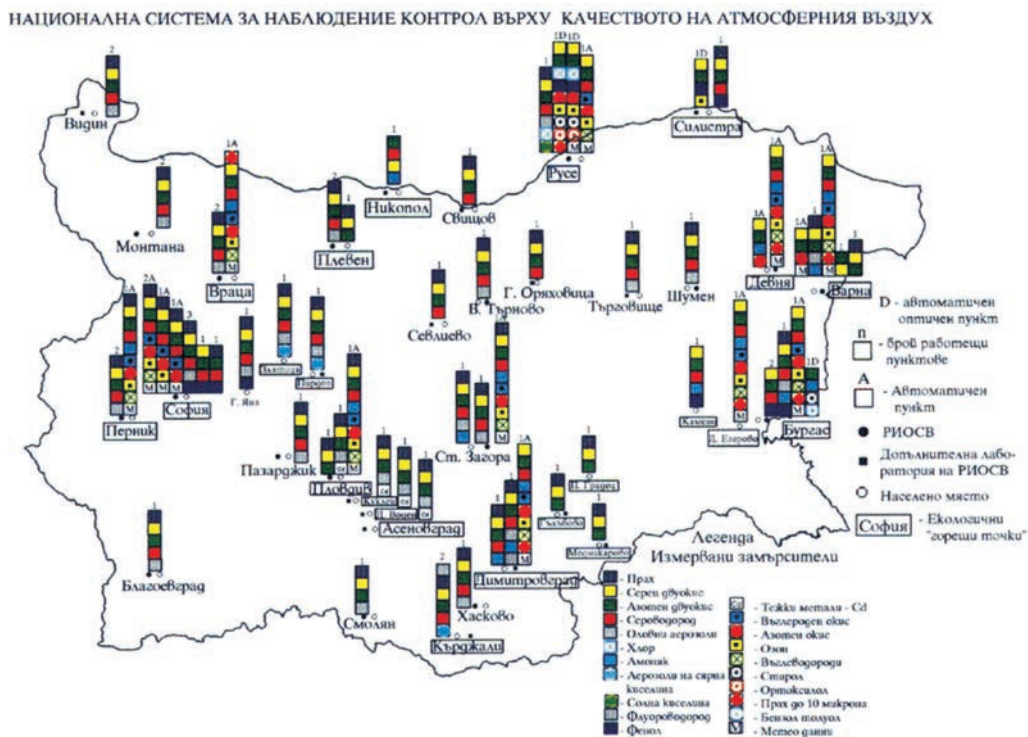
Съгласно съвременните определения екологичният мониторинг следва да осъществява наблюдение не само върху антропогенните фактори и изменения на околната среда – импактен мониторинг, но и върху фоновите изменения на природата /естествено състояние и като резултат на климатичните условия, метеорологичните фактори, преноси и аномалии/ - фонов мониторинг. Основна цел на системата е да осигурява своевременна, достоверна и актуална информация за състоянието на компонентите на околната среда, въз основа на която да се правят анализи, оценки, краткосрочни и дългосрочни прогнози за обособяване и оптимизиране на всички дейности за управление на природозащитата и екологосъобразното природоползване.

Така създадена системата обхваща дейностите на всички нива на управление и играе важна роля за:

- осигуряване на достоверна, навременна и актуална информация за състоянието на околната среда за обективни оценки, анализи и прогнози и обосноваване на управленческите решения;

- автоматизация на процесите по събирането, предаването и съхраняването на информацията за състоянието на компонентите на околната среда;
- бързо осигуряване на правата и обратна връзка при осъществяване на управленските дейности в

- МОСВ и особено на контролната дейност;
- развитие на възможностите за икономизация на екологичното управление;
 - взаимодействие с регионалните и международните системи и програми върху качествено



Фигура 5.2. Национална система за наблюдение и контрол върху качеството на атмосферния въздух

нова основа.

НСМОС включва национални мрежи за мониторинг (по компоненти – въздух, води, почви, вълнови натоварвания на околната среда, депа и др.) и контролно-информационна система за емисии във въздуха и състоянието на отпадъчните води, за експлоатацията, комуникационното и информационно осигуряване и лабораторно обслужване на мрежите за мониторинг (Фигури 5.2 и 5.3), (виж т. 5.2.1).

За информационно осигуряване на Националната система за мониторинг на околната среда е създадена Национална автоматизирана система за мониторинг на околната среда. Същата се организира и ръководи от ИАОС към МОСВ на национално, на басейново и на регионално ниво. Националната система за екологичен мониторинг, администрирана от Изпълнителната Агенция на територията на цялата страна, поддържа

информационни бази данни на национално и регионално ниво. Системата осигурява своевременна и достоверна информация за състоянието на елементите на околната среда и факторите, въздействащи върху нея, въз основа на която се изготвят анализи, оценки и прогнози за обосноваване на дейностите по опазване и защита на околната среда от вредни въздействия. Основни задачи на НСМОС са дадени в ЗООС (виж т. 5.2.1.).

НСМОС осигурява:

- Автоматизация на процесите по събиране, предаване, съхраняване, обработка и извеждане на информацията;
- Установяване и прогнозиране състоянието на околната среда за нуждите на контролната дейност, статистическата отчетност, планиране и обосноваване на мероприятията за подобряване на състоянието на



Фигура 5.3. Национална мрежа за мониторинг на повърхностни води

околната среда;

НСМОС дава възможности за:

- Обосноваване на мероприятията, възстановяващи естествените качества на природните елементи, саморегулирането и възпроизводството на природните ресурси;
- Оценки за ефективността от планирани или проведени природозащитни мероприятия;
- Обосноваване на екологосъобразното използване на природните ресурси;
- Обосноваване на мероприятия, подобряващи ландшафта и създаване на максимално съответствие на жизнената среда с потребностите на човека;

НСМОС Осигурява обобщена информация за ръководните държавни и обществени органи и информира обществеността за състоянието на околната среда.

5.4.2. Обхват и функционална структура на НСМОС

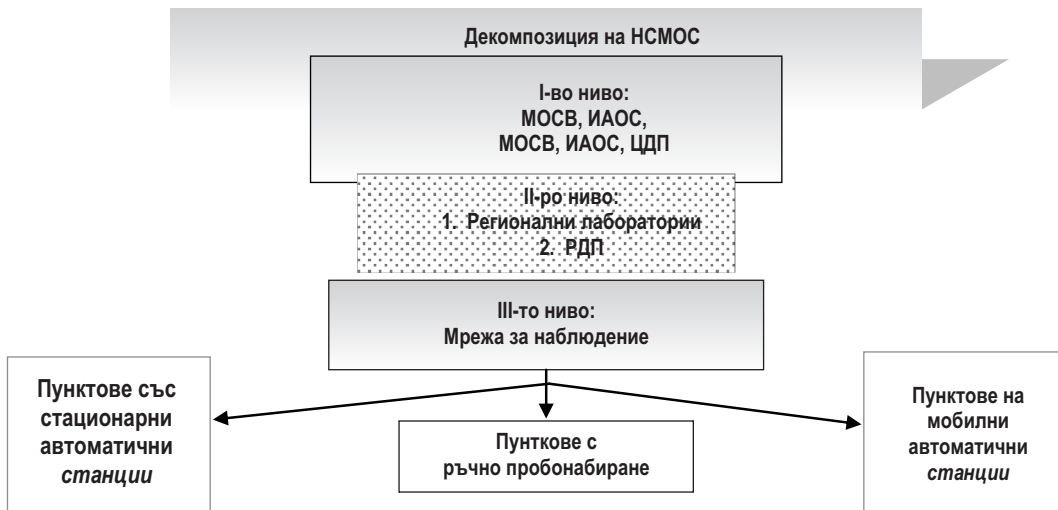
От кибернетична гледна точка НСМОС се състои от взаимно свързани подсистеми, чрез които се реализира основната цел на системата.

1. Обхват по компоненти на околната среда.

Обект на наблюдение и информация са определени качествени и количествени показатели, характеризиращи състоянието на компонентите и факторите на околната среда - въздух, вода, почва, ландшафт, флора, фауна, лъчения и др., както и отраслите и обектите, които влияят върху тяхното състояние. Промислените технологии и производствата са основен обект на наблюдения и управление. Отделяните от тях отпадъци и вредни вещества нарушават естествения кръговрат на веществата и състоянието на компонентите на околната среда. Поделенията на МОСВ осъществяват емисионния контрол с използване на данни от НСМОС и съобразно екологичното законодателство правят основни предписания за подобряване на производствената дейност, изграждане на пречиствателни съоръжения или подобряване на работата им и внедряване на съвременни, ефективни, екологично чисти или безотпадни технологии.

II. Във функционално отношение НСМОС обхваща:

- Дейността по осигуряване на достоверна и навременна информация за състоянието на компонентите на околната среда, оценка, анализ и



Фигура 5.4. Йерархия на НСМОС

прогнозиране на тяхното качествено състояние;

- Дейността по осигуряване на достоверна информация и контрол на изпусканията в околната среда замърсяващи вещества;

- Обосноваване на дейността за ефективно опазване и използване на природните ресурси.

III. Йерархия на системата. НСМОС е йерархична система, която съгласно основните принципи за организация на мониторинга на околната среда, се декомпозира на три нива (Фигура 5.4):

- *Първо ниво* - централно управление /национално ниво/ - МОСВ, Изпълнителна агенция по околната среда /ИАОС/, с Централен диспечерски пункт /ЦДП/ и от месец януари 2004 година – 15 Регионални лаборатории – подразделения към ИАОС.

- *Второ ниво* - районно управление - 15 броя Регионални лаборатории и Регионални диспечерски пунктове /РДП/.

- *Трето ниво* - мрежа за наблюдение и контрол.

Мрежите за наблюдение на състоянието на компонентите на околната среда обхващат:

- Пунктове с ръчно или автоматично пробонабиране и анализ на пробите в стационарни лаборатории;

- Пунктове с автоматично измерване и регистриране на резултатите на място;

- Пунктове с автоматично измерване и предаване на резултатите по комуникационен канал в регионален диспечерски пункт /РДП/ /стационарни и мобилни автоматични станции/.

Важно условие за функционирането и реализирането на целите на НСМОС е съответствието между

функционалната структура и структурните схеми на подразделенията на МОСВ.

5.4.3. Подсистеми в НСМОС

A. Подсистеми по компоненти и вреднодействащи фактори на околната среда

I. Подсистема "Контрол и опазване качеството на въздуха". Същност. Осигурява своевременна, достоверна и пълна информация за източниците на замърсяване, вида и количествата на основните атмосферни замърсители, в страната и за състоянието на въздуха и динамиката му. Тя обхваща територията на цялата страна и значимите стационарни източници на емисии (Фигури 5.5 и 5.6).



Фигура 5.5. Автоматична измервателна станция за мониторинг на атмосферния въздух в парка "Зеления клин", гр. Стара Загора



Фигура 5.6. Мобилна автоматична измервателна станция за мониторинг на атмосферния въздух, на кръстовище с натоварен автомобилен трафик в гр. Стара Загора

Основни задачи:

- Провеждане на системни режимни наблюдения, измерване и оценка на вредните емисии и на качеството на въздуха в приземния слой;
- Предаване, обработка и анализ на получените данни, организиране на информационна база данни, обслужване на поделенията на МОСВ и държавните органи с информация относно качеството на въздуха;
- Картотекиране на обектите, замърсяващи въздуха;
- Прогнозиране състоянието на въздуха и изготвяне на алтернативи от мероприятия за подобряването на качеството му.

Обхват. Във функционално отношение подсистемата обхваща емисионни и имисионни наблюдения измервания и оценки за състоянието на атмосферния въздух по въздушни басейни, както следва:

- *Мониторинг на вредни емисии (емисионен мониторинг)* обхваща значими стационарни източници. Събира се от ИАОС, РИОСВ и поделенията на Национален статистически институт /НСИ/ в страната, на база статистически данни, експертни оценки и реални измервания на вредните емисии.
- *Мониторинг на атмосферния въздух (имисионен мониторинг)* се реализира чрез мрежа от пунктове. Националната мрежа се обслужва от поделенията на МОСВ, МЗ и НИМХ.

II. Подсистема "Опазване и ползване на водите."

Същност. Подсистемата осигурява събиране, предаване, обработка, анализ и съхранение на пълна и достоверна информация за състоянието на природните и отпадъчните води и динамиката им, за осъществяване на оперативен контрол и обосновка на управленски решения за екологосъобразно водоползване и опазване на водите.

Основни задачи:

- Провеждане на системни режимни наблюдения за количеството и качеството на повърхностните,

подземните и отпадни води чрез мрежа от предварително избрани характерни пунктове;

- Предаване, обработка и анализ на получените данни, организиране на информационна база, обслужване на поделенията на МОСВ и държавните органи с информация относно състоянието на водите;
- Прогнозиране състоянието на водите и изготвяне на алтернативи от мероприятия за подобряването на състоянието им и планиране на екологосъобразното използване на водните ресурси.

Обхват. Във функционално отношение подсистемата обхваща:

- *Повърхностни води.* Системата обхваща наблюдение, измерване и оценка на количествените и качествени характеристики на течащите и стоящи повърхностни води. Специфичните особености налагат да се обособят и поддържат три подсистеми на второ ниво: повърхностни води емисии, повърхностни води имисии и биологичен и микробиологичен мониторинг на повърхностните води.

- *Подземни води.* Основен източник за информация за подземните води са физико-химичните анализи на водните проби от пунктовете на Националната мрежа за контрол на състоянието на подземните води.

- *Река Дунав емисии и имисии,* обособена поради особения трансграничен характер и значение на река Дунав;

- *Бреговата шелфова зона на българското Черноморие.* Има своя специфика. Обхваща както емисиите на промишлените предприятия, селищните системи и реките, заустяващи в морето, така и имисиите в крайбрежната морска ивица на определени профили с пробовземане от повърхността и от различни дълбочини.

Съгласно Закона за водите, база данни се формира в обособените на басейнов принцип четири дирекции в: Дунавски, Черноморски, Източнобеломорски, Западнобеломорски водни басейни.

III. Подсистема "Земни и почви". *Същност.*

Подсистемата осигурява събиране, предаване, обработка, анализ и съхранение на пълна и достоверна информация за състоянието и изменението на почвите, земите и ландшафтите, за осъществяване на оперативен контрол и за обосновка на управленски решения и опазване на почвите, земите и ландшафтите от замърсяване и деградация и подобряване на състоянието на засегнатите вече обекти.

Основни задачи:

- Провеждане на системни режимни наблюдения върху състоянието на земите и почвите;
- Предаване, обработка и анализ на получените данни, организиране на информационна база данни, обслужване на поделенията на МОСВ и държавните органи с информация относно състоянието на земите и

почвите;

- Прогнозиране състоянието на земите и почвите и изготвяне на алтернативи от мероприятията за подобряването на състоянието им и планиране на екологосъобразното им използване.

Обхват. Във функционално отношение подсистемата обхваща три нива:

- *първо ниво - широкомащабен мониторинг*, включва наблюдения в равномерно разпределена мрежа;

- *второ ниво - интензивен мониторинг на локално проявени процеси*, включва наблюдение на процесите по чл.12 от ЗП (ерозия; киселяване; засоляване; уплътняване; намаляване на почвеното органично вещество; замърсяване; запечатване; свлачища);

- *трето ниво - мониторинг на локални почвени замърсявания*, включва наблюдение на процеси по чл. 30 от ЗП като осигурява данни за основните характеристики и свойства на почвените ресурси; определя пространственото разпределение и продуктивния потенциал на почвените ресурси на основата на единна систематика на почвите за земеделско и горско стопанско ползване; осигурява данни и оценки за задължителни ограничения при ползването на почвите; осигурява информация за устойчиво ползване на почвите.

IV. Подсистема "Природни ресурси". Същност. Подсистемата създава и поддържа база данни за състоянието и използваемостта на невъзстановимите природни ресурси.

Основни задачи:

- Обработка и анализ на получените данни от външните администрации, организиране на информационна база, обслужване на поделенията на МОСВ и държавните органи с информация относно използваемостта на невъзстановимите природни ресурси и влиянието им върху околната среда;

- Прогнозиране на запасите и използваемостта на невъзстановимите природни ресурси с цел изготвяне на мероприятията за екологосъобразното им използване.

Обхват. Във функционално отношение системата обхваща: енергийни източници; рудни полезни изкопаеми; нерудни полезни изкопаеми; скалооблицовъчни и ефективни материали; суровини за циментовата промишленост.

V. Подсистема "Отпадъци". Същност. Подсистемата организира създаването и поддържането на база данни за количествата, състава и свойствата на промишлените, селскостопанските и битови отпадъци, тяхното отстраняване, оползотворяване, обезвреждане и пълноценно използване.

Основни задачи:

- Обработка и анализ на получените данни от външните администрации, организиране на информа-

ционна база, обслужване на поделенията на МОСВ и държавните органи с информация за количествата, състава и използваемостта на промишлените, селскостопанските и битовите отпадъци;

- Обработка и анализ на получените данни от външните администрации, организиране на информационна база, обслужване на поделенията на МОСВ и държавните органи с информация за количествата, състава, използваемостта и движението на опасните отпадъци;

- Прогнозиране на количествата и използваемостта на отделяните отпадъци с цел изготвяне на мероприятията за внедряване в практиката на малко отпадни и безотпадни технологии.

Обхват. Във функционално отношение подсистемата обхваща следните елементи: промишлени отпадъци, строителни отпадъци, твърди битови отпадъци, опасни отпадъци, опасни вещества.

VI. Подсистема "Природни екосистеми и защитени природни обекти". Същност. Осигурява събиране, предаване, обработка, анализ и съхраняване на информация от представителни екосистеми и защитени природни обекти, за определяне и прогнозиране на възможните изменения в структурата и функционирането на природните екосистеми и състоянието на защитените природни обекти и за обосноваване на мероприятията за предотвратяване на отрицателните въздействия от антропогенната дейност.

Основни задачи:

- Осигуряване и провеждане на системни режимни наблюдения върху състоянието на горските екосистеми и защитени природни обекти;

- Обработка и анализ на получените данни от получената информация, организиране на информационна база, обслужване на поделенията на МОСВ и държавните органи с информация относно състоянието на горските екосистеми и състоянието на защитените природни обекти.

- Прогнозиране на състоянието на природните екосистеми и състоянието на защитените природни обекти с цел изготвяне на алтернативи от мероприятията за подобряването на състоянието им и планиране на екологосъобразното им използване.

Поетапно се развиват две от основните функции на подсистемата: горски екосистеми; защитени природни обекти.

VII. Подсистема "Биологичен и микробиологичен мониторинг". Същност. Подсистемата е общофункционална и обхваща водите, земите и почвите, горските екосистеми, защитените природни обекти, в т.ч. и паметниците на културата.

Биологичният и микробиологичният мониторинг са основна част на екологичния мониторинг, защото отразява не само моментното състояние на компонентите

на околната среда, но и антропогенното въздействие за по-дълъг период от време. Биологичната и микробиологичната информация отразяват интегрираното и мултиплицирано въздействие на разнообразните фактори на околната среда.

Основни задачи:

- Провеждане на системни режимни наблюдения върху биологичното и микробиологично състояние на околната среда, както и на биологичната безвредност на емисионните източници, които съдържат вещества с токсично действие върху екосистемите;

- Създаване и поддържане на база данни с информация за биологичното и микробиологично състояние на околната среда;

- Прогнозиране на биологичното и микробиологично състояние на околната среда. Изготвяне на алтернативи от мероприятия за подобряването му.

Обхват. Биологичният и микробиологичният мониторинг имат комплексен характер. Включват се в няколко от функционалните подсистеми на НСМОС, както следва:

а) Води:

- Биологичен и микробиологичен мониторинг на течащи води; на стоящите води - езера и водохранилища; на крайбрежните морски води;

- Токсикологичен мониторинг на емисионни източници – като потенциален вносител на съединения с токсично действие върху водните организми;

- Седиментен анализ.

б) Земи и почви: обхваща микробиологичното състояние на земите и почвите;

в) Защитени природни обекти: обхваща биологичното и микробиологичното състояние на защитените природни обекти; степен на биологична деградация на паметниците на културата;

г) Фонов мониторинг: включва биологично и микробиологично състояние на фоновото ниво.

VIII. Подсистема "Радиационна обстановка".

Същност. Подсистемата е общо функционална. Организира събиране и поддържане на база данни за изменението на естествения радиационен фон в резултат на антропогенни фактори, оценка на естествените и техногенните радионуклиди в атмосферата, почвите и водните басейни, извършва общцен анализ на радиационната обстановка, формираща се в определени местности и райони на страната.

Основни задачи:

- Провеждане на системни режимни наблюдения за радиационните характеристики на елементите на околната среда;

- Обработка и анализ на получените данни от системните наблюдения, организиране на информационна база, обслужване на поделенията на МОСВ и държавните органи с информация за радиационната

обстановка;

- Оценка на съдържанието на техногенните радионуклиди в околната среда и миграционните им възможности във веригата "Биологична среда - Човек".

Обхват. АЕЦ; Предприятия на бившата уранодобивна промишленост; Предприятия за добив и обогатяване на цветни метали; ТЕЦ; Предприятия, ведомства и институти, използващи в своята дейност на радиоактивни вещества; Глобални и локални отлагания след аварийни ситуации.

IX. Подсистема "Шум в околната среда".

Същност. Подсистемата организира създаването и поддържането на база данни за шумовото замърсяване на околната среда и динамиката на изменението му във времето.

Основни задачи:

- Избор на пунктовете за контрол на нивото на шума, критериите за оценка и характеристика на променливия с времето шум, методики на анализ и периодичност на измерванията;

- Избор на измервателна апаратура;

- Оценка на фактическия шумов режим на населените места;

- Обработка и анализ на получените данни от наблюденията, организиране на информационна база данни, обслужване на поделенията на МОСВ и държавните органи с информация за шумовото замърсяване.

Обхват. Във функционално отношение обхваща: транспортни източници на шум (автотранспорт и релсов транспорт); промишлени обекти източници на шум; авиационен шум.

X. Подсистема "Нейонизиращи лъчения".

Същност. Подсистемата организира създаването и поддържането на база данни за електромагнитното замърсяване на околната среда и динамиката на изменението му във времето.

Основни задачи:

- Оценка на електромагнитното замърсяване в околната среда;

- Обработка и анализ на получените данни от наблюденията, организиране на информационна база, обслужване на поделенията на МОСВ и държавните органи с информация за електромагнитното замърсяване;

- Прогнозиране нивото на електромагнитното замърсяване на база плановете за развитие на системата на комуникациите.

Обхват:

- Източници на електромагнитни полета с промишлена честота (далекопроводна мрежа на страната и подстанции за високо напрежение);

- Източници на нискочестотни, радиочестотни и СВЧ електромагнитни полета (радио и телевизионни предаватели и ретранслатори, радиолокаторни и

навигационни станции и др.).

Б. Фонов (базов) екологичен мониторинг

Подсистема "Фонов екологичен мониторинг".

Същност. Подсистемата осигурява провеждането на системни еталонни комплексни наблюдения на компонентите на околната среда на фоново ниво с оглед оценка и регулиране на тяхното състояние както в национален, така и в международен аспект. Мрежата от комплексни регионални станции в нашата страна е част от международната мрежа от станции на източно-европейските страни.

Основни задачи:

- Системни режимни наблюдения за количеството и качеството на водите, въздуха, почвите, флората и фауната на избрани фонове станции;
- Обработка и анализ на получените данни от системните наблюдения, организиране на информационна база, обслужване на поделенията на МОСВ и държавните органи с информация за състоянието на околната среда в района на фоновите станции;
- Прогнозиране на състоянието на околната среда в района на фоновите станции.

Обхват: атмосферен въздух, атмосферни валежи, снежна покривка, повърхностни води, сухи отлагания, почви, интегрална тревиста растителност, зоомонитори, планктон, зообентос, горски екосистеми.

5.5. Собствен екологичен мониторинг

5.5.1. Обща характеристика

Същността, обхватът и организацията на собствения екологичен мониторинг по компоненти на околната среда са регламентирани в нормативните документи, описани в т. 5.2. Провеждане на собствен мониторинг на въздух, води и/или почви може да бъде регламентирано също чрез решения по ОВОС, комплексни разрешителни, различни екологични програми и проекти. От съществено значение при провеждането на собствен мониторинг е правилната организация и анализ на веществата в околната среда. Без сигурна и достоверна информация е невъзможно да се определят характерът и степента на замърсяване на околната среда. През последните десетилетия възможностите за качествен и количествен анализ на различните системи значително се увеличиха.

Химичният анализ дава отговор на два въпроса:

1. Какви вещества се намират в даден обект? - може да се използват качествени и количествени анализи.
2. В каква концентрация са веществата? – полуколичествени и количествени анализи.

В случая може да се направи разлика между това, което може да се нарече образец от околната среда и обработен образец. При образеца от околната среда липсва информация за пряк или косвен контакт със

съответния замърсител. При обработения образец – отговорът на този въпрос, засягащ качествената страна на информацията, е предварително известен.

Основни изисквания за осигуряване на представителни проби от околната среда. За осигуряване на точна, достоверна и представителна информация при анализ на веществата в околната среда е много важно да се спазват няколко задължителни условия:

- Правилно и точно отбрани проби, при стриктно спазване на методологията на пробовземане;
- Правилен избор на аналитичните методи;
- Коректна оценка на резултатите.

Осигуряване на коректно отбрани проби. Това е първата и съществено важна стъпка при анализа на веществата в околната среда (това важи и за всички аналитични практики). Подходите и методологиите за отбиране на проби са различни в зависимост от компонентите на околната среда, от изследваните замърсители и т.н. Вземането на пробата е най-важната и отговорна операция, от която в най-висока степен зависят резултатите от самия анализ, независимо от точността на прилагания метод. И най-квалифицирания анализ, проведен със съпътстваща апаратура може да доведе до фактически безмислени данни, ако взетата проба не е типичен представител на анализируемия материал. Това е така, защото вземането на пробата едновременно представлява количествено изолиране на определения компонент. Поради това вземането на пробата трябва винаги да се съобразява със спецификата, със физико-химичните свойства на изследвания замърсител напр. агрегатно състояние, дисперсен състав, летливост, устойчивост, разтворимост и др.

Основни изисквания при вземане на пробата:

- Получаване на представителна проба, отразяваща в най-висока степен реалния състав на изследвания компонент на околната среда;
- Улавяне на достатъчно количество от изследваното вещество в уловителя на пробовземната апаратура за извършване на аналитичното определение.

Поради важноста на този етап от изследване на веществата в практиката и методите на изследване се разработват специални раздели, т.н. методология и/или стратегия на пробовземане. *Стратегията на вземане на пробите* зависи от целта на изследванията и включва:

- Цел на изследванията;
- Оценка на степента на замърсяване;
- Оценка на източниците на замърсяване и техния интензитет;
- Оценка на ефективността на пречиствателни съоръжения или средства за колективна техническа профилактика;
- Оценка на риска за населението от даден град,

район или регион;

- Оценка на професионалния риск за работниците и др.

Разработването на стратегията за вземане на проби обхваща:

- Конкретизиране на целта на изследването;
- Предварително проучване на обекта на изследването;
- Обща характеристика, възможни източници на замърсяване, налични пречиствателни съоръжения и др.;
- Съставяне на план схема на вземане на проби съобразно целта на изследването;
- място, време, брой на пробите, вид и продължителност на пробовземане и др.;
- Избор на подходяща апаратура и метод за вземане на пробите.

Изпълнението на всички тези условия е задължителната първа стъпка при провеждане на анализи на околната среда. Това са задължителни стъпки в аналитичната практика. Методологично съществуват разлики в подходите при различните компоненти на околната среда. Всяка аналитична операция има своето значение и трудност при изпълнението. Особено труден е анализът на компонентите които представляват сложни матрици – почви, биоматериали.

Анализът на замърсяването на въздуха се отнася към най-трудните задачи в аналитичната практика, предвид на това, че в една проба едновременно могат да се намират стотици или десетки примеси от органични и неорганични съединения от различни класове. Въздухът е нестабилна система с постоянноменящ се състав (наличие на влага, кислород, фотохимични реакции, изменение на метеорологичните условия и др.), поради което съществува голяма вариабилност в концентрациите на определяемия компонент. Съществува проблемът за идентифициране и определяне на микропримесите от органични замърсители, чието решаване е възможно само с комбинация от съвременни методи – газова хроматография и маспектрометрия. Във връзка със задачите на екологичния мониторинг, методите на изследване трябва да бъдат адекватни на изискванията по нормативните документи и да отговарят на високите изисквания за правилност, чувствителност, възпроизводимост, специфичност, точност. При прилагане на аналитичните методи се обръща внимание на два главни фактора:

- чувствителност, или долна граница за откриване на веществата;
- селективност, или какви вещества може да се открият чрез прилаганият метод.

Значение за вида на прилагания метод за изследване има и концентрацията на веществото в

изследваната проба. При определяне на изключително ниски концентрации се използват сложни апаратурни методи. Всеки аналитичен метод започва с подготовка на пробата за анализ. Този етап е в различни варианти, в зависимост от изследваните компоненти и прилагания метод за изследване. Най-общо, подготовката на пробата за анализ включва:

- екстракция на пробата с разтворител;
- почистване на екстракта за отделяне на основните части на природните компоненти и някои пречести на анализа съставки и вещества.

При инструменталните методи пробата се обработва по такъв начин, че да бъде възможно измерването на изменението, което се получава след определено въздействие в веществото. Това изменение най-често се преобразува и регистрира чрез електрически сигнал, който може да бъде усилен и измерен. Най-често употребявани методи при анализ на компонентите на околната среда са:

- *Гравиметрични методи* – използват се при изследване на въздуха за определяне на концентрацията на прах.

- *Титриметрични методи.*
- *Колориметрични методи - цветни реакции в разтвори.*

- *Абсорбционна спектрометрия* – основава се на зависимостта между поглъщащата се от дадено вещество светлинна енергия и неговата концентрация в разтвора. Широко прилаган метод, с възможности във ултравиолетовата и видимата област на спектъра.

- *Флуорисцентни методи* – с по-голяма селективност от горните методи. Използва се способността на молекулите да се деструктурират във фотохимични процеси, емитират се фотони. Интезивността на излъчване зависи от концентрацията на веществото.

- *Хроматографски методи:* газова, тънкослойна хроматография и др. Прилагат се при анализ на много сложни образци, в които има пречести компоненти (най-често при изследване на органични съединения). Тези методи могат да дадат ценна информация за биологичните свойства на веществата и за тяхното поведение в околната среда.

- *Атомноадсорбционна спектрометрия* – прилага се главно за определяне на метали. Разтворът, съдържащ йон на метала се впръсква в пламък, където разтворителя се изпарява, а много йони се възстановяват до атоми. Поглъщаната от атомите излъчвана енергия е пропорционална на количеството на изпаряващия се в пламъка елемент.

- *Неутронно-активационен анализ* - основава се на явлението поглъщане на неутрони от голяма част от елементите и образуване на радиоактивен изотоп. Методът се използва най-често за оценка на замърсявания от металургичната промишленост.

- *Масспектрометричен метод* – молекулата на едентифицираното вещество с помощта на електрони се разбива на малки фрагменти. Измерва се масата и относителното количество на всеки фрагмент. Това е метод с големи възможности. Често се използва в комбинация с газовата хроматография.

- *Биологичен анализ* - основава се на обобщени данни за смъртност, растеж или други физиологични характеристики на животни, растения и микроорганизми, изменящи се под действието на различни замърсители на околната среда.

Замърсителите на околната среда фактически са многокомпонентни смеси на различни съединения и техните метаболити. Това определя съвременно направление в аналитичните методи за количествен анализ на многокомпонентни смеси. Разработването на тези смеси е особено перспективно за различни замърсители на води, почви, атмосферен въздух. Приложението на многокомпонентни методи в биоecологичния мониторинг изисква те да притежават висока и надеждна избирателност. Особено важно е най-често прилаганите методи за анализ на замърсителите на околната среда да имат универсалност при приложението.

5.5.2. Собствен мониторинг на атмосферен въздух

Регламент. Организацията и провеждането на собствен мониторинг на въздуха, в зависимост от вида на измерванията трябва да бъде съобразено с изискванията на съответните наредби за измерване и оценка качеството на атмосферния въздух, а именно:

- Наредба № 1 от 27.06.2005 г. за норми за допустими емисии на вредни вещества (замърсители), изпускани в атмосферата от обекти и дейности с неподвижни източници на емисии, (обн., ДВ бр. 64 от 5.08.2005 г.);

- Наредба № 6 от 26.03.1999 г. за реда и начина за измерване на емисиите на вредни вещества, изпускани в атмосферния въздух от обекти с неподвижни източници (обн., ДВ бр. 31 от 6.04.1999 г.);

- Наредба № 7 от 21 октомври 2003 г. за норми за допустими емисии на летливи органични съединения, изпускани в околната среда, главно в атмосферния въздух в резултат на употребата на разтворители в определени инсталации (обн., ДВ бр. 96 от 31.10.2003 г., в сила от 1.01.2004 г.);

- Наредба № 7 от 3.05.1999 г. за оценка и управление качеството на атмосферния въздух (обн., ДВ бр. 45 от 14.05.1999 г., в сила от 1.01.2000 г.);

- Наредба № 10 от 6.10.2003 г. за норми за допустими емисии (концентрации в отпадъчни газове) на серен диоксид, азотни оксиди и общ прах, изпускани в атмосферния въздух от големи горивни инсталации

(обн., ДВ бр. 93 от 21.10.2003 г.);

- Наредба № 11 от 14 Май 2007 г. за норми за арсен, кадмий, никел и полициклични ароматни въглеводороди в атмосферния въздух (обн., ДВ бр. 42 от 29 Май 2007 г.);

- Наредба №12 от 15.07.2010 г. за норми за серен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух (обн. ДВ бр. 58 от 30.07.2010 г.);

- Наредба № 14 от 23.09.1997 г. за норми за пределно допустимите концентрации на вредни вещества в атмосферния въздух на населените места (обн., ДВ бр. 88 от 3.10.1997 г., посл. изм. и доп. бр. 8 от 22.01.2002 г.).

Пунктове за мониторинг (ПМ). В пункта за мониторинг се извършват непрекъснати и/или периодични измервания за оценка на качеството на атмосферния въздух (КАВ). Пунктовете за мониторинг се определят в зависимост от целта и задачите на собствения мониторинг. Резултатите от измерванията следва да осигуряват статистически достоверна информация, позволяваща определяне нивата на наблюдаваните замърсители.

По възможност в ПМ се измерват и следните метеорологични параметри:

- посока и скорост на вятъра;
- температура и влажност на атмосферния въздух;
- атмосферно налягане;
- слънчева радиация.

В ПМ за непрекъснати наблюдения, измерването на метеорологичните параметри е задължително. Регистрирането и обработката на резултатите от измерванията по предходните алинеи следва да позволява тяхното съпоставяне със съответните резултати от измерванията на нивата на замърсителите, извършвани в същите ПМ. При невъзможност да бъдат осигурени задължителните периодични измервания за определяне средно-годишната стойност на нивата на замърсителите се извършват следните измервания:

- не по-малко от едно измерване седмично;
- не по-малко от две измервания, разпределени равномерно за период една седмица, в районите, в които е налице превишаване на съответните горни оценъчни прагове.

По възможност периодичните измервания се извършват в не по-малко от 90 % от дните, разпределени равномерно в рамките на съответната календарна година. Периодичните измервания, включително броят и периодичността на отделните пробовземания, и периодите на пробовземане следва да осигуряват представителност на резултатите през съответния контролен период.

Принципно за определяне съдържанието на твърди

частици в атмосферен въздух се използват с електроаспиратори с аспириране на определен обем въздух през филтър, закрепен в специален държател. Преди и след аспирацията филтрите се темперират и се претеглят на аналитична везна. Концентрацията на прах ($C_{пр}$) се изчислява по формулата:

$$C_{пр} = \frac{M_2 - M_1}{V_0}, \text{mg/m}^3$$

където: M_1, M_2 – масата на филтъра преди и след аспирация, mg;

V_0 - обем на аспирирания въздух, приведен към нормални условия, m^3 .

За определяне на газови компоненти се прилага концентриране на газовия компонент в носител, най-често по метода на абсорбцията. Вземането на проби от отпадъчни газове (вредни емисии) от точкови източници се осъществява на прав участък от дымохода или комина, където газовият поток е с установени параметри – липсват възвратни или въртеливи движения и завихряния.

Условия за разполагане на ПМ (точките за вземане на проби) в микроащаб:

1. Доколкото това е практически възможно, при разполагането на ПМ се прилагат следните изисквания:

- потокът около входното отворстие на устройството за вземане на проби да не е ограничен (свободен в сектор от най-малко 270°), без да са налице прегради, възпрепятстващи движението на въздуха в близост до него; входното отворстие се разполага на няколко метра от сгради, балкони, дървета и други прегради и най-малко на 0,5 m от най-близката сграда в случаите на точки за вземане на проби, които са представителни за качеството на въздуха по линията на разположението на сградите;

- по принцип входното отворстие на устройството за вземане на проби следва да бъде разположено на височина между 1,5 m (зоната на дишане) и 4 m над земята; в някои случаи може да бъде необходимо по-високо разполагане (до 8 m); по-високото разполагане може също да бъде подходящо, когато ПМ е представителен за по-голям район;

- входното отворстие на устройството за вземане на проби да не е разположено в непосредствена близост до източници на емисии, за да се избегне директното попадане на замърсители в него преди дисперсията им в атмосферния въздух;

- изходното отворстие на устройството за вземане на проби се разполага така, че да се избегне повторното преминаване на изходящия въздух през входното отворстие.

Методи за анализ. Референтните методи за измерване и оценка на концентрациите на серен диоксид, азотен диоксид и азотни оксиди, ФПЧ (ФПЧ₁₀ и ФПЧ_{2,5}), олово, бензен, въглероден оксид и озон са:

1. Метод за измерване нивата на серен диоксид (SO_2) - БДС EN 14212:2006 "Качество на атмосферния въздух. Стандартен метод за измерване концентрацията на серен диоксид с ултравиолетов флуоресцентен метод".

2. Метод за измерване нивата на азотен диоксид (NO_2) и азотни оксиди (NO_x) - БДС EN 14211:2006 "Качество на атмосферния въздух. Стандартен метод за измерване концентрацията на азотен диоксид и азотен оксид с хемилуминесцентен метод".

3. Метод за вземане на проби и измерване нивата на олово (Pb):

- за вземане на проби - БДС EN 12341:2004 "Качество на въздуха. Определяне на фракцията на PM10 от суспендирани частици. Метод за сравняване и процедура за изпитване на място за доказване на еквивалентността на метода за измерване и сравнителния метод за измерване";

- за измерване нивата на олово (Pb) - БДС EN 14902:2006 "Качество на атмосферния въздух. Стандартен метод за измерване на Pb, Cd, As и Ni във фракцията PM10 от суспендираните във въздуха частици".

4. Метод за вземане на проби и измерване нивата на ФПЧ₁₀ - БДС EN 12341:2004 "Качество на въздуха. Определяне на фракцията на PM10 от суспендирани частици. Метод за сравняване и процедура за изпитване на място за доказване на еквивалентността на метода за измерване и сравнителния метод за измерване".

5. Метод за вземане на проби и измерване нивата на ФПЧ_{2,5} - БДС EN 14907:2006 "Качество на атмосферния въздух. Стандартен гравиметричен измервателен метод за определяне на масовата фракция PM2,5 от суспендираните във въздуха частици".

6. Метод за вземане на проби и измерване нивата на бензен - БДС EN 14662-1:2006, части 1, 2 и 3 "Качество на атмосферния въздух. Стандартен метод за измерване на концентрациите на бензен".

7. Метод за измерване нивата на въглероден оксид (CO) - БДС EN 14626:2006 "Качество на атмосферния въздух. Стандартен метод за измерване на концентрацията на въглероден оксид с недисперсионна инфрачервена спектроскопия".

8. Метод за измерване нивата на озон (O_3) - БДС EN 14625:2006 "Качество на атмосферния въздух. Стандартен метод за измерване концентрацията на озон султравиолетова фотометрия".

Стандартизиране на резултатите от измерванията за оценка на КАВ:

- Резултатите от измерванията за определяне нивата на газообразните замърсители се изразяват в $\mu\text{g}/\text{m}^3$, като обемът се стандартизира при температура 293°K и налягане $101,3\text{kPa}$.

- Резултатите от измерванията за определяне нивата на фини прахови частици (ФПЧ₁₀ и ФПЧ_{2,5}) и олово се изразяват в $\mu\text{g}/\text{m}^3$, като обемът не се стандартизира при нормални условия.

5.5.3. Собствен мониторинг на води

Регламент. Провеждането на собствен мониторинг на водите е регламентирано в Закона за водите и Наредба №5/2007 г. за мониторинг на водите. Може да бъде регламентирано и чрез *решения по ОВОС, комплексни разрешителни, различни екологични програми и проекти.*

Кой провежда собствен мониторинг ? Собствен мониторинг на водите се провежда от:

- титулярите на разрешителни за водоземане и/или ползване на водни обекти, в т. ч. на разрешителни за заустване на отпадъчни води и на разрешителни за отвеждане на замърсители в подземни води, издадени по реда на Закона за водите, ако това е предвидено в разрешителното;

- юридическите лица с учредено особено право на водоземане на минерална вода - изключителна държавна собственост, ако това е предвидено в договора за концесия;

- лицата, задължени да провеждат собствен мониторинг с издадено решение по оценка за въздействие върху околната среда;

- операторите на инсталации и съоръжения, които при условията в издаденото им комплексно разрешително по реда на ЗООС се задължават да провеждат собствен мониторинг на водите;

- лицата, задължени да провеждат собствен мониторинг по смисъла на наредбата по чл. 135, т. 5 от Закона за водите;

- лицата, задължени да провеждат собствен мониторинг във връзка с отстраняване на минали екологични щети.

Собствен мониторинг на водите се провежда и от други лица, когато това се изисква по силата на издаден нормативен или административен акт.

Планове за провеждане на собствен мониторинг. Лицата разработват план за провеждането на собствен мониторинг, съобразен с поставените условия в разрешителното, в концесионния договор, в решението по ОВОС, в решението за отстраняване на минали екологични щети или в заповедта на министъра.

План за собствен мониторинг на подземни и повърхностни води. Разработва се в доклада за извършените хидрогеоложки проучвания, изготвен по реда на Наредбата за проучване, ползване и опазване на подземните води, на основата на който е издадено съответното разрешително и съдържа:

- описание на обекта, за който се извършва

мониторинг;

- разположение на пробовземните точки, респ. на пунктове за мониторинг, в т. ч. тяхното предназначение, местоположение, отразено на карта с подходящ мащаб, географски координати, конструкция;

- наблюдавани показатели за количество и качество и средства и методи за тяхното измерване;

- честота и продължителност на наблюденията, включително време на наблюдение;

- информационна карта за всеки пункт;

- условия за експлоатация на системата за мониторинг;

- анализ на данните от мониторинга и форма на предоставяне на резултатите;

- критерии за своевременно уведомяване;

- функционални връзки по предоставяне на информацията от мониторинга;

- други изисквания, поставени към съдържанието на плана, в зависимост от спецификата на обекта.

План за собствен мониторинг на водите от депа за отпадъци. Разработва се по смисъла на Закона управление на отпадъците и в съответствие с изискванията на Наредба № 8 от 24 август 2004 г. за условията и изискванията за изграждане и експлоатация на депа и на други съоръжения и инсталации за оползотворяване и обезвреждане на отпадъци (Обн. ДВ бр.83 от 24 Септември 2004г., изм. ДВ бр.87 от 30 Октомври 2007г.).

План за собствен мониторинг на отпадъчните води, зауствани в повърхностни водни обекти. Този план съдържа:

- информационна карта за обекта, формиращ отпадъчни води, съдържаща данни за: условия, при които се формират отпадъчните води, в т.ч. мерки за пречистването им, място на заустване на отпадъчните води и географските му координати, разположение на пробовземните точки и географските им координати, количество на заустваните води, качество на заустваните води;

- наблюдавани показатели за характеризирание на качеството на отпадъчните води;

- честота на наблюдение.

Планът се актуализира в съответствие с условията в разрешителното за заустване.

План за собствен мониторинг при ползване на повърхностни водни обекти. Разработва се в зависимост от спецификата на наблюденията за съответния вид ползване, регламентирана в наредбите и от Закона за водите, и съдържа:

- граници на частта от водния обект - предмет на ползване;

- разположение на пробовземните точки в рамките на територията по т. 1;

- наблюдавани показатели;

- честота на наблюдение.

Басейновите *дирекции извършват контролни изпитвания* на проби за спазването на:

- емисионните изисквания с периодичност, определена в разрешителното;
- имисионните изисквания в избрани пунктове два пъти годишно.

Пунктовете за емисионните изследвания се предлагат от директора на басейновата дирекция съгласувано с ИАОС към МОСВ и се утвърждават от министъра на околната среда и водите в началото на всяка календарна година.

Планът за собствен мониторинг се утвърждава от съответния орган, задължил лицето или от ИАОС към МОСВ. При утвърждаването на плана се определя информацията, която лицата, провеждащи собствен мониторинг, са длъжни да предоставят за включване в автоматизираната информационна система за мониторинг на водите и в контролно-информационната система за състоянието на отпадъчните води, както и реда и начина за предоставянето ѝ.

Лицата, провеждащи собствен мониторинг, са длъжни да предоставят информацията в определения срок:

- Министерството на околната среда и водите;
- Съответната регионална инспекция по околната среда и водите;
- Съответната басейнова дирекция във всички останали случаи.

Разходите за проектиране, изграждане и експлоатация на пунктовете за собствен мониторинг са за сметка на задължените лица.

Собствен мониторинг на отпадъчни води. Показателите и веществата, съдържащи се в отпадъчните води, се определят от акредитирани лаборатории по методи, установени с български стандарти, а когато няма такива - по методи, определени от министъра на околната среда и водите. Процедурата за мониторинг за установяване дали се спазват емисионните норми вклочва:

- вземане на съставна представителна проба от отпадъчните води за период 24 часа и измерване на концентрацията на опасното вещество в тази проба;
- измерване на количеството на изпуснатите отпадъчни води за период 24 часа;
- където е възможно измерване или определяне по изчислителен способ на количеството на произведеното, обработеното или използваното опасно вещество.

Опростената процедура за мониторинг включва:

- вземане най-малко на 2 еднократни проби от отпадъчните води за период 24 часа с интервал между тях не по-малко от 2 часа и измерване на концентрациите на опасното вещество в пробите; средноденонощната концентрация се определя като

средноаритметична от еднократните проби;

- измерване на дебита на отпадъчните води по време на вземане на еднократните проби; количеството на изпуснатите отпадъчни води за период 24 часа се определя въз основа на средноаритметичното от еднократните измервания;
- където е възможно измерване или определяне по изчислителен способ на количеството на произведеното, обработеното или използваното опасно вещество.

Количеството на опасното вещество, изхвърляно с отпадъчните води за месец се изчислява на базата на денонощните изхвърляни количества.

5.5.4. Собствен мониторинг на почви

Регламент. Провеждането на собствен мониторинг на почви е регламентирано в Закона за почвите и Наредба № 4 за мониторинг на почвите. *Такъв мониторинг може да бъде регламентиран и с предписания на контролния орган (МОСВ, РИОСВ), комплексни разрешителни, решения по ОВОС, различни екологични програми и проекти.*

Схеми за мониторинг на почвите. Те включват:

- пунктове и/или полигони на наблюдение;
- параметри на наблюдение;
- периодичност на наблюдение;
- метод за вземане на почвени проби;
- метод за анализ (изпитване) на почвени проби;
- контрол качество на данните;
- формуляр за събиране на първични данни за пункта;
- техническо оборудване за пробовземане и анализ;
- логистика на процеса.

Изисквания при вземане на почвени проби. Вземането на проби за изпитване се прави като се има предвид строежът на почвения профил, нееднородността на почвената покривка, релефът и микроклиматът на местността, а също и характерът на замърсяването и особеностите на замърсяващите вещества или микроорганизми. Почвените проби за изпитване се вземат в земи на селскостопанския и горския фонд и на фонд населени места:

- от постоянни площадки – постоянни пробни полета (ППП);
- от определени в процеса на проучването елементарни участъци.

Размерите, броят и разположението на постоянните площадки и елементарните участъци се определят според целите на проучването, сложността на терена и характера на замърсяването (Таблица 5.1). Ако в елементарния участък попадат няколко почвени различия, проби за изпитване се вземат от преобладаващото почвено различие. Избягват се

Таблица 5.1. Размер на елементарния участък и на постоянната площадка при вземане на почвени проби

Наименование	Размер на постоянната площадка и елементарния участък при :		Брой и вид на пробите
	Горски почви	Черноземи и черноземсмолници	
Постоянна площадка	от 0,01ha до 1ha	от 0,01ha до 1ha	Една средна, съставена от 5 до 20 единични проби
Елементарен участък	от 0,01ha до 20ha	от 0,01ha до 30ha	Една средна, съставена от 5 до 20 единични проби

нехарактерните за терена места както и места, замърсени с торове и отпадъци. При необходимост от получаване на сравнителни резултати се вземат проби от незамърсени почви от участъци, намиращи се в такива естествени условия, както и замърсените площи. Картографска основа при определяне на постоянните площадки и елементарните участъци са едромасштабните топографски почвени и кадастрални карти.

Почвени проби се вземат в сухо време в нарушено състояние. От постоянната площадка и елементарния почвен участък се взема средна /смесена/ проба за изпитване. В съответствие с посоченото в Таблица 5.1, средната проба за изпитване се съставя от 5 до 20 единични проби, взети равномерно от постоянната площадка или елементарния участък. Броят на единичните проби се определя от целите на проучването и конкретните условия и трябва да бъде не по-малък от една проба на всеки 0,05 ha от постоянните площадки и не по-малък от една проба на всеки 1,5 ha от елементарните участъци.

Единичните проби за изпитване се вземат със сонда или права лопата от цялата дълбочина на орния слой /например 20 cm/, а при необработваеми и горски площи – до 5 cm I и от 5 до 20 cm II. На представителни места от обработваемите, необработваемите и горските площи се вземат проби за изпитване и от подълбоките слоеве /от 20 cm до 40 cm/. При вземане на проба за изпитване мястото се почиства от растителност. Единичните проби от всеки слой се смесват поотделно на мястото на пробонабирането и се взема средна проба за изпитване от 1 kg за всеки слой. Пробите за изпитване се поставят в двойни пликове от натронова хартия. При изисквания за стерилност и други се използват специално подготвени съдове. Върху плика на почвената проба за изпитване и върху етикета, който се поставя между двете страни на плика, се записват: област, населено място, кадастрален номер на полето при обработваемите площи, номер на пробата, дълбочина, на която е взета пробата, дата. Тези данни, заедно с данни за вида и

състоянието на растителността, а при необходимост и данни, характеризиращи местността и почвата, се записват в специален дневник. Върху използваната карта се означава точното място на вземане на пробата, т.е. елементарния участък, профилът, приколката и се изписва номерът на пробата.

При картиране на локално неравномерно замърсени почви гъстотата на вземането на пробите за изпитване чрез елементарните участъци нараства с приближаване към източника на замърсяването, което при аерозолно замърсяване се определя от розата на ветровете. Местата около *точков източник на замърсяване* се определят, като се използва система от концентрични окръжности, разположени на различно разстояние от източника на замърсяване. По основната посока на разпространение на замърсяващи вещества системата от концентрични окръжности продължава във вид на сегменти, чиито размери се определят в зависимост от степента на разпространяване на замърсяването.

Местата за вземане на проби за изпитване около *линеен източник на замърсяване* се определят чрез успоредни на източника линии, разположени на различно разстояние от източника на замърсяване. При картиране на локално *равномерно замърсени почви*, проби за изпитване се вземат равномерно от елементарните участъци. При вземане на почвените проби за изпитване се спазват общите изисквания по техника на безопасност, произтичащи от свойствата на замърсителите. Начините и сроковете на транспортиране и по-нататъшно съхраняване, обработка и подготовка на пробите за анализ се определят от вида на замърсяването, като се спазват свързаните с него изисквания за безопасност.

Пробите, които се анализират за наличие на *патогенни организми и вируси*, се транспортират и съхраняват в стерилни съдове. За биологични изследвания, а също и за установяване наличието на метаболити в зависимост от характера им, и когато проучванията налагат, пробите се анализират до 5h след вземането им или се съхраняват при температура

около 4 °C в продължение на не повече от 2 дена. Вземането, транспортирането, съхраняването и понататъшната обработка на пробите трябва да изключва възможността за замърсяване на пробите с анализирани вещества и организми.

Задължителната дълбочина за вземане на почвени проби е посочена в *Приложение 3* към Наредба № 3 от 1 август 2008 г. за нормите за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите (*Обн. ДВ. бр.71 от 12 август 2008г.*), (виж т. 3.3.2.).

Методи. За определяне съдържанието на вредни вещества в почвите се вземат и изпитват почвени проби по методи съгласно български или международни стандарти, а ако няма такива - по валидирани вътрешноведомствени методи.

Методът на пробонабиране, транспортиране и консервиране е съгласно изискванията на стандарт EN ISO 10381. Подготовката на пробите и минерализацията е по стандарт EN ISO 11466. Вземането и изпитването на почвени проби се извършва от акредитирани лаборатории. Използваните методи за изпитване гарантират граница на откриване за съответното вредно вещество с един порядък по-ниска от нормите по Наредба №3/2008г.

Съдържанието на тежки метали и металоиди се

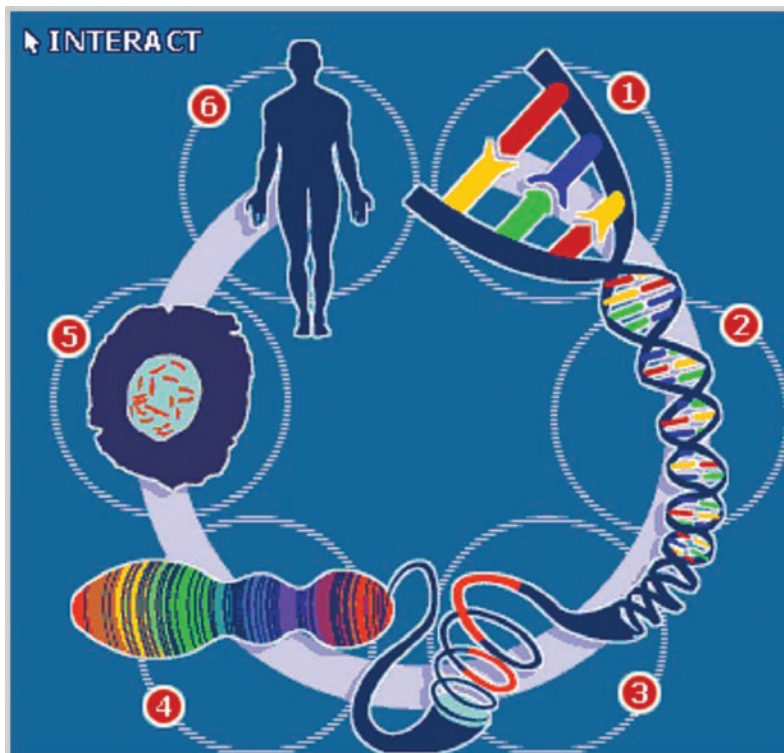
определя като концентрации, посочени, като се отчитат типът земеползване, обектите на опазване, механичният състав и рН (H₂O) на почвите. Съдържанието на устойчиви органични замърсители и нефтопродукти се определя като концентрации, без да се отчита типът земеползване, обектите на опазване, механичният състав и рН (H₂O) на почвите. Съгласно Наредба №3/2008 г., нормите за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите са определени въз основа на оценка на риска за околната среда и човешкото здраве в три нива (виж т. 3.3.2.):

- *предохранителни концентрации* (ПК);
- *максимално допустими концентрации* (МДК);
- *интервенционни концентрации* (ИК).

5.6. Литература

1. Баракова В. (2008). Екологичен мониторинг, Изд. „Дъга плюс“ Ст. Загора.
2. Байков Б. (2000). Екология за всеки, Нов Български университет, София.
3. Петков, Г., Г. Костадинова (2008). Замърсяване на въздуха и въздействие върху екосистемите, Тракийски университет, СД „Контраст“, Стара Загора, 20-202.

6. ГЕНЕТИЧЕН МОНИТОРИНГ



www.news.bbc.co.uk/hi/english/static/in_depth/sci_tech/2000/human_genome

6.1. Основни понятия

Биоекологичен мониторинг. През последните години все по-често се говори за биоекологичен мониторинг, основната задача на който е наблюдението на състоянието на околната среда от гледна точка на нейното влияние преди всичко върху здравето на човека и животните. При решаването на тази основна задача все по-голямо значение придобива системата на мониторинжна генетичните показатели и биомаркери за мутагенно и канцерогенно въздействие. Отделното замърсяващо вещество може да влияе непосредствено върху генетичния материал или да предизвика различен вид мутации.

Биоекологичният мониторинг представлява система от наблюдения, оценки и прогнози на различни изменения в биотата, предизвикани от фактори с антропогенен произход. В същото време следва да се отчита общопризнатия в последно време факт, че на земното кълбо практически няма участък, който да не е подложен на пряко или косвено въздействие на антропогенната дейност. Главните цели на биоекологичния мониторинг са наблюдението, оценката и прогнозата за състоянието на биотичните съставки на биосферата. Структурата на биоекологичния мониторинг включва взаимно свързани подпрограми в съответствие с различните нива на организация на биологичните системи. При такъв подход може да се разграничат следните нива:

- *популационно и биоценологично равнище* на организацията, на което съответства *екологичния мониторинг*;
- *организмено равнище* на организацията, на което съответства *физиологичния мониторинг*;
- *клетъчно равнище* на организацията, на което съответства *биохимичния мониторинг*;
- *субклетъчно равнище* на организацията, на която съответства *генетичния мониторинг*.

Генетичен мониторинг (ГМ). ГМ представлява подпрограма на биоекологичния мониторинг и включва изследване на биологични материали от хора, животни и растения за търсене в тях на физични, химични и биологични мутагени, на метаболити на такива агенти и на мутагенна или канцерогенна активност, откриване на ранни изменения като биогенетични маркери (биохимични, цитологични и др.), които са непосредствен израз на контакта на тези вещества с организма. Основната цел на ГМ е да се оцени контактът на хората и животните с мутагенните фактори, а доколкото е възможно, и рискът за поява на наследствени и неопластични заболявания и да се дадат препоръки за съответни профилактични и предпазни мерки и действия.

Принципи на генетичния мониторинг. По-важните принципи са:

Планирането и провеждането на наблюденията, както и оценката на резултатите изискват добро познаване и съобразяване със:

- съвременните данни за етиопатогенезата и биологията на мутационния процес и злокачествения растеж при клетките;
- характера, токсикокинетиката и метаболизма на съответните химични вещества; с известните данни за зависимостта доза – ефект и за размера на индивидуалните колебания в чувствителността на агента и негови метаболити;
- влиянието на други фактори, като хранене, тютюнопушене, белодробна вентилация, прием на лекарства, спонтанно настъпващи промени в изследвания материал и пр.

Показателите на мониторинга трябва да притежават определена степен на специфичност, т.е. да има доказателства за връзката им с развиващо се впоследствие генетично или туморно заболяване в индивида, а още по-добре – на популационно равнище. Засега обаче са известни само показатели за генотоксичност.

Методите на наблюдението трябва да отговарят на редица условия:

- подходящи технически качества – точност, чувствителност, възпроизводимост на резултатите, лесно изпълнение, ниска себестойност;
- максимална информативност, особено в количествено отношение (продължителност на контакта, погълната и ефективна доза на веществото), характер на отчитаните белези и възможност за отчитане на индивидуални, а не само на групови белези, даващи осреднени данни;
- отчитане на нулеви или на близки до нулата стойности при лица, които не са изложени на действието на вредните агенти;
- приложимост на метода за различни нужди – за текущо следене и оценка; за бъдещи епидемиологични изследвания и т.н.

Известните досега методи за наблюдение са пригодени предимно за качествено откриване на генотоксичен или на канцерогенен риск; с повечето от тях е трудно да се измерва количествено рискът, макар да се полагат значителни усилия в това направление.

Резултатите от наблюденията са достоверни само ако е отчетено действието на вероятни повлияващи фактори, осигурени са достатъчно контроли и е проведен статистически анализ с подходящи за целта методи. С недоверие трябва да се приемат резултати, при които не се открива риск, въпреки че се подозира излагане на действието на познат генотоксичен агент.

Наблюденията върху контакта с канцерогени и мутагени трябва да се разграничават от профилактичните прегледи за търсене на пренеоплазии и

ранни белези на вече развиващо се заболяване. Съгласно международната практика работниците и другите лица, които са обект на наблюдение, трябва да бъдат предварително уведомени и запознати със значението и очакваните здравни резултати от изследването, с възможните значителни индивидуални различия при отчитане на показателите, с повлияването им от редица фактори.

Мутагени, кластогени и канцерогени. Мутация е всяка промяна в последователностите на геномната ДНК, която не е причинена от генетична сегрегация или генетична рекомбинация, както и промяна в броя и структурата на хромозомите. Като краен резултат мутациите водят до изменение в структурата, организацията и експресията на генетичната информация.

Мутагени са всички фактори от физично, химично и биологично естество, които имат способността да индуцират мутации. В зависимост от произхода им те се делят на ендогенни (получени от метаболизма на клетката) и екзогенни (външни фактори).

Кластогени са онези фактори на околната среда, които след въздействие върху живите организми или клетки предизвикват разкъсвания на хромозомите.

Канцерогени са физични и химични фактори, които могат да предизвикат неопластична трансформация на нормална клетка в туморна или причиняват рак. Това твърде общо определение перманентно се конкретизира или разширява. Доказаният канцероген може да предизвика следните биологични „събития“:

- предивиква начална промяна в генома, водеща до възникването на иницирирана клетка;
- може да предизвика генерирането на реактивни кислородни съединения, които да доведат до по-нататъшни генетични алтерации;
- предизвиква последващи генетични алтерации в иницирираната клетка, които водят до допълнителна генетична увреда, включително активиране на онкогените и/или инактивиране на тумор-супресорните гени;
- спомага за клоналното разпространяване и делене на иницирираната клетка и/или засилва клетъчната пролиферация;
- може да повлияе на имунния отговор.

Някои химични съединения са активни само по време на някои от етапите в този процес, настъпващ след клетъчната инициация, като по този начин подсилват клетъчната пролиферация и ефектите от първоначалната генетична увреда, но единствено и само доказаният (т.е. завършен и пълен в своите характеристики) канцероген може да повлиява всички етапи, водещи до възникването на рак. Като се вземат предвид биологичните характеристики, за да се приеме дадено вещество за доказан канцероген, е напълно обяснимо защо са описани твърде малко съединения,

които могат да бъдат определени като доказани канцерогени. Weisburger и Willimas (1981) прокарват идеята за съществуването на коренно нов клас атипични, епигенетични или негенотоксични канцерогени. За по-лесно боравене с термина, за негенотоксичните канцерогени се определят такива химически вещества, на които им липсва генотоксичност като водещо биологично действие, но които предизвикват генотоксични увреждания като вторичен резултат от други типове въздействия, например принудителна или ускорена клетъчна пролиферация. Тези химически вещества не взаимодействат пряко с ДНК. Понастоящем се счита, че диоксина е основния пример за негенотоксичен канцероген. Принципно, повечето от агентите в обкръжаващата среда, които индуцират рак, предизвикват и мутации. Това съвсем не означава отричането на различно изразена специфичност между мутагени, кластогени и канцерогени.

Йонизиращи лъчения като мутагенен и канцерогенен фактор. Йонизиращите лъчения са мощен мутагенен фактор в околната среда, който действа постоянно на всички живи организми, включително и на човека. Основното свойство на тези лъчения е йонизацията, която предизвикват в атомите и молекулите на веществата. Физичните процеси на йонизация и възбуждане са само началните звена на процеса. По своята природа тези лъчения са два вида: корпускулярни - електрически заредени или неутрални частици (протони, електрони, неутрони, алфа частици и др.) и електромагнитни или квантови лъчения с малка дължина на вълната (рентгенови – X-лъчи и гама-лъчи). Основното различие между двата вида лъчение при взаимодействието им с веществата е начина на предаване на енергията на единица дължина от пробег им, т.е. имат различно линейно предаване на енергията (ЛПЕ). Първите имат малка дължина на пробег, бързо предават енергията си и предизвикват голяма плътност на йонизация. Този вид лъчения са известни като лъчение с високо ЛПЕ. При сравнително ниска доза те могат да предизвикат значителен биологичен ефект. Рентгеновите и гама-лъчите се характеризират с голяма прониквателна способност и ниско ЛПЕ и имат по-ниска биологична ефективност. Биологичните ефекти от действието на йонизиращите лъчения са резултат от въздействието главно по два начина: пряко – върху жизненоважните молекули в клетката и косвено – чрез действието на получените в резултат на облъчването свободни радикали и прекиси. Източниците на йонизиращи лъчения в околната среда са естествени и изкуствени. Естествените съществуват независимо от дейността на човека и формират естествения радиационен фон. Към тях спадат космичното лъчение и земното гама лъчение. Изкуствените са създадени от човека в процеса на техническия прогрес. Към тях се числят медицинското облъчване

(рентгенодиагностични процедури, радиоизотопна диагностика), професионалното облъчване, глобалното радиоактивно замърсяване в резултат от ядрени опити и ядрената енергетика, облъчване при самолетни полети и др. Рисковете, свързани с йонизиращата радиация са познати откакто е позната и самата йонизираща радиация. Само година след откриването на *Rö-лъчите* се съобщава за изгаряния на кожата, а седем години по-късно е наблюдаван и случай на кожен рак. Принципно, рисковете свързани с йонизиращата радиация могат да бъдат разделени на така наречените стохастични ефекти (генетични рискове за поколенията, соматични ефекти - тумори при популации, подложени на директно въздействие) и детерминистични ефекти.

