

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ЦЕНТР СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И  
УПРАВЛЕНИЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ ЗДОРОВЬЮ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

**СУДАКОВА ЕКАТЕРИНА ВИКТОРОВНА**

ОЦЕНКА МНОГОСРЕДОВОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ДЛЯ  
ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА – МЕГАПОЛИСА

14.02.01 - Гигиена

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

**Научный руководитель:**

Доктор медицинских наук, профессор

Авалиани Семен Леванович

Москва - 2017

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Введение	4
Глава 1. Применение методологии анализа риска в целях управления качеством окружающей среды (Обзор литературы)	11
Собственные исследования	
Глава 2. Объекты и методы исследования	23
Глава 3. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания на основе данных существующей системы контроля окружающей среды для обоснования выбора территорий города Москвы для количественной оценки многосредового риска	31
3.1. Характеристика исследуемой зоны. Описание исследуемой территории	31
3.2. Выбор приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду	35
3.2.1 Выбор приоритетных химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух	36
3.2.2. Анализ сведений по результатам натурных измерений качества окружающей среды	46
3.2.3. Установление приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду	53
3.3. Характеристика качества окружающей среды на основе данных мониторинга	59
3.4. Обоснование выбора территорий города для количественной оценки многосредового риска	73
Глава 4. Оценка экспозиции и количественная оценка многосредового риска здоровью населения на примере района Марьино ЮВАО	75
4.1. Оценка экспозиции	75
4.1.1. Оценка экспозиции химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух	79
4.2. Характеристика риска	86
4.2.1. Характеристика риска развития канцерогенных эффектов	87
4.2.1.1. Канцерогенные эффекты при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух	87

4.2.1.2. Канцерогенные эффекты при воздействии химических веществ, загрязняющих питьевую воду	90
4.2.1.3. Канцерогенные эффекты при воздействии химических веществ, загрязняющих продукты питания	93
4.2.1.4. Канцерогенные эффекты при многосредовом воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, питьевую воду и пищевые продукты	95
4.2.2. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов	96
4.2.2.1. Неканцерогенные эффекты при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух	96
4.2.2.2. Неканцерогенные эффекты при воздействии химических веществ, загрязняющих питьевую воду	98
4.2.2.3. Неканцерогенные эффекты при воздействии химических веществ, загрязняющих продукты питания	99
4.2.2.4. Неканцерогенные эффекты при многосредовом воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, питьевую воду и пищевые продукты	102
Глава 5. Управление риском	106
Глава 6. Обсуждение результатов исследования	113
Неопределенности выполненного исследования	127
Выводы	129
Практические рекомендации	131
Список литературы	132
Приложение	151

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Анализ стратегических рисков в Российской Федерации, которые представляют угрозу безопасности государства, показал, что одно из ведущих мест занимают риски здоровью населения, связанные с воздействием неблагоприятных факторов среды обитания (Рахманин Ю.А., Новиков С.М., 2011, Рахманин Ю.А., Сеницына О.О., 2013).

«Концепция демографической политики РФ на период до 2025 года», утвержденная Указом Президента РФ от 09.12.07 №1351, поставила перед органами государственной власти задачи сохранения здоровья нации, снижения уровня смертности, увеличения продолжительности жизни, создание условий и формирования мотивации для ведения здорового образа жизни и преодоления демографического спада в стране.

Среди многих факторов, влияющих на здоровье населения, кроме социально-экономических факторов, большую роль играют состояние окружающей среды, характер питания, социально-гигиенические условия труда, быта, воспитания, образ жизни (Рахманин Ю.А., Сеницына О.О., 2013, Новиков С.М., 2011, Хотимченко С.А., 2013, Онищенко Г.Г., 2013). При этом среди причин, оказывающих негативное влияние на здоровье населения, воздействие факторов окружающей среды оценивается Всемирной организацией здравоохранения на уровне 20-25% (WHO, 2017).

В настоящее время основное внимание мирового сообщества и международных организаций, занимающихся проблемами охраны окружающей среды и здоровья населения, в большей степени сосредоточено на химической безопасности (Basel Convention, 1989, Rotterdam Convention, 2004, Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, 2001 и др.). Химические вещества воздействуют на организм человека множественными путями (воздушным путем, включая воздух внутри помещений, через питьевую воду, пищевые продукты, потребительские товары, производственную среду), обладают комбинированным и комплексным действием, что обуславливает широкий спектр последствий на состояние здоровья, в том числе канцерогенное, мутагенное действие, влияние на репродуктивную и эндокринную системы (Рахманин Ю.А., Сеницына О.О., 2013).