Детерминистични ефекти на йонизиращата радиация. Детерминистичните ефекти на радиацията обикновено настъпват след излагане на остро облъчване с високи дози (най-вече над 0.1 Gy). Връзката между степента на увреждането и дозата е сравнително добре проучена и известна за определени увреждания. Дадено увреждане настъпва при достигане на една приблизителна прагова доза, под която не се установяват непосредствени последиствия за живия организъм. Смята се, че детерминистичните ефекти настъпват в следствие на смъртта на големи клетъчни групи в тъканите, подложени на лъчение, което води до разстройство на функциите в съответния засегнат орган. Поради тези свои характеристики, детерминистичните ефекти имат определена важност при лъчевата терапия. Нормалните терапевтични дози са така ограничени, че да бъдат избегнати такива ефекти. Детерминистичните ефекти обикновено настъпват в границите на няколко дни (напр. продромален синдром, гастро-интестинален синдром, ЦНС синдром) или седмици (напр. хематопоеичен синдром, пулмонален синдром) след облъчването. Някои детерминистични ефекти (напр. катаракта, хипотиреоидизъм) обаче, се манифестират след период от няколко години и повече. По-голямата част от информацията касаеща детерминистичните ефекти на радиацията е получена от (а) групи от хора, подложени на лъчетерапия, (б) оцелели след атомните бомбандировки над Хиросима и Нагасаки; (в) ядрени инциденти и (г) експерименти с животни.

Стохастични ефекти на йонизираща радиация. Характерно за стохастичните ефекти е късната им проява, която се изявява при популации подложени на йонизиращо лъчение. За разлика от детерминистичните, при повечето стохастични ефекти се приема, че няма долен праг на въздействие (прагова доза). По отношение на зависимостта доза – ефект се получава стохастично (статистическо, вероятно) разпределение на случаите, т.е. с повишаване на дозата нараства вероятността за заболяване, а не

тежестта му. Все още няма достъчно данни от епидемиологично или биологично естество за наличие на прагови дози при стохастичните ефекти.

Радиационна мутагенеза. В зависимост от енергията си, йонизиращата радиация причинява увреждане на тъканите в организма чрез серия от молекулни реакции като например фотоелектричен ефект или ефекта на Compton и Auger. Поради факта, че тъканите на повечето бозайници и човека съдържат 80% вода, радиационните увреждания се дължат на свободни радикали получени в резултат на радиолизата на водата. Мишена за действието на йонизиращата радиация са клетъчните макромолекули в т.ч. и молекулата на ДНК в ядрото на клетката. При прякото действие на йонизиращите лъчения се индуцират едновверижни и двувверижни разкъсвания на молекулата на ДНК. Индиректното действие на йонизиращата радиация се осъществява след взаимодействието на фотон с молекулата на водата, което води до хидролиза и индуциране на свободни радикали OH^\cdot , H^\cdot , e^\cdot , NO_2 , H_3O^\cdot . Последните взаимодействат с клетъчните макромолекули, като ДНК, РНК, белтъци, мембранни структури и др. и водят до клетъчна дисфункция или смърт. Взаимодействието на йонизиращата радиация с ДНК молекулата води до широк спектър на увреждания. Например, при облъчване с 1.0 Gy гама-лъчи се индуцират около 1000 едновверижни разкъсвания, 40 двувверижни разкъсвания на ДНК, 150 белтък-ДНК шивки и хиляди базови увреждания.

Оксидативното увреждане на клетъчния генетичен материал, т.е. ДНК играе основна роля при мутагенезата и карциногенезата. Високо реактивните кислородни радикали, произведени от йонизиращото лъчение, причиняват лезии в ДНК, които водят до клетъчна смърт и мутации. Традиционно радиобиолозите винаги са приемали, че радиационната увреда може да възникне само в резултат на енергия попаднала директно върху и натрупала се в клетъчното ядро. Това отлагане на енергия води до разпокъсване на едната или двете вериги на ДНК, създаване на кръстосани връзки между ДНК-ДНК или ДНК-белтък и увреждане на базите на ДНК. Неспособността на клетката напълно да възстанови тези предизвикани увреждания може да доведе до генетична рекомбинация, делеции, мутации, хромозомни аномалии и/или клетъчна смърт.

Двойновверижните ДНК разкъсвания се считат за основна причина за формирането на хромозомни аберации. Това схващане се доказва от взаимовръзката между двойновверижните ДНК разкъсвания, индуцирани от рестрикционни ензими и възникването на хромозомни аберации.

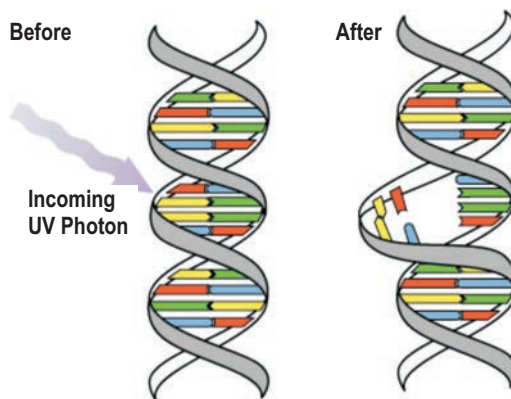
Радиационна канцерогенеза. Йонизиращата радиация е може би най-детайлно изследвания

канцероген при човека. Съществуват редица епидемиологични проучвания при групи хора, подложени на радиационно въздействие по медицински или професионални причини, живеещи дълго време в среда след радиационни аварии или преживели атомни бомбардировки. В резултат на тези проучвания е доказано без съмнение, че излагането на йонизираща радиация е пряко свързано с канцерогенезата.

Съществуват немалък брой биологични модификатори при риск от възникване на тумори след радиационно въздействие. Към тях спадат възрастта в момента на облъчването, пола и таргетния орган. Освен това, рискът от рак може да се повлияе от потенциални генетични фактори за податливост към туморогенеза като например полиморфизъм на гените участващи в клетъчния отговор след ДНК увреда. Смята се, че ракът възниква вследствие на натрупването на множество генетични аномалии като генни мутации, делеции, транслокации и/или алтерации в генната експресия, както и хромозомни транслокации и промени в хромозомния набор. Радиационно предизвиканите тумори са с дълъг латентен период между момента на радиационното облъчване и появата на малигнитет. Най-къс е периода при левкемиите, с пик на клиничната изява на 5-7 година, докато солидните тумори са с дълъг латентен период вариращ от 10 до 50 години, като допълнителния риск от тях е свързан със съществуващия риск от туморогенеза, специфичен за определена възраст.

Ултравioletово лъчение като мутагенен фактор. Ултравioletовото лъчение спада към нейонизиращите лъчения и практически не прониква в тъканите на многоклетъчните организми. Биологичната му активност варира в зависимост от дължината на вълната. Ако тя е в границите от 250 до 290 nm, то лъчението е биологично най-ефективно, тъй като в този диапазон става максимално поглъщане на лъчението от нуклеиновите киселини. Установено е, че пуриновите бази са около 10 пъти по-чувствителни, отколкото пиримидиновите и че, основния тип молекулярна генетична повреда, която УВ лъчите индуцират е тиминовата димеризация. Нарушената конформация на двойноверижната структура на ДНК пречи за протичането на нормалната репликация. Резултатът е непосредствена смърт на клетката или възникването на мутации. Съществува обосновано предположение, че индуцираните с УВ радиация мутации възникват в резултат на погрешна репарация на предмутационните повреди в ДНК (Фигура 6.1).

Химични мутагени. Химичните мутагени в околната среда са разнообразни и могат да бъдат класифицирани в три основни категории в зависимост от тяхното хронологично появяване: естествени субстанции, продукти на топлинната обработка (при



Фигура 6.1. Увреждане на ДНК от UV-облъчване

пиролиза на аминокиселини, белтъци и белтъчни храни се получават хетероциклени амини, които са мутагени и канцерогени) и химични съединения произвеждани от човека.

Сега е ясно, че в околната среда има много и най-различни мутагени, които влияят разнопосочно върху наследствеността на живите организми. В зависимост от специфичността на действието им и начина на приложение могат условно да се обединят в следните основни групи:

- пестициди и препарати използвани в селското стопанство;
- промишлени продукти и отпадъци;
- фармацевтични препарати и лекарствени средства;
- консерванти, подправки и замърсители на храни;
- ефективни мутагени използвани в експерименталната мутагенеза.

Познването им е от особено значение, тъй като повече от 90% от тях предизвикват не само повреди в генетичния материал от типа на трайните наследствени изменения, но и злокачествени заболявания.

Механизми на химичната мутагенеза. Отделните химични мутагени взаимодействат с генетичния материал на клетката по различен начин. Повечето от се свързват пряко с генетичните структури. Голяма част от химичните мутагени са електрофилни или биват метаболитизирани в електрофилни междинни продукти, които могат да формират ковалентни връзки с клетъчните нуклеофилни центрове, както е случая с алкилиращите агенти. Редица мутагени реализират мутагенното си действие чрез други механизми. Металите и интеркалиращите агенти (акридини и др.) образуват здрави нековалентни връзки с нуклеиновите киселини. Съединенията с антиметаболитно действие могат по косвен път да причинят нарушения в генетичния материал. Съединенията които нарушават

правилното формиране на делителното вретено и не повреждат самата ДНК, предизвикват неправилно разделяне на хромозомите по време на клетъчното делене.

Метаболитно активиране на химични мутагени. Много химични мутагени и канцерогени не въздействат пряко, за да предизвикат увреждане в ДНК, а трябва да бъдат метаболитно активирани от клетъчните ензими. Тази категория химически вещества включват алкилиращи агенти (диметилнитрозамин - DMN, диетилнитрозамин - DEN) и полициклични ароматни хидрокарбонати – PAH (бензо(а)пирени, 1,1 диметил-1,2-бензантрацен - DMBA). Ames (1982) е разработил *in vitro* система за идентифициране на мутагенност с използването на бактерия *Salmonella* и микростоми от черен дроб на плъх (*S9 фракция*), която е известна в научните среди като тест на Ames. Този метод е адаптиран за идентификация на мутагенните ефекти на непряко действащите алкилиращи агенти върху култивирани клетки от бозайници и е стандартизиран от Natarajan et al. (1976).

Биологични мутагени. Особено значение за възникването на мутации при човека имат биологичните фактори - вируси, фаги, бактериални токсини, стероидни хормони, както и автоимунните процеси и други промени в хомеостазата. Вирусите имат най-силен мутагенен ефект, който може да се сравни с този на йонизиращата радиация. За вирусите е типичен ефекта на разпрасването (пулверизацията) на хромозомите в някои от засегнатите клетки.

6.2. Краткосрочни тестове за мутагенност при хора и животни

В заобикалящата ни среда в резултат от производствената дейност на човека се появили многобройни новосинтезирани химически съединения, като за някои от тях беше доказано, че са канцерогенни за лабораторните гризачи и се подозираше, че са такива и за човека. Всички тези съединения не би могло да бъдат тествани върху лабораторни животни в продължителни експерименти (дългосрочни тестове) поради ограничените финансови ресурси и по-специално ограниченият брой квалифицирани специалисти, които да извършват многобройните некрупни и хистологични анализи. Така че, въвеждането на *краткосрочните тестове за мутагенност* е посрещнато ентузиастично сред научните кръгове. При това първите публикации от началото на тяхното приложение сочат, че най-типичните известни тогава канцерогени са и с мутагенен ефект. Известни разминавания, т.е. невъзможност за регистриране на мутагенен ефект при доказани канцерогени впоследствие са преодолявани, благодарение на модифициране на тестовете.

Прилаганите сега краткосрочни тестове за откриване на инициатори на канцерогенезата и на мутагени се основават на многостранните механизми на действие на изпробваните вещества. В съответствие с това тестовете се делят на следните основни групи:

- *Тестове за прави мутации*, т.е. отчитане на генетични повреди чрез анализ на генотипа и/или фенотипа. Като тест – системно за тази цел се използват бактерии, еукариотни организми, клетки от бозайници в култура, клетки от интактни животни (дрозофила, бозайници и др.)

- *Тестове за повреди в ДНК*. Чрез тях се доказват напречно свързани вещества с ДНК, индуцирани разкъсвания на веригата и т.н.

- *Тестове за отчитане на промени (предимно структурни) в хромозомите*. Освен хромозомни аберации в тези случаи се отчитат и промяна в хромозомния брой (анеуплоидии), увеличена честота на сестрински хроматидни обмени, микронуклеуси, доминантна леталност.

- *Тестове за клетъчна трансформация*, с която се отчита появата на трансформирани клетки в клетъчна култура. Данните от този тест се възприемат като допълнение, поради това, че самата трансформация е ненапълно изяснено явление.

В наши дни твърде често краткосрочните тестове се прилагат не само за скриниране на химически съединения с цел последващо изпитание върху лабораторни животни, но и за откриване, пречистване и изолиране на мутагени от околната среда. Сега се счита, че набор от краткосрочни тестове (*battery of short term tests*) може да запълни празнотата между краткосрочните тестове за мутагенност и изследването върху лабораторни животни.

Тест системи и методи за тестиране:

Бактериални тестове. В зависимост от механизма на генетичните повреди са известни три групи системи: за отчитане на прави и обратни мутации; за откриване на промяна в способността за репарирване на повреди в ДНК и за индуциране на лизогения в подходящи бактериални щамове. Най-задоволителни са резултатите при комбинирано приложение на тестове от трите групи. Трябва обаче винаги да се помни, че при пренасянето на резултатите от тези тестове към животните и човека подходът изисква сдържаност и диференцираност.

Тестове върху еукариотни микроорганизми. За скрининг на химикали за мутагенност и канцерогенност се използват широко три вида гъби – дрожди (*Saccharomyces cerevisiae*), плесени (*Neurospora crassa*) и *Aspergillus nidulans*. Това тестиране е особено удобно, тъй като предоставя най-простите и бързи методи за изследване на няколко типа мутагенни ефекти, които не се откриват при прокариотите. Това са митотичния кросингвър, генното превръщане и

митотичното неразделяне на хромозомите. Еукариотните микроорганизми имат и това предимство, че за разлика от бактериите те притежават някои цитохромни оксидази, и поради тази особеност не е необходимо прибавяне на метаболитноактивираща система.

Тестове с насекоми. При тях могат да се отчитат точкови мутации, хромозомни аберации, митотични рекомбинации, анеуплоидии и др. Най-често се използва *Drosophila melanogaster*. Много важно е това, че тя притежава голяма част от ензимите, отговорни за активирането на химични канцерогени, характерни за тестовите системи на бозайниците. При насекомите обаче, съществена трудност представлява построяването на криви, отразяващи зависимостта доза-ефект, което ограничава възможностите на тест-системата.

Тестове с висши растения. Растенията като моделни обекти могат да се използват за откриване на ефектите на химични мутагени, с анализ на почти всички познати генетични промени. Освен това те предлагат и промени, които са специфични само за растителните организми. Съществен проблем е екстраполацията на резултатите за човека особено ако тестваните мутагени се нуждаят от ензимна активация. Предимството на растителната тестова система е възможността за създаване на синтетични карิโอ-типове, като подходящи модели за точен мутационен анализ на хромозомно ниво.

Тестове с мекотели. Използването на тези организми като тест система не предлага същите възможности както при разглежданите досега, но те са от особено значение при мониторирането на химични мутагени – замърсители на морската вода. Моделен обект е най-често ядливата морска мида, в клетките на която се определя нивото на СХО или пък след извличането на ДНК чрез различни техники за елуиране на единични или двойноверижни фрагменти се оценява нивото на увреждането ѝ.

Тестове с бозайници и човек. Бозайниковите тест системи позволяват целенасочено да се доказват мутагенни свойства на даден агент към соматични или полови клетки. Мутагенността към соматичните клетки се изследва върху естествено дялящите се клетки от костния мозък или върху изкуствено стимулирани към делене *in vitro* клетъчни типове. За доказване на мутагенност към полови клетки се използват някои клетъчни стадии от гаметогенезата на мъжките или загуба на първо поколение след третиране на мъжкия родител. Най-голямото предимство на бозайниковите тест системи е възможността за използване като краткосрочни тестове при въздействие *in vivo*, което е много по-близо до реалните условия, при които човек влиза в контакт с различни мутагени. Затова въздействията *in vivo* върху бозайници задължително се включват при проектирането на програми за тестване. Най-често като моделни обекти се

препоръчва да се използват мишки, поради ниската цена на опитите с тях. Особено удобно е използването им при изследване за мутагенност към половите клетки главно поради специфичния вид на хромозомите им (acrocentric), което улеснява анализите. Китайският хамстер е също любим обект поради малкия брой хромозоми ($2n=22$), което позволява бързи изследвания.

За доказване на мутагенност или генотоксичност към половите клетки най-често се прилагат следните тестове:

- Тест за доказване на индуцирани доминантни летални мутации в половите клетки. Прилага се само върху мъжки животни с доказана оплодителна способност;
- Тест за унаследяване на индуцирани реципрочни транслокации. Той е значително по-чувствителен отколкото горния, но пък е по-дълъг, по-трудоемък и по-скъп;
- Тест за доказване на индуцирани мутации в специфични локуси. Макар бърз и лесен, за да е възможно провеждането на теста е нужно наличието на животни, които все още са собственост на определени лаборатории;
- Тест за индуцирани морфологични аномалии в главичките на сперматозоидите. Мненията са доста противоречиви по отношение информативността на теста и това доколко той действително отразява мутагенно или канцерогенно действие, тъй като аномалии могат да възникнат и под действие на немутагенни фактори.

Цитогенетични тестове. Болшинството от химичните съединения, които са канцерогенни за млекопитаещите взаимодействат с клетъчната ДНК и индуцират увреждания, които ако не бъдат поправени (репарирани) или пък погрешно репарирани, твърде е вероятно да се проявяват като хромозомни пренареждания и аберации. Достатъчно категорично е демонстрирано и персистирането на подобни пренареждания. Почти няма съмнение за съществено участие на хромозомните аберации в генетичния товар на човека. Епидемиологични и цитогенетични проучвания за причините на спонтанните абортти сочат, че спонтанно абортираните фетуси са с хромозомни нарушения в значителен процент от случаите (40 до 60% при различните автори). Специфични хромозомни аберации също се наблюдават при децата, родени с малформативни синдроми или множествени уродства. Що се отнася до туморния растеж, то голям брой тумори при млекопитаещите включително и при човека показват нарушен кариотип и промени в хромозомите и нерядко се считат за причина за злокачественото израждане. Съществуват немалко генетични заболявания, протичащи с хромозомна нестабилност (като например синдромът на *Bloom*), при които се

регистрира висока честота на рак. Поне един от тризомичните синдроми, този на *Down* също е свързан с повишаване на заболяемостта от рак. Предполаганята за връзка между хромозомните пренареждания и рака в известна степен бяха изяснени след локализирането на специфични онкогени върху отделни хромозоми и потвърждаването на хипотезите за позиционния ефект и амплификацията на онкогените като необходим елемент в канцерогенния процес.

Казаното по-горе изисква разработването и характеристиката на достатъчно надеждни и повторяеми тест системи, чрез които да е възможно регистрирането на кластогенни ефекти при едни или други експериментални условия. Освен това трябва да са достъпни такива тестове, които да позволяват оценка върху различни клетъчни типове. Това е важно, като се има предвид тъканната и органна специфичност при действието на различни фактори от околната среда.

Тест за доказване на хромозомни аберации в метафази от костен мозък на бозайници. Методът е въведен отдавна и утвърден като най-подходящ за доказване на кластогенна активност. Изследваното съединение се въвежда в опитни животни разделени в няколко групи и отчитането на хромозомните аберации става няколко часа след третирането. Обикновено третирането трябва да обхваща по-дълъг период от време поради това, че от една страна костномозъчните клетки се делят асинхронно, т.е. образно казано те са разхвърляни по различните фази на клетъчния цикъл, а от друга различните химични агенти имат често изразена фазова специфичност. Най-често изследваният интервал е между 6-я и 40-я час с централна проба на 24-я. При S-независимите агенти (йонизираща радиация, някои радиомиметици каквито са неокарциностатиинът и блеомицинът) в първата метафаза след въздействието могат да се отчитат аберации както от хроматиден така и хромозомен тип. Това зависи само от фазата, в която е била клетката по време на въздействието. Индуцираните аберации в G2 могат да се отчитат още на 6-я час или даже по-рано. Повече от химическите съединения обаче са S-зависими и индуцираните от тях аберации са изключително от хроматиден тип. Обикновено се анализират по 100 метафази от животно. Микроскопски се отчитат аберации от хроматиден или хромозомен тип. Към първите спадат хроматидните фрагменти, междухроматидните обмени и ахроматичните участъци от хроматидите. Обикновено те се представят отделно от другите аберации и точното им дефиниране е все още проблем. Като хромозомен тип аберации се отнасят хромозомните фрагменти и ацентрични пръстени, получени в резултат на крайни делеции, точковите делеции и обмените, които са несиметрични (дидцентрици, полицентрици и центрични пръстени) и

симетрични (транслокации и инверсии). Като показатели се използват броят клетки с аберации и аберациите на клетка.

През последните години се правят опити чрез метафазния тест в костния мозък да се отчитат анеуплоидни ефекти. Тестват се обикновено инхибитори на клетъчното делене, които повлияват делителното вретено. Все още липсват обаче стриктни критерии и поради това описваният метод при бозайници се използва главно за доказване на кластогенен ефект след еднократно въвеждане на агента. Той остава един от най-чувствителните, но е изключително трудоемък.

Цитогенетичен анализ на култивирани клетки. Най-често използваните клетки за *in vitro* цитогенетични изследвания са различни трансформирани клетъчни линии, такива от рода на СНО (*Chinese hamster ovary*) или техният вариант V79. Причината е поради лекотата, с която се отглеждат в монослойна култура, малкият хромозомен брой и високата честота на анализируеми метафази. Недостатък на този модел е, че трансформираните клетки често са с вариабилен кариотип, представляват асинхронно деляща се популация и продължителността на фазите на клетъчния цикъл варира значително. Поради тези причини краткосрочното култивиране на лимфоцити от периферна кръв на човека и бозайници за определяне на хромозомни аберации в редица случаи се оказва с предимства и засега е най-подходящата тест клетъчна система за изследване на хромозомните увреждания.

Лимфоцитни култури от периферна кръв като тест клетъчна система за изследване на хромозомни аберации. На първо място тези клетки са със стабилен кариотип; представляват синхронна популация поне що се отнася до първия клетъчен цикъл след митогенната стимулация; те са значително по-еднородни в смисъл на продължителност на отделните фази на клетъчния цикъл. Лимфоцитите в периферната кръв са клетъчната популация, която представлява избор номер едно при повечето генетични проучвания, тъй като са лесни за изолиране от стандартни кръвни проби. Едно от главните предимства за използването на лимфоцити от циркулиращата кръв е факта, че те влизат в контакт с много тъкани в организма, като по този начин може да се получи една по-интегрирана и надеждна мярка за биологичния отговор породен вследствие на мутагенно въздействие. След като даден потенциален мутаген е оказал своето въздействие, могат да се получат и изолират реактивни метаболити или вследствие на метаболитния капацитет на лимфоцитите, който е тяхна даденост, или още по-вероятно, от реактивните метаболити, които са поети от други тъкани, като например чернодробната.

Биологичната дозиметрия на радиационното въздействие върху човека се извършва въз основа на

данни получени от цитогенетичен анализ в лимфоцити. Една от причините за използването им е тяхното лесно получаване в големи количества от периферна кръв. Важно при използването им е, че с незначителни изключения, периферните лимфоцити са в G_0 стадий на клетъчния цикъл. Стимулирането с митоген *phytohaemagglutinin* (PHA) ги прави дялящи се клетки и те претърпяват клетъчен цикъл. При това, възможни увреждания в молекулата на ДНК могат да бъдат визуализирани в метафазни хромозоми.

Всички лимфоцити в периферна кръв произхождат от мултипотентните хемопоеични стем клетки, локализирани в черния дроб на фетуса и впоследствие в костния мозък. Лимфоцити тип В продължават да се диференцират в костния мозък, за разлика от Т-лимфоцитите, които възникват от техните прекурсори в тимуса. Лимфоцитите пролиферират 10^9 /дневно в лимфоидните органи, откъдето мигрират в лимфните възли и слезката.

При провеждане на цитогенетичен мониторинг или дозиметрия на радиационно въздействие при човека и животните, е важно да се знае продължителността на живот на Т-лимфоцита в периферната кръв. Проучванията върху продължителността на живот на зрелите Т-лимфоцити са базирани на проследяване и изчисление на загубата на нестабилни аберации с времето след възникването им. Получените резултати варират значително, като обхващат период от няколко месеца, до няколко години. Първият опит да се определи продължителността на живот на лимфоцити при човека представлява известното проучване на Buckton 1983, чрез многократно и продължително цитогенетично изследване на пациенти с анкилозиращ спондилит. Резултатите от това цитогенетично проследяване в продължение на 30 години след облъчването показват време на полуживот на лимфоцити в периферна кръв от 3 години.

Съществуват редица модификации на първоначално описания метод от Moorhead et al. (1960). Описанието на съвременния метод е дадено най-добре от Evans (1984). Публикуван е унифициран препоръчителен протокол, който позволява сравняване на резултатите, получавани в различните лаборатории. Основание за разработването на такъв протокол са данните, че е възможно вариране на базалните честоти на отчитаните хромозомни аберации в зависимост от условията на култивиране.

Ако е желателно да се определи в коя метафаза от началото на култивирането се намират третираните клетки в културалната среда се въвежда *BrdUrd*. Обикновено резултатите се подлагат на статистическа обработка с помощта на известните параметрични или непараметрични критерии. Макар и много чувствителен и широко използван, методът е един от най-трудоемките сред краткосрочните тестове.

Схеми за третиране с мутагени и кластогени. В момента се счита, че при провеждането на цитогенетични експерименти, в които са включени голям брой хора или пък изискващи многократно повторение на експериментална постановка с вариране на даден параметър, стимулираните лимфоцити от периферна кръв са единствената чувствителна тест система, която дава възможност за подробно проучване на дадено съединение през различните фази на клетъчния цикъл. Експерименталният протокол за такъв род изследвания е добре познат на всички цитогенетици. Прилагат се главно две системи за третиране на лимфоцитни култури, а именно – въздействие по време на G_0 - G_1 фазите или пък S - G_2 фазите на клетъчния цикъл.

Третиране в G_0 фаза. За третиране на клетките в G_0 фазата химичните агенти могат да бъдат и най-често се въвеждат към културата от 0 до 8 часа след стартирането. След това клетките се проплакват и реинкубирането продължава до 48-я или 72-я часове в контролна среда – т.е такава, която не съдържа или поне се счита, че не съдържа агент в състояние да повлияе крайния резултат. В този случай основният тип аберации, които са обект на количествена оценка са от хромозомен тип.

Третиране в G_1 фаза. За тестване на клетките в G_1 фаза пулсово третиране на клетките може да се прилага 12 до 18 часа след иницирането на лимфоцитната култура. В някои случаи, когато се правят изводи или се тества състоянието на неплановата синтеза на ДНК, като индикатор за ДНК повреждане и репарирание, препоръчва се G_0 – G_1 третиране. Поради това, че през G_1 фазата все още не е започнала репликация на ДНК, инкорпорирането на белязани прекурсори на ДНК сочат единствено непланова ДНК синтеза. При такъв тип постановка обаче заслужава внимание следния факт: значителна част от химичните мутагени имат изразен афинитет към ДНК, трайно се включват в ядрото по време на G_1 фазата и впоследствие могат да индуцират аберации от хроматиден тип, независимо от усилията всички молекули от химичния агент да бъдат отстранени от средата за култивиране.

Третиране в S - G_2 фаза. Третирането на клетките с мутаген в S - G_2 фазата на клетъчния цикъл води до индуциране на аберации от *хроматиден тип*. Времето за третиране (пулсово или през цялото време на инкубиране) може да варира от по-малко от 1 до 8 часа. Концентрацията на използвания мутаген би трябвало да зависи от желаните ефект и силата на мутагена.

Оценка на индуцираните хромозомни аберации. За оценка на индуцирани хромозомни увреждания не е желателно да се анализират метафази с твърде малко или пък твърде много лезии. От друга страна продължителността на третиране с мутаген трябва да е

достатъчна за да се проявят механизмите на репарирание на уврежданията. Би трябвало да се пробва широка гама от концентрации за всеки един от мутагените и накрая да се избере онази, даваща приемливо ниво на разкъсвания, т.е. средно 0,5 на клетка. Категорична схема за подобен експериментален протокол не е възможно да се даде, особено в случаите когато биологията на тествания клетъчен тип не е добре известна. В такива случаи твърде често се оказва, че времето за инкубиране с мутаген или пък момента на въздействие при пулсова обработка е най-неопределеният показател. Проведените през годините голям брой проучвания доказват, че хромозомните аберации възникват вследствие на ДНК увреда, както и на неправилна репарация и репликация. Следователно, хромозомните аберации могат да бъдат предизвикани от голям брой различни вредни химически агенти и да настъпят по различен механизъм. Ионизиращата радиация и радио-миметичните химически вещества (като напр. блеомицин и неокарциностатин) предизвикват формирането на аберации от хромозомен тип, докато болшинството от другите химикали предизвикват аберации от хроматиден тип. Ето защо, анализът на хромозомните аберации може да се използва като общовалиден биологичен маркер с цел доказването на въздействието на потенциално опасни и вредни химически агенти. Тъй като отклонения в хромозомите са често наблюдавани в туморните клетки, в концептуса от спонтанни аборт и при новородени с тератогенни дефекти се счита, че установяването на хромозомни аберации в популации, изложени на рисково влияние е патобиологичен отговор от рисковото влияние и е показател за потенциални последствия върху здравния статус в течение на дълъг период от време.

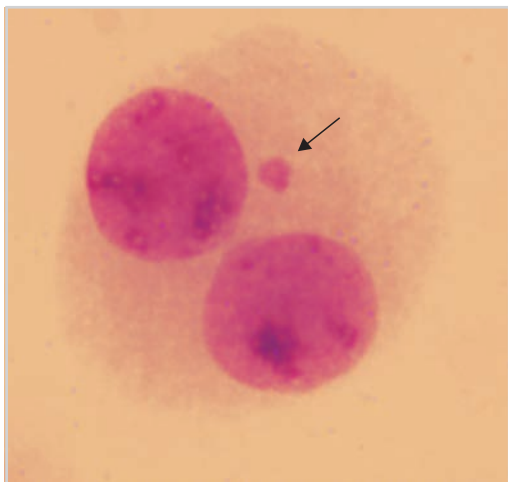
Добре известно е, че повечето от установяемите хромозомни аберации със стандартните цитогенетични техники са такива лезии, които са несъвместими с оцеляването на клетката. Следователно, дълго-временните последствия за здравето се причиняват от увредени клетки, които са способни да оцелеят. За да се направи точна оценка на рисковете за здравето, често е необходимо да бъдат идентифицирани тези абнормни клетки, които запазват способността си за оцеляване и репликация на генетичния си материал. Такива абнормни клетки могат да бъдат установени посредством прилагането на анализ на хромозомни бандове с цел идентифицирането на жизнеспособни клетки, в които има балансирани хромозомни транслокации. Освен използването на методи за визуализиране на бандове, преподрежданията в хромозомите могат да бъдат установени и чрез използването на флуоресциращи антитела, които могат да се свързват и да разпознават определени хромозомни секвенции в ДНК.

Микроядрен тест. Микроядреният тест първо е извършен върху костномозъчни клетки. Напоследък обаче той с успех се прилага и върху лимфоцити и еритроцити от периферна кръв. Все повече се смята като най-подходящ при скрининг за мутагенност. Като съществено предимство се отчита лекотата и бързината за провеждането му. За дадено съединение се решава, че е мутаген, когато повишава спонтанната честота на микроядрата в полихроматичните еритроцити или в лимфоцитите. С този тест се доказва мутагенен ефект на съединения, които са кластогени или инхибитори на делителното вретено.

Микроядрата са съставени от малки фрагменти от ДНК молекулата, които могат да бъдат установени в цитоплазмата на дъщерните клетки след процеса на клетъчно делене. Микроядрата се формират вследствие на въздействието на химически вещества, които довеждат до брейкове в хромозомите или от агенти, които могат да предизвикат увреждания в делителното вретено. Видовете генетична увреда, които допринасят за формирането на микроядра, включват: увреждане на белтъците на кинетохора, което засяга центромера и апарата на делителното вретено и води до нееднакво разпределение на хромозомния материал по време на анафазата; друг механизъм е речупването на несдвоени вериги от ДНК молекулата, което довежда до появата на ацентрични хромозомни фрагменти. Данните, получени от проучвания използващи антитела срещу кинетохорните белтъци с цел идентифицирането на цели хромозоми, показват, че приблизително 50% от спонтанно възникващите микроядра са вследствие на загуба на цели хромозоми, докато останалите най-вероятно се получават от ацентрични хромозомни фрагменти.

При човека анализът на микроядра може да се извърши като се използват лимфоцити от периферната кръв, еритроцити от пациенти, които са били спленектомирани или от ексфолиирани клетки от букалната лигавица или уринарния тракт. Един сравнително нов метод, който използва периферни лимфоцити, е така наречения *блок - тест на цитокинезата за анализ на микроядрата*. При тази процедура се прилага цитохалазин -В с цел спирането на процеса на цитокинеза при делящите се клетки. По този начин става възможно разпознаването на клетки, които са извършили първоначално разделяне на ядрото си по тяхната бинуклеарна морфология (Фигура 6.2). Този метод е по-точен и по-чувствителен от конвенционалния анализ за микроядра в лимфоцитите, тъй като последният не може да отличава делящите се от неделящите се клетки. Отчитането на микроядра се препоръчва от някои автори и в мононуклеирани клетки.

Тестът за микроядра е една ценна допълваща



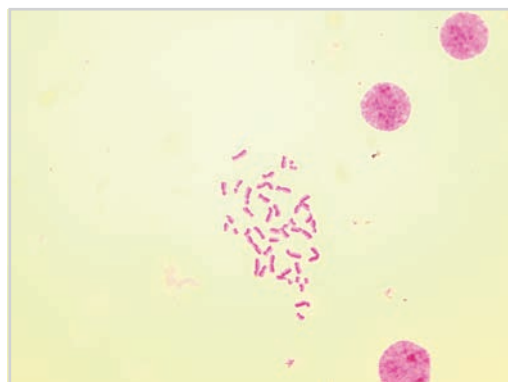
Фигура 6.2. Бинуклеарен лимфоцит от човешка периферна кръв с наличие на микронуклеус в цитоплазмата. Оцветяване по Гимза.

процедура към анализа на хромозомните аберации и е сравнително лесен за извършване и евтин за прилагане. Все пак трябва да се има предвид, че той не дава възможност за специфично локализиране на хромозомните увреждания, както и не позволява детектирането на преподреждането на генетичния материал.

Тест сестрински хроматидни обмени като метод за доказване на генотоксичност. Сестринските хроматидни обмени (СХО) представляват обмяната на новосинтезирана ДНК в точки на хомоложни хромозомни локуси. Те са резултат от разкъсване и последващо съединяване на ДНК и поради това анализът на СХО позволява отлична възможност за цитологично регистриране на обмяна на ДНК в рамките на сестринските хроматиди. (Фигура 6.3) Точният механизъм на формирането на СХО все още остава неизвестен, въпреки че са предложени няколко модела на репликация или рекомбинантност. *Рекомбинантният модел* се базира на теорията, че обмяната на хроматиди представлява етап от пост-репликационния процес на репарация. *Репликационният модел* предполага извършването на рекомбинация по време на репликацията на ДНК. Счита се, че процесите водещи до формирането на СХО са напълно различни от тези, които довеждат до хромозомни аберации. Трябва да се отбележи, че СХО се наблюдава и при нормални условия, като честотата е видово специфична. Доказано е, че СХО не е летално събитие за клетката. Честотата обаче нараства при мутагенно въздействие, което показва, че обмяната вероятно представлява механизъм на възстановяване на

повредената ДНК, както и в резултат на рекомбинация.

През последните 20 години този анализ широко се прилага като чувствителен метод за откриване или мониториране на увреждане на ДНК. В значителна



Фигура 6.3. Сестрински хроматидни обмени от периферни човешки лимфоцити. Оцветяване по Гимза.

степен заслуга за това има разработването на оцветителни техники, които се базират на включването на *BrdUrd* (бромдезоксисуридин) по време на синтеза на ДНК и са много по-прости за изпълнение отколкото техниките с радиоактивни аналози – прилагани още в началото на човешката цитогенетика. Сравнително ниският интерес към СХО когато за първи път са описани бива многократно повишен щом става ясно, че е налице корелация между способността на различни агенти да индуцират СХО и от друга страна активността на тези агенти като мутагени и (или) канцерогени. Изследвания по-късно разкриват, че при редица наследствени заболявания (анемия на Фанкони, синдром на Блум, атаксия-телеангиектазия и *xeroderma pigmentosum*), за които се предполага, че са свързани с нарушена репарация на ДНК и увеличена заболяемост от различни неоплазии, нивото на СХО се отличава от това за приемано като норма.

Методът предизвиква огромен интерес и поради това, че даде мощен инструмент за установяване на тъканно специфични мутагени, трансплацентарно активни мутагени и тестване на предполагаеми такива върху преимплантационни ембриони.

Експериментално е доказано, че най-висока честота на СХО се наблюдава след въздействието на S – зависими мутагени (предимно алкилиращи химични агенти). По-ниска е честотата след въздействие с антиметаболити и най-ниска с S – независими агенти (йонизираща радиация и др.). Йонизиращата радиация и канцерогените, като например блеомицина, които лесно се откриват посредством проучване на хромозомните аберации, имат слаба ефективност за

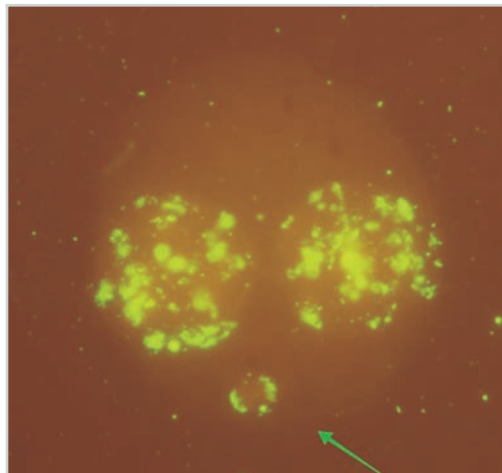
предизвикване на СХО. Затова комбинираното прилагане на метода на СХО и отчитането на хромозомните аберации би дало по-точни данни за мутагенната активност на изследвания агент. Подхода осигурява по-малко фалшиво отрицателни резултати, отколкото самостоятелното прилагане на кой да е от двата краткосрочни теста за мутагенност.

Молекулярно-цитогенетични тестове. Флуоресцентна *in situ* хибридизация (FISH). *In situ* хибридизацията може да се дефинира най-общо, като хибридизация на място между ДНК или на РНК проби с нуклеинови киселини върху цитологични препарати.

Напоследък бе въведен нов молекулярно цитогенетичен метод, който позволява чрез *in situ* хибридизация с ДНК проби за цели хромозоми отчитане на симетричните хромозомни преустройства в метафазните пластинки на микроскопски препарат. Методът на флуоресцентната *in situ* хибридизация се превърна през последните години в прецизна техника за цитогенетичен анализ. Благодарение развитието на молекулярната биология се създадоха разнообразни ДНК-проби, специфични за цели хромозоми или части от хромозоми. Те се бележат с флуорохром, който след хибридизация оцветява с характерна флуоресценция съответната хромозома. По този начин могат да се визуализират всички видове хромозомни аберации, засягащи оцветената хромозома. От гледна точка на радиационния риск, FISH дава уникалната възможност за точно отчитане на стабилните транслокации, с възникването, на които са свързани много от неоплазмите при човека. Поради стабилната природа на транслокациите, се очаква честотата им да остане постоянна години след облъчване. Те са подходящ индикатор за ретроспективна оценка на минало радиационно въздействие.

Комбинацията на микронуклеус тест с флуоресцентна *in situ* хибридизация (FISH) с проби за центромерните райони на човешките хромозоми дава възможност за разграничаване на микроядрата съдържащи цяла хромозома – центромер положителни микроядра (Ц+) (Фигура 6.4) и тези, съдържащи ацентромерен фрагмент – центромер отрицателни микроядра (Ц-). Kirsch-Volders (2003), представя подробен протокол на метода за биомониторинг на йонизиращи лъчения.

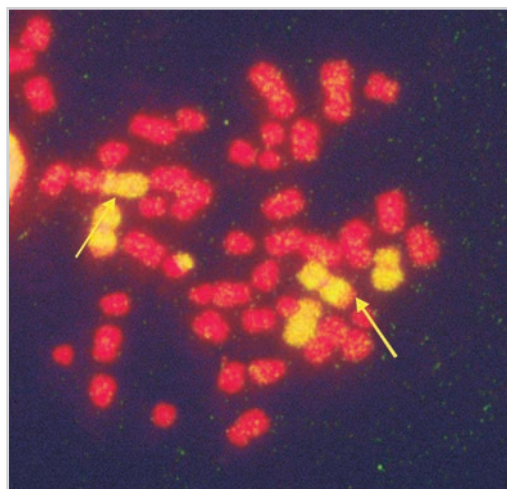
Прилагането на метода на флуоресцентна *in situ* хибридизация (FISH) за отчитане на структурни и бройни хромозомни аберации повишава неимоверно ефективността на специфичността за откриване на определен вид хромозомни аберации, индуцирани *in vivo*. Това са стабилни симетрични преустройства, хиперплоидия и сложни хромозомни реаранжировки. Последните най-често са резултат от радиационно въздействие с високо линейно предаване на енергията. Стабилните транслокации (Фигура 6.5) са най-



Фигура 6.4. FISH с панцентромерна ДНК проба върху бинуклеарен лимфоцит от човешка периферна кръв с наличие на Ц+ микронуклеус в цитоплазмата.

чувствителния биомаркер за биомониторинг на кумулативно радиационно въздействие в професионални условия или на население, обитаващо райони с повишено радиационно въздействие.

Чувствителността на метода флуоресцентна *in situ*

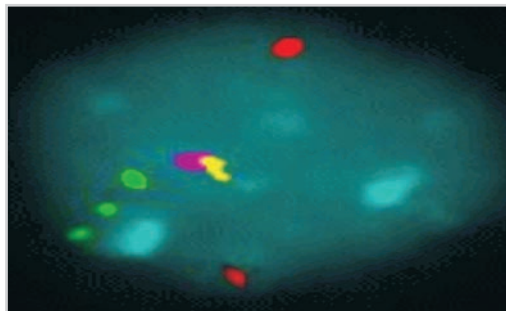


Фигура 6.5. FISH с ДНК проба за 1, 4 и X-хромозоми върху метафазна пластинка от лимфоцит от човешка периферна кръв с наличие на реципрочна транслокация между 4 и друга небелязана хромозома. Хибридизираните хромозоми са оцветени в жълто с FITC, а останалите хромозоми в червено с PI

хибридизация (FISH) за оценка на остро облъчване е по-ниска в сравнение с дицентричния цитогенетичен анализ, тъй като при FISH се анализира само част от генома. Флуоресцентната *in situ* хибридизация (FISH) се налага с по-бързото изпълнение на анализа и възможността да се идентифицират стабилни хромозомни аберации, паралелно с бройни и нестабилни такива. Понастоящем, повечето хибридизации се извършват с един цвят белязана ДНК, но понякога се използват коктейл от проби белязани с два или три цвята. Всеки допълнителен цвят ДНК проба в коктейла увеличава частта от генома, в която могат да се наблюдават аберации и частта на обмени които могат да се установят. SKY (*spectral karyotyping*), и mFISH (*multiplex FISH*), дават възможност да се бележи всяка от 24 човешки хромозми в различен цвят, като по този начин позволяват идентифициране на всеки междухромозомен обмен. Методът позволява разграничаване на комплексни обмени. Техен недостатък е, че изискват по-скъпи белязани проби ДНК и по-дълго време на анализ. Белязането на участъци от хромозоми в различни цветове се нарича многоцветна бандинг техника (mBANDs), която е най-високо резолютивна, вкл. и интрахромозомни обмени, но е трудоемка и скъпа.

Методът на флуоресцентна *in situ* хибридизация (FISH) все повече се прилага в проучвания за идентифициране и количествена оценка на протрахирано или хронично радиационно въздействие с ниски дози и ниски мощности на дозите при различни въздействани групи лица. Флуоресцентна *in situ* хибридизация (FISH) намира приложение и в цитогенетичната пренатална диагностика на наследствени заболявания и диагностиката на злокачествени заболявания. Хромозомни болести могат да бъдат открити чрез предимплантационна диагностика на изолираната ембрионална клетка (бластомер). Принципът на метода е в специфичната хибридизация на определени участъци на хромозомите /най-често това са хромозомспецифични алфоидни групи, разположени в областта на центромера/ с флуоресцентно белязани сонди. По флуоресценцията на сондите се определя структурата на хромозомите и числото хромозомни копия в интерфазните ядра. Всяка хромозома има свой, различен от другите цвят на светене. Това се постига, като специфичните, хибридиращи с точно определени хромозоми сонди се бележат с различни флуоресцентни бои, различаващи се по дължината на излъчваните вълни (Фигура 6.6). Така чрез използването на две различни бои, например флуоресцин (жълто-зелен) и родамин (червен), може едновременно да се визуализират две различни хромозоми (например, X и Y).

Кометен тест. Микроелектрофоретичното изучаване на ДНК увредата в индивидуални единични



Фигура 6.6. Синдром на Даун с кариотип 47, XY + 21. Представен е FISH с ДНК проба за хромозоми 13 (две червено оцветени), 18 (две синьо оцветени хромозоми), 21 (три зелено оцветени хромозоми), X (една оцветена в розово), Y (една жълто оцветена) в интерфазно ядро на бластомер

клетки е описано за пръв път от Ostling and Johanson (1984). В последващите години тази технология за гелна електрофореза на единични клетки е модифицирана и верифицирана многократно, като сега най-често тя се обозначава като „кометен“тест или анализ. Кометният анализ се счита за бърз, сензитивен и сравнително прост метод за установяване на ДНК увреда на нивото на отделната клетка. Този метод комбинира методи на биохимичните техники за установяване на едноверижни брейкове в ДНК молекулата (верижни брейкове и места на непълно изрязване и репарация), лабилните към алкалии места, както и крос-линковете, с метода за изследване на единична клетка, който е типичен за цитогенетичния анализ. Освен това, кометният анализ дава възможност за преценка на кинетиката на ДНК репарацията в клетките след въздействието на генотоксични агенти.

При кометния анализ еукариотните клетки се поставят в агароза с ниска точка на топене върху предметно стъкло за микроскопиране, след което мембраните им и хистоновите белтъци се отстраняват посредством солеви разтвори с висока концентрация. По принцип, ДНК е организирана в силно пакетирани суперспирализирани форма, но суперспиралите се релаксират около зоните на ДНК брейкове и се разпръскват навън като „ореол“, който обгражда нуклеоида. Следва електрофореза при неутрални, леко алкални или силно алкални условия, която следва етапа/стъпката на разплитане на молекулата. ДНК съдържа фосфатни групи които се зареждат негативно при алкално рН, така че релаксираните примки от увредената ДНК, които съдържат брейкове, се придърпват към анода по време на електрофорезата, като формират кометна „опашка“, докато останалата ДНК се запазва спирализирана вътре в нуклеоида и

формира „главата“ на кометата. Кометата се визуализира посредством оцветяване на ДНК с флуоресцентна боя или сребърни бои. Най-често използваните бои са етидиум бромид, пропиридиум йодид, 4,6-диамино-2-фенилиндоъл (DAPI) и YOYO-1. Кометите се наблюдават с флуоресцентна микроскопия, като количеството на ДНК в опашката, отнесено към това в главата, е пропорционално на количеството на верижните брейкове. След това на ДНК увредата се прави оценка посредством визуален или компютъризиран анализ.

С цел постигането на различни поставени цели и задачи са развити и внедрени различни *модификации на кометния анализ*. Това позволява да се надникне в ин витро ефектите и да се изучават механизмите на действие на потенциалните генотоксични или генопротективни агенти. Кометният анализ може да се прилага при почти всички типове еукариотни клетки (червените кръвни клетки не могат да бъдат използвани, тъй като им липсва ядро), но лимфоцитите са най-често използвания клетъчен тип при проучванията върху човека и бозайниците. При определени контролирани условия, клетките могат да бъдат инкубирани ин витро с тествания агент, а резултантата ДНК увреда в третиранияте клетки може след това да бъде измерена с помощта на кометния анализ. *По този начин също така може да бъде изследван и ефектът на „предизвикателството“ към ДНК, след като клетките са били подложени на въздействието на предполагаем протективен агент, като клетките (най-често лимфоцити) могат да бъдат събрани преди и след добавянето (суплементацията) с даден агент, който ни интересува.* Кометният анализ също така може да бъде използван като биомониторирац „ин виво“ метод за изследването на ефектите на храните, хранителните съставки или добавките, за които се счита, че притежават генопротективен ефект.

Предимствата на кометния анализ са неговата бързина, простота, ниска себестойност и необходимостта от малък брой клетки (<10 000 клетки), сензитивността му и широкото му прилагане при еукариотни клетки, без значение дали те са пролифериращи или непролифериращи. Освен това, могат да бъдат изучавани ефектите върху различни клетъчни типове. Това действително е предимство, тъй като генотоксичните и генопротективните ефекти могат да бъдат тъканно- или клетъчнотипово-обусловени. Друго предимство на кометния анализ е неговата гъвкавост; с цел детектирането и идентифицирането на различните степени и типове на ДНК увреда, могат да бъдат прилагани разнообразни комбинации от условия за разплитане на молекулата и електрофореза, както и различни специфични лизиращи ензими.

Поради множеството предимства на кометния

анализ, той се прилага при различни типове проучвания, като например проучвания върху генотоксичност, репарация на ДНК, пилотни проучвания за влиянието на хранителни добавки и биомониторирание на околната среда.

6.3. Прилагане на интегриран подход при генетичното мониториране.

Краткосрочните тестове за мутагенност в целия им обем и разновидности действително са много полезни и би трябвало да се прилагат по-широко. Тези методи по никак начин не са достатъчни, за да бъде затворен онзи кръг, наричан мониториране на професионални и ятрогенни химични и физични въздействия върху хората. Необходимо е разработването на нови подходи, модифициране или разработване на нови краткосрочни тестове, посредством които да сме в състояние да откриваме крайни ефекти (*end point effect*) в човешкия организъм, като особено показателни за предшестващо и текущо излагане на мутагенно или канцерогенно въздействие.

Идеалният подход за мониториране на популация от хора и за последващата оценка на риска, следователно, би бил този, който използва набор от адекватни биологични процедури, които могат да бъдат провеждани едновременно и които да използват като материал за изследване лещите за получаване лимфоцити от периферната кръв. Тестът на „предизвикателството“, цитогенетичните проучвания и тестовите за определяне на генните мутации, тогава когато са прилагани при една и съща група от хора или животни, поставят основите на оптималното проучване. Наред с посочените по-горе краткосрочни тестове за мутагенност да се използват и методи, които да регистрират метаболитни продукти (аддукти) на прегеномната увреда, които в последствие могат да бъдат корелирани с посочените по-горе биологични тестове. Без да описваме самите методи и протокола за извършването им, ще се спрем само върху тяхната приложимост, предимствата и ограниченията при прилагането им за целите на генетичния мониторинг.

Определяне на химични канцерогени и мутагени и техни метаболити в биологични материали. Това е отдавна използван и утвърден подход на мониторинга за химични мутагени и канцерогени. Особено важно беше да се разработят методики за откриване и доказване на крайни канцерогенни метаболити, тъй като се оказа, че за по-главните групи химични вещества – полициклични и хетероциклични ароматни въглеводороди, *N*-нитрозамини, *N*-нитрозамиди, нитроарилови и фуранови съединения, ароманти и хетероциклични амини и азобои, алкилтриазини и диалкилхидразини, афлатоксини, пиролизидинови алкалоиди и пр., с мутагенни и канцерогенни свойства

са по-важни техните метаболити, а не изходните съединения. Пряко действащите химични мутагени и канцерогени са по-малко – главно алкилиращите и ацилиращите вещества.

През последните години от Международната агенция за изследване на рака (МАИР) към СЗО бяха издадени методични монографии за методите за откриване и доказване на повечето от споменатите вещества. Там са описани точно и подробно всички етапи на изследването, необходимата апаратура, методите за обработване на получените резултати, най-честите източници на грешки и др. Откриването и определянето на химични мутагени и канцерогени в биологични материали, взети от изложените на въздействие лица, имат предимство пред определянето им в околната среда, защото дават по-сигурни данни за контакт на хората с тях. С този подход се получават качествени и количествени резултати, и то в отделния индивид. Тези методи имат добри технически качества на чувствителност, точност и възпроизводимост.

Определяне на серни съединения в урината. В урината на човека могат да се съдържат три групи серни (тио) съединения: маркапани (тиоли) *-R-SH*; дисулфиди - *R-S-S-R*; тиоетери *-R-S-R*. Единствено тиоетерите имат отношение към попаднали в организма ксенобиотици, в това число някои канцерогени и мутагени. Останалите тиосъединения са резултат от нормалния метаболизъм и съдържанието им зависи от храненето. Образуването на тиоетери, главно меркаптурови киселини, е свързано с взаимодействието на електрофилни съединения, например канцерогенни и мутагенни епоксиди, със съединения, съдържащи *SH*-групи, на първо място с глутатиона – трипептид, който се намира във високи концентрации в редица клетки и съдържа нуклеофилна *SH*-група. Всички електрофилни съединения конюгира с тази група, като интензивността на реакцията се определя от два главни фактора – електрофилната реактивоспособност на ксенобиотика и катализиращото действие на ензима глутатион-3-трансфераза. Тази реакция на конюгиране конурира реакцията за свързване на електрофилните групи на канцерогените и мутагените с нуклеофилните групи на информационните клетъчни макромолекули – нуклеиновите киселини и белтъците. По този начин конюгирането с глутатиона е защитен механизъм срещу появата на токсични, мутагенни и канцерогенни ефекти от ксенобиотици. Става ясно, че с аналитични методи за доказване на тиоетери в урината може да се получи информация за попадане на електрофилни ксенобиотици в организма. Досегашният опит показва, че отделянето на тиоетери в урината се повишава при пушачи, при работници от химическата и каучуковата промишленост и др.

Необходимо е да се уточни доколко реакцията позволява да се установят количествени взаимоотношения. Отговорът, общо взето, е положителен. При попадане на големи дози от електрофилни съединения обаче може да се изчерпят запасите от глутатион, при което нарастването на тиоетерите достига плато. Могат да възникнат различни антагонистични или синергистични взаимоотношения, които също пречат за количествени изводи.

При всички направени по-горе уговорки методът за търсене на тиоетери в урината намира съвременно приложение при мониторинга. Той е особено подходящ при наблюденията върху лица, които системно работят с генотоксични електрофилни съединения.

Определяне на мутагенна активност в екскрети. За изследователски цели може да се търси мутагенна активност в различни биологични материали и екскрети. Ще разгледаме само използването на теста на Еймс за определяне на мутагенна активност в урина, тъй като той е почти единственият възприет тест за целите на генетичния мониторинг. Методът е изпробван с успех при лица, приемали цитостатици, при пушачи, включително пасивни, след приемане на нитроимидазолни лекарства (за лечение на инвазия от трихомонас, амеби, кокцидии и др.), при професионални условия, например при производството на автомобилни гуми, на тринитротолуол и др. В хода на тези изследвания бяха уточнени главните предимства и недостатъци на метода, както и показанията му за целите на мониторинга.

От предимствата на метода ще изтъкнем лесното вземане и запазване на материала за изследване, ниската цена, бързото получаване на резултатите, съчетаемостта с химични анализи, възможността с едно изследване да се открива генотоксична активност на няколко вещества, наличието на известна зависимост от дозата на екскретирания мутаген и др. Недостатъци и ограничения са позитивирането от ендогенни мутагени или мутагени, попаднали с храната, от пушенето и др. Всички тези фактори трябва да се контролират добре. Освен това методът не дава представа кое точно е веществото или групата вещества, той се позитивира само от някои класове мутагени, а наред с това от вещества, които се намират нормално в урината (например от някои аминокиселини); при неправилно съхраняване и обработване урината може да загуби мутагенната активност. Едни от главните ограничения на метода за целите на мониторинга са все още недобре изясненото биологично значение на положителната находка и невъзможността с него да се открива кумулативна експозиция на генотоксични вещества. Поради това методът все още не може да намери широко приложение при проспективни (отнасящи се за бъдещ период) епидемиологични изследвания като указание

за канцерогенен риск. Основното му приложение засега е при текущия контрол на професионалните условия и свързаните с това хигиенни мероприятия.

Откриване на промени в морфологията на сперматозоидите. От описаните досега методи той е най-неподходящ за биологичен мониторинг. Интерес към използването му може да възникне при поява на съмнения, че дадено вещество специфично влияе върху репродуктивната способност на мъжа. С този тест обаче засега не се доказва мутагенна или канцерогенна активност на агента. За относително по-ценно се смята многократното изследване на едни и същи лица с този метод. Трябва добре да се познават и търсят фактори, влияещи върху морфологията на сперматозоидите - паротит (заушка), туберкулоза, диабет, простатит, генитоуринарни инфекции, варикоцеле, рак, облъчвания, тютюнопушене и алкохолизъм, дори седналото положение на някои професии (например шофьори). При изпълнението на този сравнително прост в техническо отношение тест могат да възникнат затруднения при събиране на материал за изследване, особено при професионални условия.

Откриване на химични вещества, напречно свързани с белтъци и нуклеинови киселини. Принципните положения на този много интересен и едновременно с това много важен метод бяха вече накратко разгледани. Тук ще се спрем на приложението му за биологичен мониторинг на химични мутагени и канцерогени. Вече подчертахме, че мутагенезата и злокачествената трансформация са клетъчни събития, които се извършват първоначално в молекулата на ДНК. Ето защо прякото регистриране на контакт с мутагени и канцерогени би трябвало да се основава на доказване на свързването на такива вещества с ДНК. Този подход е част от молекулната дозиметрия, а осъщественият контакт се измерва с т.нар. критична клетъчно-прицелна доза, т.е. концентрацията на краен мутаген или канцероген в прицелната клетъчна съставка (ДНК) за определено време. Практически това се измерва с продуктите на свързване, които се получават от взаимодействието на електрофилните канцерогени (крайни метаболити или пряко действащи вещества) с нуклеофилните групи на нуклеиновите киселини (*N*-7- гуанин, *N*-3- и *N*-1- аденин, *O*-6- гуанин в ДНК) и белтъци (*N*-3- и *N*-1- хистидин, *S*- цистеин, *N*-краен валин). Тези продукти на свързване (*адукти*), а така също промутагените и проканцерогените се смятат за химичен субстрат на мутационното и трансформационното събитие.

Невинаги може с точност и сигурност да се определят прицелните органи и тъкани за едно или друго химично вещество (мутаген, канцероген). Още по-малко е възможно да се вземе материал за изследване от тези тъкани, за да се търсят в тях продукти на свързване. Този проблем се решава с

въвеждане на косвени методи - определяне на продукти на свързване с ДНК от достъпни тъкани и клетки, най-вече от кръвни клетки, или с хемоглобина. Това е компромис със специфичността на метода. Успоредни изследвания върху животни и в условия *in vitro* показаха, че под влияние както на пряко действащи алкилиращи агенти, така и на метаболитно активирани се наблюдават сходни стойности на съотношението степен на протеиново алкилиране (хистидинови продукти) към степен на алкилиране на ДНК (гуанин *N*-7 продукти). Сред важните мотиви за използване на продукти на свързването с хемоглобина е краткият живот на някои реактивоспособни метаболити - например активните метаболити на винилхлорида и *N*-диметилнитрозамина имат $T_{1/2}$ (време на полуразпад) около една минута.

По принцип съществуват два основни подхода за откриване на продукти на свързване на химични мутагени и канцерогени с биологични макромолекули - свързване с ДНК и свързване с белтъци, главно хемоглобин. Първият е пряк способ за измерване на повредата в крайните биологични молекули, но е трудно осъществим и с него могат да бъдат пропуснати краткоживеещите активирани метаболити. Затова този метод все още се прилага при специални изследвания - върху опитни животни, за сравняване с други методи. Много сериозна пречка за използването му при човека е необходимостта от инжектиране на радиоактивния изотоп. Ето защо определянето на алкилиращите продукти на хемоглобина засега е единственият реален подход при прилагането на този метод, защото се използва газова хроматография и маспектрометрия, т.е. без радиоактивни изотопи. Засега са разработени методи за определяне на различни вещества - епоксиди, етиленов окис, пропиленов окис и др. Те изискват скъпа апаратура и са трудоемки. С тях може да се открият микрограмовете от съответното вещество. Въпреки това наблюденията са затруднени, защото се доказва известно фоново алкилиране на хемоглобина с метилови групи в цистина, 2-хидроксиетилови и 2-хидроксипропилови групи в хистидина и др. Това най-вероятно се дължи на честия, почти ежедневен контакт на много от хората с малки дози от най-различни мутагени и канцерогени от околната среда. Доказано е например, че в резултат на такова фоново алкилиране не е възможно да се отделят индивидите, които през работното си време са били изложени на действието на етиленов окис в концентрация под 3 мг/кг във въздуха на работното място. От особено значение е и обстоятелството, че открилите продукти на свързване може да са резултат от постепенното им натрупване в продължение на месеци преди деня на определянето им. Това се обяснява с биологичния живот (около 4 месеца) на човешкия хемоглобин и при ниски дози на контактните вещества образуваните продукти почти не

се отстраняват.

Имунохимични методи за откриване и свързване на биологични макромолекули с мутагени и канцерогени. Тези методи са особено перспективни за създаване на молекулна дозиметрия *in vivo*. Основават се на имунохимично откриване, особено чрез моноклонални антитела, на специфични продукти на свързване на електрофилни съединения с ДНК от различни клетки: засега кръвни, а по-нататък - вероятно други. Известно е, че основното достойнство на тези методи е тяхната изключителна специфичност и чувствителност. С антитела може да се открие дори и единствен продукт на свързване, например алкилиран нуклеозид. Чувствителността на методите задоволява изискванията на генетичния мониторинг, тъй като с тях може да се открие един свързан нуклеозид от 10^7 - 10^8 непроменени нуклеозиди.

В зависимост от целите на анализа се оформиха няколко основни разновидности на тези методи:

- Конкурентният радиоимунен анализ вече е обикновен (рутинен) метод за откриване на продукти на свързване в хидролизати на клетъчна ДНК или в биологични течности.
- Ензимно свързаният имумен сорбционен анализ (т.нар. ELISA) е предназначен за откриване на много ниски концентрации от вещества благодарение на ензимното усилване на измерваната радиоактивност или интензитет на цвета.
- Имуните слот-блот-техники, които също са с висока чувствителност.

Въпреки добрите качества на посочените техники специално за целите на мониторинга е нужно да се развият методи, при които ще се използват много малки количества ДНК, напр. такива, получени от една клетка. Затова сега усилено се разработват методики за имуноцитологичен анализ. При комбиниране на имунофлуоресцентната микроскопска техника с използване на моноклонални антитела и електронно усилване на флуоресцентния сигнал може да се постигне количествена характеристика на свързването в клетъчното ядро като функция от дозата на химичното вещество. А с имунното електромикроскопско изследване вече е възможно да се локализира дори само един променен дезоксинуклеотид в една молекула ДНК.

Определяне на варианти белтъци в кръвта и измерване на точкови мутации в лимфоцити. Тук се отнасят методи, които, макар да се намират все още в лабораторен стадий на разработване, в бъдеще ще намерят широко приложение за нуждите на мониторинга. Тяхното основно предимство е директното измерване на индуцирани мутации в човека. Първият от тези методи се отнася за измерване на хемоглобинови варианти в човешки еритроцити. С това измерване фактически се откриват мутации и хемоглобиновия ген на зародишните еритропоетични

клетки, без да се идентифицират агентите, предизвикали мутацията. Променените хемоглобинови молекули се откриват с моноспецифични антитела, т.е. със специфично антитяло за всеки Hb-вариант, които разпознават съответните за варианта различия в последователността на аминокиселините. На практика "вариантните клетки" (т.е. тези, които съдържат променен Hb) стават видими чрез флуорохром, свързан към антитялото, получено срещу специфичния мутагенен белтък. Такива клетки се откриват много рядко (около 10^7), поради което отчитането им става автоматично с поточна цитометрия (за една секунда се анализират над 10^6 клетки).

Друг метод е предназначен да открие мутация в гена за гликофурин А - мембранен белтък от кръвни клетки. Мутантният фенотип (няколко маркера, свързани с този белтък) може да възникне в резултат на няколко мутантни изменения, поради което честотата на вариантните клетки би трябвало да е 100-1000 пъти по-голяма, отколкото при предишния метод. Поради това този метод може да се окаже особено перспективен за масови наблюдения.