Мировым научным сообществом накоплены многочисленные доказательства связи состояния здоровья населения с воздействием химических веществ. Наиболее

разнообразные последствия для здоровья обусловлены воздействием пестицидов, металлов (свинец, ртуть, мышьяк, кадмий), органических соединений (полициклические ароматические углеводороды, диоксины, бензины, полихлорированные бифенилы), взвешенных веществ в воздухе, а также различных смесей в виде промышленных и бытовых средств, в том числе целенаправленно вводимых в пищевые продукты и питьевую воду (Жолдакова З.И., Харчевникова Н.В., 2004).

По данным Федерального Центра гигиены и эпидемиологии в 2013 г. в РФ в условиях неблагоприятной комплексной химической нагрузки, определяемой загрязнением продуктов питания, атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы, проживало свыше 60% населения страны (Онищенко Г.Г., 2014).

Многокомпонентность загрязнения окружающей среды, вызывающая широкий спектр эффектов на здоровье, ставит вопрос выбора наиболее эффективных управленческих решений по минимизации риска воздействия неблагоприятных факторов среды обитания на здоровье население.

На практике реализация профилактических мероприятий с целью обеспечения оптимальной среды обитания, особенно в крупных городах, сталкивается с серьезными трудностями, т.к. количество задач, которые необходимо решить для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, огромно, а финансовые ресурсы для этих целей ограничены.

Поэтому разработка и реализация стратегий и технологий, позволяющих ранжировать проблемные области при многосредовом воздействии и на этой основе устанавливать приоритеты политики в области обеспечения химической безопасности населения является одной из первостепенных задач гигиенических исследований (Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., 2014; Новиков С.М., Шашина Т.А., Хамидулина Х.Х. и др., 2013; Рахманин Ю.А., 2016; Хотимченко С.А. и др., 2016; Новиков С.М., Авалиани С.Л., Синицына О.О. и др., 2016).

Применение методологии оценки риска открывает широкие возможности для разработки наиболее эффективных способов управления качеством окружающей среды в интересах охраны здоровья населения. Основная задача оценки риска состоит в получении и обобщении информации о возможном влиянии факторов среды обитания человека на состояние его здоровья, необходимой и достаточной для гигиенического обоснования наиболее оптимальных управленческих решений по устранению или

снижению уровней риска, оптимизации контроля (регулирования и мониторинга) уровней экспозиций и рисков (Новиков С.М., Шашина Т.А. и др., 2013).

Методология оценки риска рассматривается международными организациями (например, Всемирной организацией здравоохранения, Европейской комиссией ООН по окружающей среде, Организацией по экономическому сотрудничеству и развитию, Комиссией Евросоюза и др.) как ведущий аналитический инструмент, используемый для разработки оптимальных и наиболее эффективных управленческих решений по регулированию риска (WHO, 2000, UNECE, 2010, OECD, 2016, ЕС, 2016).

В нашей стране методология оценки риска достаточно широко и успешно используется с середины 90-х годов прошлого века как в научных исследованиях, так и в практической деятельности органов Роспотребнадзора. К сожалению, в последние годы, на ее основе чаще всего оценивается только надежность устанавливаемых санитарно-защитных зон промышленных предприятий с позиций обеспечения безопасности загрязнения атмосферного воздуха здоровью населения, что в значительной мере сужает преимущества применения этой методологии в управленческих целях (Авалиани С.Л., Новиков С.М. и др., 2014, Фокин М.В., Унгурияну Т.Н., 2016).

Сегодня отдельные положения методологии оценки риска положены в основу риск-ориентированной модели проведения контрольно-надзорной деятельности органами Роспотребнадзора, одной из основных задач которой должно являться распределение объектов санитарно-эпидемиологического надзора по категориям риска причинения вреда здоровью населения (Зайцева Н.В., Май И.В., Андреева Е.Е. и др., 2016).