С метода за откриване на точкови мутации в кръвни клетки (лимфоцити), предложен от Albertini et al. (1982), се установява мутация в структурна ген, който кодира производството на хипоксантингуанинфосфорибозилтрансферазата (ХФРТ). Отборът на мутантните клетки се основава на устойчивостта им към токсични аналози на нормални предшественици на ДНК, т.е. към 8-азогуанин или 6-тигуанин. Ако такива токсични аналози са налице, те не могат да се включат в ДНК на мутиралите клетки поради липсата на ензима ХФРТ, който осъществява включването. В резултат клетката загива.

И с този метод се регистрира мутагенна активност, без да може да се идентифицира активният агент.

Откриване на повреда в ДНК и на репарация на тази повреда. Главните типове повреди на ДНК (повреди на базите, разкъсване на веригата и кръстосано свързване) биват последвани от процес на възстановяване с изрязване (ексцизионна репарация), докато вметването на химични вещества в молекулата обикновено потиска този процес. Появата на белези на повреда и репарация се смята за указание за генотоксична, а вероятно - и на мутагенна и канцерогенна активност. Затова измерването на тези белези се използва и за мониторинг на контакт с подбни вещества. Групата белези за откриване на един от белезите на генотоксичната повреда - образуването на промутагенни продукти на свързване, е разгледана по-горе.

С друга група методи се измерват различните етапи на репарацията на ДНК. Откриването на едноверижна ДНК става най-вече с т.нар. елюиране. Този метод е бърз, евтин, прост и чувствителен. За откриване на

т.нар. непланова синтеза на ДНК се използва степента на включване на радиоактивен тимидин в ДНК от клетки с потисната репликационна синтеза на ДНК (с хидроксиурея, недостатъчност на аргинин и др.). Обект на изследване могат да бъдат тъкани и клетки от различни органи, особено от прицелни. На практика най-често се използват първични хепатоцитни или лимфоцитни култури, олющени епителни клетки и др.

За целта на мониторинга този тип изследвания страдат от сериозни ограничения. Преди всичко ефектът до голяма степен зависи от използваната клетъчна система; също така има химични вещества, които са инхибитори на репарацията и по този начин променят ответната реакция на клетката; има и други механизми, по които могат да бъдат получени резултати както при репарацията, например повлияване от вещества, като съединения на хрома, на ензими, които редуцират репликацията на ДНК; има и вещества, които увеличават мутагенната активност на рентгеновите лъчи, без при това да се появява репарацията, и т.н. Най-сериозният аргумент срещу използването на тестовете за репарация е, че оценката, която се прави с тях, е за повреда в процес на отстраняване. Рационалното в този случай е очакването, че част от повредата няма да бъде възстановена. Доказано е обаче, че една от най-силно мутагенните повреди - образуване на O⁶-метилгуанин - се възстановява чрез действието на една алкилтрансфераза, което не може да се измери с използваните методи за репарация на повредата. Това показва и необходимостта от успоредно използване на тестове за повреда и за репарация на ДНК.

Тъй като рисковите популации от хора и животни са подложени на въздействието на разнообразни и опасни за здравето агенти, които могат да повлияят по различен механизъм, необходимо е да се прилага интегриран подход от тестове, които да улавят сумарния ефект от генетичната увреда.

Заклучение. Проследяването на контакта на човека и животните с мутагени и канцерогени е комплексна обществена дейност. То струва скъпо, изисква подготвени кадри и специална апаратура. Затова е необходимо да се създаде съвременна ефикасна мониторингова система, която отговаря на най-значимите обществени потребности и за която има необходимите условия. Много съществен аргумент за изграждане на такава система е обстоятелството, че засега тя е най-надеждното средство за проверка на ефективността на всичко, което се прави в областта на първичната профилактика на раковите заболявания и предотвратяване на генетичните увръждания. В този смисъл наличието и начинът на функциониране на системи за мониторинг за мутагени и канцерогени е известно указание за развитостта и ефективността на правното, социалното и научното равнище в една

страна. Това до голяма степен обяснява голямото внимание, което специализираните международни организации отделят на мониторинга.

6.4. Литература

1. Бенова Д., Х. Николов, И. Черноземски (1988). Мутагени и канцерогени. Генетичен и канцерогенен риск., Наука и изкуство, София.
2. Бочков, Н. (1971). Хромосоми човека и облучения. Москва, Атомиздат.
3. Дубинин, И.П. (1986). Общая генетика. Москва, Наука.
4. Инге-Вечтомов, С.Г. (1983). Введение в молекулярную генетику. Высшая школа, Москва.
5. Черноземски, И. (1982). Епидемиологични данни за канцерогени в околната среда. Канцерогени в околната среда и рак у човека. П/р Митров Г., И.Черноземски и Л. Шабад. Медицина и физкултура, стр.74-135.
6. Цонева М., (1978). Хромозомна диагностика. Медицина и физкултура. София.
7. Ames, B. N., (1982). Mutagens in our environment. Alan R. Liss, New York.
8. Baraboi, V.A., P. V. Beloshiskii, A. N. Krasiuk and V. I. Korkach. (1994). Oxygen dependent processes in the irradiated organisms. Fiziol. Zh. **40**: 116-128.
9. Biakov, V. M. and S.V. Stepanov (1997). Mechanism of primary radiobiologic action. Radiat. Biol. Radioecol. **37**: 469-474.
10. Bolognesi, Claudia, Rosangela Filiberti, Monica Neri, Emanuela Perrone, Eleonora Landini, Pier Aldo Canessa, Claudio Simonassi, Paolo Giuseppe Cerrano, Luciano Mutti, and Riccardo Puntoni. (2002). High Frequency of Micronuclei in Peripheral Blood Lymphocytes as Index of Susceptibility to Pleural Malignant Mesothelioma. Cancer Research **62**, 5418-5419, October 1.
11. Bradford, D. Loucas and N. Michael (2001). Cornforth Complex Chromosome Exchanges Induced by Gamma Rays in Human Lymphocytes: An mFISH Study Radiation Research **155**(5):660-671.
12. Butterworth, B.E. (1990). Consideration of both genotoxic and nongenotoxic mechanisms in predicting carcinogenic potential. Mutat Res **239**:117-132
13. Collins, A.R. (2004). The comet assay for DNA damage and repair: principles, applications, and limitations. *Molecular Biotechnology* **26**, 249-61.
14. Edwards, A.A, D.C. Lloyd. (1996). Risk from deterministic effects of ionising radiation. *Docs NRPB*; **7**(3): 1-31.
15. Environmental Carcinogens – Selected Methods of Analysis (1978).
16. Evans H. J., (1984), Human peripheral blood lymphocytes for the analysis of chromosome aberrations in mutagen tests, in: B. Kilbey, M. Legator, W. Nichols and C.

Ramel (Eds.) Handbook of Mutagenicity Test Procedures, Elsevier, Amsterdam, 405-427.

17. Hartwig A. and D. Beyersmann. (1989). Enhancement of UV-induced mutagenesis and sister-chromatid exchanges by nickel ions in V79 cells: evidence for inhibition of DNA repair. *Mutation Res* 217: 65-73.

18. Huang, L., A.R. Snyder, W.F. Morgan. (2003). Radiation-induced genomic instability and its implications for radiation carcinogenesis. *Oncogene* 22: 5848–5854.

19. IAEA Technical Report No260. (1986). Biological Dosimetry: Chromosomal Aberration Analysis for Dose Assessment. – IAEA STI/PUB/10/260, Vienna.

20. IAEA Technical Reports Series No-405. (2001). Cytogenetic analysis for Radiation Dose Assessment, A Manual. – IAEA STI/PUB/10/405, Vienna.

21. IARC. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenicity*. (1987). *An Update of IARC Monographs 1 to 42, Supplement 7*. International Agency for Research on Cancer.

22. Janssen, D. (1982). The induction of micronuclei. In: *Sister Chromatid Exchange*, (Sandberg, AA, ed) New York: Alan R. Liss, 47-63.

23. Kirsch-Volders M., T. Sofuni, M. Aardema, S. Albertini, D. Eastmond, M. Fenech, M. Jr Ishidate, S. Kirchner, E. Lorge, T. Morita, H. Norppa, J. Surrallés, A. Vanhauwaert, A. Wakata (2003). Report from the in vitro micronucleus assay working group. - *Mutat. Res.*, 540, 153–163.

24. Lefaix, J., S. Delanian, M. Vozenin, J. Leplat, Y. Tricaud, M. Martin. (1999). Striking regression of subcutaneous fibrosis induced by high doses of gamma rays using a combination of pentoxifylline and α -tocopherol: An experimental study. *International journal of radiation oncology, biology, physics*. vol. 43, n4, pp. 839-847 (57 ref.).

25. Little, J.B. (2000). Radiation carcinogenesis. *Carcinogenesis* 21: 397–404.

26. Little, M.P. (2003). Risks associated with ionizing radiation. *British Medical Bulletin*; 68: 259–275.

27. Mahata, J., M. Chaki, P. Ghosh, L.K. Das, K. Baidya, K. Ray, A.T. Natarajan, A.K. Giri, (2004). Chromosomal aberrations in arsenic-exposed human populations: a review with special reference to a comprehensive study in West Bengal, India. *Cytogenet. Genome Res.*, 104, 359–364

28. Mahata, J., P. Ghosh, J. N. Sarkar, K. Ray, A. T. Natarajan, A. K. Giri. (2004). Effect of sodium arsenite on peripheral lymphocytes *in vitro*: individual susceptibility among a population exposed to arsenic through the drinking water. *Mutagenesis*, 19, 223–229.

29. Moorhead, P., P. Nowell, W. D., Battips, D. Hunderford. (1960). *Exp. Cell Res.*, 20, 613–616.

30. Natarajan, A. T., A. D. Tates, P. P. W. van Buul, M. Meijers and N. de Vogel. (1976). Cytogenetic effects of mutagens/carcinogens after activation in a microsomal system *in vitro*. I. Induction of chromosome aberrations and

sister chromatid exchanges by diethylnitrosamine (DEN) and dimethylnitrosamine (DMN) in CHO cells in the presence of rat-liver microsomes. *Mutat. Res.*, 37, 83–90.

31. Natarajan, A. T., J. W. I. M. Simons, E. W. Vogel and A. A. van Zeeland. (1984). Relationship between cell killing, chromosomal aberrations, sister-chromatid exchanges and point mutations induced by monofunctional alkylating agents in Chinese hamster cells – A correlation with different ethylation products in DNA. *Mutat. Res.*, 128, 31–40.

32. Natarajan, A.T. (2005). Chemical mutagenesis: From plants to human CURRENT SCIENCE, VOL. 89, NO. 2, 25 JULY, 312-317.

33. Obe, G., P. Pfeiffer, J.R. Savage, C. Johannes, W. Goedecke, P. Jeppesen, A.T. Natarajan, W. Martinez-Lopez, G.A. Folle, M.E. Drets. (2002). Chromosomal aberrations: formation, identification and distribution. *Mutat. Res.*, 504, 17–36.

34. Olive, P.L. (2002). The comet assay. An overview of techniques. *Methods in Molecular Biology* 203, 179-194.

35. Östling, O., K.J. Johanson. (1984). Microelectrophoretic study of radiation-induced DNA damage in individual mammalian cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 123, 291-298.

36. Paskalev, Z. D., D. B. Apostolova. (2006). Development of Fibrous Process in the Rats Lung After External (Gamma Rays) and Internal (Ce-144) Exposure with Ionizing Radiation. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006. COEX Seoul, Korea Imaging the Future Medicine, August 27 – September 1.

37. Romm, H., G. Stephan. (2004). Dose dependency of FISH-detected translocations in stable and unstable cells after ^{137}Cs γ irradiation of human lymphocytes *in vitro*. *Cytogenet Genome Res* Vol. 104, No. 1-4.

38. Savage, J. (1998). A brief survey of aberration origin theories. - *Mutation Res.*, 404, 139-147.

39. Savage, J.R. (1996). Insight into sites. - *Mutation Res.*, 366, 81-95.

40. Savage, J.R.K. (1975). Classification and relationships of induced chromosomal structural changes. *J. Med. Genet.* 12: 103-122.

41. Tawn, J., C.A. Whitehouse, A.E. Riddell. (2006). FISH chromosome analysis of plutonium workers from the Sellafield nuclear facility. – *Radiation Res.*, 165, 592-597.

42. Vorsanova, S.G., A.D. Kolotii, I. Iurov, E.A. Kirillova, V.V. Monakhov, A.K. Beresheva, I.V. Solov'ev, I. Iurov. (2005). Diagnosis of numerical chromosomal aberrations in the cells of spontaneous abortions by multicolor fluorescence in situ hybridization (MFISH) *Klin Lab Diagn.*, Nov; (11):30-2.

43. Weisburger, J.H., G.M. Williams. (1981). Carcinogen testing: current problems and new approaches. *Science* 214:401-407.

44. Wilcosky, T.C., S.M. Rynard. (1990). Sister chromatid exchanges. In: Hulka BS, Wilcosky, TC. Griffith

JD, eds. *Biological Markers in Epidemiology* 1:103-122.

45. Williams, G.M., J.H. Weisburger. (1983). Carcinogen risk assessment. *Science* 221:6.

46. Wolff, S., B. Rodin, J.E. Cleaver. (1977). Sister chromatid exchanges induced by mutagenic carcinogens in normal and xeroderma pigmentosum cells. *Nature* 265:347-349.

47. Yesilada, Elif, Ibrahim Sahin, Hamdi Ozcan, Ibrahim Halil Yildirim, Saim Yologlu Cagatay Taskapan. (2006). Increased micronucleus frequencies in peripheral blood lymphocytes in women with polycystic ovary syndrome. *European Journal of Endocrinology*, Vol 154, Issue 4, 563-568

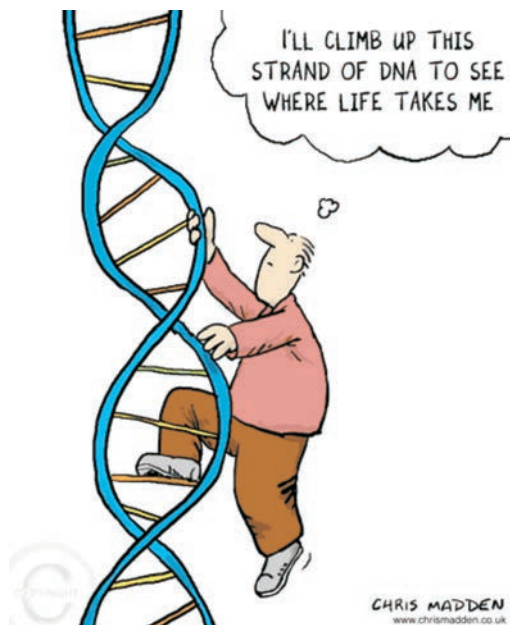
6.5. Генетичен мониторинг на човека – принципи и подходи

С развитието на медицинската генетика бе изяснена ролята на генните и хромозомните мутации за възникването на редица заболявания и дефекти при човека. Анализът на различните отрицателни последици от общия мутационен товар при човека показва, че съществува тенденция за увеличаването му. Това се дължи на повишаващото се по интензивност мутационно въздействие върху човека вследствие на нарастващото разнообразие на мутагенни активни замърсители в околната среда, от една страна, и отслабването на подбора срещу редица заболявания, от друга. Основната част от нововъзникналите мутации се реализира като пренатална и неонатална смъртност и в по-малка степен като първично и вторично безплодие. Тези основни предпоставки поставят на дневен ред въпроса за оценка и контрол върху мутационния процес при човека.

Генетичният мониторинг при човека представлява система от подходи и методи, насочени към изясняване на динамиката на мутационния процес в условията на повишаващите се по разнообразие и интензивност средови мутагенни въздействия. Той цели преценката и ограничаването на неблагоприятните мутационни въздействия върху човека. Това е форма на профилактика от възникването на вродени и наследствени заболявания, чрез активен контрол върху неблагоприятните генетични ефекти. В своята същност представлява оценка на генетичните рискове при човека, свързани със замърсяването на околната среда с мутагенни фактори. По природа, мутагените са физични, химични и биологични. Това са различни йонизиращи лъчения, промишлени отпадъци и продукти, химически средства за растителна защита (пестициди), лекарствени средства, вирусни инфекции, бактериални токсини и др. Животът на съвременния човек се характеризира с масов контакт с групи от тези мутагени, които в резултат от трудовата дейност на човека непрекъснато се увеличават по количество и

разнообразие. Всичко това налага охрана на генофонда на човека с методите на генетичният мониторинг (Фигура 6.7).

Теоретична основа на генетичния мониторинг са



Фигура 6.7. „Изкачване“ по веригата на ДНК за да открием началото на живота

познанията върху честотата на различните типове мутации, размерът на колебанията им под действието на факторите на външната среда, както и най-подходящите методи за изследването им. Неблагоприятните генетични ефекти могат да се анализират на нивото на цялостното население или чрез обхващането на групи от населението, които поради естеството на работата си се намират в особено неблагоприятна среда, която предполага наличието на фактори предизвикващи генетични промени.

6.5.1. Принципи на генетичния мониторинг, основаващ се на мутациите в герминативните клетки

Генетичният мониторинг може да се осъществи по няколко начина. Те се определят както от вида на настъпилите мутации (генни или хромозомни), така и от фенотипните отклонения, които те предизвикват.

Генетичен мониторинг чрез анализ на наследствените болести. Генните мутации не са достъпни за непосредствено наблюдение, така че

честотата на нововъзникналите мутации може да бъде определена по специфичните фенотипни отклонения, които те предизвикват. Ограничителните критерии за използването на този подход са ранното разпознаване на заболяването. Не са подходящи за включване в мониторинга тези заболявания, които започват късно и за диагностицирането на които са необходими допълнителни методи. На второ място задължително условие е възможността да се разграничават нововъзникналите мутации от унаследените, т.е. разграничаването във всеки случай на мутанти от сегреганти. Това изискване прави доминантно унаследяващите се заболявания по-подходящи, отколкото рецесивно унаследяващите се. Третото условие е да се познава "спонтанната" честота на мутациите, които ще бъдат използвани като показател за промените в мутационната честота и оттам за динамиката на мутационния процес при човека. Това условие е най-трудно изпълнимо за групата на генните заболявания, тъй като за повечето от тях не са познати честотите в рамките на една или друга популационна група. Предварителните широки популационно-генетични проучвания са необходими, за да може този подход да се използва в практиката.

Генетичен мониторинг чрез анализ на мутациите в локуси, контролиращи синтеза на специфични белтъци. Друг възможен по принцип подход на генетичния мониторинг включва анализ на мутационния процес въз основа на мутациите в генни локуси, които контролират синтеза на различни ензими или не ензимни белтъци. Съвременната биохимична техника позволява идентифицирането на голяма група варианти на ензими в зависимост от физикохимичните качества или степента на активност, в основата на които лежат мутации. В резултат на редица изследвания J. Neel приема, че честотата на мутациите в обсъжданата група гени е $1 \cdot 10^{-5}$ за локус за поколение. Въз основа на тази приета "спонтанна" честота се определя и размерът на изследването, което ще позволи да се направят заключения относно промените в генната честота. Минималният размер на извадката, при условие, че се стремим да уловим повишение от 10 до 100 %, се изчислява по формулата:

$$n = \frac{2 \cdot (2,487)^2 \cdot p_2 (1 - p_2)}{(p - p_2)}$$

където p_1 е предполагаемата мутационна честота,
 p_2 - приетата "спонтанна" честота

При това е необходимо да се извършат изследвания върху две извадки за сравнение в размер 7 400 000 наблюдения при очаквано повишение на мутационната честота с 50 %. Когато се обсъжда въпросът за извадката, трябва да се има предвид, че размерът зависи от броя на изследваните ензими и от наличието на два

алела в генома на всеки индивид, които могат да мутират. Така, ако се анализират 30 биохимични маркера, големината на извадката е 123 333 лица. Тази цифра се получава, като 7 400 000 се раздели на 60 (2 x 30). Ако искаме да уловим повишение само от 10 %, големината на извадката се увеличава пет пъти.

Генетичен мониторинг чрез анализ на хромозомните мутации. Третият принципен подход на генетичния мониторинг включва анализ на честотата на мутациите на хромозомно ниво. Този подход е генетично специфичен и позволява директно отчитане с подходяща цитогенетична техника на нововъзникналите хромозомни мутации. Той отговаря на останалите изисквания при изучаването на мутационния процес при човека: точност на идентификацията на мутациите, диференциране на унаследените от нововъзникналите мутации и познаване на спонтанната честота - $500 \cdot 10^{-5}$. Широкият популационногенетични проучвания на новородените от различни страни, включително и в нашата, дават основание посочената стойност да се използва като средна "спонтанна" честота на хромозомните мутации. По разчетите на руския учен Н.П.Бочков величината на популационната извадка в такъв случай ще бъде 5700 новородени, ако искаме да уловим 50 % увеличение на мутационната честота. Анализът на хромозомните аберации при новородените, колкото и да отговаря на принципите на генетичния мониторинг, не е достатъчен за оценка на мутационния процес при човека, тъй като само малка част от нововъзникналите мутации се наблюдават в антенаталния период. Повечето от тях поради леталния си ефект се реализират като пренатална и перинатална смъртност. Обширните проучвания върху честотата на хромозомните аберации като причина за спонтанните аборти и мъртворажданията, сумирани от Н.П. Бочков, показват че средно половината от абортираните плодове имат хромозомни отклонения и средно 6,2 % от перинатално загиналите са с такива промени. Поради това *честотата на спонтанните аборти* може да бъде важен показател за динамиката на мутационния процес. Използването на спонтанните аборти за оценка на динамиката на мутационния процес изисква размер на извадката (при 50 % увеличение на честотата на мутирането) около 25 абортуса, които да бъдат цитогенетично изследвани. „Базалната“ честота изисква много повече изследвания (3274). Изхождайки от установената досега честота на хромозомните мутации при мъртвородените, и при предполагаемото увеличение от 50 % на мутационната честота големината на извадката за цитогенетично изследване е 1900. Освен спонтанните аборти и мъртворажданията последици на хромозомните мутации са *грубите фенотипни отклонения (малформациите)*. В зависимост от вида и броя на малформациите честотата на хромозомните аберации

е твърде различна. Сред лицата с груби и множествени пороци на развитието честотата на хромозомните аберации е около 13 %. Използването на множествените малформации за целите на генетичния мониторинг е сравнително ограничено поради ниската честота на децата с такива пороци сред общата група деца с отклонения в развитието. От друга страна, подборането на групата за изследване изисква строги критерии за оценка на малформациите. Дори и при съобразяването с тези високи изисквания извадката за нуждите на генетичния мониторинг е сравнително голяма – 1500, при 50 % увеличение на мутационната честота.

Генетичен мониторинг чрез анализ на някои общи неблагоприятни ефекти. Четвърти подход при контрола на мутационния процес при човека се базира на *честотата на мъртвородените и вродените дефекти на развитието чрез регистрацията им.* Теоретичната основа на подхода е участието на хромозомните и генните (с неизяснена честота) мутации при възникването им. Освен мъртворождаанията и вродените дефекти на развитието в потомството на родители, изложени на мутагенни въздействия, се анализират съотношението на половете, физикалното развитие и преживяемостта на децата. За оценка на неблагоприятните ефекти от мутагенните въздействия при този подход е необходимо сравняване с внимателно подбрана контролна група. Този подход е с малка генетична специфичност.

Всички изброени подходи се основават на ефекти в поколението, анализирани с различни методи. По регистрираните отклонения се съди за динамиката на мутационния процес в герминативните клетки на лицата, изложени на мутагенни въздействия. Те са твърде скъпи и трудоемки, което се илюстрира с големината на необходимите извадки, предвиждани при всеки отделен подход. Това особено се отнася до подходите, включващи цитогенетични и биохимични изследвания.

6.5.2. Принципи на генетичния мониторинг чрез соматичните мутации

Друго направление в осъществяването на генетичния мониторинг е анализът на хромозомните мутации в соматичните клетки на човека. Практически най-подходящият метод е *отчитането на хромозомните аберации в лимфоцитни култури.* Точността на оценката зависи от грешката, която се определя от типа на разпределението на изследваните величини, параметрите на това разпределение и големината на извадката. Изследванията на Цонева (1984) за България показват, че честотата на хромозомните аберации в лимфоцитните култури на лица от различна

възраст е около 1 %. Честотата на аберациите не зависи от пола на изследваните и донякъде от възрастта им. Съществуват данни за повишена честота на хромозомните аберации в лимфоцитни култури у лица в напреднала възраст (над 80 години). За генетичния мониторинг съществено значение има фактът, че при лицата в активна възраст, които са предимно изложени на мутагенни въздействия, и при лицата в репродуктивна възраст честотата на хромозомните аберации се колебае в малък интервал от цитираната средна честота. Разпределението на клетките с аберации в лимфоцитните култури отговаря на поасоновото разпределение. Максималното ниво на аберантните метафазии съгласно това разпределение се очаква да не надхвърля 3,0 %. Проучванията показват, че честотата на лимфоцитните култури със и над 4 % аберантни клетки е около 2 %.

Въз основа на „спонтанната“ честота на хромозомните аберации в лимфоцитните култури и типа на разпределението и културите в зависимост от честотата на аберантните клетки могат да се определят размерите на извадките, необходими за установяване на различно увеличение на интензивността на мутационния процес. Така при група от 500 лица, които представляват интерес за генетичния мониторинг, и очаквано повишение на мутационната честота от 20 % необходимо е да се изследват цитогенетично 288 от тях или 28 800 клетки (метафазни пластинки). При очаквано повишение от 50 % при същия контингент лица е необходимо да се изследват само 62 от тях. За улавяне на 199 % увеличение е достатъчно изследваната група да включва 20 души, за да се получи репрезентативен резултат за 1 000 000 лица, намиращи се при аналогични условия, както и избраните 20 между тях.

Използването на хромозомните аберации в соматичните клетки на човека за генетичен мониторинг е подходящо при изследване на сравнително малки групи от хора, които по отношение на мутагенните въздействия представляват рискови групи. Условията на съвременното производство и бит позволяват формирането на *високорискови групи.*

6.5.3. Практически подход в осъществяването на генетичния мониторинг

Практическото осъществяване на генетичния мониторинг предполага избор на *мониторингов* подход. Това зависи от организацията на здравеопазването, разходите, предвидени за осъществяването му, теоретичните и методичните предпоставки, които съществуват във всеки конкретен случай. Изборът на подход зависи и от нивото, на което ще се проведе мониторингът: *на популационно ниво* или на *ниво рискови групи.* При популационните проучвания се сравняват популационните данни за различен период

от време или за различни субпопулации, различаващи се по интензивност на мутагенното въздействие върху тях. Генетичният мониторинг на базата на рисковите групи изисква внимателно подбрана група за сравнение.

Генетичен мониторинг на базата на хромозомните мутации в герминативните клетки. Като използва промозомните аберации и последствията в поколението от тях Н. Бочков първи предлага следната схема за осъществяването на генетичния мониторинг: да се определи честотата на вродените пороци и изборно да се проведе цитогенетично изследване при тях; да се определят честотата на болестта на Down с различни методи и честотата на аномалиите на половите хромозоми чрез изследване на половия хроматин. По мнението на автора тези три групи сведения позволяват да се получи достатъчно пълна представа за хромозомната патология като цяло, тъй като болестта на Down и аномалиите на половите хромозоми са най-честите сред хромозомната патология при човека и се дължат почти изключително на ново възникнали мутации. Цитогенетичният анализ на децата с вродени пороци в развитието се предпочита поради това, че честотата на хромозомните аномалии при тях е по-висока от тази в не подбрана група новородени. Все пак определянето на тази група изисква твърде внимателен подбор. Още по-точна представа за динамиката на мутационния процес може да се получи, ако се изследва репрезентативна извадка от всички бременности независимо от изхода им. Тя ще съдържа 15 % спонтанни аборти, 2 % мъртвородени и 83 % живородени, съответстваща на очакваната им честота. Размерът на извадката ще зависи от изходната честота (0,0730) и от очакваното увеличение на мутационната честота. Изходната честота се определя от средната честота на хромозомните аберации във всеки възможен изход от бременността. Когато мониторингът се извършва чрез високо рисковите групи, поради относително малкия брой на лицата в тях в сравнение с популацията цитогенетичното изследване трябва да се проведе върху всички изходи на бременностите в тази група.

Генетичен мониторинг на базата на генните мутации в герминативните клетки. По-различен практически подход за организация на генетичния мониторинг предлага Altukhov (1980). Основа на неговото предложение е връзката между новите мутации и адаптивните възможности на човека. Новите мутации сами или в комбинация с други гени ще имат неблагоприятно отражение върху редица антропометрични показатели у човека или върху жизнеспособността му. Това е свързано с изменение в кривите на разпределение на полигенните антропометрични белези, което ще се изрази в закривявания, размествания или промени в стойностите на вариациите на тези

криви.

Този теоретичен подход определя и избора на групите за изследване. Това са преди всичко *децата с отклонения в развитието*. Генетичният мониторинг се изгражда върху анализа на набор от генетични маркери, кодиращи синтезата на еритроцитни антигени, кръвни белтъци и ензими, в съчетание с генеалогични и демографски данни и информация за специфичното разпределение на някои антропометрични белези, като дължина на тялото и телесна маса при раждането. Включените в изследването маркери са: лактатдехидрогеназа (А и В), малатдехидрогеназа, фосфоглюконатдехидрогеназа, естераза, фосфоглюкомутаза, кисела фосфатаза, супероксидна дисмутаза, глутамат-пируваттрансаминаза в еритроцити и трансферин, групоспецифичен компонент и албумин в серума.

Подходът с използване на селективните групи, например групи с антропометрични отклонения или морфологични изменения, отнасящи се към малформативните синдроми, е по-подходящ за откриване на нови мутации в сравнение с популационния подход – въз основа на скриниране на популацията. По същество в предлаганата от Yu. Altukhov програма се използват няколко групи данни – антропометрично изследване и морфологично състояние, които се използват за подбор на групата деца за изследване; анализ на различните генетични маркери, като например честотата на редките варианти, които не могат да се обяснят със сегрегацията и са индикатор за честотата на нововъзникналите мутации.

Генетичен мониторинг на базата на хромозомните мутации, микронуклеуси, сестрински хроматидни обмени и кометен тест в соматичните клетки на лица от високорискови групи. Генетичният мониторинг въз основа на селектирани високорискови групи се прилага със значително предпочитание в различни страни. Сред тези групи особено място заемат професионално застрашените от действието на мутагени лица. Основен методичен подход при тях е анализът на хромозомните аберации и микронуклеуси в лимфоцитни култури. В последно време цитогенетичното изследване на лицата от високорисковите групи се съчетава с определяне на честотата на сестринските хроматидни обмени в тях, както и извършване на кометен тест в единични клетки. Това е един перспективен подход, който позволява по-fino отчитане на уврежданията на ниво ДНК с оценка на активността на репаративните системи, които отстраняват тези увреждания. Интересът към професионално застрашените от мутагени групи лица се поддържа висок поради възможността за предимна оценка на ограничен брой мутагени, които имат отношение към дадената група лица, контактуващи с тях в условията на производството или при употребата

им. Това от своя страна позволява да се получи комплексна оценка за вероятния химичен мутаген чрез токсикологичната характеристика на трудовата среда и познаването на катаболизирането му в организма. Накрая, макар и не на последно място, данните от генетичния мониторинг на високорисковите групи разкриват възможности за предприемането на практически мероприятия в защита на работещите и околната среда.

Sram (1978), препоръчва система за генетичен мониторинг на професионално застрашени групи която включва цитогенетичен анализ на лимфоцитни култури от периферна кръв на работниците, имунологични изследвания, включващи количество на имуноглобулините и трансформация на лимфоцитите, анамнестични данни за репродукцията в семействата на работниците, както и токсикологичен мониторинг, заключаващ се в проследяване на професионалното излагане на мутагена. Производствената експозиция на всеки „среден“ работник се определя чрез максималната резорбция в белите дробове, белодробната вентилация по време на работа и експозиционното време. Получената производствена експозиция за година се призмислява като доза за килограм телесна маса и мутагенният ефект на тази доза се сравнява с дозовата крива на най-чувствителният тест за мутагенност в експериментални условия със съобразяване със спонтанното ниво на вида мутации, които се анализират. От друга страна данните от генетичния мониторинг се съпоставят с данните от цялостната токсикологична характеристика, получена по описания начин.

Основните практически съображения при прилагането на този подход е да се намери една максимално допустима граница за относителна генетична опасност. От теоретична гледна точка е трудно да се определи някаква безопасна доза при професионалното излагане на химични мутагени. За нуждите на практическото здравеопазване и контрола над технологичните процеси е необходимо да се определи подобна „граница на безопасността“. Изчисляването на генетичните рискове по предложения модел дават възможност данните от цялостното генетико-медицинско и токсикологично проучване да се използват като индивидуални рискове за нуждите на медикогенетичната консултация на професионално застрашените лица.

6.5.4. Генетичният мониторинг като елемент на активната медикогенетична консултация в България

Генетичният мониторинг е един от основните проблеми на медицинската генетика. Решаването му е пряко свързано и с дейността на медико-генетичната

консултация. В нашата страна и по специално в генетичните лаборатории към медицинските университети и медико-генетичните консултативни центрове през последните десет години бяха извършени широки проучвания, които третират проблемите на генетичния мониторинг. Един от основните принципи, върху които се изгражда генетичният мониторинг е познаването на характера и честотата на наследствената патология. Ето защо в широки популяционн-огенетични проучвания или насочени изследвания бе изяснена честотата на редица наследствени заболявания и дефекти. Започнатият скрининг на новородените за фенилкетонурия и галактоземия от Института по педиатрия покрай важните практически задачи, които има да решава, ще изясни и честотата на тези метаболитни заболявания и евентуалните промени в нея с времето. Хромозомната патология винаги е стояла в центъра на вниманието. В резултат на популяционно-генетични изследвания бе изяснена честотата на хромозомните заболявания сред новородените в България. С тези проучвания нашата страна се нарежда между няколко страни в света, които са предприели такива трудоемки и важни изследвания. Едновременно с това се развива и второто направление на генетичния мониторинг, основащо се на анализа на хромозомните аберации в соматичните клетки на човека. Определена бе честотата на хромозомните аберации в лимфоцитни култури на лица с различен пол и възраст в резултат на проучванията на генетичните лаборатории към медицинските университети и Института по радиология и радиобиология към БАН (Фигура 6.8).

Освен посочените популяционни проучвания, които представляват първият етап от осъществяването на генетичния мониторинг, усилията са насочени и към високорисковите групи. Проучванията в това направление включват изследвания върху селскостопански работници, които се намират в професионален контакт с различни пестициди, мнозинството от които имат мутагенна активност, и работници от производството, които са изложени на въздействието на различни химични замърсители с мутагенна активност. В програмата на изследванията по генетичния мониторинг на професионалните групи се включва цитогенетичен анализ на лимфоцитни култури на работниците с отчитане на честотата на хромозомните аберации и сестринските хроматидни обмени, както и анализ на репродукцията в семействата на работниците. Тези изследвания във всички случаи се съчетават с клинични и параклинични изследвания съгласно предвидения набор от показатели за всеки вид производство. Това позволява прицизиране на резултатите от генетичното изследване. Изследователските проучвания на редица автори показват



Фигура 6.8. Кариотип на човека

висока зависимост между честотата на хромозомните аберации и обмени на сестринските хроматиди в културите на отделните лица, от една страна, и клиничните и параклиничните показатели, от друга.

Израз на системния подход към проблемите на генетичния мониторинг в нашата страна е координационната програма "Генетичен статус на българския народ и фактори, индуциращи мутации", както и „Националната програма за профилактика и диагностика на вродените и наследствени заболявания” и „Националната програма за редки болести” финансирани от МНЗ.

Генетичният мониторинг на човека е теоретично сложен проблем и е комплексна за изпълнение задача. Неуточнената честота на редица заболявания в популацията с генетична етиопатогенеза и дължащи се предимно на непосредствено мутагенно въздействие не позволява използването на пълния спектър на нововъзникналите мутации за оценка на динамиката на мутационния процес. Тук на първо място се отнасят повечето от генно обусловените заболявания при човека. Ето защо използването само на някои от тях прави недостатъчно перспективен този подход в генетичния мониторинг. Днес цитогенетичните методи и подходи съставляват основното направление в развитието на генетичния мониторинг в съчетание с биохимичните методи на изследване. Те предлагат сериозна възможност за оценка на мутационния процес при човека в условията на засилено мутагенно въздействие както на популационно ниво, така и в рамките на високорисковите групи. Практическите разработки по проблемите на генетичния мониторинг досега показват, че използването на високорисковите групи се очертава като водещо направление.

Завършващият етап от генетичния мониторинг е на базата на направените оценки, изводи и заключения, да се предложи комплекс от мероприятия по охраната на гаметогенезата на репродуктивната част от населението.

Генетичният мониторинг на човека е широко мащабно, трудоемко и скъпо начинание. То може да се осъществи само чрез обединяването на усилията на специалисти от различни области: генетици, еколози, токсиколози, медици от различни профили и определени държавни институции

6.6. Литература

1. Бочков Н.П. и др. (1974). Доклади АНСССР.
2. Бочков, Н. П. (1977). Цитология и генетика, XI, 5, 195-206.
3. Горбунова, В.Н., В.С. Баранов (1997). В Введение в молекулярную диагностику и генотерапию наследственных заболеваний, Спец. Литература.
4. Цонева М. (1978). Хромозомна диагностика, Мед. и физкултура.
5. Цонева М. (1984). Медико-генетична консултация, Мед. и физкултура.
6. Altukhov, Yn., P. (1980). Proceedings of the XIV Intern. Congress of genetics, 1, 238.
7. Benova D., V.Hadjidekova, R.Hristova, T.Nikolova, M.Bulanova, I.Georgieva, M.Grigorova, T.Popov, T.Panev, R.Georgieva, A.Natarajan, F.,Darroudi, R.Nielsson (2002). Cytogenetic effects of hexavalent chromium in highly exposed Bulgarian chromium platers. - *Mutat.Res.*, 514, 29-38.
8. Brock, D.J., C.H. Rodeck, M.A. Ferguson-Smith (1992). *Prenatal Diagnosis and Screening*. Edinburgh, Churchill-Livingstone.
9. Cramers P., Atanasova P., Vrolijk H., Darroudi F.: Pre-exposure to Low Doses: Modulation of X-Ray-Induced DNA Damage and Repair?, *RadRes* 164, 383-390 (2005).
10. Georgieva V. (1983). *Acta med. bulgar.*
11. Hadjidekova V., M. Bulanova, S.Bonassi, M.Nerri (2003). Micronucleus frequency is increased in peripheral blood lymphocytes of nuclear power plant workers. – *Radiation Research*, 160, 684-690.
12. Hadjidekova V., R.Hristova, L.Popova, A.Staynova

- (2004). Genome Stability in Radiation Exposed workers. – Proceedings Ninth National Conference on Biomedical Physics and Engineering with international participation., 14-16 Oct., Sofia pp.342-344.
13. Harper, P.S. (1993). Practical Genetic Counselling, 4th ed. Oxford, Butterworth-Heinemann.
 14. Harris H. et al. (1974). Adv. Hum. Genet.
 15. Hristova R., T.Nikolova, M.Grigorova, V.Hadjidekova, I.Georgieva, M.Bulanova, D.Benova (2004). Sitematical Cytogenetic Analysis of Stable and Unstable Chromosomal Aberrations in Peripheral Blood of NPP workers. – Proceedings Ninth National Conference on Biomedical Physics and Engineering with international participation., 14-16 Oct., Sofia pp.297-302.
 16. Knudson A.A. Amer (1979). J. Genet., 31, 401.
 17. Latt S. et al. (1980). Adv. Hum. Genet, New York.
 18. Michael Fenech, 1 Stefano Bonassi, 2* Valeria V. Hadjidekova et al. (2003). Mutation research, 534, 45-64.
 19. Mueller, R., I.D.Young (1995). Emery's Elements of Medical Genetics, 6th ed. Edinburg, Churchill-Livingstone.
 20. Natarajan A.T., F.Darroudi, M. v/d Berg, V.Hadjidekova, V.Vermeulen (2000). Biological dosimetric studies in Goiania accident. - IAEA-TECDOC-1131, "Restoration of environments affected by residues from radiological accidents. Approaches to decision making", 127-132.
 21. Nieel, J. In (1980). Well – being of manking and genetics. Proceed. Of the XIV Int. Congres of Genetics, Moskva. 1, 225.
 22. Rimoin, D.L., J.M. Connor, R.E.Pyeritz (1996). Emery and Rimoin's Principles and Practice of Medical Genetics, 3rd ed. New York, Churchill-Livingstone.
 23. Sram R. (1978). Proceed. Of the XIV Int. Congres of Genetics, Moskva.
 24. Staynova A., V. Hadjidekova, A.Savov (2004). Detection and Characterization of Polymorphism in XRCC Repair Genes in Human Population. – Proceedings Ninth National Conference on Biomedical Physics and Engineering with international participation., 14-16 Oct., Sofia pp. 291-293.

7. ОКОЛНА СРЕДА И ЗДРАВЕ



www.getdomainpics.com/keyword/environment%20and%20human%20health/

7.1. Изследване и оценка на здравния статус на населението

7.1.1. Основни методи за изследване и оценка на здравното състояние на населението

Основни методи за изследване и оценка на здравното състояние на населението са два вида епидемиологични проучвания - *наблюдателни* и *експериментални*. От особено значение е точното определяне на заболяването или нарушения в здравното състояние, които се изследват, както и ясно дефиниране на понятието *експонирано лице*, т.е. особеностите, които определят даден индивид като изложен на влиянието на проучвания фактор. Отсъствието на точна характеристика на тези две понятия, определя вероятността от възникване на затруднения при интерпретиране на данните от епидемиологичното проучване.

А. Наблюдателни проучвания. Проследяват естественото развитие на дадено явление, като самият изследовател не се намесва в хода на събитията, а само измерва промените. Към наблюдателните проучвания се отнасят *описателните, аналитичните, екологичните, срезовите, случай-контрола и кохортните проучвания*.

Описателните са първата стъпка от епидемиологичните проучвания. Те представляват описание на здравния статус на дадена общност на базата на рутинни данни за смъртността и заболяемостта за определен период от време в различни общности или страни. Като пример за описателно проучване е установеното нарастване на коефициента за смъртност от инсулт на 100 000 души население в България, в сравнение със съответния за Финландия и Япония за период от 15 години (1970-1985 г.).

Аналитичното проучване анализира взаимните връзки, които съществуват между здравния статус и други променливи величини. В основната си част всички епидемиологични проучвания по своята същност са и аналитични.

Екологичните проучвания често са начало на по-задълбочени епидемиологични проучвания и в основата им са популации или групи лица, а не отделни индивиди. Този вид проучвания са лесни за провеждане, но трудни за интерпретиране поради факта, че единичата за анализ е дадена популация или група, което затруднява анализа на връзката между експозиция и индивидуален резултат. Ако на основата на екологични проучвания бъдат направени неправилни изводи, това може да доведе до систематична грешка. Връзката между променливите на ниво група или популация не отразява връзката, която съществува на ниво индивид.

Срезовите (напречни, трансверзални) проучвания измерват честотата на заболяванията и се наричан още проучвания за разпространение. При тях измерването

на експозицията и резултата се осъществяват едновременно. Срезовите проучвания са относително лесни и икономични за провеждане и се използват за изследване на фиксирани индивидуални характеристики като етническа принадлежност, социален статус, кръвно-групова принадлежност и др. Често се провеждат срезови проучвания на репрезентативни извадки от населението, като вниманието е насочено върху личностови или демографски характеристики, заболявания, свързани със здравето навици и др. Данните от срезови проучвания са особено подходящи за оценка на потребностите на населението от здравна помощ.

Проучванията случай-контрола (case-control studies) се използват за изследване на причините за заболявания, особено на рядко срещани заболявания. Включват се лица за наблюдение със заболяване или друга характеристика и подходяща контролна група от незасегнати лица. Честотата на възможната причина се сравнява между групите на случаите и контролите. Проучванията случай-контрола в повечето случаи са лонгитудинални за разлика от срезовите проучвания, и в зависимост от отношението на времето за събиране на данни към настоящата дата са *ретроспективни* (всички данни се отнасят за миналото) или *проспективни* (събирането на данните продължава с течение на времето). Най-трудната задача при тези проучвания е в подбирането на контролните случаи така, че те да са представителни по отношение на честотата на експозицията в популацията, от която произлизат случаите. Класически пример за проучване случай-контрола е разкриване на връзката между приемане на Талидомид от бременни и дефектите на крайниците при новородени в Германия през 1959 и 1960 г. Проучването установява, че от 46 бременни, 41 са приемали талидомид, докато нито една бременна жена от всички 300 в контролната група, чиито деца са родени без малформации, не е вземала този медикамент. Зависимостта между определена експозиция и дадено заболяване при проучвания от вида случай-контрола се измерва чрез изчисляване на съотношението на две допълващи се вероятности (*odds ratio-OR*). Това е отношението на вероятностите за експозиция сред случаите към тези за експозиция при контролите.

Кохортните проучвания или проучвания на свежата заболяемост (follow-up) започват с подбор на група лица (коHORTа) без заболяване, които се подреждат в групи, различаващи се по даден признак. Определят се наблюдаваните променливи и се проследява кохортата, за да се установи последващо възникване на нови случаи на заболяване или други промени, които се различават по основния признак. Кохортните проучвания са лонгитудинални, подобно на случай-контрола и предоставят най-добра информация за причинността на заболяванията и осигуряват най-

пряк начин за измерване на риска от възникване на заболяване. Необходимо е да се отбележи, че докато острите ефекти се изучават лесно чрез срезови проучвания, то за изследване на късни и хронични здравни ефекти се използват кохортни проучвания. Поради факта, че кохортните проучвания започват с обхващането на здрави лица, то при тях е възможно да се изучава поредица от резултати. Типичен пример за кохортно проучване е Фрамингамското, започнало от 1948 г., изучаващо рисковите фактори не само за сърдечно-съдовите заболявания, но също така и за други заболявания - на дихателната и костно-мускулната система, затлъстяване, захарен диабет.

Б. Експериментални (интервенционални) проучвания. Характеризират се като опит за промяна на дадена случайна величина при една или повече групи лица. Типичен пример за този вид проучване е клинично изпитване на нов медикамент върху избрана група болни с дадено заболяване. Крайните резултати се състоят в сравняване на получените данни в експерименталната и контролната група. Експерименталните проучвания се разделят на *рандомизирани контролирани, полеви и изпитване върху групи от населението.*

Рандомизирано контролирано проучване представлява епидемиологичен експеримент за проучване на нов профилактичен или терапевтичен режим. Изследваните лица в определена популация се разпределят случайно в групи, наричани опитна и контролна, а резултатите се оценяват чрез сравняване на изходните показатели в двете групи. Всички изследвани лица трябва да отговарят на специфични критерии по отношение на проучваното заболяване. Като пример за рандомизирано контролирано проучване е изследване на ранната мобилизация след преживян инфаркт на миокарда.

Полевите изпитвания в противоположност на клиничните, включват лица без заболяване, но за които се предполага че са в риск. Основната цел при този вид проучвания е да се предотврати разпространението на заболявания, които могат да се появят с относително ниска честота. Методът на полево изпитване може да се използва за оценка на интервенции, насочени към намаляване на дадена експозиция без да е необходимо задължително измерване на проявените здравни ефекти.

Изпитвания върху групи от населението е интервенционално проучване, което обхваща човешки общности, а не отделни индивиди. Този вид проучвания са особено подходящи по отношение на заболявания, които са свързани със социалните условия и могат да бъдат повлияни чрез интервенции както на ниво група, така и на ниво индивид. Пример за този вид проучване са сърдечно-съдовите заболявания. Недостатъците се състоят в това, че само малък брой общности могат да

бъдат включени в изследването и случайния подбор е практически невъзможен. Необходими са допълнителни методи за гарантиране на факта, че установените в края на проучването различия се дължат на конкретната интервенция, а не на присъщите за общностите различия.

В. Скрининг. Така се нарича процесът, чрез който се идентифицират неразпознати заболявания или промени в здравния статус с помощта на тестове, които могат да се приложат при по-голяма популация от индивиди. Посредством скрининговите тестове се отделят здравите лица от тези, които могат да имат заболяване. Скринингът не е диагноза на определена болест и изисква проследяване, изследване и лечение на установените отклонения от физиологичните граници.

Съществуват различни видове скрининг, всеки един от които има специфични цели. Масовият скрининг включва изследване на цялата популация, множественият – използване на различни скринингови тестове при един и същи случай, а целевият скрининг е при групи от индивиди със специфична експозиция.

Критериите, на които трябва да отговаря скрининговата програма са описани от Wilson & Junger още през 1968 г. От първостепенно значение е безопасността на скрининга поради факта, че инициативата за неговото провеждане е на здравните работници, а не на лицата, които се подлагат на скрининг. Критериите се отнасят до *особеностите на заболяването* (тежест, висока честота, ясно клинично протичане, продължителен период между първите признаци и появата на заболяване), *използваните диагностични тестове* (чувствителни и специфични, лесни за изпълнение и икономични, надеждни, безопасни и приемливи) и до *диагнозата и лечението* (съществуването на ефективно и безопасно лечение). От съществено значение е достатъчно дългия начален период заболяването - от неговото първоначално диагностициране чрез скрининг до времето на неговата клинична изява при пациенти със съответните симптоми. Пример за такива заболявания с дълъг начален период са хипертоничната болест, хроничната обструктивна белодробна болест, увреждане на слуха, предизвикано от шум и др.

При провеждането на целеви скрининг при групи, които се различават по определени експозиции, критериите за скрининга не са толкова стриктни както при скрининг на цялата популация. Редица здравни последици, които са предизвикани от експозицията на неблагоприятни фактори от околната среда се развиват постепенно и предотвратяването на помаловажен резултат може да препази индивидите в групата от по-сериозни увреждания. Целеви скрининг се изисква от законодателството на редица страни, като след първоначално получените резултати се препо-

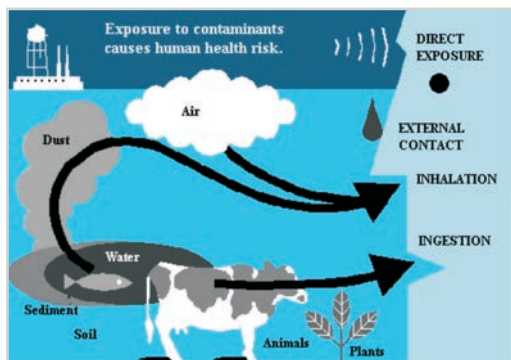
ръчва използване на по-точни тестове. Скриниращите тестове трябва да имат определени характеристики – лесни за използване, икономически изгодни, приемливи за обществото, надежни и валидни. Тестът е надежден, когато предоставя устойчиви резултати и валиден – при разпределяне на индивидите в групи със и без заболяване. Валидността на даден скриниращ тест се определя от неговата чувствителност и специфичност, което представлява съответно относителния дял на болните и здравите лица в скринираната популация.

Значението на даден скрининг се определя от ефекта, който има върху заболяемостта, инвалидността и смъртността. Различията между лицата, участващи в скрининговите програми и тези, които не участват, определят мястото на рандомизираните контролирани проучвания като доказателство за ефективността на скрининга.

Способността на дадено проучване да доказва причинна връзка е от съществено значение при предварителното му планиране. Епидемиологичният подход е основен за проучване на ефектите от замърсяването на околната среда върху здравето.

7.1.2. Някои основни последици за здравето, свързани със замърсяване на околната среда

Основни последици за здравето, свързани със замърсители на околната среда, са в резултат на директна експозиция, външен контакт, вдишване или поглъщане на замърсени храни (Фигура 7.1).



Фигура 7.1. Замърсители на околната среда и въздействието им върху здравето на човека www.getdomainpics.com/keyword/environment

Остри реакции: Повишени дневна смъртност, хоспитализации по повод на белодробни заболявания, хоспитализации по повод на сърдечно-съдови заболявания, спешна помощ за дихателни и сърдечни болести, първични посещения и грижи за болни с дихателни и съдечно-съдови заболявания, употреба на лекарства за белодробни и сърдечно-съдови болести,

намалена работоспособност, отсъствие от работа, отсъствие от учебни занятия, самолечение, особено поведение, остри симптоми, физиологични промени, например на белодробната функция (National Research Council, 2002).

Хронични реакции: Смъртност и честота и на хронични заболявания на сърдечно-съдовата, дихателната система и злокачествени заболявания.

Други реакции: Ниско телпо при раждане; Преждевременно раждане; Вродени аномалии (WHO, 2005). Алергични реакции на кожа, очен анализатор, дихателна и храносмилателна система.

Редица епидемиологични проучвания показват, че дневната смъртност, най-вече от сърдечно-съдови и белодробни заболявания, следва ежедневното колебание на атмосферното замърсяване. Мултицентрово проучване (APHEA), проведено в 29 (предимно европейски) града, установява увеличаване на смъртните случаи от заболяване с 0,6% паралелно с повишаване концентрацията на FPЧ_{10} с $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (в деня на смъртта в сравнение с предишния ден). Смъртните случаи от сърдечно-съдови заболявания се увеличават с 0,7%. Тези резултати са сходни с мета-анализ, проведен от СЗО, който установява подобни стойности за общата смъртност и малко по-висока за сърдечно-съдовата смъртност (0,6% и 0,9%, съответно при увеличение концентрацията на FPЧ_{10} с $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Увеличава се броя и на спешни посещения и хоспитализации поради сърдечно-съдови заболявания, инсулт и заболявания на дихателните пътища, включително астма, във връзка с градското замърсяване. Установено е увеличаване на хоспитализациите за астма при деца с 2%, при възрастни до 64 години с 1.1% и с 0,9% за всички болести на дихателните пътища (включително ХОББ, астма и други респираторни заболявания) в напреднала възраст (Medina et al, 2004).

Продължителното или през целия живот неблагоприятно въздействие на замърсители на околната среда не предизвиква остри здравни ефекти, но допринася за появата на симптоми, които в крайна сметка водят до хронични заболявания. Проучването на тези реакции обикновено изисква мащабни и продължителни във времето наблюдения. Съществуващите данни за дългосрочните ефекти на атмосферното замърсяване се основават на по-малко проучвания, в сравнение с тези за острите ефекти. През последните 10 години много изследвания потвърждават вредните ефекти дори на умерени нива на атмосферните замърсители (Фигура 7.2).

Основният акцент на епидемиологичните проучвания относно замърсяването на околната среда е изместен от белодробните към сърдечно-съдовите заболявания. В проучване, проведено в Германия е установена връзка между разпространението на исхемична болест на сърцето и праховото замърсяване



Фигура 7.2. Пирамида на здравните ефекти свързани с атмосферното замърсяване (WHO, 2005)

PM_{2.5} (Heinz Nixdorf RECALL изследване). Инфарктът на миокарда, стент- и байпас интервенции са по-често срещани при хора, живеещи в райони с високи концентрации на прахови частици и усилен пътен трафик. Продължителното пребиваване до големи пътни артерии е свързано със 7% по-висок риск от атеросклеротични промени на коронарните съдове, независимо от фоновите нива PM_{2.5} (Hoffmann et al., 2007).

Необходимо е да отбележим факта, че няма заболяване, което да се свързва строго специфично със замърсяването на околната среда. Замърсяването на въздуха не е единствената причина за регистрирани ежедневни здравословни проблеми (различни симптоми, посещения при лекар, хоспитализации, смърт и т.н.). Редица други условия като метеорологични параметри, атмосферно електричество, магнитни бури и др. се променят ежедневно и също повлияват здравното състояние. Епидемиологичните изследвания трябва да се контролират стриктно и за други важни рискови фактори. В подкрепа на това са резултатите от здравния скрининг проведен на 18 годишни ученици от няколко основни населени места в област Стара Загора. Установява се значима връзка между някои изследвани показатели на дихателната и сърдечно-съдовата система и продължителността на тютюнопушене и индексът на телесна маса.

Честотата на заболявания и отклонения при

населението от области с различна степен на замърсяване не би трябвало да се използва за категорична оценка на последиците за здравето от това замърсяване.

В последните години вниманието на изследователите е насочено към проучване на индикатори за вродената или придобитата способност на организма да отговори на експозицията на даден вреден фактор от околната среда т.н. биомаркери за чувствителност. Това води до определяне на индивидите, които имат повишен здравен риск за развитие на дадено заболяване. Добре са проучени биомаркерите за експозиция (продукт от взаимодействието между фактора от околната среда и организма) и за ефект (измерими клинично-лабораторни, физиологични или други промени в организма).

Различните биомаркери намират приложение в различни етапи при оценка на екологичния риск за човешкото здраве. Те са особено необходими при откриване на опасността, за доказване на количествени взаимоотношения между дозата и ефекта, както и за характеристика на дадената експозиция.

7.2. Литература

1. Бийгълхолр Р., Р. Бонита, Т. Келстрьом (1994). Основи на епидемиологията, СЗО, 204.
2. Ръководство по хигиена и професионални

болести (1994). Под редакцията на проф. Д.Цветков, Мед. и физкултура, София, 266.

3. Хигиена и екология (2005). Под редакцията на проф. Д. Цветков, т.1л Изд. Св. Кл. Охридски, София, 319.

4. Хигиена, хранене и професионални болести (2009). Под редакцията на проф. Б. Попов, София, 612.

5. Kunzli, N. L. Perez, R. Rapp (2010). Air Quality and Health. Published by European Respiratory Society, 66.

6. National Research Council (2002). US National Academy of Science Committee. Estimating the Public Health Benefits of Proposed Air Pollution Regulations. Washington DC, National Academies Press. Available at: www.nap.edu/catalog.php?record_id=10511.

7. World Health Organization (2005). Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global upda. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02. Available at: www.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.

8. Medina S, Plasencia A, Ballester F, et al (2004). Air pollution: public health impact of PM10 in 19 European cities. J Epidemiol Community Health; 58: 831–836.

9. Hoffmann B, Moebus S, Mohlenkamp S, et al (2007). Residential exposure to traffic is associated with coronary atherosclerosis. Circulation; 116: 489–496.

7.3. Свободни радикали, оксидативен стрес и екологично оксидативно равновесие в биологичните системи

7.3.1. Екологичните замърсители – екзогенни източници на реактивни кислородни видове

През последните години все повече изследвания на специалисти от различни области са свързани с влиянието на околната среда върху биологичните видове. Съвременната наука търси отговор на въпросите за ролята на екологичните замърсители във формирането на неблагоприятните промени в биологичните системи. Обяснението на тези промени е свързано и с образуването на реактивни кислородни видове (*reactive oxygen species - ROS*) в организмите. В резултат на промените в макро- и микроклимата: изтъняване на озоновия слой; образуване на фотохимичен смог (O_3 , NO_2 , SO_2 и др.) над градовете вследствие замърсяване на околната среда; повишено UV-облъчване; повишаване на температурата на Земята; наличие на йонизиращо лъчение в околната среда, устойчиви органични замърсители – диоксини, фурани, полихлорирани бифенили и хексахлорбензенът, образувани и отделяни непреднамерено от антропогенни източници, промените в качеството на живот на хората: физическо свръхнатоварване;



Фигура 7.3. Замърсители на околната среда - екзогенни източници на ROS в аеробните организми (Георгиева, 2005).

психичен стрес; неправилно хранене; прекомерна употреба на лекарствени препарати и др. екзогенни фактори се генерират токсични ROS в биологичните системи. Екзогенните източници на ROS-супероксиден радикал (O_2^-), азотен оксид (NO), водороден пероксид (H_2O_2), хидроксилен радикал (OH), синглетен кислород ($1O_2$) и др., са и замърсители на околната среда (Фигура 7.3.).

Образуването на ROS се провокира и от ендогенни източници в резултат на окислително - редукиращи биохимични процеси като част от нормалния клетъчен метаболизъм на кислорода (Del Maestro, 1980; Tatla et al., 1999).

7.3.2. Оксидативният стрес - фактор за нарушено екологично оксидативно равновесие

В биологичните организми постоянно протичат свободно - радикалови процеси, продуциращи ROS, тъй като антиоксидантните защитни системи не могат изцяло да елиминират тяхното образуване. При нормални физиологични условия в аеробните организми съществува деликатен баланс между продукцията на ROS и тяхното елиминиране от защитните антиоксидантни системи. В ниски концентрации ROS са изключително необходими за протичането на нормалните физиологични процеси като клетъчна диференциация и пролиферация, апоптоза, клетъчния имунитет, клетъчната защита срещу микроорганизми, меланогенеза и стареене. Обратно, високи концентрации на ROS или неадекватното им отстраняване от защитните механизми на клетката, когато ROS се образуват по-бързо отколкото клетъчните защитни механизми могат да ги отстранят се продуцира оксидативен стрес (Valentine et al., 1998; Vladimirov, 2004; Himmelfarb and Hakim, 2003). Оксидативният стрес участва в патогенезата и развитието на много заболявания (Abe et al., 2000; Gadjeva et al., 2008). Болестните състояния сами по себе си също продуцират оксидативен стрес в организма (Mates et al., 2000;). Това се илюстрира чрез бързо повишаване на продуктите на липидно перокисление и увреждане на антиоксидантния статус както при опитни животни, така и при човека. Оксидативният стрес нарушава екологично оксидативно равновесие (EOP) между оксидантите и прооксидантите в биологичните системи, което води до токсични увреждания, заболявания, състаряване или смърт на аеробните организми. Екологично оксидативно равновесие е състояние при, което съществува баланс между генерацията на ROS и обезвреждащия капацитет на ендогенната антиоксидантна защита на организма (Georgieva, 2005). В състояние на EOP биологичните системи са максимално защитени от токсични оксидативни въздействия. Всички екзогенни

източници (замърсители на околната среда) на неконтролируемо образуване на ROS продуцират оксидативен стрес, който нарушава значимо EOP. В състояние на оксидативен стрес и нарушено EOP биологичните системи са незащитени от токсичните оксидативни въздействия на ROS, което води до токсични увреждания, заболявания, състаряване или смърт на аеробните организми.

Като всяко друго равновесие и EOP е динамично и с помощта на подходящи радикалови протектори (антиоксиданти) може да се въздейства върху него. С помощта на антиоксиданти даден организъм може да възстанови EOP, което води до редуциране на оксидативния стрес и нормализиране на ендогенните антиоксидантни защити в биологичните системи (Georgieva et al., 2011).

7.3.3. Изследване ефекта на завишени концентрации от токсични ксенобиотици във води, почви, растения, животни и хора чрез Електрон Парамагнитен Резонанс (ЕПР) метод

През последните 20 години замърсяването на почвеният слой на Земята с тежки метали придобил глобален характер. Главните източници на замърсяване на почвите са аерозолните промишлени емисии съдържащи оксиди и сулфиди на химичните елементи, автомобилните емисии, твърдите индустриални отпадъци, големите ферми за отглеждане на селскостопански животни, огромните количества отпадъчни води вливащи се в реките. Най-разпространените замърсители на почви и природни водоизточници от тежките метали са *желязото, медта, мангана, кобалта*, които са и биогенни елементи, участващи в синтеза на протеини, ензими, във фотосинтезата и др. Железните йони от трета степен на окисление са по-честите замърсители, понеже са термодинамично по-стабилни от тези във втора степен на окисление. В резултат на антропогенното замърсяване, тежките метали навлизат в почвата под формата на оксиди и различни соли, които могат да са водно-разтворими или неразтворими - най-често това са сулфиди, сулфати, арсенати и т.н. Присъствието на тежки метали предизвиква промени в статуса на хумусната субстанция, структурата, рН, и биологичните свойства на почвата, което води до частично или понякога пълно загубване на почвеното плодородие.

Натрупването на метали в околната среда (въздух, води, почви), води до тяхното акумулиране по пътя на хранителната верига в живите организми и като резултат се повишават нивата на ROS и RNS в поразените клетки и се индуцира оксидативен стрес. Попаднали в организма йоните на тежки метали проявяват висок афинитет към тиоловите групи на различни ензими и протеини, които са отговорни за

нормалния клетъчен защитен механизъм. Продължителното излагане на действието на тези метали води до клетъчна смърт. Чрез ЕПР *spin trapping* техника редица автори доказват генерирането на супероксид анион радикал (O_2^-) и водороден пероксид (H_2O_2) в човешки кератиноцитни клетъчни линии и васкуларни ендотелни клетки, след третирането им с нисоки концентрации от арсен (As). Множество изследвания с животни показват, че интоксикацията с кадмий (Cd) води до значително увеличаване на нивото на MDA реактивните продукти и глутатион пероксидазната активност които са маркери за липидна пероксидация. Като използват ЕПР *spin trapping* техника, същите автори установяват, че в изолиран чернодробен хомогенат на риба от вида *Carrassius auratus*, третирана с Cd и/или нафталин се генерират високотоксичните хидроксилни радикали (OH) и се наблюдават оксидативни токсични увреждания (Shi et al., 2005). Също чрез ЕПР *spin trapping* техника е установено, че 2-хлорофенолът индуцира повишено ниво на ROS в черен дроб на риби (Luo et al., 2006). Използвайки ЕПР *spin trapping* техника същите автори доказват, че генерираните ROS са силно токсичните за организма OH радикали и предполагат, че повишеното ниво на продуктите на липидно прекисно окисление е обусловено от генерираните тези OH радикали (Mason et al., 1994). Установен факт е, че рибите като вид са много добър индикатор за доказване замърсяване на водите с йони на тежки метали (Arkiadoss et al., 2008). Множество *in vitro* и *in vivo* изследвания доказват, че третирането с органичен или неорганичен живак (Hg) води до индуциране на оксидативен стрес, главно чрез изчерпване на глутатионовите нива (Takeshita et al., 2004). Съотношението аскорбат/дехидроаскорбат е добър индикатор за степента на стрес при растенията. Доказано е, че в листата на различни растения, които се отглеждат в почви с завишени концентрации на желязо (в условията на стрес) се наблюдава намаление на съдържанието на аскорбат и повишение на съдържанието на дехидроаскорбата, спрямо стойностите измерени за контролни растения (отглеждани в почви с нормално съдържание на желязо). Авторите стигат до заключение, че повишеното съдържание на Fe катализира в растенията, процесите, при които се генерират ROS, като последните се детоксифицират от аскорбата, което обяснява и понижено съдържание на аскорбат в растенията отглеждани в условията на стрес (Barbehenn et al., 2003). Чрез ЕПР спин улавяща техника и директна ЕПР спектроскопия са изследвани нивото на липидни и аскорбатни радикали като е направена оценка на активния метаболизъм в гонади, изолирани от морски таралеж през различните сезони на годината (Malanga et al., 2009). Като индикатори на оксидативния стрес авторите изследват и определят двата важни

индекса, съотношенията – аскорбилов радикал/аскорбат и липидни радикали/алфа-токоферол (Barbehenn et al., 2003).