Необходимость проведения научных исследований с применением методологии оценки риска в области управления качеством окружающей среды и прогнозирования состояния здоровья населения неоднократно подчеркивалось в решениях Коллегии Минздрава России, Академии Медицинских наук, Ученого совета Роспотребнадзора, а также в «Основах государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности РФ на период до 2025 и дальнейшую перспективу», утвержденных Президентом РФ 01.11.2013 № Пр-2573.

Москва – город-мегаполис с населением свыше 12 млн. человек, крупнейший транспортный и промышленный узел России, который оказывает огромное техногенное

и антропогенное воздействие на окружающую среду и здоровье населения. Сегодня практически все жители города находятся под воздействием повышенных концентраций вредных химических веществ.

Проведенные в последние годы работы по оценке риска здоровью населения в городе Москве были посвящены в основном характеристике и управлению риском от воздействия химических веществ, загрязняющих отдельные среды, в основном атмосферный воздух (Новиков С.М., Скворцова Н.С., 2004, Авалиани С.Л., Фокин С.Г., Бобкова Т.Е., 2011, Ревич Б.А., 2012, Авалиани С.Л., Ревич Б.А., 2014). В то же время, исследования по оценке риска здоровью населения, формируемого при многосредовом комбинированном и комплексном воздействии химических факторов, проводились лишь на одной территории города – в Северном административном округе столицы (комплексное воздействие загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы) (Авалиани С.Л., Аксенова О.И. и др. 2000), а с учетом поступления химических веществ с пищевыми продуктами не проводились никогда.

Данный спектр вопросов, требующих решения, определил актуальность, цель и задачи настоящей работы.

**Цель исследования:** Оценить многосредовой риск здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания на примере отдельных территорий города Москвы для разработки наиболее эффективных способов управления качеством окружающей среды в интересах охраны здоровья населения.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие **задачи:**

1. Оценить химический состав различных компонентов окружающей среды (атмосферный воздух, питьевая вода, пищевые продукты) на основе данных существующей системы контроля качества окружающей среды на выбранных для исследования территориях города Москвы.

2. Установить экспозиционные характеристики и провести количественную оценку многосредового риска для здоровья населения на выбранных для исследования территориях города Москвы.

3. Рассчитать и проанализировать долевого вклад отдельных сред, путей поступления и загрязняющих веществ в уровни многосредового риска для здоровья населения обследованных территорий.

4. Разработать схему оценки многосредового риска в городе-мегаполисе для обоснования оптимальных управленческих решений по его снижению с конкретными регулирующими действиями на каждом этапе оценки риска.

#### **Научная новизна.**

Впервые при установлении экспозиции в процессе оценки многосредового риска показаны преимущества одновременного использования совокупности результатов инвентаризации выбросов химических веществ стационарными и мобильными источниками, прогностических моделей рассеивания атмосферных загрязнителей и данных мониторинга существующей системы контроля качества окружающей среды.

Установлены количественные характеристики уровней канцерогенного и неканцерогенного риска при ингаляционном, пероральном и кожном путях воздействия и их пространственно-временное распределение на основе растровой (площадной) детализации исследованных территорий города Москвы.

Доказано, что пространственно-временное распределение рисков на основе растровой (площадной) детализации территории исследования позволяет наиболее точно установить население под воздействием и уровни популяционных рисков.

Впервые определен долевым вклад конкретных сред, путей поступления и отдельных загрязняющих веществ в уровни канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения при многосредовом воздействии факторов окружающей среды, что имеет первостепенное значение для управленческих целей.

Разработана схема оценки многосредового риска с учетом характеристик пространственного распространения загрязнений, количественной оценки экспозиции с достаточной степенью детализации, показателей канцерогенного и неканцерогенного рисков для обоснования плана действий по снижению риска на основе анализа альтернатив по его минимизации.

#### **Практическая значимость.**

Результаты работы могут быть использованы при формировании списка приоритетных факторов и мероприятий в рамках риск-ориентированного надзора.

Результаты выполненных исследований включены в материалы для лиц, принимающих решения по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения города:



1. Экспертных заключений о состоянии загрязнения атмосферного воздуха в городе Москве и его влияние на здоровье населения (поручения Управления Роспотребнадзора по городу Москве №01-14-71682 от 05.12.14, 01-14-01972 от 10.12.13, №01-14-70801 от 18.06.14)

2. Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2013 г. и в 2014 г.» (поручения Управления Роспотребнадзора по городу Москве №01-06-00250 от 10.02.14, №01-14-00205 от 12.02.15)

3. Информационных бюллетеней «Оценка влияния окружающей среды на здоровье населения (по данным социально-гигиенического мониторинга)» (поручения Управления Роспотребнадзора по городу Москве №01-14-71270 от 11.09.14, №01-02-01709 от 07.10.15)

Результаты проведенных научных исследований внедрены в практическую деятельность ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» и используются при оценке риска и ущербов здоровью населения города Москвы при многосредовом и комплексном воздействии химических факторов окружающей среды (акт внедрения от 23.05.16).