В лабораторията по ЕПР към Медицински факултет на Тракийски университет могат да се извършват следните анализи:

1. чрез методите на директната *in vitro* ЕПР спектроскопията могат да се изследват и да се докаже присъствието на йони на тежки метали в почвени проби. При използване на подходящи стандарти (неорганични соли на установените тежки метали) може да се определи и концентрацията на същите в изследваните почви;

2. чрез индиректна *ex vivo* ЕПР спектроскопия при използване на *N-tert-butyl-alpha-phenylnitron* (PBN) като *spin trapping* (спин улавящ) агент може да се изследват тъканни хомогенати от животински или растителни видове за присъствие на ROS продукти в тях. Повишеното ниво на ROS продукти регистрирано в тъканни хомогенати от животни или растения обитаващи район с предполагаемо замърсяване на околната среда спрямо нивото на ROS продукти, регистрирано в тъканни хомогенати изолирани от животни или растения обитаващи екологично чисти райони е доказателство за наличието на източници на замърсяване;

3. *Ex vivo* чрез метода на ЕПР спин улавяща спектроскопия може да се изследва нивото на аскорбатни радикали в тъканни хомогенати изолирани от животински видове обитаващи район с предполагаемо замърсяване на околната среда и да се сравнява с това регистрирано в тъканни хомогенати изолирани от животни обитаващи екологично чисти. Установяване на повишено ниво на аскорбатни радикали в тъканните проби на първите видове спрямо вторите е доказателство за замърсяване на околната среда. Особено подходяща за тези изследвания е рибата обитаваща водоеми в случаите, когато се предполага замърсяване с йони на тежки метали и други токсични ксенобиотици на почви около същите водоеми, както и на самите водоеми;

4. Изследване съдържанието на аскорбатни радикали, чрез директна ЕПР спектроскопия и на аскорбинова киселина чрез спектрофотометричен метод, в тъканни хомогенати изолирани от растения може да служи като маркер за наличие на оксидативен стрес в растения развиващи се в условия на повишени концентрации във въздуха от серен диоксид и други вредни газове, повишени концентрации в почвата от тежки и преходни метали като олово, кадмий, живак, цинк, мед и други токсични съединения.

При индикации за замърсяване:

- на въздуха с различни токсични газове като серен диоксид, азотни оксиди, и др.
- на водите, почвите, на животински и растителни

видове с йони на тежки метали, пестициди, инсектициди и други токсични вещества,

може да се направи предварителен скрининг като се изследват проби от почви и тъканни хомогенати изолирани от животински и растителни видове чрез директни и индиректни ЕПР методи.

Примери:

1. Директен *in vitro* ЕПР метод за изследване присъствието на йони на тежки метали в почвени проби.

Изследват се почвени проби взети от повърхностен слой, както и на дълбочина от 20-30см. След стриване на почвата под формата на фин прах се запълват кварцови стъклени тръбички с вътрешен диаметър около 1 mm, които се поставят в резонатора на ЕПР спектрометър - X-band EMX^{micro}, производство на немската фирма Bruker. ЕПР спектрите се записваха при следните параметри: *center field* 310.0 mT, *sweep width* 600 mT, *power* 20.510 mW, *gain* 1×10^2 , *modulation amplitude* 0.030 mT, *time constant* 655.360 ms, *sweep time* - 133.325 s. Обработката на ЕПР спектрите и свързаните с нея изчисления се провеждат със специално разработени за целта програми WIN-EPR и *Simphonia*. Стойностите на измерените характеристични константи (*g* факторите на отделните сигнали в спектъра) се сравняват с литературните данни. При използване на подходящи стандарти (неорганични соли на установените тежки метали) чрез ЕПР метода може да се определи и концентрацията на същите в изследваните почви.

2. Индиректна *ex vivo* ЕПР спектроскопия за изследвани на нивото на генерирани токсични кислородни радикали (ROS) в тъканни хомогенати от животни или растения.

Принцип на метода: спин уловителят *N-tert-butyl-alpha-phenylnitron* (PBN) взаимодейства с генерираните в тъканите нестабилни ROS и образува с тях съответните спин адукти, които вече са стабилни радикали и могат да се регистрират от ЕПР спектрометъра като характерни ЕПР спектри. Изследванията се провеждат със ЕПР системата X-band EMX^{micro}, спектрометър, производство на фирмата Bruker, Germany, снабден със стандартен резонатор. Всяка проба се изследван трикратно. Обработката на получените ЕПР спектри и свързаните с нея изчисления се реализират чрез програмите WIN-EPR and *Simphonia*. Към 0,1 g чернодробна тъкан се прибавя 1 ml 50 μM разтвор на спин уловителя PBN в DMSO и след хомогенизиране (2 min) се центрофугира. С проба от супернатанта се запълва кварцова капиляра (с вътрешен диаметър 1 mm), след което веднага се поставя в ЕПР кюветата за измерване на ЕПР спектъра.

Условията на записа на ЕПР спектрите е: *power* 20.49 mW; *center field* 350.3 mT; *sweep width* 10 mT; *gain* 1×10^3 ; *modulation amplitude* 0.05 mT; *sweep time* 81.92 s; *time constant*, 327.68 ms.

Въз основа на изчислените хиперфинни сплитинг константи на регистрирания PBN спин адукт се идентифицира вида на генерираните ROS в изследваните тъкани. След двойно интегриране на площта под ЕПР спектъра се определя нивото на ROS в безразмерни единици. Чрез сравняване нивото на генерираните ROS в тъкани изолирани от животни или растения от други екологично чисти райони може да се съди за нивото на замърсяване на изследвания район.

7.4. Литература

1. Георгиева, Н. (2005). Замърсители на околната среда, оксидативен стрес и екологично оксидативно равновесие. *Обзор. Екология и бъдеще*, 4(1), 3-11.
2. Abe, J.I., M. Q. Okuda, M. Huang, B. Yoshizumi, C. Berk (2000). Reactive oxygen species activate p90 ribosomal S6 kinase via Fyn and Ras. *J. Biol. Chem.*, 275, 1739-1748.
3. Arckiadoss, T., F.P. Xavier, B. KarthikeyaPrabhu, M. Babu (2008). Electrical conductivity as a tool for identification of metal contaminated fish protein. *J. Food Engineering*, 88, 405-410.
4. Barbehenn, R.V., U. Poopat, B. Spencer (2003). Semiquinone and ascorbyl radicals in the gut fluids of caterpillars measured with EPR spectrometry. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 33, 125-130.
5. Del Maestro, R. F. (1980). An approach to free radicals in medicine and biology. *Acta Physiol. Scand. Suppl.*, 492, 153.
6. Gadjeva, V., A. Dimov A., N. Georgieva (2008). Influence of therapy on the antioxidant status in patients with melanoma. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 33(2), 179-185.
7. Georgieva, N. V., 2005. Oxidative stress as a factor of disrupted ecological oxidative balance in biological systems - a Review. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 8(1), 1-11.
8. Georgieva, N.V., M. Gabrashanska, V. Koinarski, S. Ermidou-Pollet (2011). Antioxidant status in *Eimeria acervulina* infected chickens after dietary selenium treatment. *Trace Elements and Electrolytes*, 28(1), 42-48.
9. Himmelfarb, J., R.M. Hakim, 2003. Oxidative stress in uremia. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, 12(6), 593-598.
10. Luo, Yi., Y. Su, R. Lin, H. Shi, X. Wang (2006). 2-Chlorophenol induced ROS generation in fish *Carassius auratus* based on the EPR method. *Chemosphere*, 65, 1064-1073.
11. Malanga, G., A. Perez, J. Calvo, S. Puntarulo (2009). The effect of seasonality on oxidative metabolism in the sea urchin *Loxechinus albus*. *Mar Biol*, 156, 763-770.
12. Mason, R.P., P.M. Hanna, M.J. Burkitt, M.B. Kadiiska (1994). Detection of oxygen-derived radicals in biological systems using electron spin resonance. *Environ.*

Health Perspect. 102 (Suppl. 11), 33-36.

13. Mates, J. M. and F. M. Sanchez-Jimenez (2000). Role of reactive oxygen species in apoptosis: implications for cancer therapy. *The Int. Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 32, 157-170.

14. Shi, H., Y. Sui, X. Wang, Y. Luo, L. Ji (2005). Hydroxyl radical production and oxidative damage induced by cadmium and naphthalene in liver of *Carassius auratus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 140 (1), 115-121.

15. Takeshita, K., K. Fujii, K. Anzai, T. Ozawa (2004). *In vivo* monitoring of hydroxyl radical generation caused by X-ray irradiation of rats using the spin trapping/EPR technique. *Free Radic. Biol. Med.* 36, 1134-1143.

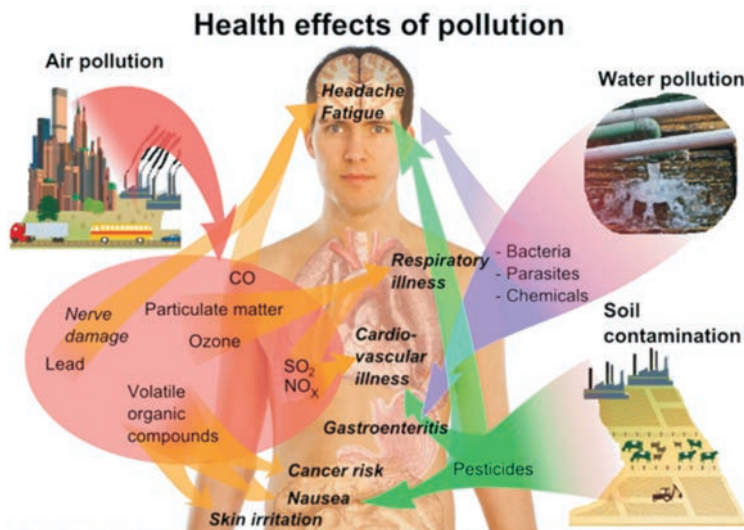
16. Tatla, S., V. Woodhead, J. C. Foreman, B. M. Chain (1999). The role of reactive oxygen species in triggering proliferation and IL-2 secretion in T cells. *Free Radical Biology & Medicine*, 26, 14-24.

17. Valentine, J.S., D.L. Wertz, T.J. Lyons, L.L. Liou, J.J. Goto, E.B. Graiaa (1998). The dark side of dioxygen biochemistry. *Curr Opin Chem Biol.*, 2(2), 253-262.

7.5. Въздействие на замърсителите от околната среда върху имунната система и човешкото здраве

Бързото технологично развитие на човешкото общество през последните години доведе до глобални неблагоприятни изменения в околната среда, засягащи живота на всеки индивид. Увеличаването на количеството и разнообразието на индустриалните и други замърсители като потенциални антигени, ксенобиотици и канцерогени в средата на живот от една страна и стресовите фактори от друга, оказват

съществен ефект върху човешкото здраве. Световната здравна организация отчита бърз растеж на заболяванията през последните 10 години, като изчислява, че 40% от ежегодната смъртност се дължи на замърсяването на почва, вода и въздух (Pimenttel et al. 2007). Повишаването на замърсителите се асоциира с отрицателни последици за здравето на хората, като имунната система е основният биологичен медиатор на ефектите от замърсителите върху човешкото здраве. Това доведе до промяна в забелеваемостта при хората, отразена в нарасналия брой болести свързани с увреждания засягащи механизмите и функциите на имунната система: ракови и алергични заболявания, сърдечно-съдови и белодробни хронични възпалителни процеси; невродегенеративни, аутоимунни и имунодефицитни състояния. Много често се наблюдават отклонения в имунният отговор при развитието на обикновени инфекциозни и неинфекциозни болести, водещи до усложнена патология. Натрупаха се данни показващи значими промени в имунният отговор и неговата регулация дължащи се на различни замърсители от околната среда и произтичащите от това неблагоприятни ефекти върху човешкото здраве. От особено значение е въздействието на замърсителите във въздуха, водата и храните върху развитието и балансът на хуморалния и клетъчен имуен отговор към чуждородните субстанции. Така промененият имуен отговор към свръхстимулация може да бъде причина за развитие на аутоимунни заболявания, свръхчувствителност и алергии, докато подтискането на имунния отговор води до имунна супресия, която е причина за развитието на тежки инфекциозни заболявания и повишава риска за образуване на тумори (Фигура 7.4).



Фигура 7.4. Въздействие на околната среда върху здравето на човека
www.commons.wikimedia.org/wiki/File:Health_effects_of_pollution.png

Синтетичните химични вещества, най-честите замърсители на околната среда взаимодействат с ендогенни макромолекули и клетки, като могат да предизвикат промяна в нормалните им функции. Тъй като клетките на имунната система са едни от най-реактивоспособните то неблагоприятното въздействие на различните химични и физични субстанции върху тяхната функция се дефинира като имунотоксичност (Banerjee et al., 2008). Имунотоксичният ефект включва: хистопатологични ефекти върху органите и тъканите на имунната система, нарушения в клетъчната структура и функции на имунните клетки, променено зреене и активация на имунокомпетентните клетки, промени в броя и съотношението на *V* и *T* клетъчните популации, промени в ефекторните функции на лимфоцитите.

Тези факти налагат търсенето на нови подходи и средства в идентификацията на имунотоксичните ефекти на различните замърсители и превенция на тяхното действие, като значимо се увеличиха акцентите върху оценка на имунните биомаркери като показатели за нормалната функция на имунната система и регулация на имунния отговор.

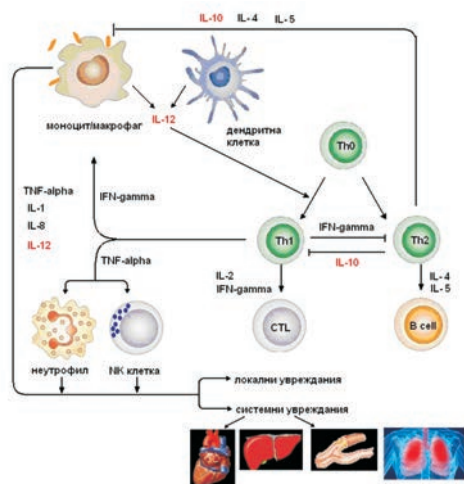
Имунната система е адаптивна система, чиято функция е да поддържа генетичната хомеостаза и да осигурява защита срещу неинфекциозни (чужди или туморни клетки) и инфекциозни (вируси, бактерии и паразити) агенти, чрез развитието на адекватен и протективен имуен отговор. Имуният отговор е вроден и специфичен, клетъчен и хуморален. Вроденият имуен отговор е незабавен, но е неспецифичен и не се развива памет. Специфичният имуен отговор се развива по-късно, насочен е към точно определен антиген (вещество - продукт на чужда генетична информация) и се изгражда имунна памет, която предпазва индивида от повторно развитие на болестта за различен период от време (Abbas and Lichtman, 2003).

Имуният отговор при бозайници и човек е многостъпален и многокомпонентен биологичен процес, подложен на фина регулация. Той се иницира от антигенен стимул и води до активиране на имунните клетки, като централно място заемат антиген представящите клетки - моноцити, макрофаги и дендритни клетки, които са отговорни за формирането на *ефекторни T- и B-лимфоцити*. *T-лимфоцитите (CD8)* реализират клетъчния имуен отговор, най-ефективен срещу вируси и туморни клетки. В лимфоцитите осъществяват хуморалният имуен отговор, чиито основни ефекторни молекули са антителата от класовете *IgM, IgG, IgA* и *IgE* (Abbas and Lichtman, 2003). Всички процеси на активиране, пролифериране и ефекторни функции на имунните клетки се регулират по два основни начина: междуклетъчно разпознаване, взаимодействие с клетки помощници (*CD4*) и свързването с цитокини и

хемокини, посредством рецепторите по клетъчната мембрана. Най-характерното за групата на хемокини и цитокини е тяхната индуцирана и краткотрайна експресия, включваща се чрез няколко основни вътреклетъчни сигнални пътища задействащи се на каскаден принцип посредством ангажирането на определени мембранни рецептори като рецепторите на вродения имунитет, рецептори за митогени и цитокини (Stanilova et al., 2005; Dobrova et al., 2008).

При реализиране на имунния отговор се включват механизмите на имунна регулация, чрез които се осигурява ефективност. Ефективният имунитет води до състояние на протективен имунитет. Когато балансът между реализация и регулация на имунния отговор е нарушен и равновесието е изтеглено в една от двете посоки то резултатът е увреждащ собствените тъкани имуен отговор или недостатъчно ефективен спрямо антигена имуен отговор, като и в двата случая се наблюдават нежелани патологични ефекти. Едновременно с това е очевидно, че както реализирането, така и регулацията на имунния отговор е пряко свързана с голям брой генетични фактори, поради което индивидуалните вариации в зависимост от конкретния генотип са многобройни. Координираната продукция на цитокини по време на имунния отговор контролира пролиферацията, диференциацията и ефекторните функции на имунните клетки и е ключов фактор който регулира вида и силата на имунния отговор. След антигенна стимулация на антиген-представящите клетки /дендритни клетки и макрофаги/ няколко комбинации на продуцирани от тях цитокини оказват влияние върху типа на развиващият се имуен отговор- предимно хуморален или предимно клетъчен. Те са сред основните медиатори, които регулират *V* и *T* клетъчната активация и пролиферация директно или опосредствано чрез влиянието си върху *Th*-клетки. Секретирайки други цитокини активираните лимфоцити от своя страна могат да влияят върху функциите на антиген-представящите клетки и неутрофилните клетки /основни клетки на възпалението/ като повишават или прекъсват тяхната работа. Всеки дисбаланс в продуцираните цитокини може да доведе до патологични последици (Фигура 7.5) които в зависимост от степента на дисбаланса варират от локални до системни увреждания.

Цитокиновата секреция е индуцируема и най-често локална. Цитокините условно се делят на цитокини на вродения и цитокини на придобития имунитет. Към цитокините на вроденият имунитет се отнасят предимно проинфламаторните цитокини (*IL-1, TNF-, IL-6, IL-12*) и хемокини, отговорни за развитието на възпалителния процес и оказващи влияние за развитието на типа специфичен имуен отговор. *TNF-* е основният медиатор на острият инфламаторен отговор при инфекции. Физиологичните функции на *TNF-* и *IL-6*



Фигура 7.5. Ефекти на проинфламаторни и регулаторни цитокини продуцирани от антиген-представящи клетки и лимфоцити върху протичането на имунния отговор

макар и разнообразни са насочени главно към разгръщане на силен локален възпалителен отговор с цел елиминиране на инфекциозният агент. Повишените количества от тези цитокини и тяхното поддържане в кръвта води до развитието на хроничен възпалителен отговор. *IFN- γ* и *IL-2* се продуцират при развитие на клетъчен имунен отговор, *IL-4* и *IL-5* определят протичането на хуморален имунен отговор съпроводен с антитялосинтеза. Към факторите, които модулират индуцираната цитокинова генна експресия и повлияват вида и силата на имунния отговор спадат и голяма част от замърсителите във въздуха, водата и почвата. Най-добре проучен е ефекта на замърсителите на въздуха върху имунния отговор. Основните замърсители на въздуха са различни токсични газове, органични компоненти и прахови частици, получени от индустриална дейност и изгаряне на петролни и твърди горива, както и междинни и крайни продукти от техните химични взаимодействия. Самостоятелно и в различни комбинации тези замърсители оказват разнороден ефект върху клетките на имунната система, като променят нормалния протективен имунитет в аберантен (нетипичен), увреждащ собствените тъкани и органи имунен отговор. В общ план вдишването на праховите частици и газове (основно серни и азотни окиси, въглероден оксид и озон) понижава вродените защитни механизми в белия дроб чрез увеличаване на епителната пропускливост и мукозният имунитет. Праховите частици от въздуха, особено фините и ултра фините (*UFPM*) преминават през дихателния епител и се поглъщат от белодробните макрофаги, като ги активират (Hogg and van Eeden, 2009). Активираните

макрофаги синтезират разнообразни цитокини и хемокини имащи отношение към развитието на локален и системен възпалителен процес, който може за хронифицира. Взаимодействието на праховите частици с белодробните макрофаги зависи от различни фактори включително размерите и химичния състав на праховите частици. Ултрафинните сажди индуцират предимно синтеза на хемокини, привличащи неутрофилите, докато праховите частици съдържащи цинкови или железни йони индуцират и синтеза на цитокини с проинфламаторен (провъзпалителен) ефект.

Голям брой епидемиологични проучвания показват, че децата живеещи в индустриалните градове и тези с интензивен трафик проявяват значимо по-често хронични възпаления на дихателните пътища в комбинация с нарушена бариерна функция на епитела и промени в серумната концентрация на проинфламаторни цитокини (Calderon-Garciduenas et al., 2009). Влиянието на замърсителите от въздуха върху имунната система при децата е много по силно изразено защото тяхната имунна система не е напълно развита функционално, както и поради факта че те прекарват повече време на открито, особено в следобедните часове, когато концентрацията на замърсителите често е най-висока. Все повече проучвания показват връзката на атмосферното замърсяване с развитието на хронични бронхити. Силна пропорционална зависимост (до 26,5 пъти) е установена между концентрацията на азотен диоксид и развитието на астма, чести респираторни инфекции и дихателни смущения (Chauhan et al., 2003), докато полицикличните ароматни въглеводороди (получени основно от изгаряне на дизелови горива и кокс) се считат за основен фактор при отключване на различни алергични прояви при деца. Продължителен анализ на честотата на бронхитите при деца от 1 до 5 год. показва зависимост от експозицията на полицикличните ароматни въглеводороди и фини прахови частици. Ключов фактор за развитието на тези възпалителни и алергични белодробни заболявания при децата, експонирани на атмосферни прахови частици е свързактивирането на хуморалният имунен отговор и синтезирането на аномално високи концентрации на *IgE* и други медиатори на алергичните реакции. Този ефект на атмосферното замърсяване зависи от индивидуалният генотип, поради което не всички хора реагират еднакво при експозиция и риска от развитие или не развитие на различни белодробни заболявания е значимо обусловен от конкретния генотип. В основата на тази индивидуална реакция на хората са генетичните полиморфизми, в частност полиморфизмите на цитокиновите гени и техният ефект върху количеството синтезиран цитокин (Miteva and Stanilova, 2008; Dobрева et al., 2009). Генетичните полиморфизми

по цитокинови гени и техният функционален ефект върху количеството синтезиран цитокин обуславят както генетичната предизпозиция към различните заболявания, така и възможността за индивидуален отговор към различни замърсители, например експозиция на силициев диоксид (Stanilova et al., 2007; Stanilova et al., 2008). Този факт определя цитокините като подходящи биомаркери при оценка въздействието на атмосферните замърсители върху човешкото здраве.

Изследвания върху хуморалния имунен отговор на възрастни хора, живеещи в райони с повишено ниво на атмосферните прахови частици, показват значимо повишение на някои от параметрите на този отговор – повишение на антитела, предимно от класовете *IgA*, *IgE* и *IgM*, активиране на системата на комплемента, повишени концентрации на провъзпалителни протеини и др. (Stiller-Winkler et al., 1996). В заключение понастоящем се счита че замърсяването на въздуха води по-често до общо активиране на имунната система, особено валидно за хуморалният имунен отговор. В тази насока са и получените от нас резултати за повишеното количество на имунни комплекси в плазма на учениците от Стара Загора в сравнение с тези на ученици от Казанлък и Чирпан. Тази свръхпродукция на антитела, особена на антитела от класа *IgE* е една от причините за повишеният брой алергични заболявания, особено тези на горните и долни дихателни пътища. Типичен пример е развитието на алергична реакция след експозиция на толуендисоцианат, който причинява тежка астма. В моделни животни е установено развитие на аутоимунни реакции, увреждащи бъбреци и бял дроб след третиране с живак. Едновременно със свръхактивирането на хуморалният имунитет е установено подтискане на клетъчните механизми, например фагоцитозата. Ултрафините въглеродни частици значимо увреждат способността на алвеоларните макрофаги да убиват бактерии, поради което увеличават риска от тежко протичащи бактериални инфекции на белия дроб. Можем да направим извода, че експозицията на прахови частици индуцира хронични възпалителни процеси по епитела на дихателните пътища, като увеличава чувствителността към инфекции и развитие на алергични процеси, напр. астма. Понастоящем е установена значима асоциация между промоторен полиморфизъм в гена за *TNF- α* и генетичната предразположеност към развитие на астма. Участието на генетичните фактори в развитието на atopична астма и други прояви на atopията варира от 30% до 70% като предизпозиция.

Повишените концентрации на озон във въздуха (прекурсори на озона се намират в голяма концентрация в частици от изгаряне на дизелово гориво и се превръщат в озон при въздействие на ултра-

виолетова светлина) причиняват сенсibiliзиране към алергии и астма, както и свръхреактивност на вродения имунен отговор, който унищожават собствени клетки на специфичния имунитет последвано от имunosупресия. Имуносупресия е демонстрирана основно след експозиция на диоксини (2,3,7,8-тетрахлордифензо-р-диоксин), дибензофуранни както и при продължително въздействие на хлорирани циклични въглеводороди като полихлорирани бифенили. Последните са особено вредни за деца, тъй като подтискат растежа и развитието на тимуса, последвано от супресия на клетъчния имунитет. Индивиди с определени генни варианти за *глутатион-S-трансфераза P1* и *M1*, водещи до отсъствие или редуцирана синтеза на тези ензими, имат значимо повишена генетична предразположеност към адювантни ефект на полицикличните въглеводороди, съдържащи се в частиците от изгаряне на дизелово гориво.

Високите нива на *азотен диоксид* във въздуха, съчетани с ултра финни прахови частици, се свързват с повишени концентрации в серума на С-реактивен протеин и IL-6, увеличен приток на неутрофили в комбинация с занижена цитотоксичност на NK-лимфоцитите и намалени лимфоцитни субпопулации (Chauhan et al., 2003). С-реактивния протеин е прогностичен фактор за сърдечно-съдови, а IL-6 за възпалителни заболявания. NK лимфоцитите са клетки на вродения имунитет имащи основна роля в противовирусния и противотуморния имунитет поради което занижената им функция повишава риска от тежки вирусни инфекции (предимно при деца) и развитие на тумори. Имулната система интензивно взаимодейства и с нервната система, като аберантният имунен отговор в резултат на замърсители от типа на полицикличните ароматни въглеводороди и особено експозицията на олово е свързана и с повишената невропатология и промени в поведенческите реакции. Освен това експозицията на прахови частици е пряко свързана и с ускореното развитие на атеросклеротични плаки, които са причина за сърдечно-съдови (остър коронарен синдром, инфаркт на миокарда) и мозъчно-съдови (преходна мозъчна исхемия и инсулт) проблеми (Brunekreef and Holgate, 2002). Продължителната експозиция на прахови частици се счита за допълнителен рисков фактор за развитието на болестта на Алцхаймер, особено при индивиди, носители на рисковия алел *APOE 4*.

Атмосферните замърсители могат също да попаднат във водите, почвите и храните, но най-честите замърсители тук са пестицидите и соли на тежки метали. Повсеместното използване на пестицидите в селското стопанство създава предпоставка за тяхното присъствие в почвата, водата и храната на хората подлагайки на риск голяма част от човешката популация. Експериментални данни от проучвания

проведени с човешки клетъчни култури и лабораторни животни представят силни доказателства за имунотоксичния ефект на пестицидите. Тези данни се подкрепят от епидемиологични проучвания върху хора изложени на действието на пестицидите – работници в производството на пестициди, селскостопански работници и др.

Имунотоксичността на органофосфорните пестициди /OP/ е тестирана в експериментални животински модели. По-малко е информацията за техния ефект върху човешкото здраве. Общото заключение от всички проведени експерименти и проучвания върху хора е, че OP пестициди индуцират ясно изразена имunosупресия върху хуморалния и клетъчен имуноен отговор в *in vivo* и *in vitro* условия.

Органохлороиновите пестициди /OC/ подобно на ДДТ, хлордан, алдрин, линдан и др. имат по-малък имунотоксичен ефект върху човешкото здраве, но имат кумулативно действие и голям потенциал за хронична имунотоксичност. Това се дължи на дългия полуживот на тези съединения и продължителното им персистиране в околната среда, както и в способността им да се акумулират във видове по върховете на хранителната верига, както и в човека. Имунотоксичността им върху хората засяга както естествения така и придобития имунитет. Съобщава се за нарушаване на неутрофилните функции, повишена чувствителност към инфекции свързана с имунодефицитни състояния, понижен брой на супресорните CD4 лимфоцити, занижен лимфопрлиферативен отговор към митогени, супресиран антиягло-зависим и клетъчно-медиран имуноен отговор. Имуноната система е чувствителна и към карбаматните пестициди. Макар че има съобщения за техния ефект върху клетъчния имуноен отговор, повечето проучвания акцентират върху силния им имunosупресивен ефект върху хуморалния имуноен отговор.

Имунотоксичността на фенокси хербицидите е свързана със значителна редукция в броя на CD4 хелперните T лимфоцити, общия брой и броя на активираните CD8 цитотоксични T лимфоцити. Освен това при хора изложени на тяхното действие е силно понижен за продължителен период от време лимфопрлиферативния отговор към митогенна стимулация. Подобна загуба на способността да отговарят на митогенна стимулация се наблюдава и при лимфоцитите на хора изложени на действието на пентахлорфенолните пестициди (Colosio et al, 1999; Colosio et al, 2005).

Макар и значимо по-рядко третирането с някои пестициди може да доведе и до противоположния ефект – имуностимулация, изразена в повишаване на лимфопрлиферативния отговор, и повишена продукция на цитокини от стимулираните имунокомпетентни клетки (Banerjee et al, 2008). Към тази група

пестициди принадлежат дитиокарбаматите, които съдържат манган или цинк. Така например, доказано е повишаването на серумните нива на IL-2, IL-4, TNF- α и понижаването на IFN- γ след отравяне с линдан. Заниженото серумно ниво на IFN- γ и промяната в цитокиновия профил може да обясни зачестилите инфекциозни заболявания след остро или хронично излагане на OC пестициди.

Връзката между пестицидите и отключването на автоимунни заболявания е предмет на множество проучвания. Счита се, че присъствието на автоантитела е най-сериозният диагностичен маркер за наличието на автоимунно заболяване. Автоантителата които най-често са предмет на проучвания са: анти-нуклеарни антитела и анти-неутрофилно-цитоплазмени антитела (асоциирани с *lupus erythematosus*), анти-тироглобулинови антитела (заболявания на щитовидната жлеза), ревматоиден фактор (ревматоиден артрит) и др. Още през 1993 г една изследователска група доказва, че след излагането на OP пестицид част от пациентите се диагностицират с лупусоподобен синдром. Същата лаборатория съобщава, че след употребата на OC пестицид 95% от хората влезнали в контакт с него са имали анти-миелинови, анти-гладкомускулни, анти-нуклеарни антитела или такива срещу ренални тубуларни епителни клетки и стомашните париетални клетки (Holsapple M P, 2002). Автоимуногенният потенциал на някои фунгициди, контаминиращи неправилно съхранено зърно се потвърждава от по-късни изследвания когато е доказано повишеното серумно ниво на IgG и IgM. Всички получени до момента експериментални данни и проучвания върху хора водят научната общост до явното заключение за връзката между пестицидите и отключването на автоимунни заболявания.

Много от пестицидите притежават канцерогенен ефект. Канцерогенните пестициди увеличават риска от развитието на рак посредством различни механизми включително: генотоксичност, промотиране на туморния растеж, хормоноподобно действие и имунотоксичност. Канцерогенният ефект на пестицидите и начина на тяхното действие е предмет на проучвания проведени основно с експериментални животни. При такива проучвания е доказан канцерогенен ефект на OC пестицидите /хлордан, линдан, ДДТ/. Епидемиологичните проучвания върху хора са по-малко, но точно те свързват фенокси хербицидите с развитието на саркома на меките тъкани и малигнена лимфома. При хора, OC пестицидите могат да индуцират развитието на саркома на меките тъкани, неходжкинова лимфома и левкемия. По-слаби са доказателствата за връзката между OC пестицидите и рака на белия дроб или гърдата. Доказана е и връзката между OP пестицидите и неходжкиновата лимфома и левкемията, както и на

триазиновите хербициди с рака на яйчиците (Dich et al, 1997). Проучванията в това направление са интензивни и се провеждат и понастоящем. Крайният ефект на един пестицид върху конкретен индивид се влияе от множество фактори: доза, честота и продължителност на излагането; генетична конституция, хранителни навици; съпровождащи заболявания; възраст и пол; психологичен статус и др. Тъй като индивидуалните параметри и комбинацията между тях варира силно между различните индивиди, то и наблюдавания краен ефект не винаги е еднакъв по характер и тежест при засегнатите хора.

Тежките метали са една основна категория от глобално разпространените замърсители на околната среда. Те се отличават с тяхната широка разпространеност, тенденцията им да акумулират в определени тъкани на човешкото тяло, голямата им токсичност дори и в ниски нива. Те могат да бъдат вдишани с прахови частици – например оловен оксид от изгарянето на бензин; вдишани чрез изпарения - такива са случаите на отравяне с живак в производството на флуоресцентни лампи или случайно погълнати с вода и храна. Количеството на действително абсорбиран метал зависи от неговата химическа форма и индивидуалните организмови особености. Металите модулират активността на имунокомпетентните клетки чрез различни механизми. В зависимост от вида на метала, неговата концентрация и биологична активност, както и от състоянието на организма те могат да индуцират имуностимулация или имunosупресия. Те нарушават имунната хомеостаза и могат да доведат до имунодефицит или до автоимунно състояние (Duruibe et al, 2007).

Живакът (Hg) присъстващ в неорганична или органична форма играе важна роля като замърсител на околната среда. Той се използва все още като компонент в някои лекарства и е съставна част от дезинфектанти, консерванти и зъболекарска амалгама. Металният живак много бързо се окислява в тялото до Hg^{2+} и се акумулира в различни органи като бъбреци и мозък причинявайки нефротоксичен и невротоксичен ефект. По отношение на имунопатологичната му роля много често се съобщава за контактна хиперчувствителност към живачни компоненти като живачен хлорид, живачен амониев хлорид, фенолживачен ацетат и тиомерсал (консервант в повечето ваксини). Хроничното излагане на живак може също да води до гломерулонефрит дължащ се на отлагането на *IgG* съдържащи имунни комплекси върху гломерулната мембрана. Циркулиращи *IgG* имунни комплекси са намерени в работници изложени на живак. В научната литература се срещат публикации показващи, че живака може да индуцира синтеза на автоантитела, включително на антинуклеарни и антиламининови антитела и дори системен автоимунитет с кожни лезии

подобни на тези които се образуват при склеродерма.

Друг метал който се свързва с индуцирането на автоимунни заболявания при човека е *златото (Au)*. Това е парадоксално, доколкото златото е компонент на лекарства използвани за терапия на ревматоидния артрит. Бавно действащото злато в тези лекарства забавя прогресирането на заболяването. При такива пациенти обаче се проявяват странични ефекти наподобяващи лезиите развиващи се при реакцията на присадка срещу гостоприемник. Индуцираните от златото имунопатологични реакции включват: лишеноиден дерматит, стоматит, еозинофилия. По-рядко се наблюдават: имуно-комплексно индуциран гломерулонефрит, алвеолит, лимфаденопатия, хипергаммаглобулемия, с повишени нива на серумен *IgE*, антинуклеарни антитела и др. По отношение на чувствителността на различните хора към златото се подозира и генетична предиспозиция свързана с наличието на *HLA-DR3* алела. При някои индивиди златото предизвиква и контактен дерматит при използването на ювелирни изделия или зъболекарска златна амалгама (Schuppe et al, 1998).

Оловото (Pb) е широко разпространен замърсител на околната среда. Той е потенциален канцероген тъй като имунната система е силно чувствителна към него (Singh et al, 2003). Някои от ефектите на оловото върху имунната система са представени на Таблица 7.1.

Други метали замърсяващи околната среда са манган, цинк и желязо. Характерното за тях е, че те присъстват и в човешкия организъм където имат важни функции - предимно като коензими. Въпреки това, повишената им концентрация в околната среда или в различни храни и вода също може да има неблагоприятни последици върху човешкото здраве. Проведените от нас изследвания върху количеството моноспецифични антитела при експериментална интоксикация на зайци с манган, показаха значимото им повишаване в хода на първичния имунен отговор. Имуностимулиращият ефект на различни агенти много често е желан и целенасочено търсен при алтернативно лечение на пациенти с имунодефицити. Такава имуностимулация се провежда чрез строго определени дози за определен период от време. Безконтролната и постоянна имуностимулация може да рефлектира в аберантен имунен отговор отклонен към автоимунни процеси в резултат на провокираната поликлонална имуностимулация и продукцията на **автоантитела**.

Промените в ефективните и регулаторни механизми на имунната система, водещи до различни патологични промени се изследват интензивно, както и възможности за балансиране на тези промени. В това направление се проучват имуномодулаторните свойства на много природни продукти, основно от растителен произход с цел създаване на имуномодулатори с точно определено приложение.

Таблица 7.1. Ефекти на оловото върху имунната система

Показатели	Резултати от експерименти проведени <i>in vitro</i>	Резултати от експерименти проведени <i>in vivo</i>	Клинични наблюдения
Проучвания върху <i>T</i> клетки	Инхибиране на имунния отговор към митогени	Инхибирана забавена хиперчувствителност	Понижен брой на <i>CD3+</i> и <i>CD4+</i> <i>T</i> лимфоцити
	Понижена тип <i>Th1</i> и повишена <i>Th2</i> цитокинова продукция	Понижен общ <i>T</i> клетъчен брой Понижено тегло на тимуса	Занижен <i>T</i> лимфоцитен отговор и смесена лимфоцитна реакция
Проучвания върху <i>B</i> клетки		Понижен имунен отговор към антигени	Понижени серумни нива на <i>IgM</i>
		Продукция на атоантитела срещу неврални протеини Повишена чувствителност към бактериални инфекции	Понижени нива на с екреторния <i>IgA</i>
Проучвания върху <i>NK</i> клетки	Без промяна в базалната и <i>IFN-gamma</i> индуцираната <i>NK</i> цитотоксичност		
Проучвания върху макрофаги и неутрофили	Понижена фагоцитоза	Остър възпалителен отговор	Понижение на броя на <i>CD16+</i> клетки
	Понижена <i>LPS</i> -индуцирана <i>TNF-alpha</i> продукция		
	Повишена продукция на H_2O_2 и супероксиден анион		
	Понижен хемотаксис на неутрофили Понижена продукция на <i>NO</i>		

Методите за оценка на имунния статус включват методи за оценка на хуморалният и методи за оценка на клетъчния имунен отговор. Класически подход за оценка на хуморалния имунитет е да се изследват количеството на класовете антитела в серума (*IgG*, *IgM* и *IgA*), макар че получените резултати не са достатъчно информативни. Определянето на серумният *IgE* може да даде информация за алергични и атопични прояви при аберантния имунен отговор. По-точна оценка може да се направи на моделни животни след имунизация и

проследяване на титъра на моноспецифични антитела в условия на експозиция.

Друг метод даващ информация за свръхактивация или супресия на хуморалният имунитет при човек е определянето на имунните комплекси и разпадни продукти от системата на комплемента в серум или плазма. Определянето на пролиферативния лимфоцитен отговор към митогени, фагоцитарната активност и *T*-клетъчна цитотоксичност са основни методи при оценка на клетъчния имунитет, а по-новите методи

включват определяне процента чрез фенотипизация на клетъчните популации от имунно-реактивни клетки.

Най-съвременните изследвания позволяващи да се оцени аберантния T и B-клетъчен имуен отговор включват определяне количеството и съотношението на различните цитокини – провъзпалителни; антивъзпалителни и регулаторни, индуциращи предимно хуморалния или клетъчен имуен отговор, респективно супресиращи.

Количественото определяне на плазмени цитокини (TNF- α , IL-6, IL-12, IL-10) и имунни комплекси, съдържащи IgM, IgG и IgA в периферна кръв, както и моноспецифични антитела след имунизация на опитни животни, третирани с тежки метали се извършва и като част от проекта в лабораторията по гена експресия и имуномодуляция към Катедрата по Молекулярна Биология, Имунология и Медицинска генетика на Медицински Факултет при Тракийски Университет – Стара Загора.

7.6. Литература

1. Abbas, A., Lichtman, A. (2003). Cellular and Molecular Immunology, 5th Edition, Philadelphia, USA, W. B. Saunders Company.
2. Banerjee B D, Chakraborti A, Suke S G, Ahmed R A, and Tripathi A K. (2008). Xenobiotic-induced immune alterations: Implication in health and disease. *Ind J Biochem Biophys*, 4:57-15.
3. Brunekreef B, Holgate ST (2002). Air pollution and health. *Lancet*, 360:1233-1242.
4. Calderón-Garcidueñas L, Macías-Parra M, Hoffmann HJ, Valencia-Salazar G, Henríquez-Roldán C, Osnaya N, Monte OC, Barragán-Mejía G, Villarreal-Calderon R, Romero L, Granada-Macías M, Torres-Jardón R, Medina-Cortina H, Maronpot RR. (2009). Immunotoxicity and environment: immunodysregulation and systemic inflammation in children. *Toxicol Pathol.*;37(2):161-9.
5. Chauhan AJ, Inskip HM, Linaker CH, Smith S, Schreiber J, Johnston SL, Holgate ST. (2003). Personal exposure to nitrogen dioxide (NO₂) and the severity of virus-induced asthma in children. *Lancet*. 2003 Jun 7;361(9373):1939-44.
6. Colosio C, Birindelli S, Corsini E, Galli CL, Maroni M. (2005). Low level exposure to chemicals and immune system. *Toxicol Appl Pharmacol*, 207: S320-S328.
7. Colosio C, Corsini E, Barcellini W, Maroni M. (1999). Immune parameters in biological monitoring of pesticide exposure: current knowledge and perspectives. *Toxicol Lett* 108, 285-295.
8. Dich J, Zahm S H, Hanberg D, and Adami H O. (1997). Pesticides and cancer. *Cancer Causes and Control* , 8: 420-443.
9. Dobrova Z., Stanilova S., Miteva L. (2009). Influence of JNK and p38 MAPKs inhibition on IL-12p40 and IL-23 production depending on *IL12B* promoter polymorphism. *Cell Mol Biol Lett*, vol. 14, 4: 609-621.
10. Dobrova Z.G., Stanilova S.A., Miteva L.D. (2008). Differences in the inducible gene expression and protein production of IL-12p40, IL-12p70 and IL-23: involvement of p38 and JNK kinase pathways. *Cytokine*, 43:76-82.
11. Duruibe JO, Ogwuegbu M O C and Egwurugwu J N. Heavy metal pollution and biotoxic effects. *Int J Physical Sci*, 2007, 2 (5), 112-118.
12. Hogg JC, van Eeden S. (2009). Pulmonary and systemic response to atmospheric pollution. *Respirology*, 14: 336-346.
13. Holsapple M P. (2002). Autoimmunity by pesticides: a critical review of state of the science. *Toxicol Lett* 127, 101-109.
14. Miteva L and S. Stanilova (2008). The combined effect of IL-10 and IL-12 polymorphisms on induced cytokine production. *Human Immunology*, 69: 562-566.
15. Pimentel D, Cooperstein S, Randell H, Filiberto D, Sorentino S, Kaye B et al. (2007). Ecology of increasing diseases: population growth and environmental degradation. *Hum Ecol*, 35: 653-668.
16. Schuppe H C, Ronnau A C, Schmiedeberg, Ruzicka T, Gleichmann E, Griem P. (1998). Immunomodulation by heavy metal compounds. *Clinics in Dermatology*, 16: 149-157.
17. Singh V K, Mishra K P, Rani R, Yadav V S, Awasthi S K, Garg S K. (2003). Immunomodulation by lead. *Immunol Res*, 28/2: 151-165.
18. Stanilova S., L. Miteva, G. Prakova (2008). IL-12Bpro and GSTP1 polymorphisms in association with silicosis. *Tissue Antigens*, 71: 169-74.
19. Stanilova S., L. Miteva, Prakova G. (2007). Interleukin-12B-3'UTR polymorphism in association with IL-12p40 and IL-12p70 serum levels and silicosis severity. *International Journal of Immunogenetics*, vol.34: 193-199.
20. Stanilova S.A., Zlatka G, Dobrova, Emil S, Slavov, Lyuba D. Miteva. (2005). C3 binding Glycoprotein from *Cuscuta europea* induced different cytokine profiles from human PBMC compared to other plant and bacterial immunomodulators. *International Immunopharmacology*, vol. 5: 723-734.
21. Stiller-Winkler R, Idel H, Leng G, Spix C, Dolgner R. (1996). Influence of air pollution on humoral immune response. *J Clin Epidemiol*. 45: 527-534.

8.СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА (СУОС)



www.getdomainpics.com/keyword/environment

8.1. Основни понятия

Аспект на околната среда е елемент от дейностите, продуктите или услугите на дадена организация, които могат да взаимодействат с околната среда.

Доклад за потвърждение е докладът, който изготвя проверяващият по околна среда.

Заинтересувана страна е лице или група лица, заинтересовани или засегнати от резултатността спрямо околната среда на дадена организация.

Значим аспект на околната среда е аспект на околната среда, който има или може да има значително въздействие върху околната среда.

Интегриране на държавната политика по околна среда в секторните политики означава съобразяването и включването на изискванията за опазване на околната среда в процеса на разработване, прилагане и контрола по прилагането на секторните политики.

Качество на околната среда. Под качество на околната среда в най-широк смисъл се разбира степен на съответствие на природната среда към жизнените потребности на човека и другите организми. Качеството на околната среда е условно понятие и се определя до голяма степен от изискванията на населението от дадена страна или регион, като зависи от нивото на икономическото, социалното и културно-историческото развитие.

Конкретна цел по околна среда е подробно изискване към резултатността, количествено определено, когато е възможно, приложимо за цялата организация или за част (части) от нея, произтичащо от общите цели по околната среда и което е необходимо да бъде определено и изпълнено, за да се постигнат тези общи цели.

Норми за качество на околната среда са определените в нормативните актове по околната среда специфични изисквания, които следва да бъдат изпълнени в определен момент в околната среда, като норми за съдържание на вредни вещества в атмосферния въздух, норми на качество на водите във водните обекти, норми за качеството на другите компоненти на околната среда и норми за допустимите стойности на факторите, които замърсяват или увреждат околната среда.

Непрекъснато подобряване на резултатността спрямо околната среда е процесът на повишаване година след година на измеримите резултати на системата за управление по околна среда, свързана с контрола на организацията върху значимите аспекти на околната среда, въз основа на нейната политика по околна среда, на общите и конкретните цели. Не е необходимо подобряването на резултатността да се осъществява във всички области на дейността едновременно.

Обща цел по околна среда е обща цел, произтичаща от политиката по околна среда, която дадена организация си поставя и която е количествено определена, когато е възможно.

Одит по околна среда е систематична, документирана, периодична и обективна оценка на достиженията на организацията, системата за управление и процесите за опазване на околната среда с цел:

а) подпомагане на управленския контрол на дейностите, които могат да имат въздействие върху околната среда;

б) оценяване на съответствието с политиката на организацията по околна среда.

Одит на системата за управление на околната среда е систематичен и документиран процес на проверка за обективно получаване и оценяване на доказателства, за да се определи дали системата за управление на околната среда на дадена организация съответства на пределените от организацията критерии за одит и за уведомяване на ръководството на организацията за резултатите от този процес.

Одитор е лице или екип, принадлежащ към персонала на организацията или външен за организацията, действащ от името на ръководството, действащ индивидуално или колективно, чиито компетентности са определени в съответния стандарт.

Отчет по околната среда е информацията, описана в съответния стандарт.

Площадка е целият терен с определени географски координати (границы), който се управлява от страна на организацията, включвайки дейностите, продуктите и услугите, както и цялата инфраструктура, оборудването и материалите.

Политика по околната среда са общите цели и принципи за действие на организацията по отношение на околната среда, включително съответствието с всички приложими нормативни изисквания по околна среда, както и ангажимент за непрекъснато подобряване на резултатността спрямо околната среда. Политиката по околна среда дава рамката за определяне и преразглеждане на общите и конкретните цели по околна среда.

Предотвратяване на замърсяването е използването на процеси, практики, материали или продукти, с които се избягва, намалява или контролира замърсяването, което може да включва например рециклиране, обработване, промени на процесите, механизми за контрол, ефективно използване на ресурси и замяна на материали.

Преглед по околна среда е първоначалният всестранен анализ на свързаните с дейността на организацията въпроси по околна среда, въздействие и резултатност.

Проверяващ по околна среда е лице или организация, независима от проверяваната органи-

зация, акредитирана в съответствие с изискванията на наредбата и процедурата за акредитация на ИА "БСА.

Програма по околна среда е описанието на мерките (средствата и отговорностите), предприети или предвидени, за да се постигнат общите и конкретните цели по околна среда, както и крайните срокове за постигането им.

Резултатност спрямо околната среда са резултатите от контрола на организацията върху аспектите ѝ на околната среда.

Система за управление на околната среда е частта от общата система за управление, която включва организационната структура, дейностите по планирането, отговорностите, практиките, процедурите, процесите и ресурсите за разработване, внедряване, постигане, преглед и поддържане на политиката на околната среда.

Устойчиво развитие е развитие, което отговаря на нуждите на настоящето, без да ограничава и нарушава способността и възможността на бъдещите поколения да посрещат своите собствени потребности. Устойчивото развитие обединява два основни стремежа на обществото: а) постигане на икономическо развитие, осигуряващо нарастващ жизнен стандарт; б) опазване и подобряване на околната среда сега и в бъдеще

8.2. Нормативна база на СУОС

Разработването и внедряването на Системи за управление на околната среда се основава на международни и български стандарти, закони и подзаконовни нормативни документи, по-важни от които са:

- БДС EN ISO 14001:2005 - Системи за управление по околна среда. Изисквания и указания за прилагане (ISO 14001:2004).
- БДС EN ISO 14004:2010 - Системи за управление по отношение на околната среда. Общо ръководство за принципите, системите и методите за внедряване (ISO 14004:2004)
- БДС EN ISO 14015:2010 - Управление на околната среда. Оценка на околната среда на площадки и организации (EASO) (ISO 14015:2001).
- БДС EN ISO 14040:2006 - Управление на околната среда. Оценка на жизнения цикъл. Принципи и общи изисквания (ISO 14040:2006).
- БДС EN ISO 14042:2006 - Управление на околната среда. Оценка на жизнения цикъл. Оценка на въздействието на жизнения цикъл (ISO 14042:2000).
- БДС EN ISO 14043:2006 - Управление на околната среда. Оценка на жизнения цикъл. Интерпретация на жизнения цикъл (ISO 14043:2000).
- БДС EN ISO 14044:2006 - Управление на околната среда. Оценка на жизнения цикъл.

Изисквания и указания (ISO 14044:2006).

- БДС EN ISO 14050:2010 - Управление на околната среда. Речник (ISO 14050:2009).
- БДС EN ISO 14063:2010 - Управление на околната среда. Обмен на информация по отношение на околната среда. Насоки и примери (ISO 14063:2006).
- БДС EN ISO 19011:2004 - Указания за одит на системи за управление на качеството и/или за управление на околната среда (ISO 19011:2002).
- БДС ISO 14004:2008 - Системи за управление по отношение на околната среда. Общо ръководство за принципите, системите и методите за внедряване.
- БДС ISO 14015:2008 - Управление на околната среда. Оценка на околната среда на площадки и организации.
- БДС EN ISO 14050:2000 - Управление на околната среда. Речник.
- EN ISO 9000:2005 - Системи за управление на качеството – Основни положения и речник.
- БДС EN ISO 10013:2001 – Указания за разработване на наръчници по качеството.

8.3. Разработване на СУОС

8.3.1. Основни принципи при разработване на СУОС

Управлението на околната среда обединява твърде разнообразни управленски компоненти на различно същностно, пространствено и времево равнище. По същество обществото постепенно осъзнава необходимостта да включи в управленската си дейност разнообразните въздействия върху околната среда. Това осъзнаване е постепенен процес, резултат от нарушения баланс между налични природни ресурси и потреблението им от една страна, от друга от нарушения баланс от отделните отпадъци, материални и енергийни загуби и самопречиствателните способности на природните системи. Постепенно се разбира, че управлението следва да се базира на предпазни (превантивни) мерки, а не на отстраняване на последствията.

Управлението на околната среда се състои от екокомпонентите във всяка една система за управление, а от друга от отделната фирма, до общината и държавата.

- СУОС е част от цялостната управленска система на предприятието;
- СУОС е планирана, координирана съвкупност от управленски дейности, оперативни процедури, документирани, и съхраняване на записите, с точно дефинирани отговорности, счетоводство и ресурси;
- СУОС има за цел предпазване от отрицателното въздействие върху околната среда, подпомагане на дейности и действия, подобряващи

екологичното състояние на предприятието.

Съгласно стандарт ISO 14001, СУОС е част от цялостната система за управление, която обхваща организационната структура, дейностите по планиране, отговорностите, методите, процедурите, процесите за развитие, внедряване, изпълнение, оценяване и поддържане на политиката по опазване на околната среда. Внедряването на СУОС трябва да доведе до подобряване на работата по опазване на околната среда. Системата предлага един структуриран процес за осъществяване на непрекъснато подобряване, чиято скорост и степен се определя от организацията в светлината на икономическите и други обстоятелства. Въвеждането на СУОС не води до незабавно ограничаване на неблагоприятните въздействия върху околната среда. Въпреки, че може да се очаква известно подобряване на работата по опазване на околната среда дори само от приложеният систематичен подход, СУОС е само един инструмент който дава възможности на организацията да достигне и систематично да контролира желаното от нея равнище на работата по опазване на околната среда.

Системата трябва да даде възможност на организацията да:

- определи политика по опазване на околната среда, подходяща за нея;
- идентифицира аспектите по опазване на околната среда, произтичащи от минали, настоящи или планирани дейности, продукти или услуги, да определи значимите въздействия върху околната среда;
- идентифицира съответните законодателни и нормативни изисквания;
- определи приоритетите и определи подходящи цели и задачи на опазването на околната среда;
- въведе организационна структура и една или повече програми за реализиране на политиката и достигане на целите и задачите;
- улесни дейностите по планирането, контрола, наблюдението, коригиращите действия, одита и прегледа, за да е сигурно, че политиката се реализира, и че СУОС продължава да е подходяща;
- се адаптира към променящите се обстоятелства.

8.3.2. Задължителни елементи на СУОС

Съгласно стандарт ISO 14001 съществуват някои задължителни елементи на СУОС, а именно:

А. Елементи от процеса на планиране. Елементите от СУОС, които имат отношение към планирането включват:

- *Идентифициране на аспектите на околната среда и оценяване на свързаните с тях въздействия върху околната среда;*
- *Определяне на законовите изисквания;*

- *Формулиране на политика по отношение на околната среда;*
- *Определяне на вътрешните и външни критерии на изпълнение;*
- *Поставяне на цели по отношение на околната среда;*
- *Поставяне на цели за околната среда;*
- *Съставяне на изчерпателен план по отношение на околната среда и съответна програма за управление.*

Б. Елементи, свързани с внедряване и функциониране на СУОС. СУОС включват три категории, свързани с функционирането:

- I. Организация и отчетност*
 - *Включва структурни отговорности;*
 - *Дефинира роли, отговорности, правомощия;*
 - *Идентифицира ресурсите за СУОС – човешки, технологични, финансови;*
 - *Определя представител на ръководството, който да отговаря за внедряване на СУОС.*
- II. Обучение, интерес и компетенции. Осигурява обучение за стимулиране на интересите, ролите и отговорностите.*
- III. Комуникации. Установява и оповестява процедурите за вътрешна и външна информация.*

В. Елементи на контролните процедури:

- *Контрол върху документите - установява и поддържа процедури за контрол върху всички документи – къде се намират, кога се преразглеждат и т.н.;*
- *Контрол върху функционирането. Идентифицира операции/действия по околната среда, документира условията при които същите се извършват, регламентира други елементи на контролните процедури, вкл. и реагиране при извънредни обстоятелства.*

Г. Елементи на управленски контрол. Цялостният контрол анализира елементите на СУОС, в резултат от одит или вътрешна проверка. Осъществяването на цялостен управленски контрол отразява стремежа на организацията към непрекъснато усъвършенстване. СУОС изисква:

- *Разработване на екологична политика, която да изразява ангажираността на ръководството да провежда подходящо управление на околната среда;*
- *Изготвяне на Екологична програма или План*

за действие, с мерките, които ще се предприемат през следващите години, целите и задачите, произтичащи от екологичната политика;

- Въвеждане и функциониране на организационна структура за изпълнение на предвидените действия;

- Интегриране на управлението на околната среда в производствената дейност чрез развиване на екологични процедури, вкл. и обучение на персонала;

- Провеждане на екологичен мониторинг, вътрешни проверки и коригиращи действия;

- Извършване на екологични одити за проверка на прилагането на системата.

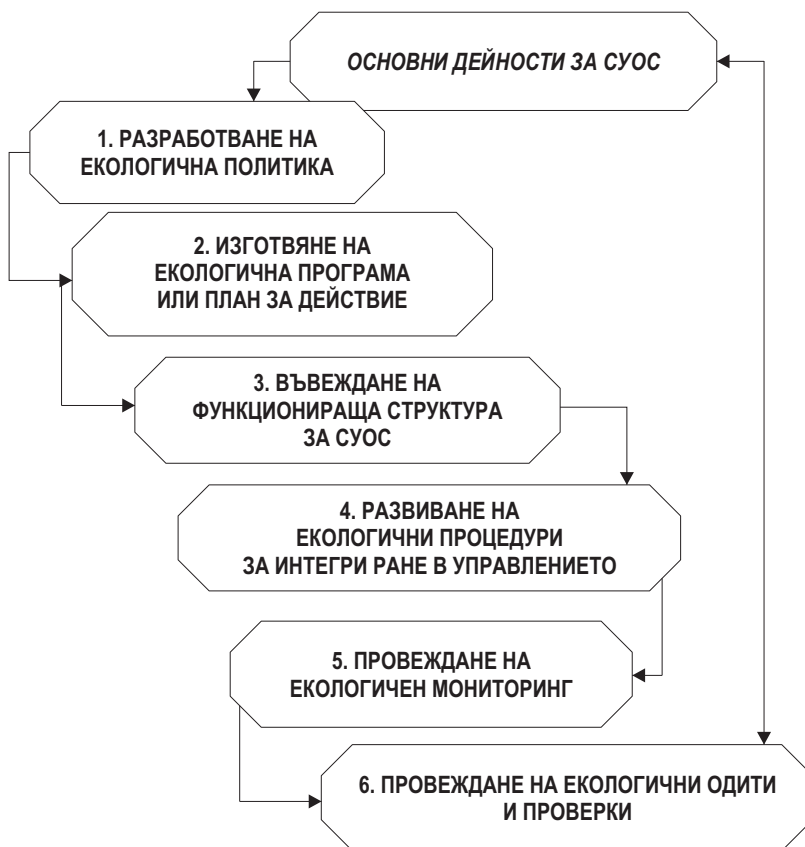
Всичко посочено до тук определя и основните елементи на една СУОС, представени на Фигура 8.1. При изграждането на СУОС повечето организации не тръгват от нулата. В много от тях вече има управленчески структури, процедури и елементи, които могат успешно да решават и екологични проблеми. Има отговорници по безопасност на труда, някъде и по околната среда, които успешно могат да се вградят в

СУОС.

Проблемите по прилагането на стандартите за СУОС се превръщат в едно от предизвикателствата пред бизнеса и промишлеността, особено за страните от прехода, за средните и малките предприятия. Прилагането на тези стандарти и в близкото бъдеще ще е основно условие за успех, особено на международните пазари.

Д. Компоненти на СУОС. СУОС са различни за различните видове организации в зависимост от техния бранш, големина, същност на произвежданите продукти или услуги, наличие на системи за управление на качеството, наличие на пречиствателните съоръжения и др. Независимо от тези различия СУОС включват основни компоненти, както следва:

- Декларация за политика, свързана с околната среда. В нея най-общо се дефинират готовността на ръководството на фирмата да възприеме концепцията за управление на околната среда, дефинират се фирмените екологични цели, изразени с количествени критерии и показатели.



Фигура 8.1. Основни дейности за СУОС

- *План за действие*. В него се набелязват целите и се определят дейностите за постигане на целите, какви ресурси са необходими за реализация на дейностите. Изходна точка за плана следва да бъде един първоначален преглед и оценка на състоянието на околната среда на всички фирмени дейности.

- *Организационна структура* – задължителна за възлагане на дейностите и отговорностите.

- *Процедури*, свързани с околната среда – интеграция на екологичните управленски дейности, бизнес-операции, процедури.

- *Мониторинг, измерване и документиране на резултатите* от специфичните дейности, свързани с управлението на околната среда и с ефекта на нейното подобряване.

- *Одитинг* - прави се с цел проверка на ефективността и целесъобразността на действащата СУОС.

- *Инспекция* – извършва се от страна на висшето ръководство за проверка на адекватността на СУОС към промените на околната среда.

- *Вътрешна информация и обучение на персонала*.

- *Връзки с обществеността* – визират се комуникацията на целите на фирмата, свързани с околната среда, получаване на обществена поддръжка, подобряване на фирмения имидж.

8.4. Въвеждане и функциониране на СУОС

Концепцията за СУОС е била въведена за първи път в Холандия през 1985 година. Оттогава тя печели все повече привърженици сред западноевропейските управленски среди и все повече привлича вниманието на мениджърите в световен мащаб. Наложил се



Фигура 8.2. Сателитна снимка на Полигон "Змейово", край гр. Стара Загора – сертифициран по ISO 14001:2004 (www.zhelev.there4you.org)

мнението, че СУОС представлява неделима част от бизнес-стратегията на съвременните фирми. Съгласно нормативните документи СУОС включва:

- Декларация за фирмената политика за околната среда;
- Програма за опазване на околната среда;
- Наръчник и процедури на системата.

Въвеждането и функционирането на СУОС изисква регламентиране на основните елементи на системата чрез съответни процедури и документация (Фигура 8.2).

Определяне на организацията и отговорностите в СУОС. Задачите, отговорностите и пълномощията трябва да бъдат определени, документираны и обявени. Ръководството на фирмата или организи-

цията следва да осигури необходимите средства за внедряване и контрол на системата за управление на околната среда. Средствата включват необходимия персонал със специализирани умения, технологични и финансови средства. Ръководството на фирмата или организацията определя един или няколко представители, които независимо от другите си отговорности отговарят и за:

- осигуряване на въвеждането, внедряването и поддържането на изискванията към системата за управление на околната среда в съответствие с международния стандарт ISO 14000;

- изготвяне на доклади за висшето ръководство по оценяване на работата на системата за управление на околната среда и пътищата за подобряването ѝ.

Обучение, съзнание и компетентност. Фирмите сами определят потребностите си от обучение. Трябва да се осигури обучение на целия персонал, чиито функции имат отношение с околната среда. По-конкретно, персоналят трябва да има знания и умения за:

- важността на съответствието на политиката и процедурите за опазване на околната среда спрямо изискванията на системата за управление;

- действителните или потенциално значимите въздействия на техните действия, както и ползите за околната среда;

- задачите и отговорностите за постигане на горепосоченото съответствие, включително готовността за адекватна реакция при производствени аварии и злополуки, необходимостта от прилагане на конкретни защитни мерки;

- възможните вреди при отклонения от параметрите на нормална работа на съоръженията и технологичните процеси.

Регламентиране и унифициране на комуникациите. По отношение на опазването на околната среда фирмата трябва да въвежда и поддържа процедура за:

- вътрешната комуникация между различните равнища и функции;

- получаване, документация и отговорност на съответните съобщения от външни заинтересовани страни.

В това отношение трябва да се усъвършенства процедурата за външно комуникиране и документиране на решенията.

Регламентиране на документацията на СУОС. Документирането в управлението на опазването на околната среда съдържа:

- информация за действащите закони и други изисквания;

- документи за оплаквания;

- документи за обучение;

- информация за производствените процеси;

- информация за продуктите;

- документи за инспекция, поддръжка, исправност и калибриране;

- информация за страните по договори и доставчиците;

- документи за аварии;

- информация за готовността за аварийни ситуации и злополуки, реагиране при възникването им;

- информация за екологични и индустриални рискове;

- резултати от одити;

- прегледи от ръководството;

- конфиденциална бизнесинформация.

Контрол на документите на СУОС. Във фирмата трябва да се провежда и поддържа процедура за контрол на всички документи. Това създава възможност:

- да бъдат бързо намирани, оценявани и когато е необходимо, да се преработват в зависимост от пригодността им;

- наличните версии да са на разположение на всички места, където се извършват операции, важни за ефективното функциониране на системата за управление на околната среда;

- невалидните документи да се отстраняват своевременно от всички места, където се издават или използват;

- невалидните документи, които се запазват от правни или от познавателни съображения, следва да носят специално обозначение.

За създаване и изменение на различните видове документи се въвеждат и установяват съответни процедури и закономерности.

Регламентиране и организиране на оперативен контрол на СУОС. За изпълнение на политиката, целите и задачите по опазване на околната среда фирмата трябва да дефинира тези операции и дейности, които са свързани с формулираните основни проблеми на индустриалната и екологичната сигурност. Трябва да се планират съответните дейности, както и да се контролират с цел те да изпълняват предназначението си.

Подготовка и осигуряване на защитни действия за опазване от производствени аварии и злополуки.

Фирмата трябва да въведе и поддържа процедура за възстановяване при възможни злополуки и аварийни ситуации, както и за методите и средствата за ограничаване на последствията за персонала, околната среда и населението. Необходимо е защитните мерки да бъдат периодично оценявани, когато е необходимо, да бъдат преработвани и доколкото е възможно, да бъдат проигравани. Основните дейности, методите и средствата за опазване от производствени аварии, инциденти, както и при природни бедствия са разгледани в раздела по

опазване от аварии и злополуки.

Проверка и коригиращи действия - наблюдение и измерване. Фирмата трябва да въведе и поддържа документирана процедура за периодични или постоянни наблюдения и измервания на основните екологични характеристики на производствените операции и дейностите си. Това трябва да включва база данни от информацията за установяване на постигнатите резултати, съответните отклонения и съответствието с целите и задачите по опазване на околната среда. Уредите за наблюдение трябва да бъдат калибрирани и поддържани, за което трябва да има съответна документация. Същевременно се въвежда и поддържа процедура за периодична оценка на съответствието им с екологичното законодателство и норми.

Регламентиране и провеждане на коригиращи и предпазни действия. Фирмата трябва да въведе и провежда процедура за определяне на отговорностите и пълномощията за проучване и установяване на несъответствията, като предприема съответни

действия за ограничаване на въздействията върху околната среда. Процедурата включва:

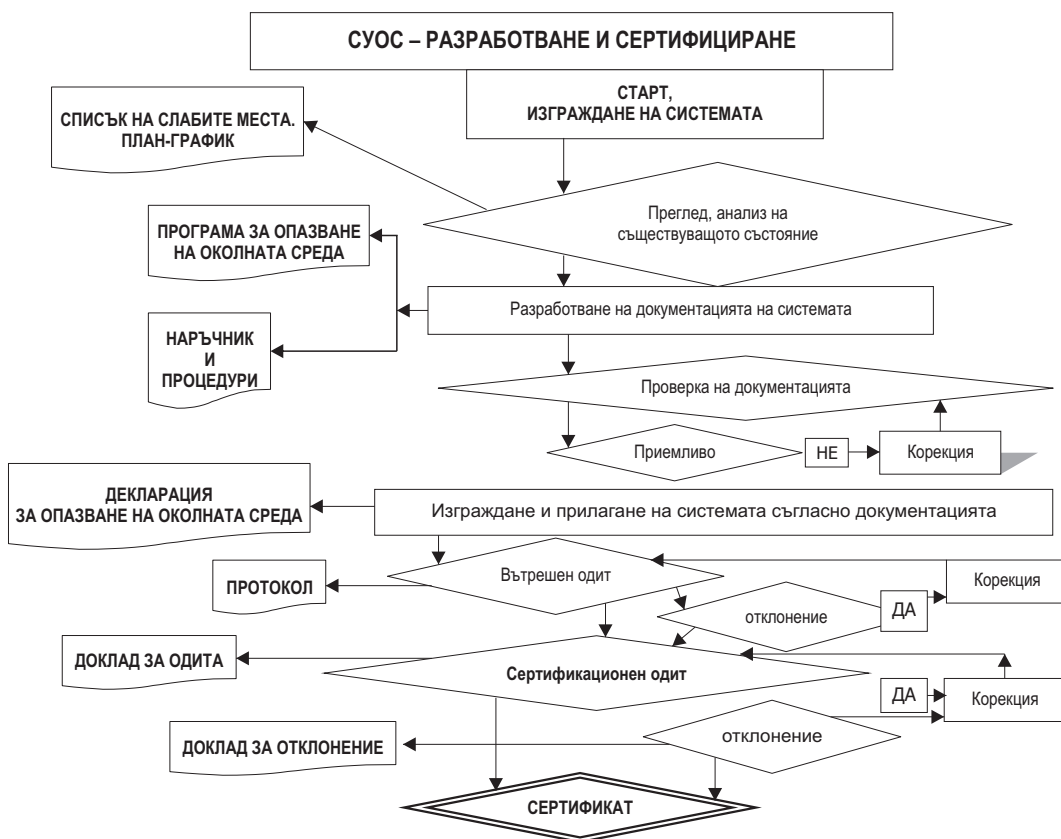
- определяне на причината за несъответствието;
- определяне и изпълнение на необходимото коригиращо действие;
- внедряване или изменение на контрола, необходим за отстраняване на възможността за повторно възникване;
- документиране на всички изменения, получили се в резултат на коригиращите действия.

Системата за управление на околната среда в една организация въздейства върху:

- Организацията на дейността
- Компетентността
- Поведението
- Официалните процеси
- Процедурите
- Бюджетите

Общите цели на СУОС са:

- Да се намали вредното въздействие върху околната среда.



Фигура 8.3. Разработване и сертифициране на СУОС

- Да се спазват предписанията за околната среда.
- Да се избегнат инциденти за околната среда.
- Да се отговори на изискванията на клиентите.
- Подробен отчет за въздействието върху околната среда.
 - Звукови емисии.
 - Намаляване изпускането на изгорелите газове и отработената пара.
 - Управление на енергията.
 - Намаляване на изхвърлянето на замърсени отпадъчни води.
 - Замърсяване на почвата.
 - Екологосъобразно съхраняване на суровините и междинните продукти.
 - Екологосъобразно съхраняване готовата продукция.

СУОС способстват за въвеждане на "Практиката на доброто управление", чрез което може да се постигне:

- Подпомагане и поддържане на осведомеността на служителите;
 - Оценяване/надзор на въздействията върху околната среда;
 - Намаляване на въздействията върху околната среда;
 - Вземане на мерки за недопускане на инциденти в околната среда;
 - Съвместна работа с изпълнителната власт за управление на кризите и за информиране на обществеността;
 - Консултиране с клиентите относно особеност на околната среда на продуктите;
 - Влияние върху партньори при договаряне предвид стандарти по околната среда;
- Запазване политиката на фирмата /организацията.

8.5. Реализация на системите за управление на околната среда

Етапи на реализация на СУОС до придобиването на сертификат по различните стандарти (Фигура 8.3):

Първи етап. Одит на състоянието.

- провеждане на първоначално обучение;
- първоначален одит за установяване на съответствие на действащата система с изискванията на конкретния стандарт;
 - анализ на състоянието на околната среда;
 - определяне на структура на СУОС;
 - разработване на графици за изпълнение на разработката, изготвяне на всички необходими документи по изграждането на СУОС – заповеди,

програми и др.

Втори етап. Разработване на документите от СУОС.

- разработване на документите от СУОС - процедури, оперативни документи, наръчник и др.;
- поетапно приемане на документите от съвместни работни екипи.

Трети етап. Внедряване.

- провеждане на обучение по внедряване на СУОС;
 - извършване на одити по елементите от стандарта при внедряването на системата;
 - извършване на изменения в документите при установена необходимост по време на одитите.

Четвърти етап. Функциониране.

- провеждане на обучение на вътрешни одитори;
- извършване на вътрешни одити;

Пети етап. Сертифициране и придобиване на сертификат (*извършва се от сертификационна организация*):

- участие в избора на сертификационна организация и по време на извършване на сертификационния одит;
- отстраняване на евентуални забележки от одита.

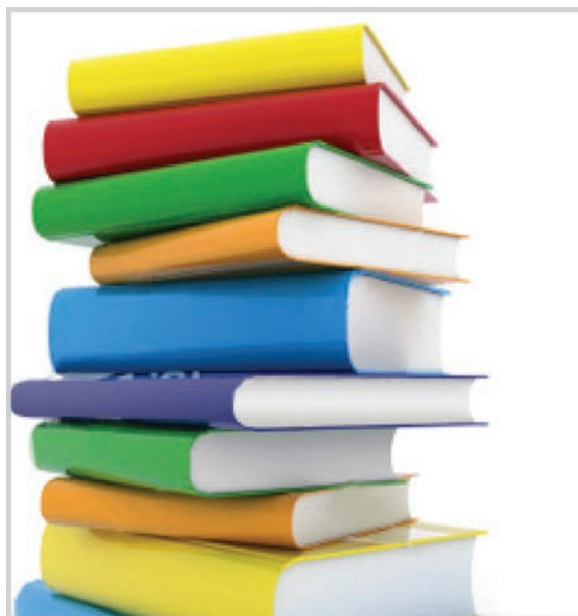
Сертификационната фирма винаги е трета независима страна. Консултантската и сертификационната дейност не могат да бъдат извършвани от една и съща организация или от свързани организации. Съществуват пет основни принципа, към които трябва да се придържа една организация, внедрила ISO 14001:

- *Ангажираност и политика.*
- *Планиране.*
- *Внедряване.*
- *Измерване и оценка.*
- *Преглед и подобряване.*

8.6. Литература

1. Баракова В. (2007). Системи за управление на околната среда, „Контраст“, Ст. Загора
2. Борисова Р., С. Сиракова (2005). Екология и устойчиво развитие, „Нови знания“, София
3. Димитрова Ц. (1993). Промисленост и околна среда, „Зелено бъдеще“, София
4. Томов В. (2002). Индустриална и екологична сигурност, „Черноризец Храбър“, Варна
5. Залеский Л. (2004). Екологический менеджмент, ЮНИТИ, Москва.
6. Стандарти ISO 14000.

9. ЕКОЛОГИЧНА ОЦЕНКА, ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА И КОМПЛЕКСЕН РАЗРЕШИТЕЛЕН РЕЖИМ



9.1. Екологична оценка и оценка на въздействието върху околната среда

9.1.1. Основни понятия

Възложител на инвестиционно предложение е обществен орган, физическо или юридическо лице, което по реда на специален закон, нормативен или административен акт има права да инициира или да кандидатства за одобряване на инвестиционно предложение.

Задължение във връзка с концентрациите на експозицията е ниво, определено въз основа на показателя за средна експозиция на населението, с цел ограничаване на вредните въздействия върху здравето на населението, което следва да бъде постигнато в определен за целта срок.

Заинтересувани държави в трансграничен контекст са държавата, източник на въздействие върху околната среда, и засегнатите от това въздействие други държави, страни по Конвенцията по оценка на въздействието върху околната среда в трансграничен контекст.

Засегната общественост е обществеността, която е засегната или с вероятност да бъде засегната, или която има интерес при процедурите за одобряване на планове, програми, инвестиционни предложения и при вземането на решения за издаването или актуализацията на разрешителни по реда на този закон или на условията в разрешителното, включително екологичните неправителствени организации, създадени в съответствие с националното законодателство.

Инвестиционно предложение са: а) предварителните (прединвестиционните) проучвания или заданието за проектиране във връзка с искане за допускане на инвестиционно проектиране за ново строителство, дейност, технология или изграждането на инсталации или схеми; б) друга намеса в естествената околна среда и ландшафта, включително добив на природни ресурси.

Инсталация е: а) всяка отделна инсталация съгласно приложение № 4/ЗООС, включително отделните технологични съоръжения, които са в непосредствена техническа връзка с нея и могат да окажат влияние върху замърсяването, емисиите и отпадъците, образувани в резултат на експлоатацията на инсталацията; б) всяко технологично съоръжение, включващо една или повече инсталации, съгласно приложение № 4/ЗООС; в) друга инсталация или съоръжение, чийто оператор е подал заявление за издаване на комплексно разрешително за нейната експлоатация в съответствие с разпоредбите на глава седма. Инсталациите и съоръженията, предназначени за изследователска, развойна или проучвателна дейност, не се включват в това определение. При

схемата за търговия с емисии на парникови газове съгласно чл. 131а понятието инсталация се отнася и за горивни инсталации с номинална топлинна мощност от 20 до 50 MW.

Нетехническо резюме е кратко изложение на достъпен за обществеността език на информацията в доклада за ОВОС в обем не по-малък от 10 % от обема на доклада, съдържащо необходимите нагледни материали (карти, снимки, схеми).

Нулева алтернатива е възможността да не се осъществява дейността, предвидена с инвестиционното предложение.

Орган, отговорен за прилагането на съответния план/програма е определеният в съответния нормативен или административен акт, а когато не е изрично определен - възложителят.

Оценка е всеки метод за измерване, изчисляване (вкл. чрез дисперсионно моделиране), прогнозиране или приблизително определяне на ниво на даден замърсител в атмосферния въздух.

Планове и програми са планове, програми, стратегии и други подобни документи, както и техните изменения, които: а) се изискват от закони, нормативни или административни разпоредби; б) са предмет на подготовка и/или приемане от публичен орган на национално, регионално или местно равнище или които се подготвят от даден орган за приемане чрез одобрена от Министерския съвет или от Народното събрание процедура.

Решение по оценка на въздействие върху околната среда е индивидуален административен акт на компетентния орган по чл. 94, с който се одобрява допустимостта за проектиране на инвестиционно предложение по т. 17 чрез оценка на местоположението (площадка, трасе) на обекти и очакваното въздействие върху околната среда въз основа на доклад за ОВОС при отчитане на общественото мнение и изразените становища на засегнатата общественост.

Цел за ограничаване на експозицията е процентното намаление на средната експозиция на населението, определено за съответната година, с цел ограничаване на вредните въздействия върху здравето на населението и което следва да бъде постигнато, когато е възможно, за определен срок.

9.1.2. Нормативна база

Закон за опазване на околната среда (Обн., ДВ бр. 91 от 25.09.2002, посл. изм. бр. 61 от 6.08.2010 г.)

В ЗООС екологичните оценки и оценката за въздействието върху околната среда са регламентирани в глава шеста - *Екологична оценка и оценка на въздействието върху околната среда*. Екологична оценка (ЕО) и оценка на въздействието върху околната среда (ОВОС) се извършват на планове, програми и

инвестиционни предложения за строителство, дейности и технологии или техни изменения или разширения, при чието осъществяване са възможни значителни въздействия върху околната среда, както следва:

- *Екологична оценка* се извършва на планове и програми, които са в процес на изготвяне и/или одобряване от централни и териториални органи на изпълнителната власт, органи на местното самоуправление и Народното събрание;
- *Оценка на въздействието върху околната среда* се извършва на инвестиционни предложения за строителство, дейности и технологии съгласно приложения № 1 и 2 на ЗООС.

С ЕО и ОВОС се цели интегриране на предвижданията по отношение на околната среда в процеса на развитие като цяло и въвеждане принципа на устойчиво развитие в съответствие с чл. 3 и 9 от ЗООС.

Планове и програми, разработени единствено за целите на националната отбрана или на гражданската защита, както и финансови планове и бюджети със самостоятелно значение, не са предмет на екологична оценка.

ЕО или ОВОС се възлагат от възложителя на плана или програмата или от възложителя на предложението на колектив от експерти с ръководител. Ръководителят и членове на колектива могат да са български и чуждестранни физически лица, които притежават образователно-квалификационна степен "магистър". В

хода на консултациите по процедурата по оценка на въздействието върху околната среда (ОВОС) компетентният орган по околна среда или оправомощено от него длъжностно лице може по своя преценка или при поискване да препоръча на възложителя екипът да включва експерти с определена компетентност, съобразена със спецификата на инвестиционното предложение или с местоположението му. Членовете на колектива и ръководителят трябва да декларират писмено, че:

- не са лично заинтересувани от реализацията на съответното инвестиционно предложение, плана или програмата;
- познават изискванията на действащата българска и европейска нормативна уредба по околна среда и при работата си по оценките се позовават и съобразяват с тези изисквания и с приложими методически документи; изискванията към декларациите се определят с наредби.

Членовете на колектива и ръководителят, изготвили оценките дават заключение, ръководейки се от принципите за предотвратяване на риска за човешкото здраве и осигуряване на устойчиво развитие съобразно действащите в страната норми за качество на околна

Приложение № 1 към чл. 92, т. 1 - Оценка на въздействието върху околната среда задължително се извършва на: 1. инвестиционните предложения за строителство, дейности и технологии съгласно приложение № 1.

Инвестиционни предложения	Критерии за компетентност	
	РИОСВ	МОСВ
1	2	3
1. Рафинерии за суров нефт (с изключение на производството само на смазочни материали от суров нефт) и инсталации за газификация и втечняване на и повече от 500 т на ден въглища или битуминозни шисти		всички
2. Топлоелектрически централи и други горивни инсталации с топлинна мощност от 50 MW или повече и: - ядрени електроцентрали и други ядрени реактори, включително демонтаж или извеждане от експлоатация на такива централи и реактори, с изключение на инсталации за производство и преработване на дялящите се или обогатени материали, чиято максимална мощност не надвишава 1 киловат непрекъснато топлинно натоварване	до 300 MW	над 300 MW
3. а) Инсталации за преработка не на отработено ядрено гориво		всички

3. б) Инсталации, предназначени: - за производство или обогатяване на ядрено гориво; - за обработване на отработено ядрено гориво или отпадъци с висока степен на радиоактивност; - за окончателно погребване на отработено ядрено гориво; - единствено за окончателно погребване на радиоактивни отпадъци; - единствено за съхраняване, планирано за повече от 10 години, на отработено ядрено гориво или радиоактивни отпадъци на площадка, различна от тази, на която са произведени	ВСИЧКИ
4. Инсталации за производство на чугун и стомана (първично или вторично топене), включително непрекъснато леене	ВСИЧКИ
5. Леярни за черни метали с производствен капацитет над 20 т дневно	ВСИЧКИ
6. Инсталации за обработване на черни метали: а) станове за горещо валцуване с капацитет над 20 т нерафинирана стомана за час; б) ковашки цехове с преси, чиято енергия превишава 50 килоджаула на преса, където използваната топлинна мощност превишава 20 MW; в) защитни покрития от разтопен метал с консумация над 2 т нерафинирана стомана за час	ВСИЧКИ
7. Инсталации за: а) производство на необработени метали, различни от изброените в т. 4, 5 и 6, от руди, обогатени продукти или отпадъци от метали чрез металургични, химични и електролитни процеси; б) претопяване, включително сплавяване на метали, различни от изброените в т. 4, 5 и 6 (рафиниране, леене в леярски цехове и други), с топлинен капацитет над 4 тона дневно за олово и за кадмий и 20 тона дневно - за всички останали метали.	ВСИЧКИ
8. Инсталации за повърхностна обработка на метали и пластмаси чрез електролитни или химични процеси, при които обемът на ваните за обработка е над 30 куб.м	ВСИЧКИ
9. Инсталации за добив и преработка на азбест и за производство на продукти, съдържащи азбест: а) за азбестоциментовите продукти с годишно производство над 20 000 т крайна продукция; б) за фрикционни материали с годишно производство повече от 50 т крайна продукция в) за други производства, използващи азбест над 200 т годишно	ВСИЧКИ

<p>10. Интегрирани химически инсталации за производство в промишлен мащаб на химични вещества, използващи процеси на химично превръщане, където отделните инсталации са функционално свързани и които са:</p> <p>а) за производство на основни органични химични вещества;</p> <p>б) за производство на основни неорганични химични вещества;</p> <p>в) за производство на фосфорни, азотни и калиеви торове (прости и комбинирани торове);</p> <p>г) за производство на основни вещества за растителна защита и биоциди;</p> <p>д) за производство на основни фармацевтични продукти с използване на химически или биологични процеси;</p> <p>е) за производство на взривни вещества;</p> <p>ж) за производство на белтъчни фуражни добавки, ензими и други белтъчни вещества с използване на химично или биологично превръщане в производствения процес</p>		ВСИЧКИ
<p>11. Промислени предприятия:</p> <p>а) за производство на целулоза от дървесина или подобни влакнести материали;</p> <p>б) за производство на хартия и картон с производствен капацитет над 20 т на ден</p>		ВСИЧКИ
<p>12. Инсталации за производство на циментен клинкер в ротационни пещи с производствен капацитет над 500 т дневно и за вар в ротационни пещи с капацитет над 50 т дневно или в други пещи с производствен капацитет над 50 т дневно</p>		ВСИЧКИ
<p>13. Инсталации за производство на стъкло, включително стъклени влакна с топилен капацитет над 20 т/ден</p>	ВСИЧКИ	
<p>14. Инсталации за разтопяване на минерални вещества, включително за производство на минерални влакна с топилен капацитет над 20 т/ден</p>	ВСИЧКИ	
<p>15. Инсталации за изработване на керамични продукти чрез изпичане, по-конкретно покривни керемиди, тухли, огнеупорни тухли, плочи, каменинови или порцеланови изделия, с производствен капацитет над 75 т/ден и/или с капацитет на пещта за изпичане над 4 куб.м и с плътност на подреждане за една пещ над 300 кг/куб.м</p>	ВСИЧКИ	
<p>16. Инсталации за предварителна обработка (дейности като: измиване, избелване, мерцеризиране) или багрене на влакна и/или текстил с капацитет над 10 т/ден</p>	ВСИЧКИ	
<p>17. Инсталации за дъбене на необработени и сурови кожи при капацитет над 12 т/ден готова продукция</p>	ВСИЧКИ	
<p>18. Инсталации за повърхностно третиране на вещества. Инсталации за повърхностно третиране на вещества, предмети или продукти с използване на органични разтворители, по-конкретно за апретиране, щамповане, грундиране, обезмасляване, придаване на водонепромокаемост, оразмеряване, боядисване, почистване или импрегниране, с консумация на органични разтворители над 150 кг на час или над 200 т/годишно</p>		ВСИЧКИ
<p>19. а) Кланици с производствен капацитет над 50 т трупно месо дневно</p>	ВСИЧКИ	

19. б) Инсталации за обработване и преработване на суровини за производство на хранителни продукти: - животински суровини (без мляко) с производствен капацитет над 75 т готова продукция дневно; - зеленчукови суровини с производствен капацитет над 300 т/ден готова продукция (средна стойност за тримесечие)	ВСИЧКИ
19. в) Инсталации за обработване и преработване на мляко с количество постъпващо мляко над 200 т/ден (средна стойност за година)	ВСИЧКИ
20. Инсталации за обезвреждане или оползотворяване на странични животински продукти, включително животински трупове и животински отпадъци с капацитет над 10 т/ден	ВСИЧКИ
21. Ферми за интензивно отглеждане на домашни птици и свине с повече от: а) 40 000 места за отглеждане на бройлери, 40 000 места за кокошки носачки; б) 2000 места за отглеждане на свине за месо (над 30 кг); в) 750 места за свине майки	ВСИЧКИ
22. а) Строителство на железопътни магистрали и железопътни линии I категория (линии за железопътен трафик на големи разстояния) и на летища с дължина на основната писта 2100 м и повече	ВСИЧКИ
22. б) Строителство на автомагистрали и пътища I клас	
22. в) Строителство на нов път с четири или повече платна или изместване на трасе и/или разширение на съществуващ път с две или по-малко платна до четири или повече платна, когато новият път, изместването на трасе и/или разширението на съществуващия път е с обща дължина 10 и повече км	ВСИЧКИ
23. б) Товарно-разтоварни пристанища, свързани със сушата, с изключение на метални пирсове, които могат да приемат съдове с тонаж над 1350 бруто тона	ВСИЧКИ
24. Инсталации за обезвреждане на опасни отпадъци по смисъла на § 1, т. 4 от допълнителните разпоредби на Закона за управление на отпадъците чрез изгаряне, чрез химично третиране по смисъла на § 1, т. 8, буква "и" от допълнителните разпоредби на Закона за управление на отпадъците или чрез депониране	ВСИЧКИ
25. Инсталации с капацитет над 100 т на денонощие за обезвреждане на неопасни отпадъци чрез изгаряне или химично третиране по смисъла на § 1, т. 8, буква "и" от Допълнителните разпоредби на Закона за управление на отпадъците	ВСИЧКИ
26. Депа за неопасни отпадъци, приемащи над 10 тона отпадъци на денонощие или с общ капацитет над 25 000 тона, с изключение на депа за инертни отпадъци	ВСИЧКИ
27. Добив на подземни води или изкуствен оборот на подземните води с годишен обем на добиваната вода или оборотна вода - 10 млн.куб.м или повече	ВСИЧКИ
28. Дейности за прехвърляне на водни ресурси между речни басейни за задоволяване на недостига при водопотреблението, когато обемът на прехвърлената вода е повече от 100 млн. куб.м годишно	ВСИЧКИ

29. Във всички останали случаи дейности за прехвърляне на водни маси между речни басейни, където средногодишният (осреднено за много години) отток на басейна, от който се прехвърля вода, е над 2000 млн. куб.м годишно. В случаите по т. 28 и 29 прехвърлянето на вода за питейни нужди по тръбопроводи се изключва		ВСИЧКИ
30. Пречиствателни станции за отпадъчни води с капацитет над 150 000 еквивалентни жители		ВСИЧКИ
31. Добив на нефт или природен газ за търговски цели при количества над 500 т на ден за нефт или над 500 000 куб.м на ден за природен газ		ВСИЧКИ
32. Язовири или други съоръжения, предназначени за задържане или съхраняване на вода, където новото или допълнителното количество вода, което се задържа или съхранява, е над 10 млн. куб.м		ВСИЧКИ
33. Тръбопроводи за транспортиране на газ, нефт или химически вещества с диаметър повече от 800 мм и с дължина повече от 40 км	ВСИЧКИ	
34. Съоръжения за съхраняване на 200 000 т или повече нефт, нефтопродукти или химични продукти		ВСИЧКИ
35. Строителство на надземни електропроводи с напрежение 220 kV и повече и с дължина над 15 км	ВСИЧКИ	
36. Открит добив в кариери и рудници на суровини при площ над 25 хектара или добив на торф с площ над 150 хектара		ВСИЧКИ
37. Туризъм и отдих: а) ваканционни селища, хотелски комплекси извън урбанизирани територии с обща площ над 10 дка и съоръжения към тях б) ски писти, ски влекове, лифтове с обща дължина над 1000 м и съоръжения към тях в) спортни, рекреационни или атракционни комплекси извън урбанизирани територии с обща площ над 20 дка	до 100 дка до 100 дка	над 100 дка ВСИЧКИ над 100 дка
38. Всяка промяна или разширение на инвестиционно предложение, включено в приложението, когато тази промяна или разширение самостоятелно достига критериите, ако има такива, посочени в приложението.	Съгласно съответните критерии за компетентност за инвестиционното предложение за промяната или разширението, посочени в приложението.	

Забележка. За демонтаж или закриване на атомни електроцентрали и други атомни реактори се приема окончателното отстраняване на радиоактивното гориво и други радиоактивни елементи.

Приложение № 2 към чл. 93, ал. 1, т. 1 и 2. Необходимостта от извършване на ОВОС се преценява за: 1) инвестиционни предложения съгласно приложение № 2; 2) всяко разширение или изменение на инвестиционни предложения съгласно приложение № 2, които вече са одобрени или са в процес на одобряване, изпълнени са или са в процес на изпълнение, ако това разширение или изменение може да доведе до значително отрицателно въздействие върху околната среда.

Инвестиционни предложения

1. Селско, горско и водно стопанство:
 - а) комасация на селскостопански земи;
 - б) използване на необработваеми или полупустешиземизаинтензивниселскостопанскицели;
 - в) мелиоративни дейности в селското стопанство, включително напояване и пресушаване на земи;
 - г) първично залесяване и обезлесяване с цел промяна на предназначението на земята;
 - д) интензивно животновъдство (инвестиционни

предложения, невключени в приложение № 1);

- е) интензивно развъждане на риба;
- ж) пресушаване на земи от морето;
- з) корекции на реки.

2. Минно дело:

а) кариери, открити рудници и добив на торф (невключени в приложение № 1);

б) рудници с подземен добив;

в) изземване на инертни материали от реки или водоеми;

г) дълбоки сондажи:

- геотермални
- за съхраняване на ядрени отпадъци
- за водоснабдяване, с изключение на тези за изследване на стабилността на геоложката основа;

д) добив на въглища, нефт, природен газ, руди и битуминозни шисти.

3. Енергийно стопанство:

а) промишлени инсталации за производство на електроенергия, пара и топла вода (невключени в приложение № 1);

б) промишлени съоръжения за пренос на газ, пара и топла вода, пренос на електроенергия по надземни кабели (невключени в приложение № 1);

в) съоръжения за надземно складиране на природен газ;

г) съоръжения за подземно складиране на горими газове;

д) съоръжения за надземно складиране на горива;

е) промишлено брикетирание на въглища;

ж) инсталации за преработка и съхраняване на радиоактивни отпадъци (невключени в приложение № 1);

з) водноелектрически централи;

и) съоръжения за производство на електроенергия посредством силата на вятъра.

4. Производство и преработка на метали:

а) инсталации за производство на чугун и стомана (първично и вторично топене), включително непрекъснато леене (невключени в приложение № 1);

б) инсталации за преработка на черни метали (невключени в приложение № 1):

- горещо валцуване;
- ковашко пресоване;
- защитни покрития от разтопен метал;

в) леярни за черни метали (невключени в приложение № 1);

г) инсталации за топене на цветни метали, включително производство на сплави (с изключение на благородните метали), изтегляне, формоване и валцуване на изделия от цветни метали и сплави (невключени в приложение № 1);

д) инсталации за повърхностна обработка на метали и пластмаси чрез електролитни или химични процеси (невключени в приложение № 1);

е) производство и монтаж на моторни превозни средства и производство на автомобилни двигатели;

ж) корабостроителници;

з) производство и ремонт на самолети;

и) производство на жп съоръжения;

к) земни работи, извършвани с взривни вещества;

л) инсталации за пържене и агломерация на руди.

5. Производство на продукти от нерудни минералнисуровини:

а) коксови пещи (суха дестилация на въглища);

б) инсталации за производство на цимент (невключени в приложение № 1);

в) инсталации за производство на азбест и азбестови изделия (невключени в приложение № 1);

г) инсталации за производство на стъкло и стъквени влакна (невключени в приложение № 1);

д) инсталации за топене на минерални вещества, включително производство на минерални влакна (невключени в приложение № 1);

е) инсталации за производство на керамични изделия чрез печене, в т.ч. керемиди, тухли, огнеупорни тухли, плочи, керамични и порцеланови съдове (невключени в приложение № 1).

6. Инсталации в химическата промишленост (невключени в приложение № 1):

а) инсталации за производство на химични вещества и препарати и междинни продукти;

б) инсталации за производство на пестициди и фармацевтични продукти, бои и лакове, еластомери и пероксиди;

в) съоръжения за съхраняване на нефт, нефтопродукти и химически вещества.

7. Предприятия в хранителната промишленост (невключени в приложение № 1):

а) производство на растителни и животински масла и мазнини;

б) консервиране на растителни и животински продукти;

в) производство на млечни продукти;

г) производство на бира и малц;

д) производство на захарни изделия и сиропи;

е) кланици;

ж) промишлено производство на нишесте;

з) производство на рибно брашно и рибно масло;

и) производство на захар.

8. Текстилна, кожарска, дървообработваща и хартиена промишленост:

а) промишлени инсталации за производство на хартия и картон (невключени в приложение № 1);

б) инсталации за първична обработка (операции като пране, избелване, мерсеризиране и т.н.) или боядисване на влакна или текстил (невключени в приложение № 1);

в) обработка (дъбене) на кожи (невключени в приложение № 1);

г) инсталации за производство и преработване на целулоза.

9. Каучукова промишленост. Производство и преработка на продукти на базата на еластомери.

10. Инфраструктурни инвестиционни предложения:

а) индустриални зони;

б) обекти с обществено предназначение, включително строителство на търговски центрове и паркинги;

в) строителство на жп линии и съоръжения за комбиниран превоз и смесени терминали (невключени в приложение № 1);

г) строителство на летища (невключени в приложение № 1);

д) строителство на пътища (невключени в приложение № 1);

е) строителство на пристанища, пристанищни съоръжения и канали, включително рибарски пристанища (невключени в приложение № 1);

ж) строителство на вътрешни водни пътища, изграждане на канали и аварийни съоръжения срещу наводнения;

з) язовири и други съоръжения за събиране и съхраняване на вода за продължително време (невключени в приложение № 1);

и) трамвайни трасета, подземни и надземни железници, висящи линии за превоз изключително или главно на пътници;

к) нефтопроводи и газопроводи (невключени в приложение № 1);

л) аквадукти за далечен пренос;

м) крайбрежна дейност за борба с ерозията и крайбрежни съоръжения, които водят до изменение на бреговата линия, като изграждане на диги, вълноломи и други защитни съоръжения, с изключение на ремонт и реконструкция на тези съоръжения;

н) добив на подземни води и изкуствен оборот на подземни води (невключени в приложение № 1);

о) проекти за прехвърляне на водни ресурси между речни басейни (невключени в приложение № 1).

11. Други инвестиционни предложения:

а) постоянни състезателни писти и писти за изпитване на моторни превозни средства;

б) инсталации и депа за обезвреждане на отпадъци (невключени в приложение № 1);

в) пречиствателни станции за отпадъчни води (невключени в приложение № 1);

г) депа за утайки от пречиствателни станции;

д) съхраняване на метален скрап, включително скрап от моторни превозни средства;

е) съоръжения за изпитване на двигатели, турбини или реактори;

ж) производство на изкуствени минерални влакна (невключени в приложение № 1);

з) съоръжения за обезвреждане или унищожаване

на взривни вещества;

и) инсталации за обезвреждане или оползотворяване на животински трупове и животински отпадъци (невключени в приложение № 1);

к) цехове за разфасовка на продукти за растителна защита;

л) складове за съхранение на продукти за растителна защита.

12. Туризъм и отдих:

а) ски писти, ски влекове, лифтове и съоръжения към тях (невключени в приложение № 1);

б) морски съоръжения;

в) ваканционни селища, хотелски комплекси извън урбанизирани територии и съпътстващи дейности (невключени в приложение № 1);

г) постоянни къмпинги и места за паркиране на каравани;

д) паркове със специално предназначение.

Приложение № 3 към чл. 103, ал. 3. Настоящото приложение се прилага, за да се определи наличието на опасни вещества за всяко предприятие и/или съоръжение за целите на класифицирането му като "предприятие и/или съоръжение с нисък рисков потенциал" или "предприятие и/или съоръжение с висок рисков потенциал" от страна на оператора и прилагането на изискванията на глава седма, раздел I. Другите изисквания са дадени в пълния текст на приложението към ЗООС.

Приложение № 4 към чл. 117, ал. 1. Категории промишлени дейности. Посочените в приложението прагови стойности по принцип се отнасят до производствените капацитети или до обемите произведена продукция. Когато даден оператор изпълнява няколко дейности, които попадат под едно и също подзаглавие в една и съща инсталация или една и съща площадка, капацитетите на такива дейности се сумират. Другите изисквания са дадени в пълния текст на приложението към ЗООС.

Приложение № 5 към § 1, т. 54а от допълнителните разпоредби. *Критерии за голяма авария.* Голяма авария е всяка авария, която:

1. Включва опасни вещества в количества не по-малки от 5 на сто от пределните количества съгласно приложение № 3 на ЗООС, табл. 1 или табл. 3, колона 3, и причинява пожар, експлозия или изпускане на опасни вещества.

2. Причинява поне едно от следните неблагоприятни последствия върху живота и здравето на хората и върху инфраструктурата в района на предприятието и/или съоръжението: а) смърт поне на един човек във или извън предприятието и/или съоръжението; б) шестима ранени в предприятието и/или съоръжението (хоспитализирани най-малко за 24 часа); в) един ранен извън предприятието и/или съоръжението (хоспитализиран най-малко за 24 часа);

г) повредени и неизползваеми вследствие на аварията жилищни сгради извън предприятието и/или съоръжението; д) извеждане на засегнатото население (евакуация) извън зоната на аварията за не по-малко от два часа (произведението от броя на евакуираните лица и броя часове трябва да е най-малко 500); е) престой на засегнатото население в защитни съоръжения в зоната на аварията за не по-малко от два часа (произведението от броя на евакуираните лица и броя часове трябва да е най-малко 500); ж) прекъсване на водоснабдяването, електроснабдяването, подаването на газ, телефонните услуги в зоната на аварията или в зоната на въздействие за повече от два часа (произведението от броя хора и броя часове трябва да е най-малко 1000).

3. Причинява увреждане или замърсяване над пределно допустимите норми на: а) водите на река или канал - над 10 км; б) един ха от водите на изкуствено или естествено езеро; в) два ха от водите на делта; г) два ха от водите на брегова ивица или открито море; д) един ха водоем или подпочвени води; е) защитена територия - над 0,5 ха; ж) други наземни хабитати, включително селскостопански земи - над 10 ха.

4. Причинява една от следните имуществени щети: а) щети в предприятието - най-малко 4 млн. лв.; б) щети извън предприятието - най-малко 1 млн. лв. 5. Аварии с трансгранично въздействие.

При оценката на уврежданията на околната среда за водни хабитати се прилагат разпоредбите на Наредба № 6 от 2000 г. за емисионни норми за допустимото съдържание на вредни и опасни вещества в отпадъчните води, зауствани във водни обекти (обн., ДВ, бр. 97 от 2000 г., изм., бр. 24 от 2004 г.), Наредба № 7 от 2000 г. за условията и реда за заустване на производствени отпадъчни води в канализационните системи на населените места (ДВ, бр. 98 от 2000 г.), Наредба № 11 от 2002 г. за качеството на водите за къпане (ДВ, бр. 25 от 2002 г.), Наредба № 4 от 2000 г. за качеството на водите за рибовъдство и за развъждане на черупкови организми (ДВ, бр. 88 от 2000 г.) и Наредба № 12 от 2002 г. за качествените изисквания към повърхностни води, предназначени за питейно-битово водоснабдяване (ДВ, бр. 63 от 2002 г.).

Приложение № 6 към чл. 131а, ал. 4. От 1 януари 2012 г. в схемата за търговия с парникови газове се включват всички полети, които пристигат на или заминават от летище, разположено на територията на държава членка, за която се прилага договорът. Другите изисквания са дадени в пълния текст на приложението към ЗООС.

Приложение № 7 към чл. 131а, ал. 5.

1. Инсталациите или частите от инсталации, които се използват за изследване, разработване и изпитване на нови продукти и процеси, и инсталации, които използват изключително биомаса, не влизат в

приложното поле на схемата за търговия с парникови газове.

2. Праговите стойности, посочени по-нататък, обикновено се отнасят до производствени мощности или продукция. Когато няколко дейности, попадащи в една и съща категория, се извършват в една и съща инсталация, мощностите на тези дейности се сумират.

3. Когато се изчислява общата номинална топлинна мощност на инсталация, за да се вземе решение дали да бъде включена в схемата за търговия с емисии на парникови газове, се сумират номиналните топлинни мощности на всички технически съоръжения, които са част от нея и в които горивата се изгарят в инсталацията.

Другите изисквания са дадени в пълния текст на приложението към ЗООС.

Наредба за условията и реда за извършване на оценка на въздействието върху околната среда (Обн., ДВ, бр. 25 от 18.03.2003 г., загл. изм. - ДВ, бр. 3 от 2006 г.). С наредбата се определят условията и редът за извършване на оценка на въздействието върху околната среда (ОВОС) на инвестиционните предложения съгласно ЗООС. ОВОС се извършва в следната последователност:

1. уведомяване на компетентните органи и засегнатото население;
2. преценяване на необходимостта от ОВОС;
3. извършване на консултации; определяне на обхвата, съдържанието и формата на доклада за ОВОС;
4. оценяване качеството на доклада за ОВОС;
5. организиране на обществено обсъждане на доклада за ОВОС;
6. вземане на решение по ОВОС;
7. осъществяване на контрол по изпълнението на условията от решението по ОВОС;
8. презаверяване на решение по ОВОС, загубило правно действие.

За случаите на инвестиционни предложения с трансгранично въздействие се прилагат изисквания, регламентирани в на глава осма на Наредбата.

Министърът на околната среда и водите със заповед създава публичен регистър и определя правилата за неговото водене. Регистърът съдържа данни за извършване на процедурите по ОВОС и се поддържа като единна електронна база данни, като за всяка процедура по ОВОС се открива отделно досие. Достъпът за преглеждане на информацията, въведена в регистъра, се осигурява чрез страницата на МОСВ в Интернет.

Приложение № 1 към чл. 3, ал. 2. Информация, съдържаща се в досието на всяка процедура по ОВОС:

1. Досие №.
2. Възложител: Име/фирма, Адрес.
3. Лице за контакти: телефон.

4. Инвестиционно предложение.
 - 4.1. Уведомление за инвестиционното предложение, дата.
 - 4.2. Отговор на компетентния орган: - дата; приложима процедура по глава шеста от ЗООС.
 5. Компетентен орган: МОСВ/РИОСВ.
 6. Лице за контакти от компетентния орган.
 7. Искане за преценяване на необходимостта от ОВОС, дата.
 8. Издадено решение за преценяване на необходимостта от ОВОС, дата.
 9. Справка за проведени консултации от възложителя.
 10. Представяне на доклада за ОВОС на компетентния орган, дата, платена такса.
 11. Списък на регистрираните експерти, автори на доклада за ОВОС.
 12. Оценка на качеството на ДОВОС, резултати.
 13. Обществено обсъждане; дата, място, час, достъп до документацията, място за предоставяне на писмени становища, лице и телефон за контакти.
 14. Резултати от общественото обсъждане; протокол; постъпили становища и предложения по ДОВОС; други депозираните документи.
 15. Заседание на ВЕЕС/РЕЕС, дата.
 16. Решение по ОВОС, №, дата.
 17. Оповестяване на решението - дата, място.
 18. Обжалване на решението по ОВОС - дата, жалбоподател; решение/определение на съда
 19. Контрол по изпълнение на решението по ОВОС; представени данни от възложителя; извършени проверки по изпълнението; наложени глоби.

Приложение № 2 към чл. 6 . Информация за преценяване на необходимостта от ОВОС.

I. Информация за контакт с възложителя:

1. Име, ЕГН, местожителство, гражданство на възложителя - физическо лице, седалище и единен идентификационен номер на юридическото лице.
2. Пълен пощенски адрес.
3. Телефон, факс и e-mail.
4. Лице за контакти.

II. Характеристики на инвестиционното предложение:

1. Резюме на предложението.
2. Доказване на необходимостта от инвестиционното предложение.
3. Връзка с други съществуващи и одобрени с устройствен или друг план дейности.
4. Подробна информация за разгледани алтернативи.
5. Местоположение на площадката, включително необходима площ за временни дейности по време на строителството.
6. Описание на основните процеси (по проспектни данни), капацитет.

7. Схема на нова или промяна на съществуваща пътна инфраструктура.

8. Програма за дейностите, включително за строителство, експлоатация и фазите на закриване, възстановяване и последващо използване.

9. Предлагани методи за строителство.

10. Природни ресурси, предвидени за използване по време на строителството и експлоатацията.

11. Отпадъци, които се очаква да се генерират - видове, количества и начин на третиране.

12. Информация за разгледани мерки за намаляване на отрицателните въздействия върху околната среда.

13. Други дейности, свързани с инвестиционното предложение (например добив на строителни материали, нов водопровод, добив или пренасяне на енергия, жилищно строителство, третиране на отпадъчните води).

14. Необходимост от други разрешителни, свързани с инвестиционното предложение.

15. Замърсяване и дискомфорт на околната среда.

16. Риск от инциденти.

III. Местоположение на инвестиционното предложение:

1. План, карти и снимки, показващи границите на инвестиционното предложение, даващи информация за физическите, природните и антропогенните характеристики, както и за разположените в близост елементи от Националната екологична мрежа.

2. Съществуващите ползватели на земи и приспособяването им към площадката или трасето на обекта на инвестиционното предложение и бъдещи планирани ползватели на земи.

3. Зониране или земеползване съобразно одобрени планове.

4. Чувствителни територии, в т.ч. чувствителни зони, уязвими зони, защитени зони, санитарно-охранителни зони и др.; Национална екологична мрежа.

4а. Качеството и регенеративната способност на природните ресурси.

5. Подробна информация за всички разгледани алтернативи за местоположение.

IV. Характеристики на потенциалното въздействие (кратко описание на възможните въздействия вследствие на реализацията на инвестиционното предложение):

1. Въздействие върху хората и тяхното здраве, земеползването, материалните активи, атмосферния въздух, атмосферата, водите, почвата, земните недра, ландшафта, природните обекти, минералното разнообразие, биологичното разнообразие и неговите елементи и защитените територии на единични и групови паметници на културата, както и очакваното въздействие от естествени и антропогенни вещества и процеси, различните видове отпадъци и техните

местонахождения, рисковите енергийни източници - шумове, вибрации, радиации, както и някои генетично модифицирани организми.

2. Въздействие върху елементи от Националната екологична мрежа, включително на разположените в близост до обекта на инвестиционното предложение.

3. Вид на въздействието (пряко, непряко, вторично, кумулативно, краткотрайно, средно- и дълготрайно, постоянно и временно, положително и отрицателно).

4. Обхват на въздействието - географски район; засегнато население; населени места (наименование, вид - град, село, курортно селище, брой жители и др.).

5. Вероятност на поява на въздействието.

6. Продължителност, честота и обратимост на въздействието.

7. Мерки, които е необходимо да се включат в инвестиционното предложение, свързани с предотвратяване, намаляване или компенсиране на значителните отрицателни въздействия върху околната среда.

8. Трансграничен характер на въздействията.

Приложение № 2а към чл. 14, ал. 1, т. 5. Образец на план за изпълнение на мерките.

Приложение № 3 към чл. 17, ал. 1, т. 2. Образец на обява за среща за обществено обсъждане.

Приложение № 4 към чл. 19, ал. 3. Образци на решение по ОВОС-

Наредба за условията и реда за извършване на екологична оценка на планове и програми (Обн., ДВ бр. 57 от 2.07.2004 г, загл. изм. ДВ бр. 3 от 2006 г.). С наредбата се определят условията и реда за екологична оценка (ЕО) на планове и програми, които са в процес на изготвяне и/или одобряване от централните и териториалните органи на изпълнителната власт, органите на местното самоуправление и Народното събрание. Извършването на ЕО е задължително за плановете и програмите, които се изискват по чл. 85, ал. 1 от ЗООС, съгласно приложение № 1. Необходимостта от ЕО се преценява за:

- планове и програми и техните изменения, които очертават рамката за бъдещо развитие на инвестиционни предложения;

- планове и програми на местно равнище за малки територии;

- измененията на планове и програми;

- планове и програми и техните изменения, които не очертават рамката за бъдещо развитие на инвестиционни предложения, но когато се предполага значително въздействие върху околната среда при прилагането им.

За преценяване 3 необходимостта от ЕО възложителят на плана/програмата внася писмено искане до компетентния орган, което съдържа:

1. Информация за възложителя (орган или оправомощено по закон трето лице): име, пълен пощенски адрес, лице за връзка - телефон, факс и адрес за електронна поща;

2. Обща информация за предложения план/ програма:

а) основание за изготвяне на плана/програмата - нормативен или административен акт;

б) период на действие и етапи на изпълнение на плана/програмата;

в) териториален обхват (национален, регионален, областен, общински, за по-малки територии) с посочване на съответните области и общини;

г) засегнати елементи на Националната екологична мрежа (НЕМ);

д) основни цели на плана/програмата;

е) финансиране на плана/програмата (например държавния и общинския бюджет, международни програми, финансови институции);

ж) срокове и етапи на изготвянето на плана или програмата и наличие на изискване за обществено обсъждане или друга процедурна форма за участие на обществеността;

3. Орган, отговорен за прилагането на плана/ програмата.

Към искането се прилагат и:

1. Характеристика на плана/програмата относно:

- инвестиционните предложения по приложение № 1 към чл. 92, т. 1 и приложение № 2 към чл. 93, ал. 1, т. 1 и 2 ЗООС и/или други инвестиционни предложения с предполагаемо значително въздействие върху околната среда, спрямо които предлаганият план/програма определя критерии, нормативи и други ръководни условия от значение за бъдещото им разрешаване или одобряване по отношение на местоположение, характер, мащабност и експлоатационни условия;

- мястото на предлагания план/програма в цялостния процес или йерархия на планиране, степен на подробност на предвижданията.

2. обосновка на конкретната необходимост от изготвянето на плана/програмата;

3. информация за плановете и програми и инвестиционни предложения, свързани с предложения план/програма, включително и за извършени ЕО или оценка на въздействието върху околната среда (ОВОС);

4. характеристики на засегнатата територия и на очакваните въздействия върху околната среда;

5. карта или друг актуален графичен материал на засегнатата територия, таблици, схеми, снимки и други - по преценка на възложителя, приложения.

Екологичната оценка на плана или програмата, предвидена в международно споразумение, по което Р България е страна, се възлага по определената в

споразумението процедура.

За планове и програми, за които по реда на друг нормативен акт се изисква да се оцени въздействието върху околната среда, по писмено искане на възложителя компетентните органи и органите по одобряване и/или приемане на съответния план или програма могат да координират провеждането на няколко процедури или да проведат една обща процедура. В случаите, когато за инвестиционно предложение, се изисква и изготвянето на самостоятелен план или програма, компетентният орган по околна среда може по искане на възложителя или по своя преценка да допусне извършването само на екологична оценка.

Приложение № 1 към чл. 2, ал. 1. Планове и програми, за които извършването на екологична оценка е задължително (Област по чл. 85, ал. 1 ЗООС;/нормативен акт;/план или програма).

1. *Селско стопанство* - Закон за сдружения за напояване; Стратегия за поливното земеделие;

2. *Горско стопанство* - Закон за горите; Национална стратегия за дългосрочно развитие на горите и горското стопанство в Р България; Програма за усъвършенстване на обезлесените и ерозиралите райони в страната чрез развитие на алтернативната трудова заетост;

3. *Рибарство* - Закон за рибарството и аквакултурите; Национална програма за рибарството и аквакултурите;

4. *Транспорт* - Закон за пътищата; Средносрочни и дългосрочни програми за развитие на пътната мрежа; Закон за железопътния транспорт; Програма за развитието на железопътния транспорт и на железопътната инфраструктура; Дългосрочна програма за развитието на железопътната инфраструктура и нейната безопасна и надеждна експлоатация, включително при кризисни ситуации (природни бедствия, терористични действия и военни конфликти)

5. *Енергетика* - Закон за енергетиката; Енергийна стратегия на Р България; Закон за енергийната ефективност; Национални дългосрочни програми по енергийна ефективност.

6. *Управление на отпадъците* - Закон за управление на отпадъците; Национална програма за управление на дейностите по отпадъците;

7. *Управление на водните ресурси* - Закон за водите; Планове за управление на речните басейни; Национална стратегия за управление и развитие на водния сектор; Стратегия за развитие и управление на водоснабдяването и канализацията в Р България.

8. *Промишленост, включително добив на подземни богатства* - Закон за подземните богатства; Стратегия в областта на търсенето, проучването и добива на подземните богатства и опазването на земните недра на територията на Р България в

континенталния шелф и в изключителната икономическа зона в Черно море.

9. (Отм. - ДВ, бр. 29 от 2010 г.)

10. *Туризм* - Закон за туризма; Стратегия за развитие на туризма; Национална стратегия за екотуризм.

11. *Устройствено планиране и земеползване* - Закон за устройство на територията; Национална комплексна устройствена схема; Районни устройствени схеми; Общи устройствени планове; Закон за одобрение и приложение на общия градоустройствен план на София; Общ устройствен план на София и Столичната община; Закон за регионалното развитие; Национална оперативна програма за регионално развитие; Регионални планове за развитие.

Приложение № 2 към чл. 2, ал. 2, т. 1. Планове и програми, за които се преценява необходимостта от екологична оценка (Област по чл. 85, ал. 1 ЗООС/ нормативен акт/план или програма).

1. *Селско стопанство* - Закон за собствеността и ползването на земеделските земи; Планове за образуване на масиви за ползване на земеделски земи; Закон за опазване на земеделските земи; Краткосрочни и дългосрочни програми за подобряване на продуктивните качества на земеделските земи и опазването им от ерозия, замърсяване, засоляване, окисляване и заблстяване; Закон за животновъдството; Стратегия за развитие на животновъдството по подотрасли; Закон за сдружения за напояване; План за напояване и разпределение на водата; Програма за проектиране, основен ремонт и реконструкция на хидромелиоративната инфраструктура; Закон за виното и спиртните напитки; Национална стратегия за развитие на лозарството и винарството в страната; Закон за тютюна и тютюневите изделия; Национална стратегия за развитие на тютюнопроизводството.

2. (Отм. - ДВ, бр. 3 от 2006 г.)

3. *Транспорт* - Закон за пътищата; Програми за развитие и усъвършенстване на републиканските пътища; Закон за гражданското въздухоплаване; Генерален план за развитие на летището; Закон за морските пространства, вътрешните водни пътища и пристанищата на Р България; Генерални планове за изграждане, реконструкция или разширяване на пристанищата и на съоръженията за навигация.

4. *Енергетика* - Закон за енергетиката; Национални дългосрочни и краткосрочни програми за насърчаване използването на възобновяеми енергийни източници; Закон за енергийната ефективност; Национални краткосрочни програми по енергийна ефективност; Целеви годишни програми за осъществяване на мерки по енергийна ефективност; Закон за безопасно използване на ядрената енергия; Стратегия за управление на отработеното ядрено гориво и на радиоактивните отпадъци.

5. *Управление на отпадъците* - Закон за управление на отпадъците Общински програми за управление на дейностите по отпадъците - част от общинските програми за околна среда (чл. 79 ЗООС).

6. *Управление на водните ресурси* - Закон за водите; Национални програми за изграждане, разширение, реконструкция и модернизация на съоръжения и/или системи за използване и опазване на водите; Национална програма за приоритетно изграждане на градски пречиствателни станции за отпадъчни води за населени места с над 10 хиляди еквивалентни жители в Р България; Национални програми в областта на опазването и устойчивото развитие на водите; Програми за намаляване на замърсяванията на водите и водните обекти; Национален план за действие за подобряване качеството на водите за питейно-битови цели; Регионални генерални планове на В и К и инвестиционните програми към; Генерални планове за В и К на агломерации над 10 000 екв. жители и инвестиционни програми към тях.

7. *Промишленост, включително добив на подземни богатства* - Закон за подземните богатства; Стратегия и приети дългосрочни планове за геоложки изследвания.

8. *Туризм* - Закон за туризма; Общинска програма за развитие на туризма; Стратегия за развитие на културния туризъм.

9. *Устройствено планиране и земеползване* - Закон за устройство на територията; Подробни устройствени планове; Специализирани подробни устройствени планове; Закон за одобрение и приложение на общия градоустройствен план на София; Подробен устройствен план на София и Столичната община; Закон за регионалното развитие; Общински планове за развитие Програми за изграждане на пречиствателни съоръжения със средства, предвиджани в държавния и общинските бюджети във всички заварени промишлени предприятия, животновъдни стопанства и други подобни, както и в отделни обекти, замърсяващи почвата с твърди и течни замърсители.

Наредба № 7 за хигиенните изисквания за здравна защита на селищната среда (Обн. ДВ бр. 46/1992 г., бр. 46/1994 г., бр. 89 и 101/1996 г. и бр. 101/1997 г., изм. ДВ. бр.20 от 5 Март 1999г.). С тази наредба се определят задължителните изисквания и норми за осигуряване на здравна защита на селищната среда и прилежащата ѝ територия и редът за определяне на хигиенно-защитни зони (ХЗЗ). Хигиенно-защитна зона е територията между източниците, които отделят вредности в околната среда (обекти, съоръжения и инсталации), и границата на жилищната зона на населените места, курортните и излетните комплекси, както и предприятията и складовите бази от

хранителната промишленост за обектите по *приложение № 1*.

ХЗЗ за обектите, разположени в жилищната зона на населените места, е територията между източника на вредност в околната среда (обекти, съоръжения, инсталации) и конкретният обект, подлежащ на здравна защита (жилищна, здравна, учебна, детска или обществена сграда, терен за отдих и спорт и други аналогични). ХЗЗ за открити разпределителни устройства и електропроводи са посочени в *приложение № 2*.

Производствените и стопанските дейности в зависимост от отделяните вредности и технологията на производствените процеси се обособяват, както следва:

- I група с хигиенно-защитна зона най-малко 3000 m;
- II група с хигиенно-защитна зона най-малко 2000 m;
- III група с хигиенно-защитна зона най-малко 1000 m;
- IV група с хигиенно-защитна зона най-малко 500 m;
- V група с хигиенно-защитна зона най-малко 300 m;
- VI група с хигиенно-защитна зона най-малко 100 m;
- VII група с хигиенно-защитна зона най-малко 50 m.

Намаляването или увеличаването на хигиенно-защитните зони за обектите и дейностите, посочени в приложение № 1, се разрешава от Министерството на здравеопазването въз основа на становище на съответната хигиенно-епидемиологична инспекция и изготвена оценка за въздействие върху околната среда (ОВОС), изясняваща здравно-хигиенните аспекти на местоположението на обекта, съгласно изискванията на Наредба № 1 от 1995 г. на МОС, МТРС, МЗ, МЗХП за оценка на въздействието върху околната среда (ДВ, бр. 73 от 1995 г.). В случаите, когато за обекта не се изисква изготвяне на ОВОС, Министерството на здравеопазването разрешава увеличаването или намаляването на хигиенно-защитните зони въз основа на становище на съответната хигиенно-епидемиологична инспекция и изготвена от независим експерт комплексна екологична експертиза със здравна оценка. Разположението на обектите в жилищната зона се съгласува с регионалните хигиенно-епидемиологични инспекции след решение на експертния съвет по предварителния санитарен контрол на ХЕИ.

В промишлените зони на населените места и селскостопанските дворове видовете производствени и стопански дейности се групират по отрасли, при които не трябва да се създават условия за взаимно неблагоприятно влияние и натоварване на средата с вредности. Обектите с обслужващи дейности, разположени в жилищната зона, не трябва да отделят вредности в околната жилищна среда над допустимите санитарно-хигиенни норми.

Месторазположението на стопански сгради за животни и птици и обемът на животновъдната дейност в парцели в жилищните зони на населените места се

определят от съответните специализирани общински служби съгласувано с регионалните ветеринарно-медицински служби, а за парцели извън жилищните зони - и с органите на държавния санитарен контрол. Територията на ХЗЗ трябва да бъде благоустроена и максимално озеленена с подходяща по вид растителност, устойчива на въздействието на вредности. Забранява се строителството на жилищни сгради, хотели, обществения, детски, учебни и здравни заведения, обслужващи населението, на територията на хигиенно-защитната зона.

9.1.3. Екологична оценка (ЕО) на планове и програми

Въвеждане и същност. През месец юни 2001 година ЕС приема Директива 2001/42/ЕС за оценката на някои планове и програми върху околната среда – т.н. Директива за Стратегическа екологична оценка. Тази Директива се базира на принципа на предотвратяване на вредните въздействия. Нейната цел е: *„Да осигури високо ниво на опазване на околната среда и да допринесе за интегриране на екологичните цели в изготвянето и приемането на планове и програми, с оглед подпомагане на устойчивото развитие.“* Директивата регламентира извършването на екологични оценки на планове и програми, които биха могли да окажат значителни въздействия върху околната среда. Основните разпоредби на Директива 2001/42/ЕС са транспонирани в основният документ на законодателството по околната среда в България - Законът за опазване на околната среда (ЗООС, ДВ бр. 91/2002 г.). В ЗООС има специален раздел, който третира екологичната оценка на планове и програми.

Съгласно ЗООС, от 1.07.2004 г. се извършва екологична оценка на планове и програми, които са в процес на изготвяне и/или одобряване от централни и териториални органи на изпълнителната власт и Народното събрание. Екологична оценка на планове и програми се извършва едновременно с изготвянето им, като се вземат предвид техните цели, териториалният обхват и степента на подробност, така че да се идентифицират, опишат и оценят по подходящ начин възможните въздействия от прилагането на инвестиционните предложения, които тези планове и програми включват. Екологичната оценка на планове и програми завършва със становище на министъра на околната среда и водите или на директора на съответната РИОСВ, чиято форма и съдържание се определят с наредба. Органите, отговорни за одобряване и прилагане на плана или програмата, се съобразяват със становището. Екологичните оценки се възлагат на експерти - български и чуждестранни физически лица, които трябва да декларират, че не са лично заинтересувани от реализацията и прилагането на

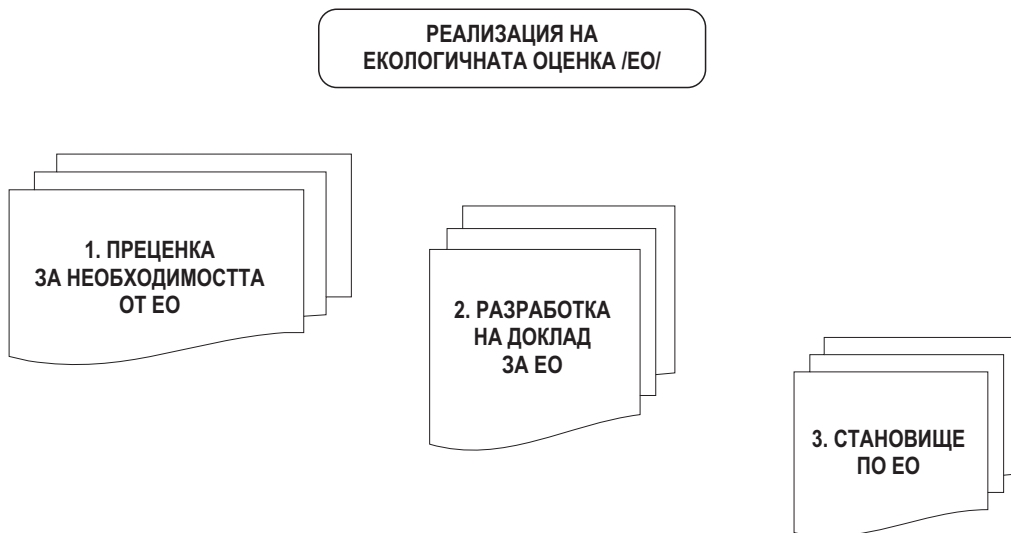
планове, програмите или на инвестиционните предложения. Експертите дават заключение, ръководейки се от принципите за намаляване на риска за човешкото здраве и осигуряване на устойчиво развитие съобразно действащите в страната норми за качество на околната среда.

Цели и принципи на екологичната оценка. Целите на екологичната оценка на планове и програми могат да бъдат постигнати, ако тя следва приетите принципи:

- Интегриране с процеса на планиране;
- Процесът на екологичната оценка трябва да бъде интегриран с процеса на планиране, за да се вземат предвид екологичните проблеми;
- Диалог на най-ранен етап;
- Екологичната оценка трябва да се приложи на най-ранния етап на вземане на решение. Ако екологичната оценка започва след като ключовите решения по плана/програмата са вече взети, тя вече почти няма възможност да повлияе на този документ;
- Отговорност;
- Възложителят на плана е отговорен за изготвянето на доклада за екологичната оценка. Той е задължен да се консултира с органите по опазването на околната среда, които са отговорни за постигане на екологичните цели;
- Воля за вземане на решение;
- Докладът по екологичната оценка трябва да бъде представен при вземане на решението заедно с цялата или част от предлаганата програма (план).
- Информираност;
- Резултатите от екологичната оценка трябва да са разбираеми за широката общественост. Обществеността трябва да участва в процеса на екологичната оценка, да бъде информирана за възможностите за участие при различните етапи от изготвянето ѝ;
- Демократичност.

С прилагането на екологичната оценка могат да се реализират принципите на демократично вземане на решения за реализацията на програмите и плановете, подложени на такава оценка.

Провеждане на процедурата екологична оценка на планове и програми. Екологичната оценка е задължителна за планове и програми и за техните значителни изменения в областите селско стопанство, горско стопанство, рибарство, транспорт, енергетика, управление на отпадъците, управление на водните ресурси и промишленост, включително добив на подземни богатства, далекосъобщения, туризъм, устройствено планиране и земеползване, когато тези области очертават рамката за бъдещото развитие на инвестиционни предложения. Обект на екологична оценка са планове и програми на местно равнище за малки територии, когато при прилагането им се предполагат значителни въздействия върху околната среда. Екологичната оценка се реализира чрез три



Фигура 9.1. Реализиране на екологична оценка

стъпки – Фигура 9.1.