**Апробация материалов диссертации.** Апробация диссертации состоялась на апробационном Совете в ФГБУ «ЦСП» Минздрава России 26.04.2017 г.

Материалы работы доложены и обсуждены на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания (Пермь, 2014), VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания» (Пермь, 2015), Пленуме Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды «Методические проблемы изучения, оценки и регламентирования химического загрязнения окружающей среды и его влияние на здоровье населения» (Москва, 2015), V Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Окружающая среда и здоровье. Здоровая среда – здоровое население» (Москва, 2014), VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием

молодых ученых и специалистов «Окружающая среда и здоровье. Гигиена и экология урбанизированных территорий» (Москва, 2016).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, в том числе 4 из них в изданиях, рекомендованных ВАК.

**Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Инвентаризация выбросов химических веществ стационарными и мобильными источниками в атмосферный воздух, прогностические модели их рассеивания и данные мониторинга взаимно дополняют друг друга в рамках целостного подхода к оценке многосредовой экспозиции и характера влияния на здоровье.

2. Оценка долевого вклада отдельных сред, путей поступления и загрязняющих веществ в уровни суммарного канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения определяет приоритеты при принятии управляющих действий.

3. Схема оценки многосредового риска в городе-мегаполисе для обоснования оптимальных управленческих решений по снижению уровней риска здоровью с целью обеспечения безопасных условий проживания населения мегаполиса.

## **ГЛАВА 1. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ АНАЛИЗА РИСКА В ЦЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

Многокомпонентность загрязнения окружающей среды, вызывающая широкий спектр эффектов на здоровье, ставит вопрос выбора наиболее эффективных профилактических мероприятий по минимизации воздействия неблагоприятных факторов среды обитания на здоровье население [6, 8, 60, 67, 68, 254].

Оценка эффективности профилактических мероприятий наиболее проблематична в тех случаях, когда связь между воздействием и заболеванием не является однозначной, что характерно для многих потенциально опасных факторов окружающей среды.

Выявление факторов риска, доказательство их роли в нарушении здоровья, а также количественная характеристика зависимостей вредных эффектов от уровней воздействия конкретных факторов является одной из фундаментальных задач современной медицинской науки [56, 60, 69, 247].

Применение методологии анализа риска, включающей в себя оценку и управление риском, открывает широкие возможности для разработки наиболее эффективных способов управления качеством окружающей среды в интересах охраны здоровья населения. Основная задача оценки риска состоит в получении и обобщении информации о возможном влиянии факторов среды обитания человека на состояние его здоровья, необходимой и достаточной для гигиенического обоснования наиболее оптимальных управленческих решений по устранению или снижению уровней риска [6, 56, 60, 68, 241].

Современная методология анализа риска здоровью населения от воздействия химических веществ возникла в США в конце 70-х – начале 80-х годов XX века в связи с необходимостью создания эффективных способов обоснования и выбора управленческих решений по регулированию воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека.

В эти годы в США наблюдался экономический спад, требовалась экономия и сокращение контролирующих ведомств. Тогда Национальным исследовательским советом США был издан ряд публикаций, в которых всем регулирующим и контролирующим агентствам страны указывалось на вопросы оценки риска необходимые для проработки и внедрения в практическую деятельность всех

правительственных агентств.