Стъпка 1: Прави се преценка за необходимостта от екологична оценка. Необходимостта от екологичната оценка за всеки предложен план и програма или за тяхно изменение се преценява от Министърът на околната среда и водите или директорът на съответната РИОСВ. Съобразно определени критерии за определяне значимостта на въздействието, в зависимост от:

- Осигуряване на устойчивото развитие и постигане на националните и регионалните цели;
- Характеристиките на последствията и на засегнатата територия по отношение на: същност, обхват, обратимост и кумулативен характер на предполагаемите въздействия; потенциално трансгранично въздействие, потенциален ефект и риск за здравето на хората или за околната среда, размер и пространствен обхват на последствията, ценност и уязвимост на засегнатата територия; въздействие върху ландшафтните или върху елементи на Националната екологична мрежа;
- Степента, до която планът или програмата влияе върху други планове и програми.

Стъпка 2: Разработва се доклад за екологична оценка. Екологичната оценка се прави с доклад, който задължително съдържа:

- описание на основните цели на плана или програмата и връзката с други планове и програми;
- текущото състояние на компонентите и факторите и тяхното евентуално развитие без прилагането на плана или програмата;
- характеристиките на околната среда за терито-

рии, които могат значително да бъдат засегнати;

- съществуващите екологични проблеми, установени на различно ниво, имащи отношение към плана или програмата, включително отнасящите се до райони с особено екологично значение;
 - целите на опазване на околната среда на национално и международно равнище, имащи отношение към плана и програмата, и начинът, по който тези цели и всички екологични съображения са взети под внимание по време на изготвянето на плана или програмата;
 - възможни значителни въздействия върху околната среда, включително компонентите и факторите и връзките между тях;
 - мерките, които са предвидени за предотвратяване, намаляване и възможно най-пълно отстраняване на неблагоприятните последствия от осъществяването на плана или програмата върху околната среда;
 - мотиви за избор на разгледаните алтернативи и описание на методите на извършване на екологична оценка, включително трудностите (например технически, липса на ноу-хау) при събиране на необходимата за това информация;
 - описание на необходимите мерки във връзка с наблюдението по време на прилагането на плана или програмата;
 - нетехническо резюме на екологичната оценка.
- Стъпка 3: Оформяне на становище по екологичната оценка и финализиране на процедурата.* Съгласно ЗООС становище по екологична оценка на планове и програми издават Министърът на МОСВ и Директора на съответната РИОСВ.

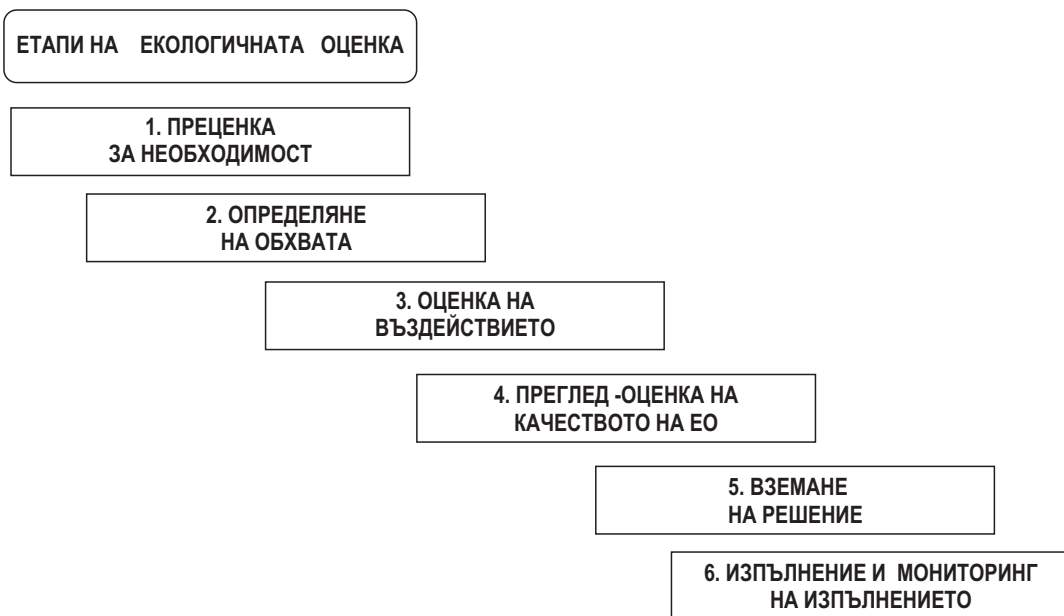
Събраната информация, направените анализи при подготовката на екологичната оценка на планове и програми, както и становището на министъра или на директора на РИОСВ се ползват и съблюдават и при процедурите за ОВОС на инвестиционни предложения (съгл. Приложения № 1 и 2 на ЗООС) – изработване на докладите и постановяване на решенията на ОВОС.

Етапи на екологичната оценка. Целта на екологичната оценка на планове и програми е да представи на вземащите решения информация за окол-

ната среда преди официалните управленски решения да бъдат взети, за да е сигурно, че екологичните ефекти ще бъдат взети под внимание. Тези решения се отнасят до одобряването или отхвърлянето на дейности, например строителството на инфраструктура или развитието на туризма в дадена област.

Етапи при екологичната оценка (Фигура 9.2):

I етап. Преценка. Необходимо е да се прецени за кои планове и програми е необходимо да се извърши ЕО. В ЗООС у нас, а и в други страни има списък на



Фигура 9.2. Етапи на екологична оценка

задължително подлежащите на екологична оценка секторни планове и програми. Най-общо преценката включва отговори на въпросите: Необходима ли е екологична оценка на даден план или програма?; Как се интегрира тя с процеса на планиране?; Има ли алтернативи в предлаганото в плана или програмата развитие?; Има ли обществен интерес?.

II етап. Определяне на обхвата. Обхватът се определя при съобразяване какви са целите на плана и какви са целите за опазване на околната среда; какви методи на оценка са подходящи с наличните данни. В ЕО би следвало да се включат групите въздействия върху околната среда по компоненти и фактори, собственост на земите, аварии и т.н. Разглеждат се също преките и косвени, вторичните кумулативни и синергични въздействия върху околната среда.

III етап. Оценка на въздействието. Изготвя се ЕО с

описване на предложените решения, алтернативи, очаквани въздействия. Колко значителни са въздействията, как могат да се намалят, ако е необходимо, как ще се извършва мониторинг след вземане на решенията.

IV етап. Преглед. Прегледът на ЕО предоставя възможности за проверка на качеството. Търсят се мнения и съвети от други правителствени институции и агенции, експерти, групи по интереси и обществеността. Прави се проверка на съвпадението на първоначално поставените цели с постигнатите резултати. Изводите от прегледа могат да повлияят на окончателното решение и на евентуалните условия за изпълнение на плана или програмата.

V етап. Вземане на решение. При вземане на решение възложителите на плана или програмата се съобразяват със заключенията и препоръките на ЕО.

Прави се анализ и обсъждане свързана ли е ЕО с други видове оценки, ако има такива.

VI етап. Изпълнение и мониторинг. На този етап се обръща особено внимание. В рамките на ЕО се изготвя “Екологичен план за действие и мониторинг”. Процесът на екологичната оценка следва да продължи и след приемането на плана или програмата. В този план се включват възможностите за участие и на обществеността. Резултатите от мониторинга дават възможности за налагане и/или преформулиране на решения, когато това е необходимо.

9.1.4. Оценка на въздействието върху околната среда (ОВОС)

Въвеждане и същност. През 1985 г. Европейската общност приема Директива 85/337 ЕЕС, в която се формулира минимума от изискванията за процедурата ОВОС на страните-членки на Общността. Съгласно тази Директива, оценката на въздействието върху околната среда е ранна, систематична, пълна, прозрачна идентификация, описание, оценка на потенциалните ефекти върху околната среда от предлаганото развитие, проект, програма, в съответствие с конкретни правила. ОВОС се определя като най-съвременният и широко разпространен инструмент за внедряване на *принципа на предпазването в практиката*. С процедурата се цели оценяването на потенциално значимите въздействия върху околната среда от проекти, планове, програми. ОВОС следва принципа “три пъти мери, един път режи”. Това е един подход на прогнозиране, основан на сравняване на потенциалните неблагоприятни въздействия на дадено действие с потенциалните въздействия на всичките разнообразни варианти за действие в същата област. Логиката, на която се основава ОВОС е да се представи един избор между конкурентни варианти, които установяват различен баланс между минимизиране на въздействията върху околната среда и изпълняването на различни интереси. Прогнозите трябва да са надеждни, базирани на научни принципи, които другите могат да разберат. Процедурата ОВОС има ролята и на превантивна мярка за избягване на бъдещи екологични конфликти. Основната цел при прилагане на процедурата ОВОС е да се предотврати или намали до минимум вредното въздействие от човешката дейност върху околната среда.

Най-общо ОВОС се определя като регистриране, анализ и прогноза за отклоненията в качеството на околната среда, предизвикани от конкретна човешка дейност. Съществена особеност на процедурата за ОВОС е участието на обществеността. За да се избегнат възможностите за манипулации според българското законодателство се провежда обществено обсъждане на резултатите от ОВОС, за което се

известява чрез медиите най-малко един месец преди насочването му.

Значение на процедурата за ОВОС.

1. Резултатите от процедурата изграждат информационната база на обекта за неговата екологосъобразност.

2. ОВОС спомага за вземане на правилни решения, за устойчиво управление и използване на ресурсите, постигане на консенсус между страни с различни цели, обмен на технологии, привличане на инвестиции.

3. ОВОС пречи за авторитарно вземане на решения, зараждане на конфликти, нерационално ресурсоизползване.

4. ОВОС дава възможности за гаранции за добро качество на околната среда, предотвратяване на рискови ситуации, укрепване на екологосъобразна ценностна система.

5. ОВОС утвърждава демократичните процеси.

Целите на ОВОС са да определи потенциалните биологически, социални и здравни ефекти на предложените действия, което да позволи да се вземат правилни решения. Много важно е да се използва възможността за намаляване на всякакви бъдещи вредни въздействия например чрез определяне на алтернативни варианти – местоположения, технологии, процеси.

Обхват на ОВОС. Съгласно ЗООС и Наредбата за условията и реда за извършване на оценка на въздействието върху околната среда, оценка на въздействието върху околната среда задължително се извършва на:

- Инвестиционните предложения за строителство, дейности и технологии посочени в приложение № 1 на ЗООС;

- Инвестиционните предложения за строителство, дейности и технологии с трансгранично въздействие върху околната среда посочени в приложение № 1 към чл. 2 от Конвенцията по оценка на въздействието върху околната среда в трансграничен контекст.

Процедура и етапи на ОВОС. Процедурата ОВОС на инвестиционни предложения за строителство дейности и технологии задължително включва *седем етапа* (стъпки):

1. Уведомяване на компетентните органи и засегнатото население;

2. Преценка за необходимостта да се извършва ОВОС;

3. Извършване на консултации, определяне на обхвата, съдържанието и формата на доклада за ОВОС;

4. Оценяване на качеството на доклада за ОВОС;

5. Организиране на обществено обсъждане на доклада за ОВОС;

6. Вземане на решение по ОВОС;

7. Осъществяване на контрол по изпълнението на условията от решението по ОВОС.

I етап: Уведомяване на компетентните органи и засегнатото население. Инвеститорът е длъжен да информира писмено компетентните органи - МОСВ/РИОСВ, за своето инвестиционно предложение по време на прединвестиционните проучвания. Едновременно с уведомяването на компетентния орган инвеститорът уведомява писмено кмета на съответната /съответните община/ общини, район/райони или кметство/кметства. Засегнатото население се уведомява чрез средствата за масово осведомяване и/или по друг подходящ начин. Въз основа на уведомлението компетентният орган определя дали инвестиционното предложение е включено в приложение № 1 на ЗООС или в приложение № 2 към ЗООС, или е извън техния обхват, но може да окаже въздействие върху защитени зони от Националната екологична мрежа (НЕМ). В срок до 14 дни компетентният орган информира писмено инвеститора за необходимите действия, които трябва да предприеме.

II етап: Преценка за необходимостта да се извършва ОВОС. Необходимостта от извършване на ОВОС се преценява за всеки конкретен случай по критерии, посочени както следва:

1. За инвестиционните предложения за ново строителство, дейности и технологии в приложение № 2 на ЗООС;

2. За инвестиционните предложения за разширение и/или промяна на производствената дейност на обекти, дейности и технологии в приложение № 2 на ЗООС;

3. За инвестиционни предложения за разширение и/или промяна на производствената дейност на обекта съгласно приложение № 1 към ЗООС и приложение № 1 към чл. 2 от Конвенцията по оценка на въздействието върху околната среда в трансграничен контекст;

4. За всяко инвестиционно предложение за ново строителство, дейности и технологии – по критерии в приложение № 1, разработени изключително или предимно за развитие и изпитване на нови методи или продукти със срок на действие не повече от две години;

5. За инвестиционни предложения за ново строителство, дейности и технологии в защитени територии и за инвестиционни предложения за разширение и/или промяна на производствената дейност на обекти в защитени територии.

Необходимостта от извършване на ОВОС се преценява от министъра на околната среда и водите или от директора на съответната РИОСВ за всеки конкретен случай и съобразно критериите който се произнася с мотивирано решение.

Необходимостта от извършване на ОВОС се

преценява въз основа на:

1. Характеристиките на предлаганото строителство, дейности и технологии: обем, производителност, мащабност, взаимовръзка и кумулиране с други предложения, ползване на природни ресурси, генерирани отпадъци, замърсяване и нарушения на околната среда, както и риск от инциденти;

2. Местоположението, в това число чувствителност на средата, съществуващото ползване на земята, относителното наличие на подходящи територии, качеството и регенеративната способност на природните ресурси в района;

3. Способността за асимилация на екосистемата в естествената околна среда на:

- защитените със закон територии и местообитанията;
- планинските и гористите местности;
- влажните и крайбрежните зони;
- районите, в които нормите на замърсяване са превишени;
- силно урбанизираните територии;
- защитените територии на единични и групови паметници на културата, определени по реда на Закона за паметниците на културата и музеите;
- териториите и/или зоните и обектите със специфичен санитарен статут или подлежащи на здравна защита.

4. Характеристиките на потенциалните въздействия - териториален обхват, засегнато население, включително трансгранични въздействия, същност, големина, комплексност, вероятност, продължителност, честота и обратимост;

5. Обществения интерес към предложението за строителство, дейности и технологии.

Инвеститорът на инвестиционното предложение информира в най-ранния етап на своето инвестиционно намерение компетентните органи и засегнатото население, като го обявява писмено и осигурява изработване на задание за обхват на ОВОС. Инвеститорът провежда консултации с компетентните органи за вземане на решение по ОВОС с други специализирани ведомства и засегнатата общественост по отношение на:

- специфичните особености на предлаганото строителство, дейности и технологии, степен на развитие на проектното решение и взаимовръзката му със съществуващи или други планирани строителство, дейности и технологии;
- характеристиките на съществуващата околна среда и всички нейни компоненти;
- значимостта на предполагаемите въздействия;
- заданието за обхват и съдържание на ОВОС;
- границите на проучването във връзка с ОВОС;
- алтернативите за инвестиционни предложения;
- засегнатата общественост - интереси и мнения;

- източниците на информация;
- методиките за прогнози и оценка на въздействието върху околната среда;
- мерки за намаляване на предполагаемите отрицателни въздействия върху околната среда.

III етап: Извършване на консултации, определяне на обхвата, съдържанието и формата на доклада за ОВОС. В зависимост от характеристиките на инвестиционното предложение, инвеститорът определя какви предварителни консултации е необходимо да се проведат, с оглед осигуряване на необходимата информация за разработка на заданието за доклад по ОВОС. Заданието задължително съдържа:

1. Характеристика на инвестиционното предложение, включващо:

- описание на физичните характеристики на инвестиционното предложение и необходими площи (като усвоени терени, земеделска земя, горски площи, други) по време на фазата на строителство и фазата на експлоатация;

- описание на основните характеристики на производствения процес, например вид и количество на ползваните суровини и материали;

- определяне на вида и количеството на очакваните отпадъци и емисии (замърсяване на води, въздух и почви; шум; вибрации; лъчения - светлинни, топлинни; радиация и др.) в резултат на експлоатацията на инвестиционното предложение.

2. Алтернативи за осъществяване на инвестиционното предложение;

3. Характеристика на околната среда, в която ще се реализира инвестиционното предложение, и прогноза на въздействието;

4. Значимост на въздействията върху околната среда, като се описват преки и непреки; кумулативни; кратко-, средно- и дълготрайни; постоянни и временни; положителни и отрицателни въздействия от инвестиционното предложение;

5. Структура на доклада за ОВОС с описание на очаквано съдържание на включените в него точки;

6. Списък на необходимите приложения, списъци и други;

7. Етапи, фази и срокове за разработване на доклада за ОВОС;

8. Други условия или изисквания.

IV етап. Оценяване на качеството на доклада. Инвеститорът на предложението представя на компетентния орган за вземане на решение доклад за ОВОС, който съдържа:

1. Анотация на инвестиционното предложение за строителството, дейностите и технологиите;

2. Алтернативи за местоположение (със скици и координати на характерните точки в утвърдената координатна система за страната) и/или алтернативи на пред-

лаганите от възложителя технологии и мотивите за направения избор, имайки предвид въздействието върху околната среда, включително "нулева алтернатива";

3. Описание и анализ на компонентите и факторите на околната среда и на материалното и културното наследство, които ще бъдат засегнати в голяма степен от инвестиционното предложение, както и взаимодействието между тях;

4. Описание, анализ и оценка на предполагаемите значителни въздействия върху населението и околната среда в резултат на:

- реализацията на инвестиционното предложение;

- ползването на природните ресурси;

- емисиите на вредни вещества при нормална експлоатация и при извънредни ситуации, генерирането на отпадъци и създаването на дискомфорт;

5. Информация за използваните методики за прогноза и оценка на въздействието върху околната среда;

6. Описание на мерките, предвидени да предотвратят, намалят или, където е възможно, да прекратят значителните вредни въздействия върху околната среда, както и план за изпълнението на тези мерки;

7. Становища и мнения на засегнатата общественост, на компетентните органи за вземане на решение по ОВОС и други специализирани ведомства и заинтересувани държави в трансграничен контекст, в резултат от проведените консултации;

8. Заключение на експертите, когато се дава в съответствие с изискванията на ЗООС;

9. Нетехническо резюме;

10. Описание на трудностите (технически причини, недостиг или липса на данни) при събирането на информация за изработване на доклада за ОВОС;

11. Друга информация по преценка на компетентния орган.

Инвеститорът на предложението осигурява необходимата информация за извършване на ОВОС, както и всякаква допълнителна информация, свързана с инвестиционното предложение. Други органи, разполагащи с информация, която има отношение към извършваната ОВОС, са длъжни да предоставят тази информация в съответствие с глава втора. При наличие на държавна, служебна или друга защитена със закон тайна информацията се предоставя при спазване на изискванията за поверителност по чл. 20. от ЗООС. За вземане на решение по ОВОС компетентният орган оценява качеството на доклада по ОВОС съобразно проведените консултации съответствието с изискванията на нормативната уредба по околната среда в 14-дневен срок от внасянето на доклада. При отрицателна оценка компетентният орган или оправомощено от него длъжностно лице уведомява възложителя и връща доклада за допълване или преработване, като дава конкретни указания за това.

Компетентният орган оценява допълнения/ преработения доклад.

V етап 5: Организиране на обществено обсъждане на доклада за ОВОС. След положителна оценка инвеститорът организира обществено обсъждане на доклада за ОВОС съвместно с определените от компетентния орган засегнати общини, кметства и райони. В обсъждането могат да участват всички заинтересувани физически и юридически лица, в т.ч. представители на компетентния орган за вземане на решение по ОВОС, териториалната администрация на изпълнителната власт, обществени организации и граждани. Инвеститорът на предложението уведомява лицата за мястото и датата на обсъждането чрез средствата за масово осведомяване или по друг подходящ начин най-малко 30 дни преди срещата за общественото обсъждане. Инвеститорът на предложението и компетентните органи осигуряват обществен достъп до документацията по ОВОС за период 30 календарни дни. Представителите на обществеността представят писмено своите становища на срещата за обществено обсъждане или ги изпращат на компетентния орган за вземане на решение по ОВОС не по-късно от 7 календарни дни след обсъждането.

За инвестиционни предложения за строителство, дейности и технологии на територията на Р България, за които се предполага значително въздействие върху околната среда на територията на друга държава или държави, министърът на околната среда и водите:

- Уведомява засегнатите държави на възможно най-ранния етап на инвестиционното предложение, но не по-късно от датата на уведомяване на собственото население;

- При съгласие за участие в процедурата по ОВОС предоставя на засегнатата държава описание на инвестиционното предложение и възможната информация за евентуално трансгранично въздействие върху околната среда, както и информация за характера на решението, което се предполага, че ще бъде взето. В случаите на уведомяване за предполагаемо значително въздействие върху околната среда на територията на Р България - резултат от предлагана дейност на територията на друга държава, министърът на околната среда и водите осигурява:

- обществен достъп до предоставената информация за ОВОС;

- своевременното изпращане на всички становища по информацията по т. 1 преди вземането на решения от компетентния орган на другата държава.

VI етап 6: Вземане на решение по ОВОС. За вземане на решение инвеститорът представя на компетентния орган в срок до 7 дни след обсъждането по резултатите от него, включително становищата и протокола от неговото провеждане. Компетентният орган взема решение по ОВОС в срок до 3 месеца след

провеждане на общественото обсъждане, като отчита резултатите от него. Решението по ОВОС съдържа:

1. наименованието на органа, който го издава;
2. името на инвеститора, местожителството / седалището;
3. правните и фактическите основания за постановяване на решението;
4. мотиви;
5. разпоредителна част;
6. условия за изпълнение, в това число мерки за предотвратяване, намаляване или ликвидиране на значителни отрицателни въздействия върху околната среда, срокове за изпълнение, където е необходимо;
7. органа и срока, в който може да се обжалва;
8. отговорността при неизпълнение на условията, определени в решението;
9. дата на издаване и подпис.

В срок 7 дни от постановяване на решението компетентният орган:

- Предоставя решението на инвеститора на предложението;
- Оповестява решението чрез централните средства за масово осведомяване и/или по друг подходящ начин.

Компетентният орган осигурява достъп до съдържанието на решението след постановяването му, включително до приложенията към него. Заинтересуваните лица могат да обжалват решението по реда на Закона за административното производство и Закона за Върховния административен съд в 14-дневен срок от съобщаването. Решението по ОВОС за незапочнато строителство и дейности е валидно за срок от три години, считано от датата на издаването му.

VII етап 7: Контрол по изпълнението на условията от решението. Компетентните органи осъществяват контрол за изпълнение на мерките и условията от решението по ОВОС. В МОСВ се води публичен регистър с данни за извършване на процедурата по ОВОС, включително за общественото обсъждане, издаденото решение по ОВОС и за извършения контрол по изпълнение на решенията по ОВОС. Компетентните органи осъществяват контрол по изпълнението на условията от решенията:

- при одобряване и съгласуване на инвестиционните проекти;
- по време на строителството;
- при издаване на разрешение за ползване на строежа;
- по време на експлоатацията на обекта.

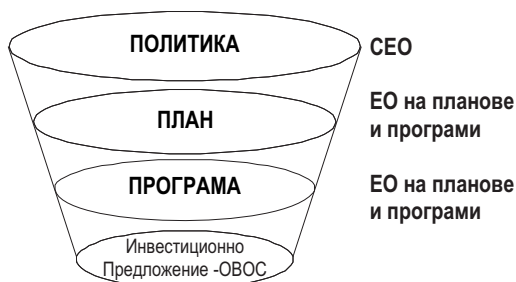
Контролът включва проверка по документи и чрез посещение на място на резултатите от изпълнението на плана за мерките за предотвратяване, намаляване или ликвидиране на значителните вредни въздействия върху околната среда и оценка на тяхната ефективност и се извършва по реда на глава девета от

ЗООС.

9.1.5. Сравнение между ОВОС и ЕО

ОВОС и ЕО са инструменти за превантивен контрол, подпомагащи вземането на крайно решение за подобряване или отхвърляне съответно на инвестиционни предложения, планове и програми. Различията между ОВОС и ЕО са свързани основно с вида на предмета на оценката, което е предпоставка за различия в подхода, методологията и процедурата. Връзката между нивата на вземане на решения и вида на оценката, приложима на съответното ниво е представенана Фигура 9.3:

Основните разлики между ЕО на планове и про-



Фигура 9.3. Връзка между нивата на вземане на решения и вида на оценката,

грами (ЕО на П/П) и ОВОС на инвестиционни предложения (ОВОС на ИП) са както следва:

- **Данни:** за ЕО на П/П се използва комбинация между описателни и количествени данни; за ОВОС на ИП данните са предимно количествени;
- **Цели/обхват на въздействията:** за ЕО на П/П са предимно национални, регионални; за ОВОС на ИП са предимно локални;
- **Алтернативи:** за ЕО на П/П алтернативите могат да бъдат например по-ефективно използване на транспорта, инфраструктура, балансирано местоположение и др.; за ОВОС на ИП алтернативи могат да бъдат технически варианти, местоположение проект и др.;
- **Въздействия:** при ЕО на П/П въздействията касаят всички инвестиционни предложения, включени в П/П; при ОВОС на ИП – конкретно инвестиционно предложение;
- **Методи за оценка на въздействията:** за ЕО на П/П методите са опростени, основани на матрици на въздействията и на експертни оценки с висока степен на несигурност; при ОВОС на ИП методите са сложни и обикновено обосновани на конкретни данни;
- **Мерки:** за ЕО на П/П мерките целят предотвратяване на въздействията; при ОВОС на ИП мерките водят до намаляване на въздействията;

- **Резултати:** за ЕО на П/П резултатите са общи за обекта на ЕО; при ОВОС на ИП очакваните резултати са конкретни и подробни.

ЕО на планове и програми се извършва едновременно с изготвянето им, като се имат предвид техните цели и обхват, с оглед да се опишат и оценят по подходящ начин възможните въздействия от прилагането на всички включени в тези програми и планове инвестиционни предложения.

ОВОС се свързва с решенията за одобряване на дадено инвестиционно предложение и е едно от последните важни решения преди одобряването на инвестиционното предложение. Това са конкретни решения, свързани предимно с местоположението (площадката) и технологичното решение за реализация на предложението, отнасящи се по-скоро до ограничаване, отколкото до предотвратяване на въздействието върху околната среда.

9.2. Комплексен разрешителен режим

9.2.1. Основни понятия

Авария е внезапна технологична повреда на машини, съоръжения и агрегати, съпроводена със спиране или сериозно нарушаване на технологичния процес, взривове, възникване на пожари, наднормено замърсяване на околната среда, разрушения, жертви или заплахата за живота и здравето на населението.

Комплексно разрешително е индивидуален административен акт, предоставящ разрешение за експлоатация на определена инсталация или на дадена част от нея при определени условия, които гарантират съответствието на инсталацията с изискванията на глава седма. Едно разрешително може да се отнася до една или повече инсталации (или до части от различни инсталации), които са разположени на една и съща площадка са експлоатирани от един и същ оператор и някои от които могат да не попадат в обхвата на приложение № 4/ЗООС.

Най-добри налични техники - означава най-ефективния и най-напредналия етап в развитието на дейностите и методите за тяхната реализация, показващи практическата пригодност на съответните техники за осигуряването, по принцип, на основата на съответните норми за допустими емисии, и проектирани с цел предотвратяване и, в случаите когато това е практически невъзможно, за намаляване на емисиите и въздействието им върху околната среда в нейната цялост.

Неподвижен източник (горивен или производствен) е всяка производствена или друга единица (инсталация, съоръжение, линия, агрегат и др.) или група от такива единици, разположени на една площадка, при чиято експлоатация е възможно изпускането на емисии на вредни вещества в

атмосферата; производствените и/или другите единици, включени в едно общо изпускащо устройство, се разглеждат като подизточници в рамките на съответния неподвижен източник.

Операции по въвеждане и извеждане от експлоатация са операциите по въвеждане или извеждане от експлоатация на дадена инсталация или част от нея (технологичен възел, съоръжение, резервоар и др.), вкл. състоянието на работа на инсталацията на празен ход. Повтарящите се регулярно фази на нормална експлоатация с променливи технологични параметри не се считат за операции по въвеждане и извеждане от експлоатация.

Опасност от голяма авария е всяко действие или събитие с участието на опасно вещество от табл. 1 на приложение № 3/ЗООС или опасно вещество, класифицирано в поне една от категориите, посочени в табл. 3 на приложение № 3/ЗООС, които могат да причинят увреждания на човешкото здраве и/или на околната среда.

Оператор е всяко физическо или юридическо лице, по отношение на което е налице една от следните характеристики: 1. експлоатира определено собствено предприятие, съоръжение и/или инсталация; 2. контролира експлоатацията на определено предприятие, съоръжение и/или инсталация; 3. разпорежда се и взема решения относно настоящото или бъдещото функциониране на предприятието, съоръжението и/или инсталацията.

Площадка е цялата земна площ с определено географско разположение, на която е разположен даден обект или дейност с неподвижни източници на емисии, вкл. неговата инфраструктура, използваното оборудване, суровини и материали.

Предприятие е цялата територия и обектите върху нея, които са под контрола на оператор, в които има опасни химични вещества или препарати в едно или повече съоръжения, включително общи или свързани инфраструктури или дейности.

Промяна на дейността е всяко преустройство с промяна на естеството на производствената дейност, функционирането или разширението на инсталацията, които могат да окажат определено въздействие върху околната среда.

Програма за привеждане в съответствие е документ, съдържащ една или повече технически мерки за изпълнение на влязла в сила нормативна уредба по околна среда, сроковете за чието изпълнение не са изтекли към датата за издаване на разрешителното.

Ръководител на обект или дейност с неподвижен източник е всяко лице, което отговаря за изграждането, стопанисването или управлението на съответния обект или дейност с възможни неподвижни източници на емисии на вредни вещества (замърс-

ители) в атмосферния въздух.

Съоръжение е техническа единица в рамките на предприятието, в която се произвеждат, употребяват, обработват или складира опасни вещества. То включва цялото оборудване, структури, тръбопроводи, машини, инструменти, частни железопътни резервни коловози (коловози от вътрешния железопътен транспорт), докове, кейове за разтоварване (пристанищни терминали), които обслужват съоръжението, пирсове, складове или подобни структури, плаващи или не, необходими за работата на съоръжението.

Съхранение на опасни вещества е складиране или отговорно пазене на налични опасни вещества в предприятието и/или съоръжението.

Съществена промяна е промяна в работата на инсталацията, която по преценка на съответния компетентен орган може да има значително отрицателно въздействие върху здравето на хората или върху околната среда. Всяка промяна или увеличение на капацитета се смятат за съществени, ако промяната или увеличението на капацитета сами по себе си достигат праговите стойности, определени в приложение № 4/ЗООС за комплексните разрешителни.

9.2.2. Нормативна база

Директива 2008/1/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 15 януари 2008 година за комплексно предотвратяване и контрол на замърсяването (КПКЗ). Директивата за комплексно предотвратяване и контрол на замърсяването (*IPPC- Integrated Pollution Prevention and Control*) е логично продължение на цялата политика на Европейския съюз по отношение на опазване на околната среда и се явява един от основните инструменти за реализиране на принципите и политиката на Съюза по отношение на околната среда и по-точно:

- в предотвратяване, намаляване и евентуално последващото елиминиране в максимална степен на замърсяването;
- даване приоритет на мерките и действията при източника на замърсяване;
- оптимизиране на потреблението и подобряване управлението на природните ресурси посредством прилагането на принципите "замърсителят плаща" и "предотвратяване на замърсяването".

Самото разглеждане на околната среда като едно цяло и оценяване на замърсяването, не само от дейността на конкретното място, но и в свързаните с нея и поддържащи я производства е принципно нов подход, не само за производствените предприятия, но и за компетентните органи и обществено-ността. Този интегриран подход се основава на два факта:

- един и същи компонент на околната среда може

да има потенциал да изпълнява повече от една функция. *Например*, използване на реките като източник на вода за различни цели и същевременно може да бъде място за заустване на отпадъчни води;

- различните технологии при една и съща дейност могат да имат различни аспекти на околната среда.

Директивата е задължителна за прилагане към определени дейности и производство, в повечето случаи с определен минимален прагов капацитет, за които е преценено, че прилагането на такъв комплексен подход би бил ефективен и би оправдало значителните ресурси, финансови и човешки, необходими за нейното прилагане. Това не пречи на всяка отделна страна да прилага този подход и към инсталации с по-малки производствени капацитети или други дейности. Списък на тези дейности според Директива 2008/1/ЕО и българското законодателство е даден в Приложение 1 на Директивата. Основно задължение на държавите, прилагащи тази директива е да гарантират, че за всяка инсталация, попадаща в обхвата на това приложение ще се предприемат мерки, предназначени да предотвратят, или в случаите, когато това е практически неосъществимо да се намалят емисиите във въздуха, водите и земята, целящи постигането на висока степен на опазване на околната среда като цяло.

В Директивата са определени и основните принципи, които трябва да спазват операторите при експлоатацията на съответните инсталации. Тези принципи са в основата на издаваните комплексни разрешителни:

- предприемане на всички необходими превантивни мерки срещу замърсяването, в частност, посредством прилагане на най-добрите налични техники;

- недопускане на значително замърсяване;

- избягване на генерирането на отпадъци. Когато е налице генериране на отпадъци, последните се оползотворяват, или, в случаите когато това е технически, или икономически невъзможно, те да се обезвредят като същевременно се избягва или намалява тяхното въздействие върху околната среда;

- ефективно използване на енергията;

- предприемане на необходимите мерки за избягване на възможните рискове от замърсяване и приважането в задоволително състояние на площадката, върху която е разположена инсталацията, след окончателното прекратяване на нейната експлоатация.

Много е важно да се отчете ролята на последния принцип. Той е нов за практиката в България и обществеността, в лицето на различни заинтересовани страни да осъществи контрола за неговото прилагане. Водещ принцип обаче е прилагането на *най-добрите налични техники* (НДНТ, англ. *BAT- Best Available Techniques*). В това словосъчетание:

- „*техники*“ включва, както използваната технология, така и начина на проектиране, изграждане, поддържане, експлоатация и ликвидиране на инсталацията;

- „*налични*“ означава техниките, разработени в мащаб, който позволява прилагането им в съответния промишлен отрасъл, при жизнени в икономически и технически смисъл условия и отчитане на свързаните с тях разходи и предимства, независимо от това дали те се използват или произвеждат във въпросната държава членка, при условие че са достъпни в разумна степен за оператора;

- „*най-добри*“ означава най-ефективни, с оглед постигането на висока степен на опазване на околната среда, в нейната цялост.

Самото определение на НДНТ е сравнително широко и не дава точна дефиниция, а само принципите въз основа, на които те се определят. Има определени изисквания, които са дадени като отделно приложение към директивата. Те трябва да бъдат вземани предвид по принцип или в конкретни случаи, при определяне на най-добрите налични техники, като се отчитат вероятните разходи и ползи от дадена мярка и принципите - превантивност и защита:

1. Използването на нискоотпадъчна технология;

2. Използването на по-малко опасни вещества;

3. Извличане и рециклиране на генерираните и използваните в процеса вещества и на отпадъци, където това е уместно;

4. Сравними процеси, съоръжения или методи на експлоатация, експериментирани успешно в промишлен мащаб;

5. Технологичен напредък и промени в научните познания и разбирания;

6. Вида, въздействието и обемите на разглежданите емисии;

7. Датата за пускане в експлоатация на нови или съществуващи инсталации;

8. Продължителността от време, необходима за внедряване на най-добрите налични техники;

9. Потреблението и вида на използваните в процесите суровини (включително водата) и енергийна ефективност;

10. Необходимостта от предотвратяване или намаляване до минимум на общото въздействие на емисиите върху околната среда и рисковете за нея;

11. Необходимостта от предотвратяване на аварии и свеждане до минимум на последствията за околната среда;

12. Информацията, публикувана от Европейския съюз въз основа на получената информация от прилагането на директивата или от други международни организации.

Реферативни документи (ръководства) за определяне на НДНТ (BREF - BAT Reference Notes). За

подпомагане на отделните държави в процеса на определяне на НДНТ е създаден специален институт със седалище в Севиля, Испания. Целта на този институт е да координира и подпомага дейността на различни работни групи за различните групи дейности, попадащи в обхвата на Приложение 1. Работните групи изработват ръководства за Най-добри налични техники на ниво Европейски съюз, като всяка страна приема национални ръководства, които са в съответствие с общите. Ръководствата са две групи:

- *хоризонтални*, отнасящи се до дейности, които са присъщи за различните производства (мониторинг, охладителни системи, третиране на емисии);
- *вертикални*, отнасящи се до конкретни производства (цимент, кожарско, текстилно, черна металургия).

Реферативните документи (ръководства) не са:

- нормиращи: не установяват, нито препоръчват емисионни норми;
- законова интерпретация на Директивата;
- универсални - не могат да се използват за формулиране на НДНТ при всякакви местни условия.

Реферативните документи (ръководства) са:

- справочни документи: съдържат информация, която да подпомага хората, вземащи решения за издаване на разрешителни и изобщо за приложение на IPPC;

- помагала за широк кръг от читатели: оператори, кандидатстващи за разрешително, технолози от съответния бранш, обществото като цяло.

Примерното съдържание на един такъв документ включва:

- глобална информация за съответната индустрия: обеми на производство, географско разпределение, тенденции и икономически данни;
- общо описание на различните технологични процеси и съответната апаратура и организация на производството;
- информация за различните аспекти на влияние на съответната промишленост върху околната среда: ниво на емисиите, потребление на суровини, вода и енергия;
- техники, които могат да се счита за НДНТ и опита от тяхното приложение на различни места по света, без да се казва дефинитивно, че непременно трябва да са подходящи за всеки случай;
- оценка на ползата за околната среда, постигната след прилагането определена техника;
- еталонни инсталации - примери за различни предприятия, които сполучливо са внедрили НДНТ, придружена със съответните данни за емисии и икономически резултати.
- икономически данни за разходи по внедряване, спестяване на разходи чрез подходящи мерки;
- еталонни инсталации - примери за различни

предприятия, които сполучливо са внедрили НДНТ, придружена със съответните данни за емисии и икономически резултати.

- новопоявяващи се техники - описание на "обещаващи" разработки, които все още не са внедрени.

Закон за опазване на околната среда (Обн., ДВ, бр. 91 от 25.09.2002 г., посл. изм. изм., бр. 61 от 6.08.2010 г.).

В ЗООС въпросът за комплексните разрешителни е регламентиран в *Глава седма - Предотвратяване и ограничаване на промишленото замърсяване. Раздел II. Комплексни разрешителни*. Изграждането и експлоатацията на нови и експлоатацията на действащи инсталации и съоръжения за категориите промишлени дейности по приложение № 4 на ЗООС се разрешават след издаването на комплексно разрешително. Изискването се прилага и при съществена промяна на действащи инсталации и съоръжения. Комплексните разрешителни може да се издават за инсталации и съоръжения извън обхвата на приложение № 4 въз основа на писмено заявление от съответните оператори. При промяна на оператора новият оператор - юридическо или физическо лице, поема правата и задълженията съгласно разрешителното.

Подаването на заявление за издаване на комплексно разрешително или наличието на комплексно разрешително за изграждане и експлоатация на нови и/или за експлоатация на действащи инсталации и съоръжения отменя изискванията за издаване и получаване на следните разрешения, разрешителни, лицензи, експертизи и оценки:

- във връзка с чл. 12 от Закона за управление на отпадъците;
- по чл. 46, ал. 1, т. 1, буква "д" и т. 3 от Закона за водите.

Инсталациите или частите от инсталации, използвани за изследователска работа, разработки и изпитания на нови продукти и процеси, не са предмет на разпоредбите за комплексните разрешителни. Комплексното разрешително по чл. 117 от ЗООС е задължително за издаване на разрешение за строеж. При експлоатацията на инсталациите и съоръженията с комплексно разрешително, операторът контролира:

1. прилагането на всички възможни мерки за предотвратяване на замърсяване чрез прилагане на най-добрите налични техники;
2. прилагането на системи за управление на околната среда;
3. недопускането на замърсяване на околната среда съгласно нормите за допустими емисии и нормите за качество на околната среда;
4. избягването на образуване на отпадъци; в противен случай отпадъците се оползотворяват; когато

това е технически или икономически невъзможно, те се обезвреждат по начин, който избягва или намалява въздействието им върху околната среда;

5. ефективното използване на енергията;

6. прилагането на всички възможни мерки за предотвратяване на промишлени аварии и ограничаване на последствията от тях;

7. предприемането на необходимите мерки за избягване на възможни рискове от замърсяване и привеждане на територията, върху която е разположена инсталацията, в задоволително състояние след прекратяване на дейността.

За издаване на комплексно разрешително операторът на инсталацията и съоръжението подава заявление до съответния компетентен орган.

Условията и редът за издаване на комплексни разрешителни по чл. 117 се определят с наредба на Министерския съвет.

Наредба за условията и реда за издаване на комплексни разрешителни (Обн., ДВ, бр. 80 от 9.10.2009 г., попр., бр. 97 от 8.12.2009 г.). С наредбата се регламентират условията и редът за издаване на комплексни разрешителни за изграждането и експлоатацията на нови и за експлоатацията на действащи инсталации и съоръжения, както и при съществената им промяна за категориите промишлени дейности по приложение № 4 към ЗООС. С наредбата се определят и:

1. съдържанието и формата на заявленията за комплексни разрешителни;

2. редът и начинът за определяне на най-добрите налични техники;

3. редът и начинът за преразглеждане, изменение и актуализиране на издадени комплексни разрешителни;

4. редът и начинът на отчитане на емисиите на вредни вещества;

5. съдържанието на мониторинга, включително към процедурите за мониторинг и задължението за предоставяне на съответната информация за органите, отговорни за налагане на съответствието по чл. 128 ЗООС.

Наредбата се прилага и по отношение на инсталации и съоръжения извън обхвата на приложение № 4 към ЗООС в случай на постъпило писмено заявление за издаване на комплексно разрешително от съответния оператор.

Приложение № 1 към чл. 4, ал. 3 - Заявление за издаване на комплексно разрешително (по Образец).

Приложение № 2 към чл. 4, ал. 6, т. 3 - Инвестиционна програма за привеждане в съответствие с условията на комплексното разрешително (по Образец).

Приложение № 3 към чл. 9, ал. 1 - Комплексно разрешително (по Образец).

Приложение № 4 към чл. 9, ал. 2 - Списък на основните групи замърсяващи вещества, които трябва да се вземат предвид при определянето на допустими емисионни стойности и/или индивидуални емисионни ограничения.

Емисии в атмосферния въздух:

1. Серен диоксид и други съединения на сярата.

2. Оксиди на азота и други азотни съединения.

3. Въглероден оксид.

4. Летливи органични съединения (ЛОС).

5. Метали и техните съединения.

6. Прах.

7. Азбест (суспендирани частици, влакна).

8. Хлор и неговите съединения.

9. Флуор и неговите съединения.

10. Арсен и неговите съединения.

11. Цианиди.

12. Вещества, които имат неблагоприятно влияние върху кислородния баланс (и могат да бъдат измервани с параметри като БПК, ХПК и др.).

13. Приоритетни и приоритетно опасни вещества, определени със заповед на министъра на околната среда и водите.

Приложение № 5 към чл. 16, ал. 1 - Информация за планирана промяна.

Приложение № 6 към чл. 16, ал. 3, т. 3 - I. Информация относно изброените аспекти, както следва: Аспекти на работата на инсталацията, Промяна на използваните термини и съкращения, Изграждане на нови промишлени инсталации/промяна в действащите, Промяна във вида (включително нови такива) или количеството на произвежданите продукти Капацитет на новите инсталации. Промени в наличния капацитет на действащи инсталации след реализирането на инвестиционната мярка.

9.2.3. Процедури по издаване на комплексното разрешително

Кой подлежи на контрол по Комплексно предотвратяване и контрол на замърсяването?

Съгласно Директивата за КПКЗ и ЗООС, около 250 предприятия в България подлежат на издаване на комплексно разрешително. В приложение № 4 към ЗООС са изброени видовете дейности, подлежащи на КПКЗ, групирани както следва:

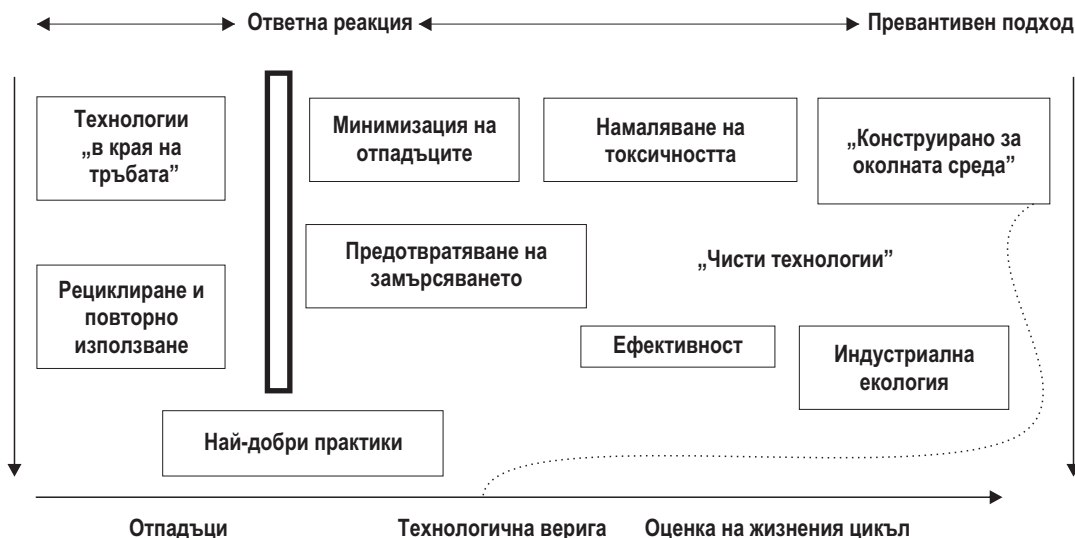
- *Енергийно стопанство;*
- *Производство и обработване на метали;*
- *Преработка на нерудни минерални суровини (напр. производство на цимент);*
- *Химическа промишленост;*
- *Управление на отпадъците (напр. съоръжения за изгаряне на отпадъци, депа за отпадъци)*
- *Други дейности (напр. храни, производство на хранителни продукти, дъбене на кожи, интензивно*

животновъдство).

За някои дейности в законодателството са заложили прагове на дейността, под които не се изисква комплексно разрешително (напр. всеки цех за дъбене на кожи с производство на повече от 12 тона/дневно готов продукт трябва да получи комплексно разрешително). При други дейности КПКЗ се прилага без ограничение на дейността (напр. всички инсталации за изгаряне на опасни отпадъци трябва да получат комплексно разрешително). Категориите

дейности и праговете са избрани по начин, позволяващ съсредоточаването на КПКЗ върху дейности с най-голям замърсяващ потенциал. Дейности под установените прагове ще продължават да са обект на съществуващата система за издаване на разрешения за емисии, но дейности, за които е издадено комплексно разрешително, няма да се нуждаят от друг вид разрешително за емисии.

Предотвратяването на замърсяването може да се постигне по различен начин и с различни инструменти.



Фигура 9.4. Примерна систематизация на подходите и инструментите при КПКЗ

Примерна систематизация на подходите и инструментите е показана на Фигура 9.4. От тази схема се вижда, че решаването на проблемите, свързани със замърсяването на околната среда е задача с много параметри и с редица ограничения, определящи се от природните, финансовите, технологичните и човешките ресурси. Основните посоки на действия са:

1. Преминаване от ориентирани към определена среда (въздух, води, почва) мерки към интегрирана оценка на въздействието за всички среди;
2. Преминаване от реакция на замърсяването към предприемане на превантивни мерки при потенциалния източник на замърсяване;
3. Преминаване от мерките, наложени от изискванията на нормативната уредба (регулаторни), към мерки, основани на доброволни ангажменти от стопанските субекти;
4. Последователно разширяване обхвата на контрола по време и пространство на въздействието върху околната среда от отделната машина към технологичната верига на производство с последващо

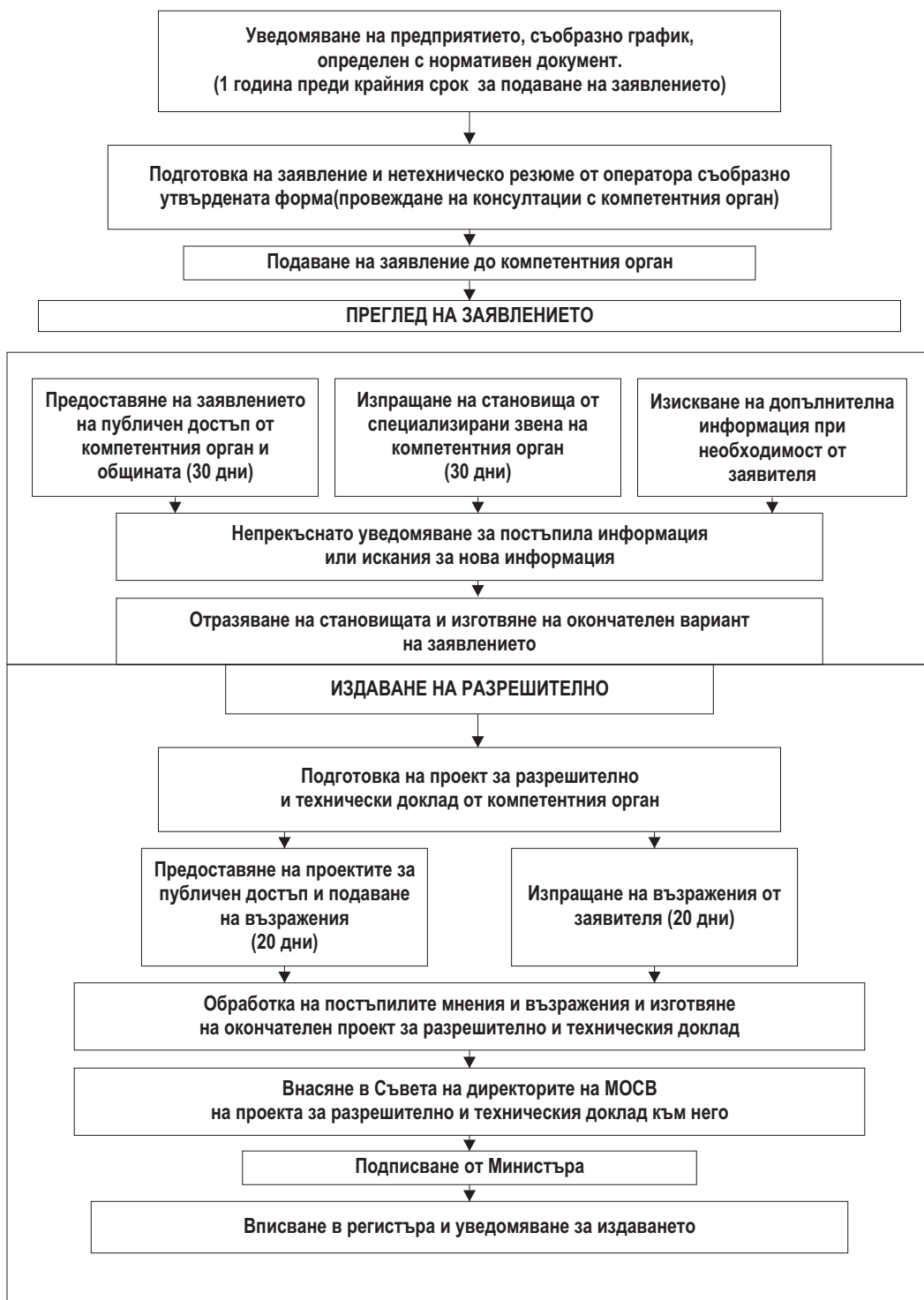
включване на етапите на използване и утилизирани на продуктите, където приоритетна методика става оценката на жизнения цикъл.

Дейността по КПКЗ стартира от юли 2003 г. КПКЗ важи за нови и съществуващи инсталации.

Етапи на издаване на КР. Комплексно разрешително се издава по следния начин (Фигура 9.5.):

- подаване на заявление за издаване на комплексно разрешително;
- разглеждане и проверка на постъпилото заявление, допълване на заявлението при необходимост и осигуряване достъп на заинтересуваните лица до заявлението, включително в държавите, засегнати от дейността на инсталациите в случай на трансграничен пренос;
- издаване на комплексното разрешително и осигуряване достъп на заинтересуваните лица до разрешителното, включително в държавите, засегнати от дейността на инсталациите в случай на трансграничен пренос.

При разглеждане на постъпилото заявление



Фигура 9.5. Етапи при издаване на комплексното разрешително

компетентният орган проверява дали операторът е планирал предприемането на необходимите мерки за предотвратяване и контрол на замърсяването съгласно изискванията на наредбата, като обръща внимание на следните критерии:

- оценка на възможностите за намаляване потреблението на енергия и суровини;
- оценка на мерките за оптимизиране на производствения процес;
- оценка на мерките за предотвратяване образуването на отпадъци, а където това е невъзможно - на потенциала за тяхното оползотворяване.

Компетентният орган по ЗООС издава комплексно разрешително, след като установи, че:

1. операторът е планирал предприемането на необходимите мерки за предотвратяване и контрол на замърсяването чрез прилагане на най-добрите налични техники по смисъла на ЗООС;

2. след изпълнението на програмата за приважване в съответствие на действащите инсталации и съоръжения експлоатацията им няма да предизвика нарушаване на нормите за качество на околната среда.

С наредбата се регламентират условията и редът за издаване на комплексни разрешителни за изграждането и експлоатацията на нови и експлоатацията на действащи инсталации и съоръжения за категориите промишлени дейности по приложение № 4 към Закона за опазване на околната среда (ЗООС). С Наредбата се определят и:

1. Съдържанието и формата на заявленията за издаване на комплексни разрешителни;

2. Редът и начинът за определяне на най-добрите налични техники (НДНТ);

3. Редът и начинът за изменение и преразглеждане на издадени комплексни разрешителни;

4. Редът и начинът на отчитане на емисиите на вредни вещества;

5. Съдържанието на мониторинга, включително към процедурите за мониторинг и задължението за предоставяне на съответната информация за органите, отговорни за налагане на съответствието по чл. 128 ЗООС.

КПКЗ с издаване на Комплексно разрешително ЗООС може да се прилага и за инсталации и съоръжения извън обхвата на приложение № 4 към в случай на постъпило писмено заявление за издаване от съответния оператор.

Комплексното разрешително съдържа:

1. Емисионните норми и техническите мерки, основани на най-добрите налични техники, в т.ч. такива за извън нормалните условия на експлоатация;

2. Задължителните мерки за опазване на въздуха, водата и почвата;

3. Изискванията за мониторинг;

4. Условията за ограничаване на трансграничното

замърсяване;

5. Допълнителните мерки за достигане на действащите норми за качество на околната среда.

Разрешителното съдържа и необходимите условия, които гарантират съответствието на инсталацията с изискванията на закона. В случаите, когато не може да бъде постигнато съответствието на инсталацията с нормативните изисквания, не се издава комплексно разрешително. В случаите, когато съответните норми за качество на околната среда изискват по-строги условия от тези, постижими чрез използването на най-добрите налични техники, в комплексните разрешителни, компетентният орган може да изисква прилагането на допълнителни мерки, които не засягат действието на мерки, евентуално предприети за постигане на съответствие с други норми за качество на околната среда.

Препоръчителен подход при определяне на НДНТ и съответните емисионни норми. При определяне на НДНТ за всеки конкретен случай се препоръчва следният подход:

- Определяне на основните екологични проблеми за сектора: отпадъчни води, отпадъци, въздух, опазване на почвата, здраве и охрана на труда.

- Проучване на техниките, които биха помогнали за решаването на основните проблеми.

- Определяне на най-добрите показатели при конкретното производство, въз основа на данни от предприятия в Света и ЕС.

- Проучване на условията, при които са постигнати тези показатели.

- Определяне на съответните НДНТ за случая и съответните нива на консумация и емисии, които води прилагането на тези техники.

Комплексните разрешителни по чл. 117 на ЗООС са безсрочни. Компетентният орган преразглежда периодично на всеки пет години и при необходимост изменя условията в разрешителното. В публичен регистър, регламентиран по чл. 129 ЗООС се създават поименни партии на задължените по наредбата оператори, като в тези партии се съхранява информация за издаването, преразглеждането, актуализирането и изменението на комплексното разрешително. Достъпът за преглеждане на информацията, въведена в регистъра, се осигурява чрез страницата на МОСВ в интернет. Към регистъра се води списък на документите, свързани с издаването, преразглеждането, актуализирането и изменението на комплексните разрешителни, включително техническата оценка. Операторът на инсталацията или съоръжението представя на РИОСВ и на басейновата дирекция, на чиято територия осъществява дейността си, годишен доклад по чл. 125, ал. 1, т. 5 от ЗООС в срок 31 март на съответната година, следваща годината, за която се отнася докладът, на хартиен и електронен

носител. РИОСВ изпращат ежегодно по електронен път в ИАОС екземплярите от годишните доклади по чл. 125, ал. 1, т. 5 ЗООС, изготвяни от операторите на инсталации. Данни за създаването и поддържането на регистъра по чл. 130 ЗООС се събират от годишните доклади.

9.3. Консултации по процедурите за ЕО, ОВОС и издаване на КР

Физически и юридически лица могат да потърсят консултации и услуги по отношение на:

- Процедурите за Екологична оценка (ЕО), Оценка на въздействието върху околната среда (ОВОС) и Комплексен разрешителен режим (КРР);
- Подготовката и осигуряването на необходимата документация и материали за изпълнение на изискванията за ЕО, ОВОС и КРР;
- Намирането на експерти за изготвяне на доклади за ЕО и ОВОС, и на заявления и нетехническо

резюме за КРР,

в следните институции:

1. МОСВ, респективно съответната РИОСВ, на чиято територия попада обекта.
2. Научноизследователския център по околна среда към Тракийски университет, Аграрен факултет, катедра "Приложна екология и зоохигиена", гр. Стара Загора.
3. Специализирани фирми, извършващи такава дейност.

9.4. Литература

1. Баракова В., 2007, Системи за управление на околната среда, „Контраст“, Ст. Загора.
2. Механджиев М., 1982, Екологични оценки и екологично моделиране, Свищов.
3. Касьяченко А., 1992, Контроль качества окружающей среды, РУДН, Москва.

10. ЕКОЛОГИЧНИ ПРОЕКТИ



10.1. Елементи на екологичните проекти

В контекста на науката за управление на околната среда, терминът “проект” се използва за означаване, както на “проект” (съвкупност от дейности, насочени към постигане на определен резултат в определен срок), така и на “програма” (поредица от проекти, които заедно допринасят за постигането на обща цел на секторно, национално или многонационално ниво).

Цикъл на проекта. Начинът, по който се планират и осъществяват проектите има определена последователност, която започва с приемането на стратегия, водеща до идея за конкретно действие. След това действието се формулира, осъществява и оценява с оглед подобряването на стратегията и предприемането на по-нататъшни действия. Формулира се т.н. *цикъл на проекта*, включващ шест фази (Фигура 10.1.).



Фигура 10.1. Цикъл на проекта

Фази на проекта.

I фаза. Програмиране. Това е процесът за създаване на общи насоки и принципи за сътрудничество между ЕС, определена държава, регион, фирма и т.н. Секторният и тематичният фокус на помощта на ЕС и широката дефиниция на идеите за проекти и програми се определят въз основа на анализ на проблемите и възможностите на държавата, като се отчитат приоритетите на ЕС и на държавата-партньор, действията на други донори, местният и европейският капацитет. Полученият в резултат на анализа документ се нарича “стратегия” или “стратегия за национална подкрепа” (двата термина се използват като синоними).

II фаза. Идентифициране. Проблемите, интересите и нуждите на потенциалните заинтересовани страни се анализират в контекста на установената от стратегията рамка. Дефинират се идеи за проекти и други действия, които се оценяват с цел да се определи кои от тях да бъдат подложени на по-нататъшни проучвания. Възможно е да бъдат извършени секторни, тематични или предварителни проучвания за даден проект, с цел подпомагане определянето, избора или изследването на конкретни идеи и определяне на допълнителни проучвания, необходими за формулирането на проект

или действие.

III фаза. Предварителна оценка. Проучват се всички значими аспекти на идеята, като се вземат предвид насоките на националната стратегия, основните фактори за качество и мненията на заинтересованите страни. Бенефициентите и останалите участници трябва да се включат активно в подробното разработване на идеята за проекта. Основно внимание се отделя на съответствието между проекта и проблемите и на неговата практическа приложимост. Необходимо е да бъдат представени подробни графици за изпълнението на проекта, включващи логическа рамка с показатели за очакваните резултати и въздействие и графици за дейности и ресурси. Полученият продукт е решение дали проектът да бъде предложен за финансиране.

IV фаза. Финансиране. Предложението за финансиране се разработва и разглежда от съответната вътрешна или външна комисия, след което се взема решение дали проектът да бъде финансиран. След това се подписва официално споразумение с държавата-партньор или с друга организация. Споразумението включва клаузи, уреждащи финансирането на проекта.

V фаза. Реализация. Договорените ресурси се използват за постигане на целта на проекта (т.е. целевите групи получават планираните ползи) и по-широките, общи цели. Това обикновено включва договори за проучвания, техническа помощ, дейности или консумативи. За да бъде дадена възможност за актуализация при промяна в обстоятелствата се провежда мониторинг и се оценяват резултатите. Към края на осъществяването на проекта се взема решение дали проектът да бъде приключен или продължен.

VI фаза. Обща оценка. Оценка представлява “възможно най-систематичен и най-обективен преглед на осъществяващ се или приключен проект, програма или стратегия, неговото разработване, изпълнение и резултати. Целта е да се определи съответствието и изпълнението на поставените цели, ефикасността, ефективността, въздействието и устойчивостта на проекта. Оценка следва да осигурява надеждна и полезна информация, която да дава възможност за включване на наученото в процеса на вземане на решения от донорите и получателите на ползи. Оценка може да се извършва:

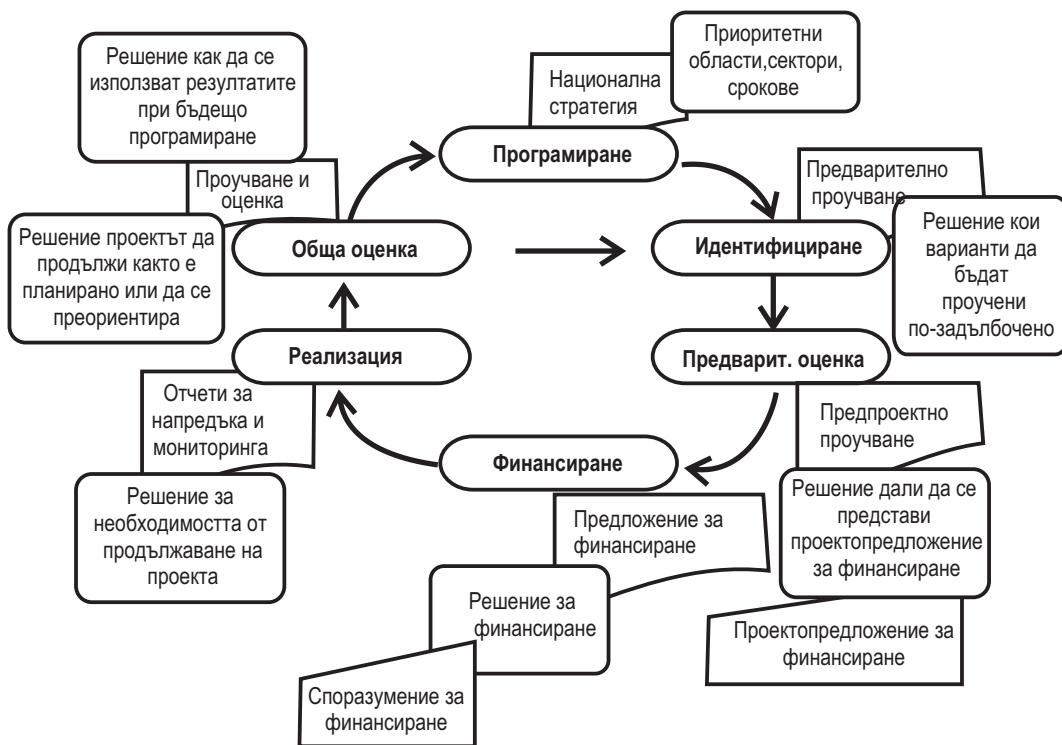
- по време на изпълнението-средносрочна оценка;
- в края на изпълнението на проекта – окончателна оценка;
- след приключване на проекта – последваща оценка.

Целта е или да се дава насока за развитието на проекта, или да се извлекат поуки за бъдещи проекти и програми. Оценка следва да води до решение за

продължаване, коригиране или прекратяване на проект, а заключенията и препоръките също следва да бъдат взети предвид при планирането и осъществяването на подобни проекти в бъдеще.

На Фигура 10.2. са представени основните документи и решения, които са необходими при

реализиране на цикъла на проекта. От фигурата се вижда, че всяка една от шестте фази на екологичния проект се реализира след предварителни проучвания и съответно решение на база данни или възможни варианти за изпълнение.