Предложенные схемы были впервые введены в практику оценки влияния факторов окружающей среды на здоровье человека в 1983 г. после публикации Национальным исследовательским советом США книги: «Оценка риска в Федеральном правительстве: управление процессом», которую часто называют «красной книгой». В этой книге, также как и в подавляющем большинстве последующих многочисленных публикаций, методология оценки риска рассматривалась исключительно в отношении воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду. [192, 207, 212, 222, 242, 247]

Многие методологические аспекты современной концепции анализа риска непосредственно связаны с задачами, решавшимися в отечественной гигиенической науке: проблема экстраполяции данных с животных на человека, критерии вредного действия, оценка многосредовых воздействий и др. [2, 6, 8]

В силу ряда причин проблема оценки риска в отечественной гигиенической науке длительное время рассматривалась как проблема оценки опасности. Вместе с тем, как отмечается в международных документах и зарубежных методических руководствах, опасность - это совокупность свойств химического вещества, других потенциально вредных факторов или ситуации, определяющих их способность вызывать неблагоприятные эффекты при определенных условиях воздействия. Риск может возникнуть только при наличии опасности и соответствующих условий воздействия (экспозиции) на определенную популяцию.

Сегодня оценка риска рассматривается международными организациями (например, Всемирная организация здравоохранения, Комиссия ООН по окружающей среде, Организация по экономическому сотрудничеству и развитию, Комиссия Евросоюза и др.) как ведущий аналитический инструмент, используемый для разработки оптимальных и наиболее эффективных управленческих решений по регулированию риска [211, 212, 226, 242, 247, 254].

В современной науке и практике анализ и оценка риска здоровью населения в результате воздействия различных факторов окружающей среды являются одним из наиболее быстро развивающихся междисциплинарных направлений [57]. В последнее время за рубежом помимо большого числа публикаций вышло множество руководств, монографий, рекомендаций по методологии оценки риска [192, 212, 239, 242, 247].

Первые пилотные исследования с использованием методологии анализа риска в

России проводились с середины 90-х годов прошлого века. Наиболее широкие исследования с применением данной методологии стали развиваться после выхода совместного Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации и Главного государственного инспектора Российской Федерации по охране природы от 10.11.1997 № 25 и № 19-0-11/530 «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации» [64].

На сегодняшний день методология анализа риска показала свою перспективность в качестве надежного инструмента, способного определить целесообразность, приоритетность и эффективность оздоровительных мероприятий почти в 60 городах и субъектах РФ (Волгоград, Пермь, Ангарск, Самарская область, Свердловская область, Московская область, Астраханская область, Великий Новгород, Москва, Воронеж, Архангельская область, Нижний Новгород, Оренбург, Красноярский край, Санкт-Петербург, Череповец и др.). В ряде из них была проведена оценка многосредового риска от комплекса факторов, воздействующих на население из различных сред и разными путями. В частности, оценка многосредового риска в городе Новокуйбышевск и Куйбышевском районе города Самара от воздействия химических веществ, поступающих из атмосферного воздуха, водопроводной воды, продуктов питания и почвы показала, что ведущей средой в возникновении канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения является атмосферный воздух, вклад которого в суммарный уровень канцерогенного риска, который определен на высоком уровне (более  $1 \times 10^{-3}$ ), составил в Куйбышевском районе города Самара 82,0%, в городе Новокуйбышевск – 98,8% [60].

Комплексная оценка многосредового воздействия на население Оренбургской области, проведенная Боевым В.М. [14], выявила, что риск при поступлении веществ различными путями из атмосферного воздуха, продуктов питания, питьевой воды и почвы составляет для городского населения  $2,2 \times 10^{-2}$ , для сельского населения -  $5,4 \times 10^{-3}$  и оценивается как неприемлемый и высокий. Ведущее значение для всего населения промышленных городов и сельских районов имело загрязнение канцерогенами атмосферного воздуха, вклад которого в суммарный канцерогенный риск составил для городского населения 89,1%, для сельского населения - 59,3%.

В городах Республики Башкортостан (Уфа, Стерлитамак, Салават, Благовещенск,

Туймазы) [9] суммарный канцерогенный риск при воздействии канцерогенов из атмосферного воздуха и питьевой воды определен на неприемлемом уровне для детского населения ( $2,1-7,0 \times 10^{-4}$ ). В городах Стерлитамак, Салават, Туймазы и Уфа основной вклад в величины канцерогенного риска вносит загрязнение атмосферного воздуха (75,8 - 99,9%), а в Благовещенске - загрязнение питьевой воды (76,9%). Наибольший вклад в суммарный индекс опасности, которые составили от 1,5 до 9,1, во всех городах, вносит загрязнение атмосферного воздуха (65,4 - 99,3%), при этом основную опасность представляют вещества, воздействующие на органы дыхания (взвешенные частицы, оксиды азота, серы, формальдегид, водорода хлорид).