Фигура 10.2. Цикъл на проекта: основни документи и решения

10.2. Основни принципи при управление на цикъла на проекта

В практиката продължителността и важността на всяка фаза могат да варират, но основният процес е еднакъв за всички видове проекти. Основните принципи на управлението на цикъла на проекта /УЦП/ са:

1. Използване на подхода на логическата рамка за анализ на проблемите и намиране на подходящо решение, т.е. разработване на проекта.
2. Навременен предоставяне на качествени основни документи по време на всяка фаза, с цел осигуряване на организирано и обосновано вземане на решения.
3. Възможно най-голямо участие на заинтересованите страни и допитване до тях.
4. Ясна формулировка и фокус върху целта на

проекта, изразена под формата на устойчиви ползи за целевите груп.

5. Включване на основни проблеми, свързани с качеството още в началния етап на разработване на проекта.

УЦП съчетава принципи на управлението на помощи за развитие, аналитични инструменти и техники и ги прилага в рамките на структуриран процес на вземане на решения, за да гарантира, че:

- проектите отчитат и допринасят за постигането на всеобхватните стратегически цели на ЕС, каквито са спазването на човешките права и намаляването на бедността, както и за решаването на проблеми, общи за различни области, каквито са равнопоставеността на половете и опазването на околната среда (съответствие и съвместимост с тези проблеми в най-широк смисъл);

- проектите съответстват на договорената стратегия и на реалните проблеми на целевите групи/бенефициентите;

- проектите са практически приложими, т.с. целите им са реалистични и могат да бъдат постигнати в рамките на ограниченията на оперативната среда и възможностите на агенциите, на които е възложена реализацията;

- генерираните от проектите ползи са устойчиви.

Форматът отразява предимно задачите, свързани с подготовката на проекта, но не се отличава значително и за фазите на реализация (отчитане на напредъка) и за общата оценка.

10.3. Логическа рамка на проекта

Какво представлява логическата рамка на един проект? Логическата рамка е разработена през 70-те години на миналия век и понастоящем се използва от голям брой различни агенции. Методът на логическата рамка включва представяне на резултатите от анализ по начин, които позволява определяне целите на проект/програма по систематичен и логически начин. Това представяне трябва да отразява връзките между различните нива на целите, да посочва как следва да се проверява дали целите са постигнати и да определя какви фактори извън контрола на проекта могат да

	Логистика на интервенцията	Обективно проверяеми показатели	Източници на проверка	Предположения
Общи цели				
Цел на проекта				
Резултати				
Дейности		Средства	Разходи	Предпоставки

Фигура 10.3. Матрица на логическата рамка

повлияят върху успешната му реализация. Основните резултати от този процес се обобщават в матрица, която показва най-важните аспекти на даден проект или програма в логически формат (логическа рамка), (Фигура 10.3).

Между логическата рамка и основния формат на документите следва да съществуват тесни връзки, най-вече по отношение заглавията на разделите за общите цели, целта на проекта/програмата, резултатите, дейностите, средствата и разходите, предположенията и показателите. Критичният анализ на факторите за качество позволява актуализация на целта на проекта, резултатите, дейностите, предположенията и показателите. Освен при анализа и разработването на проекта, логическата рамка е полезен инструмент и при осъществяването и общата оценка на даден проект/програма и играе важна роля във всяка фаза от цикъла. Рамката следва да бъде разработена по време на подготовката (идентифицирането), въпреки че на този етап не може да бъде завършена напълно и предстои да бъде постепенно попълвана през следващите фази - предварителна оценка, финансиране, реализация и

обща оценка. *Следователно, логическата рамка е инструментът, с който се управлява всяка фаза от цикъла на проект а и "основно средство" за разработване на други инструменти, като подробен бюджет, разпределяне на отговорностите, график на изпълнение и план за мониторинг.*

Ограничения на логическата рамка. Логическата рамка е доказала своята ефективност в подпомагане на хората, които разработват и осъществяват проекти по-добре да структурират и формулират своите идеи и да ги представят в ясен, стандартен формат. Ако стратегията е погрешна или логиката е лоша, логическата рамка би трябвало да разкрие несъответствията, въпреки че сама по себе си не може да създаде по-добри стратегии. Следователно, логическата рамка е инструмент за подобряване планирането и осъществяването на проектите. От друга страна, нито един инструмент, колкото и добър да е той, не може да гарантира успешни резултати ("ако вкараш боклук, ще изкараш боклук"). Върху успеха на проекта/програмата влияят и много други фактори, между които организационните умения на екипа или

организацията, натоварена с изпълнението. Създаването на логическа рамка не трябва да бъде просто упражнение по шаблон. Логическата рамка трябва да бъде резултат от задълбочен анализ и процес на съвместно планиране, чието качество зависи от различни фактори, между които:

- наличната информация;
- уменията на екипа, отговарящ за планирането;
- консултации с основните заинтересовани

страни, осигуряващи балансирано представяне на различните интереси, включително тези на жените и мъжете;

- задълбочен анализ на поуките.

Логическата рамка следва да се разглежда и като динамичен инструмент, който подлежи на преоценка и преразглеждане в процеса на развитие на проекта и във връзка с променящите се обстоятелства, съпътстващи неговата реализация.

Съставяне на логическата рамка. Съставянето на логическа рамка преминава през два етапа, които се осъществяват прогресивно по време на фазите "Идентифициране" и "Предварителна оценка" на цикъла на проекта:

Първи етап - Анализ. По време на този етап се извършва анализ на съществуващото положение, с цел разработване на визия за "бъдеща желана ситуация" и избор на стратегии, насочени към нейното постигане. Основната идея е, че проектите/програмите се разработват за решаване на проблеми на целевите групи/бенефициентите, били те мъже или жени, както и за задоволяване на техните потребности и интереси. Етапът на анализ се състои от четири стъпки:

- анализ на заинтересованите страни;
- анализ на проблема (картина на реалността);
- анализ на целите (картина на подобрената ситуация в бъдеще);
- анализ на стратегиите (сравнение на различни възможности за справяне с определена ситуация).

Втори етап - Планиране. По време на този етап идеята за проекта се превръща в готов за изпълнение практически, оперативен план. На този етап се съставя логическата рамка, определят се дейности и ресурси, графици за тяхното изпълнение.

10.4. Видове анализи при разработване на проекта

Анализ на заинтересованите страни. Под заинтересовани страни се разбират всички лица, групи хора, институции или фирми, които могат да имат връзка с проекта/програмата. За да се увеличат максимално социалните и институционалните ползи от осъществяването на проекта/програмата и да се намали до минимум отрицателното въздействие, анализът на заинтересованите страни се използва за

определяне на всички, които биха могли да бъдат засегнати (в положителен или отрицателен смисъл) и по какъв начин. Особено важно е анализът на заинтересованите страни да бъде извършен на ранен етап от фазите на идентифициране и предварителна оценка на даден проект или програма. В идеалния случай проектът/програмата трябва да бъде разработен на работна среща с участието на представители на заинтересованите страни. Анализът на заинтересованите страни е тясно свързан с анализа на проблема. Без мненията на хората за даден проблем е невъзможно да бъдат изяснени неговият характер, съществуващите нужди и евентуалните решения.

Анализ на проблема. Анализът на проблема определя отрицателните страни на съществуваща ситуация и установява причинно-следствени връзки между съществуващите проблеми. Анализът на проблема включва три стъпки:

- Точно дефиниране на рамката и темата на анализа;
- Определяне на основните проблеми на целевите групи и бенефициентите (Какъв е проблемът/проблемите?);
- Визуално представяне на проблема във формата на диаграма, наречена "дърво на проблемите" и "йерархия на проблемите", с цел установяване на причинно-следствените връзки.

Анализът се съставя под формата на диаграма, която в горната си част показва ефекта/следствието от определен проблем, а в долната – причините, които го пораждат. Анализът има за цел да определи реалните пречки, които участниците подреждат по приоритет и се опитват да преодолеят.

Анализ на целите. Анализът на целите е методологически подход, който се използва за:

- Описване на ситуацията в бъдеще, когато проблемите са вече решени с участието на съответните страни;
- Проверка на йерархията на целите;
- Илюстриране на връзката средства-резултати под формата на диаграма.

"Отрицателните ситуации" от диаграмата на проблемите се превръщат в решения, изразени като "положителни постижения". Така например, "селскостопанският добив е нисък" се превръща в "повишени селскостопански добиви". На практика тези положителни постижения представляват *цели* и се представят в диаграма на целите, показваща йерархията на средствата/резултатите. Тази диаграма осигурява ясен поглед върху желаната бъдеща ситуация. Диаграмата често показва цели, които не могат да бъдат постигнати от предложените проект и трябва да станат предмет на други проекти. Някои цели могат да бъдат нереалистични, което налага намирането на други решения или изоставяне на опитите за намиране на решение.

Анализ на стратегиите. Последната стъпка от етапа на анализ включва избора на стратегия или стратегии за постигане на желаните цели. Анализът на стратегиите включва вземане на решение кои цели да бъдат включени в проекта, кои да бъдат изключени и какви са общите цели. Тази стъпка изисква:

- Наличие на ясни критерии за избор на стратегии;
- Определяне на различните възможни стратегии за постигане на целите;

- Избор на стратегия за проекта.

Различните съвкупности от еднородни цели в йерархията на целите се наричат стратегии. За стратегия на бъдещите действия се избира една или няколко от тях. Най-подходящата и приложима стратегия се избира въз основа на различни критерии, като например: приоритети на участниците, вероятност за успех, бюджет, практическа приложимост, време за изпълнение, принос за намаляване на неравнопоставеността, включително неравнопоставеността между



Фигура 10.4. Фактори, влияещи за успеха на проекта

половете и др. В зависимост от обхвата и количеството на работата, избраните стратегии могат да формират интервенция на ниво проект или програма, състояща се от няколко проекта. На Фигура 10.4. са представени някои основни фактори за успех на проекта.

10.5. Използвана литература

1. Баракова В., 2007, Системи за управление на околната среда, Изд. „Контраст“, Ст. Загора.
2. Илиева Л., 1999, Управление на околната среда, Изд. „Тилиа“, София.
3. www.ramat-negev.org.il/en/main.php?m=1180&s1=1588&s2=1902
4. www.sddot.com/pe/projdev/environment.asp

11. ЕКОЛОГИЧНИ ПРОГРАМИ



11.1. Екологични програми и управление на околната среда

Екологичните програми имат за цел да катализират интервенции за управление на околната среда, които интегрират екологични, икономически и социални цели, за да постигнат множествени и простиращи се в много области местни, национални и глобални ползи.

Ползите от екологичните програми са:

- Опазване и устойчиво ползване на биологичното разнообразие, както и равнопоставено споделяне на ползите от използването на биоразнообразието;
- Намаляване на нетните емисии от парникови газове в атмосферата;
- Опазване и устойчиво ползване на водоеми, включително вододели, речни басейни и крайбрежни зони;
- Предотвратяване на замърсяването на значими сухоземни и водни екосистеми.
- Създаване на благоприятна среда: разработват се подходящи политики, регламенти, стимулиращи структури в подкрепа на комплексното управление на екосистемите;
- Укрепване на институциите: уменията на институциите за комплексно управление на екосистемите се укрепват чрез обучение и материално-организационна подкрепа;

Възможните пречки пред екологичните програми са:

- Липса на актуална или пълна екологична, социална и икономическа информация, включително традиционни знания за насочване на изготвянето на планове за комплексно и засягащо множество сектори управление;
- Липса на подходяща рамка за политиката и стимулите, включително непоемане от пазара на разходите за практиките на неустойчиво управление;
- Отсъствие на политика, насърчаваща към подходящи модели за населените места, по-конкретно в екологично крехки или уязвими райони;
- Ограничен човешки капацитет за разработване и изпълнение на комплексни подходи за управление на екосистемите;
- Липса на институционални механизми за улесняване на комплексните и засягащи множество сектори управленски практики като пренос на ресурси от общините, облагодетелствани от услугите на екосистемата към онези, които помагат за нейното поддържане;
- Ограничена наличност на необходимите финансови инструменти за посрещане на първоначалните капиталови разходи и разходи за трансакции, свързани с управлението на екосистемите и за свеждане до минимум на реалните и предполагаемите икономически рискове, свързани по-конкретно с

новаторските подходи и технологии.

Екологичните програми способстват устойчивия преход от конвенционално към комплексно управление на околната среда като осигуряват съгласуваните прирастни разходи за техническа помощ, инвестиции и целенасочени изследвания за търсене на решение на пречките за приемането на комплексните подходи.

Методите за внедряване на комплексно управление на околната среда предвиждат инвестиции в:

- екологични, икономически и социологични проучвания за осигуряване на информация, включително местни знания, за ориентирване на процеса на планиране и реализиране на комплексното управление на екосистемата;
- разработване или промяна на подходящите политики, регламенти, стимули и пазари в подкрепа на комплексното управление на екосистемите, включително за решаване на проблемите с населените места в крехки или уязвими територии;
- развитие на човешките ресурси в комплексното управление на екосистемите;
- разработване на механизми за разрешаване на конфликти сред потребителите на ресурси и други заинтересовани страни;
- разработване на обществени/общностни партньорства и партньорства с частния сектор за изготвяне на планове и изпълнение на комплексното управление на екосистемата;
- възстановяване и/или подобро управление на пасищата за възстановяване на местната растителност и подобряване на управлението на водата;
- възстановяване и/или подобряване на управлението на горските водораздели или равнинните влажни зони, например чрез устойчиво управление на горите за постигане на множествени ползи, включващи подобрения на опазването на почвите и водите, опазване на водното био-разнообразие, контрол на наводненията, намаляване до минимум на затлачването на глобално значимите водоеми, и намаляване на нетните емисии или подобро съхраняване на парниковите газове;
- комплексно управление на крайбрежните и морски екосистеми за подобряване изготвянето на планове за земеползване в крайбрежните райони и опазване на глобално значими местообитания от влошаване;
- разработване на мерки за контролиране на замърсяването от точкови и не точкови източници за предотвратяване на влошаването на глобално значими местообитания и свеждане до минимум на рисковете за общественото здраве;
- разработване на системи за комплексно управление на природните ресурси в отговор на моделите на ползване на природните ресурси, на различни по интензивност човешки въздействия, и на

техния ефект върху екосистемната структура и функции;

- разработване на новаторски и рентабилни подходи с комплексно управление на екосистемата към природните ресурси в различни екосистеми.

11.2. Методика за разработване и управление на екологични програми

Съгласно Методиката за разработване и управление на регионални екологични програми на Министерството на околната среда и водите е подходящо програмите за управление на околната среда да съдържат *аналитична, целева, ресурсна и организационно-управленска част*.

I. Аналитичната част на програмата. Представява диагностика на състоянието и идентифициране на екологичните опасности. Тя обхваща:

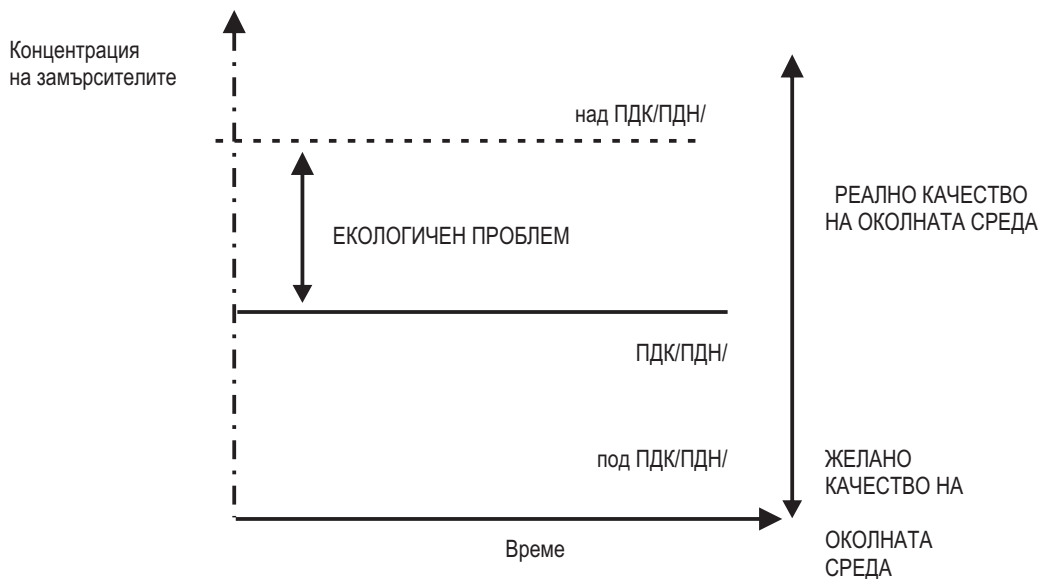
- замърсяването, съответните характеристики и параметри на околната среда;
- източниците, причините и тенденциите за развитие на замърсяването;

- екологичните проблеми;
- значимостта на екологичните проблеми, съобразно количествени оценки по
- различни групи и критерии.

Целта е да се установи състоянието на околната среда, да се направи характеристика на качеството на околната среда съгласно действащите в страната нормативни документи.

Основни критерии, по които се сравнява *реалното* с *желаното* качество на околната среда, са нормативно определените пределно допустими концентрации (ПДК) и пределно допустими норми (ПДН). Отклонението от ПДК и ПДН означава, че съществува екологичен проблем. Проблемите се подреждат по стойностите на отклоненията и се определят приоритетите в по-нататъшната работа по решаването им.

В аналитичната част на програмата е подходящо да се включат допълнителни критерии за оценка на значимостта на установените екологични проблеми (Фигура 11.1).

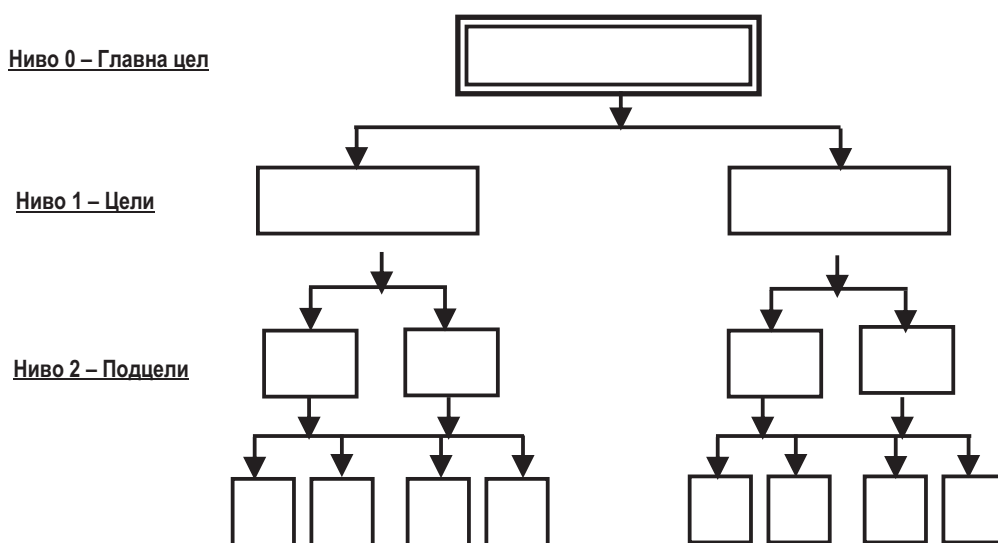


Фигура 11.1. Оценка на качеството на околната среда

Такива проблеми могат да бъдат рискът за хората, географският обхват (локален, местен, общински, регионален), времето (време на съществуване, критично време до възникване на увреждане, време на развитие), международни ангажименти, степен на обществена чувствителност, тенденции на развитие и редица други.

II. Целева част на програмата. В тази част на програмата трябва да бъдат точно формулирани основните цели и подцели на програмата. Графично се оформя т.н. „дърво“, във върховете на което се посочват цели, подцели, задачи (Фигура 11.2.).

По този начин се създава лесно разбираема илюстрация, алгоритъм на дейностите и последова-



Фигура 11.2. “ Дърво на целите” на екологична програма

телността им. Всеки връх представлява цел за всички излизаци от него линии. Построяването на „дървото на целите“ е подходящо да се направи по следните признаци:

- елементи на околната среда и/или дейности по опазване на околната среда;
- етапи;
- групи еднородни обекти;
- други.

За всяка дефинирана цел трябва да се посочват индикаторите, по които се оценяват резултатите от постигането ѝ. Тези индикатори са своеобразни контролни параметри. Индикаторите могат да бъдат от различно естество – икономически, социални, политически и др.

Главната цел се формулира в резултат от диагностиката. При нейното формулиране се отчитат икономическите, обществените, политическите и др. фактори. На практика тя е с текстова формулировка и рядко съдържа конкретни количествени измерители.

Целите е удобно да бъдат по компоненти и/или дейности, съобразно с идентифицираните екологични проблеми, като отчитат възможността за преодоляването им и риска да не бъдат достигнати.

Подцелите са по проблемни области, по замърсители и др. Те отразяват диференцираното, логично движение в посока на преодоляване на екологичния проблем, стъпка по стъпка, чрез постигане на съответната цел. Подцелите дефинират текстово и с количествени измерители желаните бъдещи състояния (например качество на промишлените води, пречистване на битови води и т. н.).

Целите трябва да отговарят на следните изисквания:

- да бъдат осъществими;
- да не противоречат една на друга;
- да бъдат относително гъвкави и приспособими към изменение на външните фактори;
- да са базирани на обективна информация;
- да са разбираеми и да създават възможност за отчитане на резултатите от постигането им.

Целевата част съдържа набор от задачи за дейности. Стратегиите включват различни комбинации от задачи. Последните могат да бъдат систематизирани в следните три направления:

- нормативи – създаване и усъвършенстване на нормативната уредба;
- инвестиции – разработване и осъществяване на инвестиционни проекти, технически мероприятия, въвеждане на технологии;
- организационно-технически мероприятия – изменения на организацията и технологията с цел постигане на по-добри екологични характеристики.

Стратегиите обединяват в единно цяло средствата за постигане на целите и позволяват избор на тези средства от позициите на различни критерии и подход. Те могат да съдържат задачи от едно или от няколко направления. Съобразяват се с предварителната оценка на наличните ресурси и възможностите за осигуряване на такива. Подборът на съвкупността от задачи за всяка стратегия се базира на различни техники. Най-често прилагани са „разходи – ползи“, „максимален ефект“, „минимални разходи“ и др. Целесъобразно е да се дава предпочитание на

стратегии и дейности с двойно печеливш ефект – екологичен и икономически. Стратегиите трябва:

- да са изчерпателни;
- да са последователни и да следват логиката и развитието на действията;
- да не са противоречиви;
- да са независими.

При разработване на програмите се формулират най-малко две алтернативни стратегии. От тях се избира оптималната.

III. Ресурсна част на програмата. Ресурсната част включва:

- обобщена оценка на необходимите видове ресурси;
- източници на ресурсно осигуряване;
- разпределение на ресурсите по задачи;
- разпределение на ресурсите по организациите-изпълнители.

Обемът на ресурсите се определя въз основа на задачите, от спецификата на проблема, отговорностите на институциите и производствените структури, които ги осигуряват. Определянето им става по нормативен или експертен път. Първоначално трябва да се търсят собствени източници, а впоследствие и външни. Фирмите могат да финансират екологични проекти и обекти от собствени средства, заеми от банки, заеми от специализирани фондове - Националния фонд за опазване на околната среда, Националния доверителен екологичен фонд, международни програми, създаване на смесени дружества с държавно-общинско имущество и други.

IV. Организация и управление на изпълнението на програмите. Съдържанието на екологичната програма и програмното управление са единно цяло. Управлението се организира на три нива:

I ниво - управление на екологичната програма като цяло;

II ниво - управление на група проекти;

III ниво - управление на група задачи, отделни стратегии, проекти или части на проектите.

1.3. Фази, технология за разработване и реализиране на екологични програми

Разработването и реализацията на всяка екологична програма става на няколко фази:

I фаза - Предварителна.

A. Основание и подготовка. Първа стъпка: Основание. Разработването на програмата се възлага с решение на фирменото управление. Формулира се задание, което определя основните изисквания, нивото, проблемната област, продължителността на изпълнение, ръководителя и водещото звено-изпълнител.

Втора стъпка: Анализ на външната среда.

Разработването и реализацията на екологичната програма се обуславят от:

- икономическата среда;
- политическата среда - развитието на политическия живот и на институциите, наличието на политическа воля и консенсус за решаване на екопроблемите;
- технологичната среда - нивото на научно-техническото развитие в основните области на производството и опазването на околната среда, което определя средствата за решаване на екологичните проблеми;
- социалната среда - определя потребностите на различните социални групи и населението като цяло, тяхната мотивация и възможностите за участието им.

Б. Анализ на състоянието (диагностика). Първа стъпка: Информационно осигуряване. Извършва се събиране, обработка, анализ и оценка на информацията. Източници на информация могат да бъдат: нормативни документи, Националната система за екологичен мониторинг, Районната инспекция по околната среда и водите, Националният център по хигиена и медицинска екология, Националният институт по хидрология и метеорология, предприятия, общини, министерства, неправителствени организации и др.

Втора стъпка: Анализ на информацията. От събраната информация се попълват специални форми, чрез които се идентифицират източниците, замърсителите и обектите на въздействието им.

Трета стъпка: Идентификация на проблемите. Извършва се на основание на количествени показатели.

Четвърта стъпка: Определяне на приоритетност на проблемите. Извършва се ранжиране на формулираните екологични проблеми.

Резултатите от изпълнението на фазата на диагностициране се представят като списък на проблемите, подредени по приоритети, и списък на източниците на замърсяване, подредени по дялово участие.

II фаза - Формулиране на целите.

Първа стъпка: Формулиране на главната цел. Главната цел определя състоянието на околната среда, което трябва да бъде постигнато след изпълнение на програмата.

Втора стъпка: Формулиране на целите. Целите зависят от формулираните на предния етап проблеми. Те се определят от следните признаци:

- компоненти на околната среда (въздух, води, почви, растителност и т. н.);
- дейности по опазване на околната среда;
- вид замърсител на околната среда;
- източници на замърсяване.

Трета стъпка: Формулиране на подцелите. Подцелите са конкретни, ясно определени с конкретни

и измерими резултати. С формулирането им се определят също индикаторите за постигането им.

Четвърта стъпка: Формулиране на стратегии.

Разработват се варианти на стратегии за постигане на всяка подцел, респективно цел. Препоръчва се групиране на задачите съобразно с:

- източника - причинител на замърсяването;
- последователността при изпълнение на стратегията;
- необходимите средства за изпълнение на стратегията.

Пета стъпка: Ресурсно осигуряване. Необходимите ресурси се определят чрез:

- изчисляване на необходимите средства за реализация на всяка стратегия, като се посочват основните и експлоатационните разходи;
- изчисляване на общия обем средства, необходими за екологичната програма;
- оценяване на обема средства, с които разполага фирмата;
- оценяване на обема средства, които могат да бъдат осигурени чрез въвеждане на допълнителни икономически мерки;
- оценяване на обема средства, които могат да бъдат осигурени от външни източници.

Шеста стъпка: Избор на стратегия. Вариантите на стратегии се подлагат на оценка въз основа на следните критерии:

- съответствие с главната цел и целта, за която са предназначени;
- минимален риск от неизпълнение;
- оптималност на съотношението разходи - ползи;
- изпълнение на международни задължения.

В резултатът на тази фаза се съставя проектът на програмата.

III фаза - Управление. Проектът на програмата се подлага на обсъждане. Съставя се план за действие, който включва списъци на програмните задачи, на връзките и взаимоотношенията между тях, на видовете работи. Определя се последователността на изпълнението им, както и сроковете. Разработват се графици. Съставя се екипът по изпълнение на програмата. Този екип има следните функции и задачи:

- да организира, координира и участва в разработването на програмата;
- да подготви варианти за изпълнение на програмните задачи със съответните ресурси - време, кадри, информация, финанси и др.;
- да разработи и при необходимост да актуализира графиците за изпълнение на задачите;
- да подготвя доклади за изпълнението и предлага оценки за нивото на междинните и крайните резултати;
- да подпомага ръководителя на програмата.

IV фаза - Контрол. Контролът включва:

- контрол по организацията на изпълнението на програмата - обхваща изпълнението на проекта, програмните задачи и мероприятията по срокове;
- контрол по разходите за изпълнение на програмата - постоянно и системно се контролират разходите на определените ресурси и при установяване на преразходи се предлагат изменения в плана за финансиране;
- контрол по целите на програмата - контролира се полученият ефект и степента на постигане на целите на програмата. Осъществява се чрез измерване на реално получените резултати и съпоставяне с нормите и количествените определители на целите;
- отчитане на резултати.

11.4. Секторни програми

През последните години бяха предприети мащабни действия за осигуряване на гаранции, че проектите са част от национална стратегия и за подобряване на координацията между донорите. Този подход обаче е недостатъчен, особено в държави, които притежават достатъчно голям национален капацитет за разработване и осъществяване на национални стратегии и координиране действията на донорите. Поради тази причина донорите започнаха да осигуряват подкрепа за секторни подходи (секторни програми). Секторният подход е насочен към разширяване на ефекта отвъд обхвата на един конкретен донор. Той се стреми да осигури рамка на обществените разходи, финансирани с местни и външни ресурси, с цел осигуряване на подкрепа за разработването и осъществяването на разумна, балансирана и задоволителна стратегия. В резултат донорите преминават от финансиране на конкретни дейности към съфинансиране на стратегия с държавата партньор и с други донори. Тези координирани усилия се извършват въз основа на цели, поставени от правителството и в рамките на цялостна програма за разходите в публичния сектор. В този контекст става ясно, че външната помощ все повече и по-пряко ще се интегрира в плановете на правителството и в националния бюджет.

Секторните програми имат три основни характеристики:

1. Посредством документ за секторна политика и стратегическа рамка правителството поема отговорност за установяване на стратегии, приоритети и стандарти, обхващащи всички публични дейности в сектора, включително и дейностите, финансирани от донори.
2. Целият размер на значителното финансиране, предназначено за сектора се използва в подкрепа на една секторна стратегия и разходна програма под ръководството на правителството (рамка на разходите

в сектора и годишен бюджет).

3. Партньорите приемат общи подходи, отнасящи се за целия сектор и подсекторите му и, ако условията позволяват, се стремят към съфинансиране и бюджетна подкрепа.

Цикълът на секторните програми е сравним с цикъла на проекта, като за отправна точка се приема стратегията за национална подкрепа:

1. По време на *фазата програмиране стратегията* за национална подкрепа определя секторите, които ще бъдат подкрепени от ЕС. В диалог между правителството, донорите и останалите основни участници на национално и секторно ниво се оценяват макроикономическата и бюджетната ситуация, качеството на управлението на публичните финанси, проблемите на управлението с широко участие, секторните стратегии и обосноваването на целите. Анализират се целесъобразността на разходната рамка и съгласуваността на годишните работни планове и бюджетите. Продуктът от тези усилия е постигането на споразумение кои сектори да бъдат подкрепени.

2. По време на *фазата идентифициране* се извършва първоначална оценка на секторната програма. Правителството и донорът постигат широко споразумение за секторната политика и стратегия (обикновено споразумението се съгласува и с останалите донори). Продуктът е решение дали да бъде започнато осъществяването на секторна програма, която ще бъде разработена съвместно.

3. По време на *фазата предварителна оценка* се акцентира върху подробното разработване на програмата и върху постигането на споразумение за принципите, на които ще се основава изпълнението ѝ. Тези принципи могат да засягат ключови въпроси като разумното разпределяне на ресурсите между държавната и местните администрации, необходимата прозрачност на бюджетния процес и на системата за отчетност, осъществяването на административни и институционални реформи и др. Уточняват се

подробностите относно програмните приоритети, секторните реформи и инвестициите, обикновено с участието на правителството и на останалите донори. Продуктът е решение дали програмата да бъде предложена за финансиране. По отношение на условността, при секторния подход следва да бъдат определени ограничен брой предпоставки, докато средносрочното изпълнение следва да бъде подчинено на условия, основаващи се на постижения и резултати. Това ще доведе до промяна в размера на помощта въз основа на степента на постигане на целите и количеството на услугите, предоставени на бенефициентите.

4. По време на *фазата финансиране* се взема решение дали програмата да бъде финансирана.

5. По време на *фазата реализация* секторната програма се осъществява в рамките на програмата за разходите в публичния сектор. Според съвместно приетите правила за финансирането последващият контрол върху разходите не се ограничава само до приноса на ЕС, а се отнася за цялото финансиране на сектора, включително и за приноса на правителството и на останалите донори. Показателите на секторните програми често са свързани с международно приети цели (Цели на международното развитие, ОЕСВ/ОАС).

6. По време на *фазата обща оценка* се акцентира върху заключенията и препоръките във връзка с резултатите от програмата и върху възможните подобрения в секторната политика и програмата.

11.5. Използвана литература

1. Баракова В., 2007, Системи за управление на околната среда, Изд. „Контраст“, Ст. Загора.
2. Илиева Л., 1999, Управление на околната среда, Изд. „Тилиа“, София.
3. www.ramat-negev.org.il/en/main.php?m=1180&s1=1588&s2=1902
4. www.sddot.com/pe/projdev/environment.asp

12. ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ФИНАНСИРАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИ ПРОГРАМИ И ПРОЕКТИ



12.1. Източници за финансиране на екологични програми и екологични проекти

Източниците за финансиране на програми (проекти) в областта на опазване на околната среда могат да бъдат национални (български) или международни организации, фондове, механизми и други, които осъществяват директни инвестиции, посредством: бюджетни субсидии, безвъзмездни помощи и дарения, заеми при облекчени условия за реализиране на проекти в областта на опазването на околната среда, непреки инвестиции и др.

Основните национални и международни източници за финансиране на дейности за реализиране целите на политиката по опазване на околната среда са:

- Републикански бюджет;
- Предприемство за управление на дейностите по опазване на околната среда;
 - Национален доверителен екофонд;
 - Механизъм "съвместно изпълнение" в рамките на Протокола от Киото към Рамковата конвенция по изменение на климата;
 - Споразумения за двустранно сътрудничество - с Австрия; Кралство Белгия; Великобритания; Федерална Република Германия; Княжество Монако; Кралство Холандия, Япония;
 - Международни организации и финансови институции - Програма за глобално опазване на околната среда (ГЕФ); Nordic – фондове; CIM – проекти; Централно европейска инициатива; Американска агенция за международно развитие (USAID); Световна банка; Програма ALTENER; Програма SAVE.

12.1.1. Републикански бюджет

Ежегодно със Закона за държавния бюджет на Р България за съответната година се приема Списък за финансиране на общински инвестиционни екологични обекти, предвидени за строителство през годината, а именно: градски пречиствателни станции за отпадъчни води, довеждащи колектори към тях, канални помпени станции и общински депа за битови отпадъци. Общините представят своите писмени предложения пред Министерство на околната среда (МОСВ) и министерство на финансите (МФ) (няколко месеца, обичайно в периода май-юли, преди стартиране на процедурата за разработване на Закона за държавния бюджет за съответната година).

Предложенията на общините съдържат:

- писмена информация относно готовността за строителство на предлаганите обекти - наличие на необходимите проекти, изготвени съгласно изискванията на Наредба № 4/21.05.2001 г. за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти и съгласувани съгласно изискванията на Закона за

устройство на територията, решение по ОВОС, разрешение за строеж, сключен договор за изпълнение на обекта и др.;

- обща сметна стойност на обекта;
- години на строителство;
- необходими средства за завършване на обекта;
- други източници на финансиране на обекта и размер на средствата от тях;
- кратко описание на извършените работи на обекта и размер на усвоените средства;
- описание на подобектите и дейностите, оставащи за изпълнение; планирани средства и т.н.

Необходимо условие за включване на обекти в проекта на Списъка на екологичните обекти, предвидени за строителство е и наличието на пълна готовност за строителство, изискваща се съгласно Закона за устройство на територията. При изготвяне на окончателния поименен списък, който е приложение към Закона за държавния бюджет, МФ изисква и взема под внимание становището на МОСВ за съответствието на предлаганите обекти за финансиране с приоритетите на националната екологична политика.

12.1.2. Предприемство за управление на дейностите по опазване на околната среда

Предприемството за управление на дейностите по опазване на околната среда (ПУДООС) е създадено със Закона за опазване на околната среда. ПУДООС е държавно със статут на юридическо лице и неговият основен предмет на дейност е реализация на екологични проекти и дейности за изпълнение на национални и общински стратегии и програми в областта на околната среда. Предприемството предоставя средствата под формата на: безвъзмездни помощи; безлихвени или нисколихвени заеми и субсидии за покриване на част или пълния размер на дължими лихви по банкови кредити, отпуснати за реализация на екологични проекти и обект.

Средствата от предприемството се разходват за:

- реализация на инвестиционни екологични проекти;
- осъществяване на не инвестиционни проекти и дейности за опазване и възстановяване на околната среда;
- научни разработки и изследвания с приложен характер.

Голяма част от проектите, финансирани от ПУДООС са инвестиционни проекти. Общинските проекти, финансирани като безвъзмездни помощи, са основно селищни пречиствателни станции за отпадъчни води, довеждащи колектори до пречиствателни станции, канализационни системи - основно в планински и полупланински райони, депа и други съоръжения за третиране на битови отпадъци. Изграждането на

канализационни системи трябва да е свързано с изграждането на селищна пречиствателна станция за отпадъчни води. Допуска се и финансиране на общински инвестиционни обекти, свързани с решаване на критични проблеми с питейното водоснабдяване. Под формата на безлихвени кредити се отпускат средства за закупуване на контейнери за битови отпадъци и сметоизвозваща техника, необходими за въвеждането на системи за разделно събиране на отпадъци. Финансират се и общински и фирмени проекти за развитие на екологосъобразно земеделие и животновъдство в планинските и полупланинските райони. Освен инвестиционни обекти могат да се финансират и проекти с неинвестиционен характер - за почистване на замърсени места с отпадъци, рекултивация и залесяване, събиране и обезвреждане на залежали пестициди, дейности, свързани със защитени територии – общинска собственост и др.

Съществено значение за одобряването на проекти на общини се отдава на аргументирането на приоритетността им в общински програми за опазване на околната среда. Както и досега се изисква пълна проектна готовност на инвестиционните обекти, решение за оценка на въздействието върху околната среда, когато се изисква в съответствие със ЗООС, наличие на съфинансиране от общински източници. В областта на третиране на битови, опасни, в т.ч. и болнични отпадъци, преимущество се отдава на проекти с регионално значение - решаващи проблеми на повече от една община. При отпускането на безлихвени кредити за сметоизвозваща техника и контейнери за битови отпадъци е важно наличието на добре разработена общинска програма за управление на отпадъците, оптимизационна схема за маршрутите за сметоизвозване. Изисква се и информация и разчети за таксата за битови отпадъци по Закона за местните данъци и такси. В областта на намаляване замърсяването на въздуха се финансират основно фирмени проекти. Като общински проекти могат да се разглеждат газификации на общински обекти, други проекти свързани с енергийната ефективност, общински топлофикационни системи, намаляване замърсяването от транспорта. В тези случаи средствата се отпускат като безлихвени кредити на фирми.

Допълнителна информация може да се намери в сайта на МОСВ - moew.government.bg - финансиране/предприятие.

12.1.3. Национален доверителен екофонд - НДЕФ

Националният доверителен екофонд (НДЕФ) е създаден като самостоятелно юридическо лице със ЗООС, за управление на средствата, предоставени като дарение на България от Правителството на Конфедерация Швейцария по сделката "Дълг срещу

околна среда". За финансиране от НДЕФ могат да кандидатстват - български държавни, общински и частни фирми или организации, и неправителствени организации. Препоръчително е, но не е задължително, проектите да се ограничат по мащаб до рамките на дадена община или населено място. НДЕФ финансира проекти, попадащи в една или повече от следните приоритетни области:

- *Ликвидиране на замърсявания, настъпили в миналото:* третиране на опасни отпадъци и вещества; намаляване замърсяването на питейна вода или храни, замърсени с тежки метали, токсични органични съединения или други вредни химикали;
- *Намаляване замърсяването на въздуха:* намаляване на здравния риск от високи концентрации на прах, серни и азотни окиси, олово и други токсикохимични фактори в населени места; намаляване на парниковите газове: въглероден двуокис, метан, хлорфлуоровъглероди;
- *Опазване чистотата на водите:* общински и промишлени пречиствателни станции за отпадни води във водосборния район на река Дунав; общински и промишлени пречиствателни станции за отпадни води във водосборния район на Черно море;
- *Опазване на биологичното разнообразие:* развитие на инфраструктурата в защитени територии с цел опазване на защитени животински и растителни видове и техните местообитания; мониторинг и инвентаризация на биологичното разнообразие и устойчиво използване на компоненти за създаване на социални алтернативи.

През 2004 г. към НДЕФ е създаден фонд "Защитени територии". Предвижда се набиране на средства от дарения /международни и национални, частни и публични/, като приходите от управлението им ще се разходват за проекти в Защитени територии. Условието за финансиране от НДЕФ са следните:

- *Наличие на работна документация,* съдържаща актуални технически решения и актуални цени;
- *Осигурено съвместно финансиране* на проекта със собствени на кандидата средства и/или средства, осигурени от други източници.
- *Размерът на финансиране от НДЕФ* се определя, както следва:
 - до 30% от общата стойност на проекта, ако финансирането от ЕкоФонда е под формата на дарение, и
 - до 50% от общата стойност на проекта, ако финансирането от ЕкоФонда е под формата на заем.

След предварително съгласуване с Консултативния съвет, Управителният съвет може да допусне отпадане на тези изисквания.

- *Доказани най-малки капитални и експлоатационни разходи* за намаляване на единица замърсяване на основата на оценка на възможни варианти за

реализация на проекта;

- *Доказано спазване на действащите в Р България екологични стандарти и норми* чрез положителни решения по оценка за въздействие върху околната среда, когато такава оценка се изисква съгласно ЗООС или чрез други разчети и доказателства за постигане или спазване на екологичните норми, съгласно действащото в Р България законодателство;

- *Доказани организационни и финансови възможности* за експлоатация на реализирания проект и за осигуряване на екологичните ефекти за целия срок на неговото действие;

- *Съответствие с правителствените програми* за реализация на националната екологична политика и съгласно приоритетите на местните органи на управление.

Допълнителна информация може да се намери в сайта на МОСВ - moew.government.bg - финансиране/Доверителен екофонд.

12.1.4. Механизъм “съвместно изпълнение” в рамките на протокола от Киото към рамковата конвенция по изменение на климата

Протоколът от Киото въвежда икономически механизми за изпълнение на задълженията на страните по Рамковата конвенция на ООН по изменение на климата (РКОНИК). Протоколът позволява няколко форми на сътрудничество с цел ефективно намаляване на емисиите от парникови газове, наречени “гъвкави механизми”. Това са механизмите съвместно изпълнение, търговия с емисии и чисто развитие.

Възможност за допълнително финансиране на екологични проекти представлява единствено механизъм “съвместно изпълнение”. Той дава възможност развитите страни да участват в проекти за намаляване на емисиите от парникови газове на територията на България. Количеството Единици редуцирани емисии или част от това количество, постигнато в резултат на проекта за периода 2008 – 2012 г., може да бъде закупено от съответната развита страна с цел постигане на нейното задължение по Протокола.

До момента България има подписани три Меморандума и две Споразумения за сътрудничество по механизма “съвместно изпълнение” със следните страни: Кралство Нидерландия, Република Австрия, Кралство Дания, Конфедерация Швейцария и Прототипния Въглероден фонд на Световната банка, ФР Германия и Япония.

Подходящи проекти за Съвместно изпълнение за редуциране на емисии на парникови газове могат да бъдат в следните области: замяна на изкопаеми горива (въглища, мазут) с възобновяеми (биомаса) или нисковъглеродни (природен газ), комбинирано производство на топло и електроенергия, подобряване на енергий-

ната ефективност, усъвършенстване на горивните и производствените процеси, използване на възобновяеми енергийни източници, улавяне и оползотворяване на биогаз от депа за отпадъци, както и увеличаване на потенциала за поглъщане на емисии от въглероден диоксид от горите чрез залесяване и презалесяване и др.

За участие в механизма съвместно изпълнение е необходимо да се разработи проект от гореизброените области и да се изчислят очакваните редуцирани емисии на въглероден диоксид еквивалент за периода 2008 – 2012 г. Основната част от инвестицията в проекта трябва да бъде осигурена, защото с помощта на механизма може да се покрие само част от общата инвестиция. Размерът на тази част зависи от количеството редуцирани емисии и от цените, които предлагат съответните страни. Няма ограничения по отношение на проекто-вносителя - той може да бъде частна, общинска или държавна фирма. Чуждестранно участие също е възможно. Всяка от страните, които искат да закупят редуцираните емисии от проекта, имат специфични условия и изисквания за кандидатстване на проекти за съвместно изпълнение (със или без тръжна процедура, специални формати за представяне на документацията и др.). Собственикът на проекта трябва да кандидатства директно в съответната страна. От страна на МОСВ е необходимо проектът да получи одобрение.

Посредством използването на механизма съвместно изпълнение в България могат да се привлекат инвестиции за частна и общинския сектор, както и да се увеличи трансфера на технологии и ноу-хау, което от своя страна ще спомогне и за спазване на изискванията на Европейските норми и стандарти. Проектите за съвместно изпълнение имат също допълнителен екологичен и социален ефект.

Допълнителна информация може да се намери в сайта на МОСВ - moew.government.bg (финансиране/съвместно изпълнение).

12.1.5. Споразумения за двустранно сътрудничество

Австрия. От 2003 г. ежегодно се подписват Споразумения за подпомагане между МОСВ и австрийското Федерално министерство на външните работи. За 2005 г. е предвидено финансиране на два проекта в областта на опазването на околната среда на обща стойност 200 х. евро. Проектите се изпълняват с помощта на австрийската Федерална агенция по околна среда.

Кралство Белгия. Фландрия. Финансирането на екологични проекти от Фландрия се осъществява на основата на подписано през 2004 г. Споразумение за сътрудничество между правителствата на България и

Фландрия, с което е одобрена двугодишна Програма за българо-фламандско сътрудничество. Проектите се подават до Дирекция "Европа-II" в българското Министерство на външните работи, откъдето се депозират пред Фламандската администрация за международни отношения. Проектите се реализират съвместно с фламандски партньор – компания, организация или институция, която се намира в границата на Фландрия, която от своя страна също трябва да депозира проекта пред фламандската администрация за международни отношения.

Валония. Финансирането на екологични проекти от Валония се основава на Спогодбата за сътрудничество между правителството на Р България от една страна и правителството на Френската общност на Кралство Белгия и правителството на Валония от друга страна, подписано през октомври 1998 г. и влязло в сила на 30 юни 2000 г. По силата на тази Спогодба през 2003 г. приключи изпълнението на Първата двугодишна програма за сътрудничество. През ноември 2003 г. е подписан Протокол за Втора двугодишна програма, в рамките на която е одобрен проект "Разработване и прилагане на мониторинг на почвите и оценъчна рамка за България".

Великобритания. Департаментът за околна среда, храни и селско стопанство (Defra) управлява Фонда Околна среда за Европа на Великобритания. Той подпомага проекти и дейности в областта на околната среда в страните кандидатки за ЕС и други страни в Източна Европа, Кавказ и Централна Азия. Областите, в които се финансират проекти, са: решаване на непосредствени екологични проблеми; насърчаване на устойчиво управление и използване на природни ресурси; защита на интересите на обществеността по отношение на въздействията върху околната среда и здравето; опазване или възстановяване на околната среда; обмен на информация; участие на обществеността в процеса на вземане на решения. Максималният размер за финансиране е около 15 хил. лири стерлинги, но при добри проекти, които се нуждаят от по-голям бюджет, биха могли да се отпуснат и повече средства. Молбите трябва да бъдат придружени с писмо за подкрепа и препоръки от посолството на Великобритания в България и план-график на дейностите, дати за предаване на вътрешните и окончателния доклад, средци с Defra и служители на посолството. Предложените проекти трябва да бъдат подкрепени от министъра на околната среда и водите. Попълнените молби се изпращат в посолството на Великобритания за разглеждане.

Федерална Република Германия. Сътрудничеството с ФР Германия е регламентирано от подписаната през 1993 г. Спогодба между Правителствата на ФР Германия и Р България за сътрудничество в областта на опазване на околната среда. Съгласно установената

процедура по време на ежегодните заседания на Ръководната група за реализиране Спогодбата, се определят приоритетните области за двете страни, в рамките на които ще се финансират проекти по линия на двустранното сътрудничество. От направените от българска страна предложения германската страна избира един до два проекта, средствата за които се отпускат през следващата година. Освен на федерално равнище сътрудничеството с ФРГ се осъществява и в рамките на отделни провинции. Особено активно е то със Свободната държава Бавария. МОСВ участва активно в сесиите на Смесената комисия България – Бавария в раздел III – "Опазване на околната среда и регионално развитие". В изпълнение на споразуменията, произтичащи от съвместния Протокол и Работната програма на Сесията, се осъществява съвместна работа в областта на опазване на биоразнообразието, пречиштането на води, изменението на климата и енергийната ефективност и превантивната дейност.

Княжество Монако. Княжество Монако финансира в България, в продължение на повече от 10 години, проекти свързани със защитените територии, опазване на биологичното разнообразие, развитие на екотуризма и изграждане на инфраструктура за екотуризъм в региона на южното черноморско крайбрежие и прилежащите зони. От януари 2005 г. е в сила Меморандум за разбирателство между Правителството на Р България и Правителството на Монако за осъществяване на техническо сътрудничество относно дейности за опазване на биологичното разнообразие и развитието на екотуризма в района на Природен парк "Странджа". Документът е валиден за период от три години. Съгласно Меморандума, Министерство на околната среда и водите получава по 50 000 евро годишно за изпълнение на проекти и дейности в следните области: обучение на местното население и туристите по въпросите, свързани с опазване на биологичното разнообразие; изграждане и обновяване на инфраструктурни обекти; поддържане на обекти с природно и културно значение за целите на развитие на екотуризма; обучение на служители от структури, свързани с управлението на Природен парк "Странджа"; подкрепа на местните интегрирани процеси за развитие, отнасящи се до региона на парка; научни изследвания за усъвършенстване на мерките за опазване на природния парк. Процедурата по финансирането изисква предвидените проекти да бъдат предварително селектирани от МОСВ, след което се одобряват от Княжество Монако.

Кралство Холандия. Министерство на икономиката е координатор за проектите по програма MATRA, която се изпълнява в рамките на подписаната между Р България и Кралство Холандия Меморандум за разбирателство. Програма MATRA Pre-Accession (предприсъединителна) предвижда финансиране само на

дългосрочни проекти, чиято основна цел е институционално укрепване на правителствения сектор за приемане и прилагане на *acquis communautaire* в следните сфери: сближаване на законодателството, реформа на публичната администрация, съдебна система и законотворчески процес, развитие на социалната политика и подобряване на условията на труд, екологична политика, образование, здравеопазване и благоустройство.

Министерство на икономиката е координатор и по отношение на проекти за техническо сътрудничество за 2004 г. по предприсъединителната част на програмата на Холандското правителство PSO. Целта на програмата е развитие и укрепване на дееспособна пазарна икономика чрез безвъзмезден трансфер на ноу-хау технологии и предоставяне на безвъзмездна техническа помощ (консултации, обучение, работни срещи, семинари и др.) за укрепване на правителствените институции в България в различни сектори на икономиката, със задача подпомагане на България за членство в ЕС чрез разработване на проекти за възприемане и прилагане на правото на ЕС. Програмата е разделена на два основни модула - за икономическо сътрудничество в приоритетни области: икономическо развитие, околна среда, финанси, енергетика, транспорт, селско стопанство (с бюджет за България 1,2 млн. евро годишно) и за подобряване на околната среда (с общ бюджет 2,5 млн. евро, който се отпуска общо за България, Румъния и Турция). Проектите са за дългосрочно изпълнение с продължителност 1,5 – 2 години. Те преминават през селекция от страна на Министерствата на икономиката на България и Холандия. И двете програми не позволяват покупка на оборудване на стойност над 10 % от стойността на проекта.

Япония. През 2005 г. стартира процедура по усвояване на безвъзмездната помощ, предоставена от правителство на Япония за икономическо и социално развитие на Р България. За получаването на такава помощ могат да кандидатстват областни управи, общини, държавни и общински болници и училища. Проектите трябва да са свързани с приоритетите на Националния план за икономическо развитие, Националния план за регионално развитие, областните и общинските планове. Приоритетните области за подпомагане на обекти публична държавна или общинска собственост в реализиране на проекти с комплексна социално-икономическа значимост са следните: комунален сектор; земеделие; образование, здравеопазване, социални дейности; общинска инфраструктура и реализиране на други проекти със значим социално-икономически ефект.

Кралство Норвегия. Норвежка Програма за сътрудничество с България и Румъния. Финансирането се осъществява от фонда Norway Grants, чрез офиса на

Innovation Norway в София. Приоритетите на програмата за периода 2009-2011 г. са:

- редуциране на парниковите газови емисии. съвместни приложни проекти, в съответствие с протокола в Киото, и за други емисии във въздуха и водата;
- енергийна ефективност и възобновяема енергия;
- сътрудничество за устойчиво производство, включващо сертифициране и контрол;
- присъединяване към Шенген.

Приоритетите на програмата за периода 2011-2014 г. ще бъдат публикувани на сайта на посолството на Кралство Норвегия в София.

12.1.6. Международни организации и финансови институции

Програма за глобално опазване на околната среда (GEF). GEF е механизъм за международно сътрудничество, създаден през 1990 г., с цел да осигурява допълнително финансиране, под формата на безвъзмездни помощи и преференциално финансиране, с които ще се посрещнат “допълнителни разходи” по предприемането на съгласувателни мерки за постигане на екологични ползи от глобално естество. GEF работи чрез три Изпълнителни агенции – Програмата на ООН за развитие (UNDP), Програмата на Обединените нации за опазване на околната среда (UNEP) и Световна банка (WB). GEF финансира програми и проекти, които са с глобални екологични ползи в следните конкретни области:

- намаляване на глобалното затопляне и климатичните промени;
- опазване на международните води;
- запазване на биологичното разнообразие;
- устойчиво управление на земите.

GEF не финансира дейности за разрешаването на чисто национални проблеми. България е член на GEF и може да кандидатства за кредити от Световна банка или да получава техническо съдействие от ПРООН. Само правителства могат да се обръщат за финансиране към GEF. Кандидатите могат да направят това чрез МОСВ. Всяко предложение за проект трябва да бъде одобрено от българското правителство.

Програма на ООН за развитие (UNDP). UNDP отговаря за оказването на техническо съдействие чрез мрежата си от представителства по целия свят, с цел да гарантира, че програмите на GEF допълват други идеи за развитие. UNDP подкрепя проекти в областта на околната среда в България от 1993 г., когато е създадено Представителството в София. UNDP осигурява средства само за местни или национални административни органи и неправителствени организации. Препоръчва се проектите да имат допълнително финансиране. Към момента текущите

проекти в област околна среда представляват 8% от програмата на UNDP в България, с тенденция към увеличение.

Програма за малки грантове на UNDP/ GEF. Програмата за малки грантове /ПМГ/ е децентрализирана програма, която се управлява от името на ГЕФ чрез ПРООН /съгласно стандартното споразумение за подкрепа/. Преди да стартира програма за грант, всяка страна по ПМГ трябва да разработи Програмна стратегия на страната. Същността на ПМГ е даване на грантове на избрани неправителствени (НПО) или други организации. Всяка ПМГ, след одобряване на Стратегията за страната, трябва да издаде Програмте Appoinsement, който включва Ръководство за подготовка на проекти. По ПМГ се отпуска грант (на НПО) за разходи по проект до 50 000 щ.д. Според Програмата за страната, в много страни, на НПО се дава само един грант. Позволява се получаването на повече от един грант, но общата стойност да не надвишава 50 000 щ.д. Размерът на гранта зависи от капацитета на страната за неговото усвояване.

Грантовете по ПМГ осигуряват средства за подпомагане на дейности в областите на GEF – биоразнообразие, изменение на климата, устойчиво управление на земите, устойчиви органични замърсители и международни води. Всички проекти трябва да отговарят на критериите на GEF, да се опише как целите и действията по проекта ще имат ефект върху областите на GEF, трябва да има Работен план за мониторинг и оценка. Проектите трябва да съчетават демонстрация, институционално укрепване, повишаване на самосъзнанието, разпространение на опит.

Участието на България в Програмата ще помогне за справянето с редица въпроси за екологичната устойчивост: необходимост от разработване и прилагане на програми за обществено съзнание по екологични проблеми; демонстриране на практики; институционално укрепване; засилване на системите за екологична информация и техническа помощ. Съфинансиране на ПМГ е възможно чрез: ПУДООС, НДЕФ, Механизми за съфинансиране на общинско ниво, Паралелно финансиране от донорски програми, ИСПА, САПАРД. ПМГ може да подпомага и големи проекти по GEF.

Програмата на Обединените нации за опазване на околната среда (UNEP). UNEP предоставя научно-технически контрол и насоки в идентифицирането и избора на проекти, както и съвети по екологични въпроси, като предлага и съответни решения.

Световна банка (WB). WB управлява програмите на GEF, служи като съкровищница на Доверителния фонд, а също така отговаря и за инвестиционните проекти.

Nordic – фондове. Правителствата на Дания, Норвегия и Швеция създадоха фондове към ПРООН за финансиране на консултантски услуги и дейности:

предпроектни проучвания, разработване на проекти, мисии за мониторинг, оценка, цели или частични проекти. България може да получава средства по Датския и Шведския фонд. Дейностите трябва да са в рамката на устойчивото развитие и донорската политика на ПРООН. Приоритетни области са: водоснабдяване и канализация, възобновяеми енергийни източници, инициативи в промишлеността и частния сектор, околна среда, образование и др. Биха могли да се разглеждат и проекти извън тези области. Молби за използване на фондовете могат да подават институции, неправителствени организации, физически лица, частният сектор или ПРООН. Молбите се подават до офиса на ПРООН в съответната страна, а проектите се администрират от Офиса за проекти на ООН (UNOPS) в Копенхаген.

СИМ (Център за международна миграция и развитие) – проекти. Центърът се ръководи съвместно от Германската асоциация за техническо сътрудничество (GTZ) и федералната служба за трудова заетост. СИМ изпращат експерти при поискване в страни, които имат нужда от помощ в различни направления. Основни сектори, в които работят експертите на СИМ са: околна среда и опазване, професионално обучение, подпомагане на частния сектор, икономическа и социална инфраструктура, и здраве.

При кандидатстване се попълва официалния пакет от бланки за изпращане на експерт във вашата институция за период не по-малък от 24 месеца. При одобряване на заявката от страна на СИМ заявителят трябва да подпише договор за назначаване на експерта, като му заплаща обичайната за страната средна заплата за тази позиция и бонуси, да му осигури работно място и да поеме транспортните му разходи (местни и международни). Разликата между българската и германската заплата се поема от СИМ.

Централно-европейска инициатива (ЦЕИ). ЦЕИ е междуправителствен форум за сътрудничество и е най-старата и широкообхватна регионална структура в Централна и Източна Европа. Основана е през ноември 1989 г. в Будапеща. Основната цел е да помогне страните в преход от Централна Европа. Въпреки, че ЦЕИ не е основен донор, организацията разполага с няколко фонда, които се използват, за да подпомагат проекти от различни области:

- *Доверителен фонд.* Фондът е създаден от Италия през 1992 г. и се използва за подпомагане на техническо сътрудничество, насочено към инвестиционни проекти, предпроектни проучвания, техническа помощ, супервизия на проекти и Програми за Развитие (за подпомагане установяването на благоприятна икономическа и институционална среда в страните на ЦЕИ). Използва се също така за организиране на международни събития, програми за обучение,

семинари, обмяна на опит и други в рамките на дейностите на ЦЕИ за сътрудничество.

- *Фонд за сътрудничество.* Чрез Фонда се цели улесняване осъществяването на програми и проекти, организирани или спонсорирани от ЦЕИ, като ръзмерът на финансирането е до 50% от общите разходи за проекта.

- *Фонд за солидарност.* Фондът се основава на доброволни вноски от страните-членки на ЦЕИ и се управлява от Изпълнителния секретариат на ЦЕИ. Създаден е с цел да улеснява участието в дейности на ЦЕИ - семинари, работни срещи, обучителни курсове и други видове срещи.

Програма на ЦЕИ за обмяна на опит. Програмата започва да работи през 2004 г. Тя има за цел да подпомогне икономическите реформи в най-слабо развитите страни-членки на ЕС. Проектите по ПОО трябва да имат икономическа обосновка, която да включва инвестиционните аспекти, икономическия преход, институционално укрепване или бизнес средата в областите, които се отнасят до инвестиции и европейска икономическа интеграция (например приватизация, помощ за малки и средни предприятия, режими на потребители и други). Съфинансирането от ЦЕИ е на стойност между 10 000 и 40 000 евро.

Програма ALTENER II. Тази програма на ЕС е

ориентирана към разширяване на дейностите в областта на възобновяемите източници на енергия, като публичност на законодателството в тази област, съдействие при прилагане на съответните директиви на ЕК, преодоляване на пазарните бариери пред внедряването на технологии за рационално използване на енергията от възобновяеми енергийни източници, поощряване на инвестициите, образователни и информационни кампании, разпространение на опита и др. Програмата е открита за участие на държавни институции и на частни предприятия. В зависимост от типа на планираните действия по проекта могат да бъдат покрити между 50% и 100% от разходите.

12.2. Литература

1. www.2.moew.government.bg
2. www.ecofund-bg.org
3. www.bepf-bg.org
4. www.europa.bg/htmls/page.php?id=1882&category=223
5. www.ecomedia.bg/news/bulgaria-news/article/2875
6. www.bd-ibr.org/files/File/400_pravila_zaem_pudoos.pdf

13. ОТГОВОРНОСТИ ПРИ УВРЕЖДАНЕ ИЛИ ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА



13.1. Основни понятия

Административно нарушение е това деяние (действие или бездействие), което нарушава установения ред на държавното управление, извършено е виновно и е обявено за наказуемо с административно наказание, налагано по административен ред.

Базисно състояние е състоянието на природните ресурси и на услугите от тях към момента на възникване на екологичните щети, оценено въз основа на най-добрата налична информация.

Възстановяване, включително естествено възстановяване, е:

- връщането на увредените природни ресурси и/или засегнати услуги от тях до базисното състояние на води, водни тела, местообитания и защитени видове, или
- отстраняването на рисковете за човешкото здраве от щети върху почвата.

Допълнително отстраняване са всички оздравителни мерки, които са взети във връзка с природни ресурси и/или услуги, за да компенсират факта, че първичното отстраняване не води до пълно възстановяване на увредените природни ресурси и/или услуги. "Междинни загуби" са загубите, които са резултат от факта, че увредените природни ресурси и/или услуги не са в състояние да изпълняват своите екологични функции или да предоставят услуги на други природни ресурси или на обществото, докато не бъдат проведени първичните или допълнителните мерки. Тук не се включват финансови компенсации за граждани.

Екологични щети по смисъла на Закона за отговорността за предотвратяване и отстраняване на екологични щети (2008г.) са:

- защитени видове и природни местообитания, които причиняват значително отрицателно въздействие върху достигането или запазването на тяхното благоприятно конзервационно състояние;
- води и водните тела, които причиняват значително отрицателно въздействие върху състоянието на повърхностните и подземните води, с изключение на случаите на чл. 156е от Закона за водите;
- почви, които създават значителен риск за човешкото здраве в резултат на замърсяване чрез пряко или непряко конзервационно състояние, върху или под почвата на вещества, препарати, организми или микроорганизми.

Залпово замърсяване е замърсяване (изпускане на замърсяваща емисия), което може да настъпи и като следствие от авария, но действието му има временен характер и може да предизвика значителни последици.

Компенсаторно отстраняване е всяко действие, което се предприема, за да се компенсират междинните загуби на природни ресурси и/или услуги, които

възникват от датата на причиняване на щетите, докато първичното отстраняване достигне пълния си ефект.

Нарастваща санкция е санкцията, която прогресивно увеличава размера си във времето при наличието на нормативно установени предпоставки за това и въз основа на обективно определена формула за изчисление.

Непосредствена заплаха за екологични щети е достатъчната вероятност за възникването на екологични щети в близко бъдеще.

Междинни загуби са загубите, които са резултат от факта, че увредените природни ресурси и/или услуги не са в състояние да изпълняват своите екологични функции или да предоставят услуги на други природни ресурси или на обществото, докато не бъдат проведени първичните или допълнителните мерки. Тук не се включват финансови компенсации за граждани.

Оздравителни мерки са действие или комбинация от действия, целящи възстановяване на увредени природни ресурси и/или нарушени ползи и услуги от тях в резултат на причинени екологични щети или целящи да осигурят равностойна алтернатива на тези ресурси или на ползите и услугите от тях.

Превантивни мерки са мерките, предприети в отговор на събитие, действие или бездействие, създадо непосредствена заплаха за екологични щети, с оглед предотвратяването или свеждането до минимум на тези щети.

Първично отстраняване са всички оздравителни мерки, които връщат увредените природни ресурси и/или нарушени услуги до или към базисното им състояние.

Увреждане на околната среда е такова изменение на един или повече от съставлящите я компоненти, което води до влошаване качеството на живот на хората, до обедняване на биологичното разнообразие или до затруднено възстановяване на природните екосистеми.

Щета е измерима отрицателна промяна в състоянието на природен ресурс или измеримо засягане на услуга от природен ресурс, настъпила в резултат на пряко или непряко въздействие или бездействие.

Щета върху околната среда, настъпила от минали действия или бездействия е старо замърсяване на терени или строителни конструкции на промишлени площадки с опасни вещества и отпадъци, породено от промишлена, селскостопанска, търговска или транспортна дейност, вследствие на което се застрашава човешкото здраве или околната среда.