Многосредовая оценка риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния крупного химического предприятия Казани Республики Татарстан, от загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы и пищевых продуктов, выявила, что суммарный канцерогенный риск формируется на уровне  $1,01 \times 10^{-4}$ . Ведущей средой в суммарном канцерогенном риске определен атмосферный воздух, вклад которого составляет 63,4% [21]. При анализе неканцерогенных рисков, рассчитанных с учетом всех сред и путей поступления, установлено, что преимущественным в суммарном неканцерогенном риске, который составляет 4,01, является пероральный путь (71,6%) за счет поступления нитратов (52,12%) и нитритов (20,7%).

Суммарный канцерогенный риск для населения города Череповца при комплексном воздействии химических веществ с продуктами питания, питьевой водой и атмосферным воздухом составляет  $2,5 \times 10^{-4}$  [41]. В число приоритетных факторов риска при комплексном воздействии входит загрязнение питьевой воды и продуктов питания, доля которых при пероральном поступлении составляет 62,5% от суммарного канцерогенного риска. Вклад загрязнения атмосферного воздуха в суммарный уровень риска при ингаляционном пути оказался 37,5%. Оценка неканцерогенного риска с учетом многосредовой экспозиции веществ показала, что наиболее опасен с точки зрения развития хронических неканцерогенных эффектов, ингаляционный путь поступления химических веществ с атмосферным воздухом.

Различный вклад сред показан в формирование риска для детей и взрослых в исследовании Лим Т.Е. с соавт. [44] в Санкт-Петербурге. Авторы установили, что основной вклад в уровни суммарного многосредового канцерогенного риска для детей и взрослых вносят продукты питания (99,57% и 98,06% соответственно), а в уровни

суммарного многосредового неканцерогенного риска для детей - пищевые продукты (51%), для взрослых - атмосферный воздух (49,4%) и пищевые продукты (43%).

В городе Красноуральске оценка многосредового канцерогенного риска от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, питьевую воду и почву показала, что ведущей средой, обуславливающей канцерогенный риск, является атмосферный воздух [42].

В Новокузнецке атмосферный воздух также является ведущей средой, обуславливающей риск развития канцерогенных эффектов, вклад которого в суммарный уровень канцерогенного риска, связанного с поступлением в организм человека канцерогенов из атмосферного воздуха и питьевой воды, варьирует по районам города от 95,4 до 98,0% [89].

В Новосибирске оценка многосредового канцерогенного риска здоровью населения от воздействия химических веществ из атмосферного воздуха, воды и продуктов питания показала, что в Калининском и Кировском районах города суммарный риск находится на уровне  $2,77 \times 10^{-4}$  и  $4,28 \times 10^{-4}$  [102]. Приоритетным путем воздействия канцерогенных химических веществ определен ингаляционный, обуславливающий величину суммарного индивидуального канцерогенного риска на 52% в Калининском районе и на 92% в Кировском районе.

Оценка многосредового канцерогенного риска здоровью населения 13 городов Свердловской области (Каменск-Уральск, Кировоград, Асбест, Реж, Первоуральск, Красноуральск, Краснотурьинск, Полевой, Екатеринбург, Ревда, Верхняя Пышма, Нижний Тагил, Серов) от воздействия химических веществ из атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания показала, что суммарный канцерогенный риск в 11 городах находится на высоком уровне (от  $2,0 \times 10^{-3}$  до  $2,3 \times 10^{-2}$ ) [40]. Наибольший вклад в величины индивидуального и популяционного канцерогенного рисков вносят соответствующие показатели мышьяка и бенз(а)пирена. Экспозиция мышьяка в большей степени обусловлена загрязнением местных продуктов питания, бенз(а)пирена – содержанием его в атмосферном воздухе.

В городе Улан-Удэ Республики Бурятия ведущей средой в формировании канцерогенного риска от воздействия химических веществ из атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы и продуктов питания также является атмосферный воздух (98%), его значение соответствует допустимому уровню –  $4,35 \times 10^{-5}$ . Уровень многосредового

неканцерогенного риска здоровью населения города Улан-Удэ превышает допустимое значение в 6,5 раз. Ведущим фактором риска неканцерогенных эффектов является воздействие загрязненного атмосферного воздуха (79,3%) [100]. Уровень риска по воздействию на органы дыхания ( $HI = 4,6$ ) группы веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, оценивается как настораживающий.

Оценка многосредового риска от загрязнения атмосферного воздуха, обусловленного выбросами как стационарных источников, так и автотранспорта, питьевой воды и почвы проводилась и в городе Москве на примере Северного административного округа столицы (САО) [7].

Ведущей средой, обуславливающей канцерогенный риск, в САО определен атмосферный воздух, вклад которого в суммарный уровень риска составлял от 80% (район «Дмитровский») до 96,5% (район «Беговой»). В районе «Беговой» индивидуальный канцерогенный риск от атмосферных загрязнений достигал  $2,49 \cdot 10^{-3}$  и практически полностью был обусловлен выбросами автотранспорта. В других районах вклад автотранспорта в уровни канцерогенного риска составлял не менее 60%.

Ведущей средой, которая обуславливает риск развития неканцерогенных эффектов, также являлся атмосферный воздух: его вклад варьировал от 55% до 96,5%. Самой подверженной суммарному воздействию неканцерогенных веществ оказалась во всех случаях респираторная система.

В подавляющем большинстве районов округа вклад в канцерогенные и неканцерогенные риски от атмосферных загрязнений был приблизительно одинаковым от стационарных источников и автотранспорта. При этом, основными загрязнителями, обуславливающими канцерогенный риск от промышленных предприятий, оказались хром VI и формальдегид, а от автотранспорта – бензол, 1,3-бутадиен и формальдегид. Неканцерогенный риск от атмосферных загрязнений, в основном, формировался за счет воздействия формальдегида, бензола, а также такого распространенного загрязнителя как диоксид азота. Кроме того существенный вклад в уровни неканцерогенного риска вносил акролеин, за счет выброса этого вещества автотранспортом.

Однако в исследованиях, проведенных в САО города Москвы в 2000 г. не был учтен риск, связанный с поступлением химических веществ с продуктами питания. В то же время исследования, проведенные в городах Красноярского края (Ачинска, Канска, Красноярска, Лесосибирска, Минусинска, Назарово), Казани, Магнитогорске,



Челябинске, Омске показывают, что ведущей средой, вносящей наибольший вклад в уровни многосредового риска, являются употребляемые населением продукты питания.

Так, в городах Красноярского края - Ачинске, Канске, Красноярске, Лесосибирске, Минусинске, Назарово – общий суммарный канцерогенный риск от воздействия химических веществ из различных сред (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) составил  $6,77 \times 10^{-4}$  -  $1,26 \times 10^{-3}$  и обусловлен в основном потреблением продуктов питания (51,2-69,4%) [18].

В Магнитогорске оценка канцерогенного риска проводилась в целом по городу с учетом воздействия 8 веществ, поступающих из четырех сред [95]. Уровень суммарного канцерогенного риска в зависимости от района города колебался от  $1,27 \times 10^{-3}$  до  $1,89 \times 10^{-3}$ . Приоритетным путем поступления оказался пероральный (95,7%), вклад продуктов питания в пероральную экспозицию составил 93,25%. Ведущее место среди канцерогенов занимал мышьяк (82,6%)

Пероральный путь воздействия канцерогенов, содержащихся в питьевой воде, продуктах питания, почве и атмосферном воздухе, был признан ведущим для здоровья населения города Челябинска (95,1%); ведущей средой - употребляемые населением продукты питания, вклад которых в многосредовой риск составляет 73,2% [96].

В городе Омске [16] суммарный риск развития злокачественных новообразований при многосредовом воздействии факторов окружающей среды (питьевая вода, атмосферный воздух, почва, продукты питания) составил  $1,16 \times 10^{-3}$ ; основной вклад принадлежит продуктам питания (76,4%) в основном за счет содержания мышьяка (53,5%). Наиболее высокие неканцерогенные риски зарегистрированы для органов дыхания (ТНІ=10,9) и иммунной системы (ТНІ=8,6). Основной вклад в развитие неканцерогенных эффектов внесли атмосферный воздух (от 49,6 до 100%) и пищевые продукты (от 40,5 до 92,4%). В большинстве случаев риск определялся влиянием мышьяка, нитратов, формальдегида и бенз(а)пирена.

Многосредовая оценка риска от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, питьевую воду, почву и продукты питания, для здоровья детского и взрослого населения, проживающих в городе