13.2. Видове отговорности

Отговорностите при увреждане или замърсяване на околната среда се отнасят до служебни лица в държав-

ната и общинската администрация, както и до юридически и физически лица. По силата на действащото българско законодателство отговорността при замърсяване или друго увреждане на околната среда е свързано с прилагането на *принудителни административни мерки* и търсенето на *административно-наказателна, гражданска и наказателна отговорност*.

13.2.1. Принудителни административни мерки

Принудителни административни мерки, във връзка с опазване на околната среда, са регламентирани в *Закона за опазване на околната среда (ЗООС)* и *Закона за отговорността за предотвратяване и отстраняване на екологични щети (ЗОПОЕЩ)* от 29 Април 2008г., (Обн. ДВ бр. 43.). ЗОПОЕЩ въвежда изискванията на Директива 2004/35/ЕО на Европейския парламент и на Съвета относно екологичната отговорност по отношение на предотвратяването и отстраняването на екологични щети.

Принудителни административни мерки в ЗООС (Глава десета). Министърът на околната среда и водите или упълномощени от него лица, директорите на РИОСВ, директорите на националните паркове и директорите на басейновите дирекции прилагат принудителни административни мерки в случаите на:

- аварийни ситуации, предизвикани от действия или бездействия на собственици или ползватели на обекти и територии;
- бедствени ситуации;
- възникване на непосредствена опасност за замърсяване или увреждане на околната среда или за увреждане на здравето или имуществото на хората;
- предотвратяване или преустановяване на административни нарушения, свързани с опазването на околната среда, както и предотвратяване и/или отстраняване на вредните последици от тези нарушения.

Принудителните административни мерки са *превантивни, преустановителни и възстановителни*.

• *превантивни*: налагат се с цел да не се допуска замърсяване или друго увреждане на околната среда, което може да има отрицателни последици и за човешкото здраве.

• *преустановителни*: предприемат се, когато се констатира вече настъпило замърсяване или друго увреждане на околната среда. В такива случаи законът дава право на органите на МОСВ, със съдействието на областните управители, да спират /с мотивирана заповед/ всяка производствена дейност, която има вредоносни последици. По своя смисъл обаче спирането е временна мярка, т.е. до отстраняване причините за нарушението.

• *възстановителни*: налагат се на причинителя на увреждането, който е длъжен за своя сметка да

предприеме необходимите действия за отстраняване на настъпило замърсяване или друго увреждане на нормалното /естествено/ състояние на компонентите на околната среда.

При прилагането на принудителни административни мерки министърът на околната среда и водите или упълномощени от него лица, директорите на РИОСВ, директорите на националните паркове и директорите на басейновите дирекции със съдействието на областния управител спират с мотивирана заповед производствената дейност на собствениците или ползвателите на територии, както и достъпа до територии на собствениците и ползвателите, включително чрез пломбиране или запечатване. Прилагането на принудителна административна мярка се извършва с мотивирана заповед на съответния компетентен орган. В заповедта се определя видът на принудителната административна мярка и начинът на прилагането ѝ. Заповедта се връчва на заинтересуваното лице по реда на Гражданския процесуален кодекс.

Принудителни административни мерки в ЗОПОЕЩ (Глава седма). Министърът на околната среда и водите, директорите на РИОСВ, директорите на басейновите дирекции и директорите на националните паркове или оправомощени от тях длъжностни лица, в съответствие с компетенциите им по закона, налагат принудителни административни мерки при възникване на непосредствена заплаха за екологични щети или при причинени екологични щети. Принудителните административни мерки са:

- спиране дейността на операторите, непосредствено свързана с настъпването на екологичните щети;
- спиране достъпа до територии на собствениците и ползвателите;
- налагане на забрани или ограничения за ползване на водите.

При прилагане на принудителни административни мерки, компетентните органи със съдействието на областния управител спират с мотивирана заповед дейността на операторите, причинила екологични щети, както и достъпа до територии на собствениците и ползвателите, включително чрез пломбиране или запечатване. В случаи на причинени екологични щети върху води и водни обекти компетентният орган може да прекрати водоземането и/или ползването на водните обекти. Прилагането на принудителна административна мярка се извършва с мотивирана заповед на съответния компетентен орган. В заповедта се определя видът на принудителната административна мярка и начинът на прилагането ѝ. Заповедта се връчва на заинтересуваното лице по реда на Гражданския процесуален кодекс (ЗООС) или на Административнопроцесуалния кодекс (ЗОПОЕЩ).

Заповедите за прилагане на задължителни

административни мерки по ЗООС и ЗОПОЕЩ могат да се обжалват по реда на Административното процесуалния кодекс. Тази възможност обаче не е основание за спиране на нейното действие до момента на постановяване на съдебното решение. От друга страна ЗООС дава право на министъра на околната среда и водите да обжалва актовете на административните органи, които той счита, че противоречат на природозащитни разпоредби. В такива случаи тяхното действие се спира до произнасянето на компетентния съд.

13.2.2. Административно-наказателни мерки

Процедурата за налагане на административни нарушения и наказания са регламентирани в *Закона за административните нарушения и наказания (ЗАНН)*, (Обн. ДВ бр. 92 от 28 ноември 1969г., с последващи през изменения и допълнения, последни поправки - изм. ДВ бр.10 от 1 Февруари 2011г.). Към тази процедура препадат много други нормативни актове, чиито предмет е защита на околната среда, като ЗООС, Законът за управление на отпадъците, Законът за опазване на земеделските земи, Законът за чистотата на атмосферния въздух и др.

ЗАНН определя общите правила за административните нарушения и наказания, реда за установяване на административните нарушения, за налагане и изпълнение на административните наказания и осигуряване необходимите гаранции за защита правата и законните интереси на гражданите и организацията. За всяко административно нарушение се прилага нормативният акт, който е бил в сила по време на извършването му. Деянието, обявено за административно нарушение, е виновно, когато е извършено умишлено или непредпазливо. Непредпазливите деяния не се наказват само в изрично предвидените случаи. Не са административни нарушения деянията, които са извършени при неизбежна отбрана или крайна необходимост.

Административните наказания се налагат с цел да се предупреди и превъзпита нарушителят към спазване на установения правен ред и се въздейства възпитателно и предупредително върху останалите граждани. За административни нарушения могат да се предвиждат и налагат следните административни наказания:

- обществено порицание;
- глоба;
- временно лишаване от право да се упражнява определена професия или дейност.

Принудителни административни мерки се прилагат за предотвратяване и преустановяване на административни нарушения, както и за предотвратяване и отстраняване на вредните последици от тях.

Административнонаказателната отговорност е лична. За административни нарушения, извършени при осъществяване дейността на предприятия, учреждения и организации, отговарят работниците и служителите, които са ги извършили, както и ръководителите, които са наредили или допуснали да бъдат извършени. Административнонаказателно отговорни са пълнолетните лица, навършили 18 години, които са извършили административни нарушения в състояние на вменяемост. Административнонаказателно отговорни са и непълнолетните, които са навършили 16 години, но не са навършили 18 години, когато са могли да разбират свойството и значението на извършеното нарушение и да ръководят постъпките си. За административни нарушения, извършени от малолетни, непълнолетни на възраст от 14 до 16 години и поставени под пълно запрещение, отговарят съответно родителите, попечителите или настойниците, които съзнателно са допуснали извършването им.

Определяне на административните наказания. Административното наказание се определя съобразно с разпоредбите на този закон в границите на наказанието, предвидено за извършеното нарушение. При определяне на наказанието се вземат предвид тежестта на нарушението, побудите за неговото извършване и другите смекчаващи и отегчаващи вината обстоятелства, както и имотното състояние на нарушителя. Смекчаващите обстоятелства обуславят налагането на по-леко наказание, а отегчаващите - на по-тежко наказание.

Общи административнонаказателни разпоредби. Според ЗАНН:

1. Който не изпълни или наруши законно разпореждане, заповед или наредба на орган на властта, включително във връзка със стопанските мероприятия на държавата, се наказва с глоба от 2 до 50 лева. (Чл. 31).

2. Който не изпълни или наруши постановление, разпореждане или друг акт, издаден или приет от Министерския съвет, ако деянието не съставлява престъпление, се наказва с глоба от 100 до 2000 лв. (Чл. 32., ал. 1).

3. Който не изпълни или наруши акт по ал. 1, свързан със счетоводното, данъчното, митническото, валутното или *екологичното законодателство*, ако деянието не съставлява престъпление, се наказва с глоба от 400 до 3000 лв. (Чл. 32., ал. 2).

4. Когато държавен служител при изпълнение на държавната служба не изпълни или наруши задължения, произтичащи от актовете по ал. 1 и 2, се наказва с глоба от 40 до 300 лв. (Чл. 32., ал. 3).

Не подлежат на обжалване наказателните постановления и електронните фишове, с които е наложена глоба в размер до 10 лева включително, постановено е в полза на държавата отнемане на вещи

на стойност до 10 лв. включително или е присъдено обезщетение за причинени вреди на същата стойност освен ако в специален закон е предвидено друго, (Чл. 59., ал. 3).

Административнонаказващи органи. Административни наказания могат да налагат:

а) ръководителите на ведомствата и организациите, областните управители и кметовете на общините, на които е възложено да прилагат съответните нормативни актове или да контролират тяхното изпълнение;

б) длъжностните лица и органите, овластени от съответния закон или указ;

в) съдебните и прокурорските органи в предвидените от закон или указ случаи.

Ръководителите по буква "а" могат да възлагат правата си на наказващи органи на определени от тях длъжностни лица, когато това е предвидено в съответния закон, указ или постановление на Министерския съвет.

Законодателят е предвидил, че за нарушение на разпоредбите в нормативните актове по опазване на околната среда на виновните физически лица се налага глоба, чийто размер варира в зависимост от тежестта на правонарушението. Що се отнася до юридически лица, то тяхната отговорност е свързана с налагането на имуществени санкции. Тази санкции са за причинено увреждане или замърсяване на околната среда над пределно допустимите концентрации, както и за неизпълнение на изисквания или предписания, предвидени в ЗООС. Редът и начина на определянето на санкциите става по силата на акт, приет от МС – Наредба за реда за определяне и налагане на санкции при увреждане или замърсяване на околната среда над допустимите норми (ПМС № 169 от 29.07. 2003г., обн. ДВ бр.69 от 5 Август 2003г., в сила от 6.09.2003г.). По силата на наредбата санкции се налагат при:

- замърсяване на водните обекти;
- замърсяване на атмосферния въздух;
- при увреждане или при замърсяване на земната повърхност и почвата;
- за шумово натоварване и наднормени електромагнитни полета

Размерът на санкцията и времето, за което се налага, се посочват в заповед на министъра на околната среда и водите или на упълномощено от него длъжностно лице. Санкциите са *еднократни и текущи*. Еднократна санкция се налага за всяко допуснато залпово или аварийно замърсяване или увреждане на околната среда над установените норми. Дължимите суми по наложените санкции се превеждат в Предприятието за управление на дейностите по опазване на околната среда и в общинските бюджети.

При преустановяване или намаляване на замърсяването или на увреждането, съответното

юридическо лице може да предяви писмено искане към контролните органи на МОСВ за отмяна или определяне на по-нисък размер на санкцията. В същото време обаче министърът на околната среда и водите може да променя размера на санкцията при наличие на данни за утежнена екологична обстановка в даден район или при увеличен риск за човешкото здраве. Предвидени са обаче и хипотези, при които налагането на имуществени санкции се изключва – това са случаите, когато настъпилите щети се дължат на непредвидими природни бедствия. При увреждане или замърсяване, което е предизвикано от непредвидими природни бедствия, не се налагат санкции.

Административнонаказателни мерки, предвидени в Закона за опазването на околната среда:

Чл. 162. (1) За нарушенията на този закон, които не съставляват престъпления, физическите лица, областните управители, кметовете на общини, кметовете на райони, кметовете на кметства и длъжностните лица се наказват с глоби от 100 до 6000 лв., а на юридическите лица и на едноличните търговци се налагат имуществени санкции от 1000 до 20 000 лв.

(2) При повторно нарушение размерът на глобата или имуществената санкция е в двойния размер по ал. 1.

(3) При явно маловажни случаи на нарушения, извършени от физически лица, глобата е 100 лв.

Чл. 163. (1) Член или ръководител на колектива (от експерти, на който е възложено извършването на Екологична оценка или ОВОС, бел. авт.) по чл. 83, ал. 1, който наруши чл. 83, ал. 5, се наказва с глоба от 1000 до 10 000 лв., ако не подлежи на по-тежко наказание.

(2) Който използва знака на схемата на Общността за присъждане на екомаркировка за свои продукти и за свързани с него технически или рекламни материали, без да е получил право на това, се наказва с глоба, съответно с имуществена санкция, в размер от 1000 до 5000 лв.

(3) При повторно нарушение глобата, съответно имуществената санкция, е в двоен размер.

Чл. 165. (1) Длъжностно лице, което не допусне в обекта или на територията контролен орган, извършващ проверка, измерване или вземане на проба, се наказва с глоба от 2000 до 20 000 лв.

(2) Имуществена санкция от 2000 до 20 000 лв. се налага на юридическото лице или едноличния търговец в случаите, когато негов работник или служител извърши нарушение по ал. 1, независимо от това дали контролният орган може да установи самоличността на работника или служителя.

Чл. 166. С наказанията по чл. 165 се наказват и лицата, които:

1. не предоставят на контролните органи съществуващите данни от собствения мониторинг;
2. не спазват условията, предвидени в разреше-

телните и в решенията по ОВОС;

3. не изпълняват предписанията, дадени в индивидуалните административни актове и констативните протоколи по чл. 155 или 157б, издавани от министъра на околната среда и водите, директорите на РИОСВ, директорите на басейновите дирекции, директорите на националните паркове или от упълномощени от тях длъжностни лица.

Чл. 166а. (1) Физическо или юридическо лице, което извършва дейност без разрешително по чл. 104, ал. 1 или без решение за изменение на разрешителното по чл. 116д, ал. 1, т. 2, в случаите, когато такова се изисква, ако не подлежи на по-тежко наказание, се наказва с глоба, съответно с имуществена санкция, от 30 000 до 100 000 лв.

(2) За неспазване на условията, предвидени в разрешителното по чл. 104, ал. 1 или в решението по чл. 116д, ал. 2, а също и за неизпълнение на задълженията по чл. 115, т. 1 и чл. 116з, ал. 2, физическото лице, ако не подлежи на по-тежко наказание, или юридическото лице се наказва с глоба, съответно с имуществена санкция, от 10 000 до 20 000 лв.

(3) За неизпълнение на задълженията по чл. 116а, ал. 1 и 2 физическото лице, ако не подлежи на по-тежко наказание, или юридическото лице се наказва с глоба, съответно с имуществена санкция, от 5000 до 10 000 лв.

(4) За неспазване на сроковете, предвидени в чл. 108, ал. 1, чл. 116а, ал. 3 и ал. 4, чл. 116в, ал. 1, т. 1 и ал. 2, т. 1 физическото или юридическото лице се наказва с глоба, съответно с имуществена санкция, от 2000 до 5000 лв.

Чл. 168. Наказателните постановления по закона се съставят по реда на Закона за административните нарушения и наказания и се издават от министъра на околната среда и водите или от упълномощени от него лица, от директорите на РИОСВ, директорите на басейновите дирекции или директорите на националните паркове.

Административна наказателна мерка, предвидена в Закона за отговорността за предотвратяване и отстраняване на екологични щети:

Чл. 61. (1) Оператор, който не предостави в срок поискана информация, включително допълнителна информация от компетентен орган по чл. 6 се наказва с глоба или с имуществена санкция в размер от 1000 до 3000 лв.

(2) Оператор, който не предостави на съответния компетентен орган информация по чл. 20, ал. 3 и чл. 26, ал. 2, се наказва с глоба или с имуществена санкция в размер от 2000 до 6000 лв.

(3) Оператор, който предостави на компетентен орган невярна или подвеждаща информация, се наказва с глоба или с имуществена санкция в размер от 2000 до 6000 лв.

(4) При повторно нарушение размерът на глобата

или имуществената санкция е в двойния размер по ал. 1, 2 или 3.

Чл. 63. (1) Оператор, който не представи в определения от компетентния орган срок доклад по чл. 30, се наказва с глоба или с имуществена санкция в размер от 1000 до 3000 лв.

(2) Експерт, който не представи в определения от министъра на околната среда и водите срок доклад по чл. 34, ал. 1, се наказва с глоба в размер от 500 до 1500 лв.

Чл. 64. Оператор, който не изпълни предписание, издадено от съответния компетентен орган, се наказва с глоба или с имуществена санкция в размер от 5000 до 15 000 лв.

Чл. 67. (1) Длъжностно лице, което не допусне на територията на проверяван обект контролен орган, извършващ проверка, измерване или вземане на проба, се наказва с глоба в размер от 2000 до 6000 лв.

(2) В случаите по ал. 1 съответният оператор - юридическо лице или едноличен търговец, се наказва с имуществена санкция в размер от 5000 до 15 000 лв.

Чл. 68. (1) За нарушение по този закон, което не съставлява престъпление, виновното длъжностно лице се наказва с глоба в размер от 1000 до 3000 лв., а на оператора се налага глоба или имуществена санкция в размер от 1000 до 3000 лв.

(2) При повторно нарушение се налага глоба, съответно имуществена санкция, в двоен размер на първоначално наложената.

13.2.3. Гражданска отговорност

Съгласно ЗООС (Глава единадестта), гражданска отговорност може да бъде потърсена при виновно причиняване на вреди от замърсяване или друго увреждане на околната среда. Всеки е длъжен да поправи вредите, които виновно е причинил. Вината от своя страна може да бъде изразена в нейните две основни форми – умисъл и непредпазливост. Причинната връзка между източника на щетата и нейните вредоносни последици трябва да се доказват от потърпевшия.

Искове за обезщетение могат да се предявяват от министъра на околната среда и водите, областния управител и кметовете, в зависимост от това дали е увредена държавна или общинската собственост. Когато се касае за щети от частно правен характер – от конкретното увредено лице. В ЗООС е предвидена и възможността за предявяване на други два вида искове – за преустановяване на нарушението и за отстраняване на последиците от замърсяване. Те могат да бъдат подавани както поотделно, така и кумулативно. Субекти на това право са посочените по-горе органи на централно и местно управление, както и пряко заинтересованите лица.

13.2.4. Наказателна отговорност

Наказателна отговорност за престъпления против околната среда се търси само по силата на текстове, предвидени в *Наказателния Кодекс* (НК) (Обн. ДВ бр.26 и 29 от 02.04. 1968г., в сила от 01.05.1968 г., с много изменения и допълнения през годините, последни изм.и доп. ДВ бр. 26 от 6.04.2010 г., доп., ДВ бр. 32 от 27.04.2010 г., в сила от 28.05.2010 г.). В НК са залегнали разпоредби, които санкционират някои от най-тежките посегателства върху правото на гражданите на здравословна и благоприятна околна среда.

Наказателният кодекс има за задача да защитава от престъпни посегателства личността и правата на гражданите и цялостния установен в страната правов ред. За осъществяване на тази задача НК определя кои обществено опасни деяния са престъпления и какви наказания се налагат за тях и установява случаите, когато вместо наказание могат да бъдат наложени мерки за обществено въздействие и възпитание.

Пределите на действие на НК се обуславят от следните принципи:

- За всяко престъпление се прилага онзи закон, който е бил в сила по време на извършването му;
- Ако до влизане на присъдата в сила последват различни закони, прилага се законът, който е най-благоприятен за дееца;
- Наказателният кодекс се прилага за всички престъпления, извършени на територията на Р България.

В глава шеста. Престъпления против стопанството, Раздел II. Престъпления в отделни стопански отрасли има следните текстове за наказания, при нарушения, свързани с опазването на горите, лова, и риболова:

Чл. 235. (1). Който без редовно писмено позволение или с редовно позволение, но извън указания в него места, срокове, количество и дървета сече, събира, добива, взема или извозва от горския фонд каквито и да било дървета или част от тях, включително отсечени или паднали, се наказва с лишаване от свобода до 6 години и глоба от 1000 до 20 000 лева.

(2). С наказанието по ал. 1 се наказва и този, който укриве, товари, транспортира, разтоварва, съхранява или преработва незаконно добит от друго дървен материал.

(3). За престъпление по ал. 1 и 2 наказанието е лишаване от свобода от 1 до 8 години и глоба от 5000 до 15000 лева, ако:

1. е извършено от две или повече лица, сговорили се предварително за неговото осъществяване;
2. е извършено в съучастие със служител по горите, който се е възползвал от служебното си

положение;

3. е извършено чрез използване на неистински или преправен документ или на документ с невярно съдържание;

4. е извършено повторно;

5. предметът на престъплението е в големи размери.

(4). Когато престъпленията по ал. 1 - 3 са извършени от лице, което действа по поръчение или в изпълнение на решение на организирана престъпна група или представляват опасен рецидив, наказанието е лишаване от свобода от 3 до 10 години и глоба от 10 000 до 100 000 лева.

(5). Когато предметът на престъплението е в особено големи размери и случаят е особено тежък, наказанието е лишаване от свобода от 5 до 15 години и глоба от 50 000 до 500 000 лева.

(6). В маловажни случаи наказанието е лишаване от свобода до 1 година или пробация, или глоба от 100 до 300 лева.

(7). Предметът на престъплението се отнема в полза на държавата, а ако липсва или е отчужден, се присъжда неговата равностойност.

Чл. 236. Който унищожи или повреди по какъвто и да е начин горски дървета, младеняк, подрост, горска култура или горски разсадник, се наказва с лишаване от свобода до 2 години или с пробация, както и с глоба от 100 до 300 лева, а в особено тежки случаи - с лишаване от свобода до 5 години.

Чл. 237. (1). Който убие или улови без надлежно разрешение едър дивеч, се наказва с лишаване от свобода до 1 година или с глоба от 100 до 300 лева, както и с лишаване от право по чл. 37, ал. 1, точка 7.

(2). Който, без да притежава ловен билет, убие или улови дребен дивеч, специално указан в Закона за лова, както и онзи, който макар и да притежава ловен билет, убие или улови такъв дивеч в забранено време, в забранено място или със забранени средства, се наказва с пробация до 6 месеца или с глоба от 100 до 300 лева, както и с лишаване от право по чл. 37, ал. 1, точка 7.

(3). Убитият или уловен дивеч се отнема в полза на държавата, а ако липсва или е отчужден, се присъжда неговата равностойност.

Чл. 238. (1). Който улови риба: а) в рибостопански води с взривни, отровни или зашеметяващи вещества или в количества, надхвърлящи значително нормите за спортен риболов; б) в запазени места или при маловодие; в) в непромишлени води през размножителния период на рибата или г) от видове, застрашени от изчезване, се наказва в немаловажни случаи с лишаване от свобода до 1 година и с глоба от 100 до 300 лева, както и с лишаване от право по чл. 37, ал. 1, точка 7.

(2). Разпоредбите на предходната алинея се прилагат и при улов на раци.

Чл. 239. (1). Ръководител на предприятие, фирма, учреждение, организация или друго длъжностно лице, което наруши или допусне да се извърши нарушение на правилата, установени със специален закон за запазване на рибата и другите полезни водни животни и за правилното развитие на риборазвъждането в страната, се наказва с лишаване от свобода до 3 години или с пробация, както и с глоба от 100 до 300 лева.

(2). Със същото наказание се наказва всяко лице, което пусне или извърши в рибостопанските води замърсени води или вещества, които с количеството или със свойствата си могат да увредят на рибата и другите полезни водни животни.

В глава единадесета. Общопасни престъпления, Раздел III. Престъпления против народното здраве и против околната среда, текстовете регламентиращи налагането на наказания при замърсяване на въздуха и водите, разпространяване на причинители на епидемично заболяване, производство на опасни храни за хора и животни, разгласяване на невярна информация за състоянието на околната среда и нейните компоненти, транспорт и обезвреждане на опасни отпадъци и др., са както следва:

Чл. 349. (1). Който умишлено тури или примеси опасен за живота или здравето предмет в кладенец, извор, водопровод или в друго приспособление, предназначено за общо ползване, откъдето или с което се черпи вода за пиене, се наказва с лишаване от свобода от 2 до 8 години.

(2). Ако от деянието е последвала тежка телесна повреда, наказанието е лишаване от свобода от 3 до 10 години, а ако е последвала смърт, наказанието е лишаване от свобода от 10 до 20 години, доживотен затвор или доживотен затвор без замяна.

(3). Съобразно различията по предходните алинеи се наказва и онзи, който с цел да зарази хора разпространи причинители на епидемично заболяване.

Чл. 350. (1). Който изготви храни или питиета, предназначени за общо ползване, по такъв начин, че в тях се създават или попадат опасни за здравето вещества, както и онзи, който продава, предлага за продан или по друг начин тури в обръщение такива храни или питиета, се наказва с лишаване от свобода до 5 години.

(2). Който наруши правила, уреждащи добива, производството, преработката, съхранението или търговията с животни, суровини, храни или питиета, предназначени за общо ползване, и с това изложи на опасност здравето или живота на друго лице, се наказва с лишаване от свобода до 3 години.

(3). Ако от деянието по ал. 1 и 2 е последвала средна телесна повреда за друго лице - наказанието е лишаване от свобода до 6 години, ако е последвала тежка телесна повреда за друго лице - лишаване от свобода от 1 до 8 години, а ако е последвала смърт - лишаване от

свобода от 3 до 15 години.

Чл. 350а. Който в нарушение на закон произвежда или предлага на пазара храни, храни за животни или ветеринарномедицински продукти, или питиета, и с това изложи на опасност живота или здравето на друго лице, се наказва с лишаване от свобода до 3 години.

Чл. 352. (1). Който замърсява или допуска да се замърсят водни течения, басейни, подземни води или териториалните и вътрешните морски води, почвата и въздуха и с това ги направи опасни за хората, животните и растенията или негодни за използването им за културно-битови, здравни, земеделски и други народностопански цели, се наказва с лишаване от свобода до 5 години и с глоба от 100 лева до 5000 лева.

(2). Същото наказание се налага и на длъжностно лице, което е допуснало при проектиране, строителство или експлоатация на отводнителни или напоителни системи да не се вземат необходимите мерки, за да се предотврати опасно замърсяване на вододайните зони за питейно водоснабдяване или покачането нивото на подземните води в населените и курортните места.

(3). Ако деянието по предходните алинеи е извършено по непредпазливост, наказанието е пробация или глоба от 100 до 300 лева лева.

(4). В маловажни случаи по ал. 1 и 2 наказанието е глоба от 100 до 300 лева, а по ал. 3 - от 100 до 300 лева, налагана по административен ред.

Чл. 352а. (1). Който замърси или допусне да се замърсят с петролни продукти или деривати териториални или вътрешни морски води или морски води в зони, определени с международно съглашение, в което участва Република България, се наказва с лишаване от свобода от 1 до 5 години и глоба до 20 000 лева.

(2). Ако деянието по предходната алинея е извършено по непредпазливост, наказанието е лишаване от свобода до 3 години и глоба до 500 лева.

(3). В маловажни случаи по предходните алинеи наказанието е глоба от 100 до 300 лева, налагана по административен ред.

(4). Капитан на кораб или на друго плавателно средство, който не съобщи незабавно в най-близкото пристанище за извърлянето във води, посочени в ал. 1, на петролни продукти или деривати, или на други вещества, опасни за хората, животните или растенията, се наказва с глоба до 500 лева.

(5). Капитан или друго лице от командния състав на кораб, което не изпълни задължение за вписване в корабните документи на операция с вещества, опасни за хората, животните или растенията, или внесе в тях неверни сведения за такива операции, или откаже да представи тези документи на съответните длъжностни лица, се наказва с глоба от 100 до 300 лева, налагана по административен ред.

Чл. 353. (1). Длъжностно лице, което пусне или

нареди да бъде пуснато в експлоатация предприятие или топлоелектрическа централа, преди да бъдат поставени в действие необходимите пречиствателни съоръжения, се наказва с лишаване от свобода до 3 години и глоба от 100 до 300 лева.

(2). Същото наказание се налага и на длъжностно лице, което не изпълни задълженията си за изграждане на пречиствателни съоръжения, както и за осигуряване изправността и непрекъснатото правилно действие на такива съоръжения, поради което те не са могли да влязат в действие напълно или частично или са прекратили действието си.

(3). Ако деянието по предходните алинеи е извършено по непредпазливост, наказанието е пробация или глоба от 100 до 300 лева.

(4). В маловажни случаи наказанието е: по ал. 1 и 2 - глоба от 100 до 300 лева, а по ал. 3 - глоба от 100 до 300 лева, налагана по административен ред.

Чл. 353а. Длъжностно лице, което в кръга на служебните си задължения укрие или разгласи невярна информация за състоянието на околната среда и нейните компоненти - въздух, вода, почва, морски пространства - и от това последват немаловажни вреди за околната среда, живота и човешкото здраве, се наказва с лишаване от свобода до 5 години и глоба от 100 000 лева.

Чл. 353б. Който в нарушение на международни договори, по които Република България е страна, пренася през границата на страната опасни отпадъци, токсични химически вещества, биологически агенти, токсини и радиоактивни вещества, се наказва с лишаване от свобода от 1 до 5 години и глоба от 1000 до 3000 лева.

Чл. 353в. Длъжностно лице, което наруши или не изпълни задълженията си по събирането, съхраняване-

то, транспортирането и обезвреждането на опасни отпадъци, се наказва с лишаване от свобода до 1 година.

Чл. 353г. Който в нарушение на закон изгради водоземно съоръжение или съоръжение за използване на повърхностни или подземни води, се наказва с лишаване от свобода до 2 години и глоба от 5000 до 15 000 лева.

Чл. 353д. Който в нарушение на закон използва минерална вода за стопанска дейност, се наказва с лишаване от свобода до 1 година и глоба до 5000 лева.

13.3. Литература

1. Закон за административните нарушения и наказания (Обн. ДВ бр. 92 от 28 ноември 1969г., с последващи през изменения и допълнения, последни поправки - изм. ДВ. бр. 10 от 1 Февруари 2011г.).

2. Закон за опазване на околната среда (Обн. ДВ бр. 91 от 25 Септември 2002г., многократно изменен, допълван и поправян, последни изменения ДВ бр. 46 от 18 Юни 2010г и ДВ бр. 61 от 6 Август 2010г.).

3. Закон за отговорността за предотвратяване и отстраняване на екологични щети от 29 Април 2008г., (обн. ДВ. бр. 43.).

4. Наказателен Кодекс (Обн. ДВ бр. 26 и 29 от 02.04. 1968г., в сила от 01.05.1968 г., с много изменения и допълнения през годините, последни изм. и доп. ДВ бр. 26 от 6.04.2010 г., доп., ДВ бр. 32 от 27.04.2010 г., в сила от 28.05.2010 г.).

5. Наредба за реда за определяне и налагане на санкции при увреждане или замърсяване на околната среда над допустимите норми (ПМС № 169 от 29.07. 2003г., обн. ДВ бр. 69 от 5 Август 2003г., в сила от 6.09.2003г.).

14. НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ЦЕНТЪР ПО ОКОЛНА СРЕДА ПРИ ТРАКИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ

 **ТРАКИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ**
АГРАРЕН ФАКУЛТЕТ 

**НОРВЕЖКА ПРОГРАМА ЗА СЪТРУДНИЧЕСТВО
С БЪЛГАРИЯ**

**НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ЦЕНТЪР
ПО ОКОЛНА СРЕДА**

ЛАБОРАТОРИИ

- ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ОКОЛНАТА СРЕДА, № 550
- ФИЗИКОХИМИЧНИ АНАЛИЗИ НА СУРОВИНИ И ПРОДУКТИ, № 407
- ГАЗХРОМАТОГРАФСКИ АНАЛИЗИ, № 436
- АТОМНОАБСОРБЦИОННА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ, № 438

• АТОМНОАБСОРБЦИОННА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ* № 438
• ЛУЪХЪОМУСОЛЪБУФСКИ УНУЧЕНЪН* № 439
• ФИЗИКОХИМИЧНИ УНУЧЕНЪН НУ САЪОВНИИ Н ПЪОТЪКЛИИ* № 407
• ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ОКОЛНАТА СРЕДА, № 550

14.1. Основни цели и задачи

Създаване. Научноизследователският център по околна среда при Тракийски университет (НИЦОС-ТрУ) е създаден през 2010 г. по проект „Оценка, намаляване и предотвратяване на замърсяването на въздуха, водите и почвите в регион Стара Загора“, Реф. № 2008/115236, финансиран от Norway Grants по Норвежка програма за сътрудничество с България. Центърът официално е открит на 25.03.2011 г. от Нейно превъзходителство г-жа Тове Скарстейн, извънреден и пълномощен посланик на Кралство Норвегия в България (Фигури 14.1 и 14.2).



Фигура 14.1. Проф. дсн Иван Станков – Ректор на ТрУ (от ляво), Н.пр. г-жа Тове Скарстейн – извънреден и пълномощен посланик на Кралство Норвегия в България и г-н Йордан Николов – Областен управител на Област Стара Загора прерязват лентата пред Центъра



Фигура 14.2. Н.пр. г-жа Тове Скарстейн – извънреден и пълномощен посланик на Кралство Норвегия в България и Проф. дсн Иван Станков – Ректор на ТрУ, по стара българска традиция изливат менче с вода за да върви «по вода» работата в Центъра

Основни дейности на НИЦОС, ТрУ:

- Организиране и провеждане на мониторинг на компонентите на околната среда (въздух, води, почви).
- Организиране и изследване качеството на компонентите на околната среда (въздух, води, почви).
- Извършване на екологични оценки на замърсяването на въздух, води (повърхностни и подземни) и почви.
- Провеждане на научноизследователски проучвания за установяване въздействието на замърсители на околната среда върху растения, животни, стопанско полезни насекоми.
- Изследване на суровини и продукти от аграрните производства.
- Организиране и провеждане на скрининг за здравословното състояние на населението.
- Разработване на програми за подобряване качеството на околната среда.
- Изготвяне на доклади за Екологична оценка (ЕО) и Оценка на въздействието върху околната среда (ОВОС).
- Даване на консултации по опазване на околната среда.
- Изпълняване на задачи по опазване на околната среда на външни потребители (организации, фирми, общини и др.).

Възможности за анализи в НИЦОС-ТрУ:

- Показатели за качеството на атмосферния въздух
- Показатели за качеството на повърхностни и подземни води
- Качеството на почви (необработваеми и обработваеми площи)
- Показатели на биологични проби от растения, хидробионти, животни, стопанско полезни насекоми;
- Химичен анализ на фуражи, месо и месни продукти, мляко и млечни пордукти
- Микробиологични анализи, предимно на мляко и млечни пордукти
- Тъкани хомогенати от животински и растителни видове, и на почви, чрез електрон парамагнитен резонанс (ЕПР)
- Свободни радикали, оксидативен стрес и екологично оксидативно равновесие в биологични системи;
- Изследване на геномна ДНК от различни биологични източници.

14.2. Структура

Научноизследователският център по околна среда при Тракийски университет – Стара Загора е комплекс от лаборатории, с широк обхват на научноизследователската и лабораторна дейност. В комплекса от лаборатории са включени:

1. Лаборатория за физикохимични анализи на

суровини и продукти, Аграрен факултет.

2. Лаборатория „Еколаб“ за изследване компонентите на околната среда, Аграрен факултет

3. Лаборатория за инструментални методи за анализ, Аграрен факултет

4. Лаборатория „Евролаб“, Аграрен факултет.

5. Лаборатория за изследване на почви и растения, Аграрен факултет

6. Лаборатория за ДНК анализи, Аграрен факултет

7. Лаборатория за Електрон Парамагнитен Резонанс (ЕПР), Медицински факултет

8. Лаборатория „Екологична Химия“, Ветеринарномедицински факултет

9. Автоматична станция за метеорологични наблюдения и екологичен мониторинг на въздуха, Аграрен факултет

14.3. Научноизследователски лаборатории

14.3.1. Лаборатория за физикохимични анализи на суровини и продукти

Адрес: Аграрен факултет при Тракийски университет, Студентски град, гр. Стара Загора.

Тел.: 042/699-262.

Лабораторията е оборудвана със съвременна апаратура, част от която е закупена през 2009 и 2010 г. по проект «Оценка, намаляване и предотвратяване на замърсяването на въздуха, водите и почвите в регион Стара Загора», финансиран от Норвежката програма за сътрудничество с България – Norway Grants чрез Innovation Norway. В своята комплексна дейност лабораторията извършва:

- Физикохимични анализи на фуражи, месо и месни проби, мляко и млечни продукти, риба и рибни продукти, пчелен мед и други. Основни анализи са:

- определяне на азот - FOSS Kjeltex™ 8400;

- определяне на сурови мазнини - FOSS Soxtec™ 2050;

- система за определяне на влакнини Fibercap;

- определяне на влага;

- определяне на сурова пепел.

- Изследователска дейност по научни проекти на високо съвременно ниво

- Предоставя условия за изпълнение на образователни и научни програми на бакалаври, магистри, докторанти, преподаватели

- Поддържа контакти със специалисти от институти в областта на селското стопанство.

Лабораторията непрекъснато разширява своите възможности като въвежда нови съвременни апарати и методи на изследване, повишава квалификацията на персонала, обработва и представя резултатите от

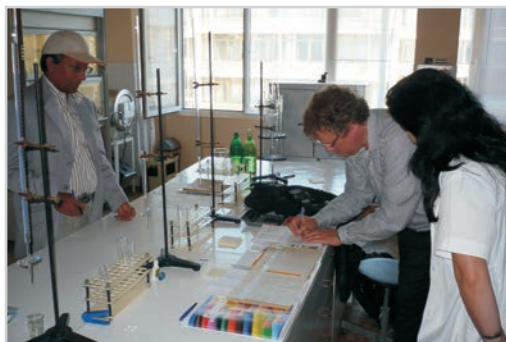
изследванията чрез нови статистически програми. Тя се обслужва от висококвалифицирани специалисти. Анализите се извършват с високо качество, бързина и прецизност.

14.3.2. Лаборатория за изследване компонентите на околната среда „Еколаб“

Адрес: Аграрен факултет при Тракийски университет, Студентски град, гр. Стара Загора.

Тел.: 042/699-491

Лабораторията е оборудвана със съвременна апаратура, по-голямата част от която е закупена през 2009 и 2010 г. по проект «Оценка, намаляване и предотвратяване на замърсяването на въздуха, водите и почвите в регион Стара Загора», финансиран от Норвежката програма за сътрудничество с България – Norway Grants чрез Innovation Norway. Тя е с дългогодишен опит в изследване и мониторинг на компонентите на околната среда - въздух, води, почви, зоохигиенни параметри на животновъдни обекти, здравеопазване и благополучие на животните, екологизация на технологиите в животновъдството. Поддържа тесни контакти със специалисти в областта на селското стопанство. Това дава възможност на клиентите да получават компетентна професионална помощ в сферата на тяхната дейност. Лабораторията разполага с висококвалифициран персонал и съвременна апаратура като (Фигура 14.3):



Фигура 14.3. Проф. Бишал Ситаула (от ляво) и Проф. Ролф Вогт, партньори от Норвегия по проекта, дават консултация на инж. химик Д. Дерменджиева за анализите на атмосферния въздух

- Пробовземна апаратура за изследване на прах в атмосферния въздух - TECORA “Echo PM”

- Пробовземна апаратура за изследване на газове замърсители във въздуха - “Bravo M-Basic“

- Пробовземна апаратура за почви

• Спектрофотометър за определяне на ХПК във води - "Lovibond"

- Спектрофотометър UV/VIS 6705
- Спектрофотометър Multilab P5
- Апарат за определяне на БПК на води
- Апарат за определяне на азот по Келдал "Udk

142"

- Апарат за определяне на въглерод СА-10
- Термоблок "DIGESTER 6500"
- Ситова машина "RETOSCHAS 200"
- Рн метър "LAB 850"
- Електронна везна "KERN"
- Микровълнова система "MULTIWAVE 3000" и др.

В лабораторията се изследват:

I. Атмосферен въздух. Показатели и методи за изследване:

- Съдържание на общ прах – БДС 17.2.4.20; БДС EN 12341;
- Съдържание на прахови частици ФПЧ_{10} , $\text{ФПЧ}_{2.5}$ – БДС 17.2.4.20; БДС EN 12341;
- Съдържание на серен диоксид – БДС 17.2.4.17-83;
- Съдържание на азотен диоксид – БДС 17.2.4.22-83;
- Съдържание на амоняк – ВВЛМ02/2000;
- Съдържание на сероводород – ВВЛМ03/2000;
- Съдържание на тежки метали – ВВЛМ 01AAC/2000.

II. Води - повърхностни и подземни. Показатели и методи за изследване (Фигура 14.4):

- Активна реакция (рН) – БДС 17.1.4.27; БДС ISO 10523;
- Електропроводимост – БДС EN 27888;
- Съдържание на разтворен кислород – БДС ISO 25814;
- Съдържание на неразтворени/суспендирани вещества БДС 17.1.4.04; БДС EN 872;
- Съдържание на разтворени вещества – БДС 17.1.4.04;
- Определяне на биологична потребност от кислород – БДС EN 1899-1;
- Определяне на химичната потребност от кислород – БДС ISO 6060;
- Определяне на перманганатна окисляемост – БДС 17.1.4.16-79;
- Определяне на калций и магнезий – БДС EN ISO 7980; БДС ISO 6059;
- Определяне на обща твърдост – БДС 3775-87;
- Определяне на хлориди – БДС ISO 9297;
- Определяне на сулфати – БДС 17.1.4.03;
- Определяне на нитрати – БДС ISO 7890-3;
- Определяне на нитрити – БДС EN 26777;
- Определяне на амоняк – БДС ISO 7150-1; БДС ISO 5664;
- Определяне на общ азот по Келдал – БДС EN

25663;

- Определяне на общ органичен въглерод - БДС ISO 1484;
- Определяне съдържание на фосфор - БДС ISO 6878-1;
- Определяне съдържание на желязо - БДС ISO 6332;
- Определяне на тежки метали – ISO 8288.



Фигура 14.4. Докторант Р. Стефанова и инж. химик Д. Дерменджиева анализират проби от повърхностни води

III. Почви - от обработваеми и необработваеми площи. Показатели и методи за изследване:

- Пробонабиране и пробоподготовка - БДС EN ISO 10381; БДС ISO 11464;
- Активна реакция (рН) - БДС ISO 10390;
- Специфична електропроводимост - БДС EN 27888;
- Определяне на сухо вещество и влага - БДС ISO 11465;
- Определяне на сулфати - ВВЛМ04/2009;
- Определяне на хлориди - ВВЛМ05/2009;
- Съдържание на общ фосфор - БДС ISO 11263;
- Определяне на общ азот по Келдал - БДС ISO 11261;
- Определяне на органичен въглерод и хумус - БДС ISO 14235;
- Съдържание на общи карбонати – БДС ISO 10693;
- Определяне на механичен състав – ВВЛМ06/2009;
- Определяне на амониев и нитратен азот - ВВЛМ07/2009;
- Определяне на сорбционен капацитет - ВВЛМ08/2009;
- Определяне на вредна киселинност – БДС 17.4.4.07-97;
- Определяне на обменни калций и магнезий - ВВЛМ09/2009;
- Определяне на обменен натрий – ВВЛМ10/2009;

- Определяне на подвижни фосфати – ВВЛМ11/2009;
- Определяне на подвижен калий – ВВЛМ12/2009;
- Определяне на подвижни форми на микроелементи C_{org}, Z_n, F_e, M_n – ВВЛМ13/2009;
- Определяне на тежки метали – БДС 17.4.4.03 – 05; ISO 11466.

Лаборатория «Еколаб» непрекъснато разширява своите възможности чрез въвеждане на нови съвременни апарати и методи за изследване, повишаване квалификацията на персонала, прилагане на съвременни методи за обработка и представяне на резултатите от извършените анализи. Предлага гъвкави решения в зависимост от потребностите на клиентите.

14.3.3. Лаборатория за инструментални методи за анализ

Адрес: Аграрен факултет при
Тракийски университет,
Студентски град,
гр. Стара Загора.

Тел.: 042/699-262

Лабораторията е създадена през 2010 г. и е оборудвана със съвременна апаратура по проект «Оценка, намаляване и предотвратяване на замърсяването на въздуха, водите и почвите в регион Стара Загора», финансиран от Норвежката програма за сътрудничество с България – Norway Grants чрез Innovation Norway. Изследват се въздух, води, почви, растения, месо, животински материали и други проби.

Лабораторията разполага със следните апарати (Фигури 14.5 и 14.6):

- Аминоанализатор Т 339 М - определя се

аминокиселинен състав на биологични проби;

- Система за пробоподготовка за аминокиселинен анализ;
- Атомно-абсорбционен спектрофотометър Perkin Elmer, модел ANALYST 800 AA SPECTROMETER, за работа на пламък, графитна пещ и допълнителна поточна инжекционна хидридна система - определят се макро- и микроелементи (K, Ca, Na, Mg, Fe, Mn, Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, Sr, Al, As, Se, Hg);



Фигура 14.5. Д-р Пенка Вълкова анализира проби за съдържание на тежки метали с Атомноабсорбционния спектрофотометър, закупен по Норвежкия проект.

- Газови хроматографи;
- Апарат Pay Unicam – определяне на мастнокиселинен състав (МКС);
- Газов хроматограф с мас спектрометър GSMS – Perkin Elmer CHROMATOGRAPH CLARUS 500 GAS и CLARUS 560 S MS - определяне на органични компоненти и др.;
- Микровълнова пещ за химично разлагане и изпарение на проби – MULTIWAVE 3000, Perkin Elmer;



Фигура 14.6. Газ-хроматограф (от ляво) и микровълнова пещ, закупени по Норвежкия проект. В лабораторията работи екип от висококвалифицирани специалисти. Анализите се извършват с високо качество и прецизност.

- Система за определяне съдържанието на глутен - DIGITAL GLUTEN SISTEM M54S;
- Центрофуга за определяне на глутенов индекс;
- Сушилня за определяне на сух глутен.

14.3.4. Лаборатория „Евролаб“

Адрес: Аграрен факултет при
Тракийски университет,
Студентски град,
гр. Стара Загора

Тел.: 042/699-261

Лабораторията е създадена през 2002 г. по Междууниверситетски проект «Качество, безвредност и здравословност на храните по цялата хранителна верига». Лаборатория извършва физикохимични и микробиологични изпитвания предимно на мляко и млечни продукти с апаратите Милкоскан, Екомилк Ултра, Екомилк Тотал. Определянето на броя на соматичните клетки се извършва с автоматична система Екоскоп. В лабораторията са въведени голям брой методики, касаещи химичния състав, физичните свойства и технологичните качества на различните видове мляко, както и качествените показатели на млечните продукти.

14.3.5. Лаборатория за изследване на почви и растения

Адрес: Аграрен факултет при
Тракийски университет,
Студентски град,
гр. Стара Загора

Тел.: 042/699-499

Лабораторията е създадена към катедра „Растение-въдство“. Основната ѝ задача е вземане и подготовка за изследване на проби от почви и растения.

I. Видове проучвания на площи със замърсени почви. В зависимост от поставените цели почвените проучвания се правят в различен мащаб и степен на подробност. Съществува строга зависимост между точността, мащаба и целите на почвените проучвания и продуцираните карти. При изучаване на замърсяването на почвите най-често се прилагат интензивни и детайлни проучвания. *Интензивните проучвания* са с мащаб 1:10 000, където една смесена почвена проба характеризира площ до 1 ha. Резултатите от такива проучвания позволяват границите да се поставят възможно най-точно и това може да послужи за ремедиационни дейности. *Детайлните проучвания* са с мащаб 1:25 000, където една смесена почвена проба характеризира площ до 6.25 ha. Прилагат се за по-

големи територии, където не се изисква голяма прецизност при поставяне на границите на почвите. Информацията от тези проучвания се отнасят до три области:

- Информация за почвената покривка и почвите, които я съставят, физикохимичните, химичните и биологичните свойства на почвите;
- Информация за поземлените форми и физикогеографски особености на територията;
- Информация за геологията, хидрологията, климата.

Всички тези информации са необходими за оценка на условията, които определят поведението на замърсителите в почвата и дават възможност да се прогнозира тяхната акумулация и/или миграция.

Подробно изследване за замърсяване на почвата. То решава следните задачи:

- Установяване точните граници на замърсените почви и изготвяне на карта;
- Установяване концентрацията на индивидуалните замърсители в почвата и в другите компоненти на околната среда, които са в контакт с почвата;
- Оценка степента на замърсяване и риска от него при даден тип замеползване;
- Изготвяне на предложения за ремедиация на замърсени почви и режимите на земеползване.

За реализирането на тези задачи е нужно провеждането на полско проучване и вземане на почвени проби, подготовка и анализ на почвените проби, вкл. статистическа обработка и изготвяне на предложения за ремедиация и/или безопасно използване на замърсените земи.

II. Вземане и подготовка на почвени проби. В случай на широкообхватно замърсяване проучваната територия предварително се разделя на гридове. За детайлни изследвания на замърсяването на почвата с тежки метали и токсични елементи най-често се използват гридове с размер 1 km². Прилагат се три схеми на опробване: *рандомизирано, системно и целево.*

Рандомизираното опробване предполага събиране на почвени проби от отделни участъци, разпределени случайно в гридовата мрежа. За статистическа обработка броят на участъците не трябва да бъде по-малък от 50. Недостатъкът на този метод, е че точките на вземане на почвени проби може да не покриват изцяло изследваната територия и по този начин може да се генерират грешки, отнасящи се до пространственото разпределение на замърсителите.

- *Системното опробване* включва събиране на почвени проби от всички квадратни гридове в географската мрежа. Точките на опробване са локализирани на еднакви дистанции една от друга. Тази схема на опробване се приема като задължителна в много европейски страни

Целево опробване. За разлика от горе-посочените, целевото вземане на проби е субективно, т.е. зависи от преценката на изследователския екип, който определя точките и тяхната плътност. Този метод на опробване е удобен да се прилага на площи, където замърсяването е локализирано в особени петна или „горещи точки“.

Стандартизираната процедура (Инструкция РД-0011,1994) допуска замърсяването на почвата с неорганични или органични замърсители да се характеризира чрез вземане на смесени проби от повърхностния хоризонт (0-20 cm). Всяка смесена проба е съставена от 9 до 20 единични проби, взети от кръг с диаметър 10 m. Пробите по дълбочина се вземат послойно чрез сонда или чрез изработване на почвени профили или почвени полупрофили. (Атанасов, 2009). Събраната почва от единичните бодове на сондата се натрошава и се размесва добре в чист съд или върху чист полиетилен. В почвата не трябва да попадат странични примеси (растителни остатъци, камъчета, пепел от цигара и др.). От размесената почва се формират агрохимичните проби с маса 400-500 g при нормалните почви и 600-800 g при скелетните (каменисти) почви. Пробите се прибират в чист книжен или полиетиленов плик. Всяка проба е придружена с етикет, на който се записва номерът на пробата, дълбочината на вземане, населеното място, датата и името на човека взел пробата. Почвените проби се придружават от опис, съдържащ тази информация и целта на анализа. Събраните почвени проби се транспортират до агрохимична лаборатория, където се описват в специален дневник и се съхраняват. Пробите се разстилат на тънък слой в сухо и проветриво помещение, защитено от газове и прах за довеждане до въздушно сухо състояние или се поставят в сушилня при температура 30°C. Не се допуска сушене в близост до обори, торове и варови материали, поради опасност от замърсяване. След сушенето пробите се почистват от корени, листа, стъбла, камъчета и се размесват добре. Смилането на почвените проби се извършва в специални мелници, след което пробите се пресяват през сито с диаметър на отворите 2 mm (Томов и др., 1999).

III. Събиране и изследване на растителни проби.

При провеждане на проучване за установяване влиянието на замърсяване върху растителността се провеждат рекогносцировъчни (разузнавателни) или специфични изследвания на растения. Разузнавателните проучвания са по-широкомащабни и се включват по-големи ареали и повече проби, за да се установи наличие, граници и вариране на замърсяването при различни култури. Специфичните проучвания са свързани с изследване от отделни пунктове на определени растителни видове, индикиращи големи отклонения в съдържанието на вредни субстанции (тежки метали и др.). При

провеждане на такива изследвания трябва да се определят пунктове от които ще се събират проби, сроковете (сезони) през които ще се събират пробите и растителните видове, от които ще се вземат проби.

1. Определяне на пунктове, срокове и видове растения за вземане на проби

1.1. Определяне на пунктовете от които ще се събират растителни проби. При определяне на пунктовете за събиране на растителни проби обикновено се извършва равномерно регионално разпределение на пунктовете от всички географски посоки на дадена територия. Пунктовете от съответните посоки трябва да бъдат достатъчно за да се направи представително проучване, което да позволява да се определи тип на замърсяването (локално или всеобщо) и посока на пренос на замърсителите.

1.2. Срокове за събиране на растителни проби. Моментът за събиране на растителни проби се определя от типа на растенията, които се включват в изследването:

- при тревистите растения, събирането на проби се извършва обикновено когато са формирали достатъчно вегетативна биомаса и съцветия в началото на формирането им или след пълно уряване вегетативните органи само от зърното;
- при овощните и зеленчукови култури се вземат от листата в активна вегетация и от плодовете при узряване;
- при многогодишните дървесни и храстовидни видове от листата в активна вегетация.

Обикновено растителните проби се вземат в два сезона – Май - Юни и Септември - Октомври, за да се отчете влияние на сезонността като фактор върху замърсяването на растенията. Пробите трябва да се събират при нормални климатични условия (влаго-обезпечаване и температура), за да се избегне стресовото въздействието на факторите върху растенията.

1.3. Избор на растителни видове за проучване. При провеждане на проучване за влияние на замърсяването върху растителността се включват растения от различни групи:

- едногодишни – зърнени, технически, лекарствени, фуражни, зеленчукови и др.;
- многогодишни – овощни, лозя, многогодишна тревна растителност от необработваеми площи, мъхове и др.;
- дървесна (иглолистни и широколистни) и храстовидна растителност.

2. Събиране и маркиране на растителните проби.

2.1. Събиране на растителни проби. Събирането на пробите се извършва по маршрутният метод, като най-напред се преценява територията и след това от различни точки по диагоналите се взема средна проба

от еднотипни растителни видове. Растения трябва да бъдат представителни за посева или растителността на територията. Избраните растения се отрязват внимателно с чист нож, близо до основата, така, че да не се извършва замърсяване от почвата.

2.2. Маркиране на растителни проби. Взетите проби се поставят в найлонови пликче, в които се поставя и лист с подробна информация за вида на пробата (растение, фаза на развитие), пункт, от който е взетата проба и точни географски координати (GPS позициониране), дата на вземането на пробата и друга важна информация, необходима за идентифициране.

3. Обработка на пробите в научна лаборатория и подготовка за анализ. Събраните растителни проби се изваждат от найлоновите пликче и се подготвят за анализ, като се извършва:

- претегляне на аналитична везна и установяване на първоначално тегло, g;
- изсушаване в сушилня при 65 °C до постоянно тегло;
- претегляне на аналитична везна след сушене, g;
- изчисляване съдържанието на сухо вещество - %;
- смилане на пробата на мелница, която се почиства внимателно след смилане на всяка проба;
- шифроване на пробите и представяне в лаборатория за опепеляване и включване в солнокисел и азотнокисел разтвор – изгаряне в муфелна пещ при 530 °C и разтваряне в солна и азотна киселина.

4. Извършване на химични анализи.

4.1. Контролирани показатели и методи на изследване:

- минерален състав – съдържание на макро и микроелементи: P, K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, As, Pb, Cd, Cr, Al, Ni;
- определяне по химични и спектроскопски методи – Атомно Абсорбционен Спектрофотометър.

14.3.6. Лаборатория за ДНК анализи

Адрес: Аграрен факултет при
Тракийски университет,
Студентски град,
гр. Стара Загора.

Тел.: 042/334 (338)

Лабораторията е открита на 16.09.2009 г. Тя разполага със специализирано оборудване:

- Термоциклер – PCR апарат;
- Вана за хоризонтална електрофореза;
- Система за UV - визуализация;
- Термостат;
- Хладилна центрофуга;
- Аналитична везна;
- Дигитален рН метър.

В лабораторията се извършват следните изследвания:

Изолране на геномна ДНК от различни биологични източници:

- Намножаване /амплификация/ на определени ДНК фрагменти чрез полимеразна верижна реакция /PCR/;
- Специфични анализи чрез прилагане на конкретна техника;
- Откриване на мутации в определени гени.
- Идентификация на ДНК маркери, свързани с определени продуктивни и репродуктивни признаци;
- Оценка на генетичното разнообразие.

14.3.7. Лаборатория за Електрон Парамагнитен Резонанс (ЕПР)

Адрес: Медицински факултет при
Тракийски университет,
ул. „Армейска“ 11,
гр. Стара Загора

Тел.: 042/334 - 471

В лабораторията по ЕПР към Медицински факултет на Тракийски университет могат да се извършват следните анализи:

- чрез методите на директната *in vitro* ЕПР спектроскопията могат да се изследват и да се докаже присъствието на йони на тежки метали в почвени проби. При използване на подходящи стандарти (неорганични соли на установените тежки метали) може да се определи и концентрацията на същите в изследваните почви;
- чрез индиректна *ex vivo* ЕПР спектроскопия при използване на *N-tert-butyl-alpha-phenylnitron* (PBN) като spin trapping (спин улавящ) агент може да се изследват тъканни хомогенати от животински или растителни видове за присъствие на ROS продукти в тях. Повишеното ниво на ROS продукти регистрирано в тъканни хомогенати от животни или растения обитаващи район с предполагаемо замърсяване на околната среда спрямо нивото на ROS продукти, регистрирано в тъканни хомогенати изолирани от животни или растения обитаващи екологично чисти райони е доказателство за наличието на източници на замърсяване;
- *Ex vivo* чрез метода на ЕПР спин улавяща спектроскопия може да се изследва нивото на аскорбатни радикали в тъканни хомогенати изолирани от животински видове обитаващи район с предполагаемо замърсяване на околната среда и да се сравнява с това регистрирано в тъканни хомогенати изолирани от животни обитаващи екологично чисти. Установяване на повишено ниво на аскорбатни радикали в тъканните проби на първите видове спрямо

вторите е доказателство за замърсяване на околната среда. Особено подходяща за тези изследвания е рибата обитаваща водоеми в случаите, когато се предполага замърсяване с йони на тежки метали и други токсични ксенобиотици на почви около същите водоеми, както и на самите водоеми;

- Изследване съдържанието на аскорбатни радикали, чрез директна ЕПР спектроскопия и на аскорбинова киселина чрез спектрофотометричен метод, в тъкани хомогенати изолирани от растения може да служи като маркер за наличие на оксидативен стрес в растения развиващи се в условия на повишени концентрации във въздуха от серен диоксид и други вредни газове, повишени концентрации в почвата от тежки и преходни метали като олово, кадмий, живак, цинк, мед и други токсични съединения.

При индикации за замърсяване:

- на въздуха с различни токсични газове като серен диоксид, азотни оксиди, и др.
- на водите, почвите, на животински и растителни видове с йони на тежки метали, пестициди, инсектициди и други токсични вещества може да се направи предварителен скрининг като се изследват проби от почви и тъкани хомогенати изолирани от животински и растителни видове чрез директни и индиректни ЕПР методи.

14.3.8. Лаборатория „Екологична Химия”

Адрес: Ветеринарномедицински факултет при Тракийски университет,
Студентски град,
гр. Стара Загора

Тел.: 042/699-640

Лаборатория „Екологична химия” извършва анализ на води или проби във водна среда с апаратите (Фигура 14.7):



Фигура 14.7. Доц. д-р Неद्याлка Георгиева и Гл.ас. д-р Звезделина Янчева анализират проби вода

- *UV-VIS спектрофотометър DR 5000, HACH LANGE, Германия*

- Термостат, HACH LANGE, Германия
- *Определянето на pH се извършва със пехаметър „Consort”, Белгия*

Анализи, извършващи се в лабораторията:

- Определяне на $\text{NH}_4^+\text{-N}$ и NH_4^+ във води със спектрофотометър DR 5000, чрез стандартен кюветен тест LCK 304;

- Определяне на $\text{NO}_3^-\text{-N}$ и NO_3^- във води със спектрофотометър DR 5000, чрез стандартен кюветен тест LCK 339;

- Определяне на NO_2^- -N и NO_2^- във води със спектрофотометър DR 5000, чрез стандартен кюветен тест LCK 341;

- Определяне на Zn във води със спектрофотометър DR 5000, чрез стандартен кюветен тест LCK 360;

- Определяне на общо желязо във води със спектрофотометър DR 5000, чрез прахови вложки FerroVer Iron Reagent;

- Определяне на обща твърдост във водна среда със спектрофотометър DR 5000, чрез стандартен кюветен тест LCK 327;

- Определяне на Ca^{2+} , Mg^{2+} и Ca/Mg твърдост във водна среда със спектрофотометър DR 5000, чрез стандартен кюветен тест LCK 327;

- Определяне на Cl^- във водна среда със спектрофотометър DR 5000, чрез стандартен кюветен тест LCK 311;

- Определяне на сулфати във водна среда със спектрофотометър DR 5000, чрез прахови вложки SulfaVer 4 Sulfate Reagent;

- Определяне на $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$, PO_4^{3-} и P_2O_5 във водна среда със спектрофотометър DR 5000, чрез стандартен кюветен тест LCK 349;

- При необходимост може да се извършват и други анализи, чрез разработване на съответни методики.

14.3.9. Автоматична станция за метеорологични наблюдения и екологичен мониторинг на атмосферния въздух

Адрес: Конна база, кв. „Кольо Ганчев“
Стара Загора,
към Аграрен факултет при
Тракийски университет

Тел.: 042/699-459

Лице за контакт: гл. ас. Николай Такучев

Автоматичната станция за метеорологични наблюдения и екологичен мониторинг на атмосферния въздух (АСМНЕМАВ) е създадена през 2010 г. в рамките на Българо-Норвежкия екологичен проект, в района на

Конната база на Тракийски университет, в южната част на град Стара Загора. АСМНЕМАВ функционира от 27 юли 2010 г. (Фигури 14.8 и 14.9)

При този избор на място за станцията се оформи триъгълник от автоматични станции във и около града – заедно с автоматичните станции за мониторинг на качеството на атмосферния въздух в с. Могила и в „Зеления клин“ в Стара Загора, което позволява по-адекватна оценка на имисиите на въздушните замърсявания над града, във връзка с метеорологичните условия. Споменатият триъгълник включва в себе си основни източници на замърсители на въздуха за гр. Стара Загора – промишлената зона и пътни артерии с интензивен трафик. Разположението на този триъгълник от автоматични станции за мониторинг е



Фигура 14.8. Общ вид на метеорологичната мачта на АСМНЕМАВ, Тракийски университет - „Конна база“

подходящо и за наблюдение на миграцията на въздушни маси от района на енергийния комплекс „Марица-изток“ към гр. Стара Загора.

Изборът на място Метеорологичната станция е съобразен още със:

- Изискванията за разположение на метеорологична станция – да бъде разположена на равно открито място, отдалечено от високи препятствия за слънчевата радиация и вятъра;
- Възможностите за охрана – станцията е в района на наблюдателната площадка на синоптичната станция в Стара Загора, в която се извършват денонощни наблюдения.

Метеорологичната станция извършва 24 часова регистрация на следните показатели:

- метеорологичните параметри – обща (сумарна) слънчева радиация, температура на въздуха, относителна влажност на въздуха, атмосферно налягане, посока и големина на скоростта на вятъра;
- концентрациите във въздуха на: озон, въглероден оксид, метан и неметанови въглеводороди.

Данни за измерваните метеорологични параметри и за концентрацията на озон, въглероден оксид, метан и неметанови въглеводороди във въздуха, осреднени на половин час, са достъпни от сайта на Българо-Норвежкия проект: <http://bnep.hit.bg/1.htm>.



Фигура 14.9. Анализаторите за CO и O₃ в атмосферен въздух към АСМНЕМАВ, Тракийски университет - „Конна база“


НАРЪЧНИК ПО ПРИЛОЖНА ЕКОЛОГИЯ | 2011

Дизайн и Предпечат: „Алфамаркет“ - Стара Загора

Дизайн на корица: Диана Петрова

Издателство: „Алфамаркет“ - Стара Загора

ISBN 978-954-9443-50-9



Настоящият Наръчник по Приложна екология е планиран, написан и издаден с финансовата подкрепа на проект “Оценка, намаляване и предотвратяване на замърсяването на въздуха, водата и почвата в регион Стара Загора”, № 2008/115236, финансиран от Norway Grants и Норвежката програма за сътрудничество с България, ръководена от Inovation Norway.

Промоутър на проекта е Аграрен факултет при Тракийски университет, Стара Загора. Партньори са Община Стара Загора, Гражданско обединение - Екоцентър, гр. Стара Загора, Университета по естествени науки, град Ос и Университета в град Осло, Норвегия.

Приоритетната област на проекта е редуциране на парниковите газови емисии в съответствие с изискванията на Протокола от Киото.

Основната му цел е проучване замърсяването на въздуха и влиянието му върху водите, почвата, растенията, животните и човека в региона на Стара Загора, с оглед редуциране на газовите емисии и намаляване на вредния ефект върху околната среда.

Дейностите по проекта са съгласувани с Министерството на околната среда и водите, Министерството на здравеопазването, Регионалната инспекция по опазване на околната среда и водите и Регионална здравна инспекция, гр. Стара Загора.

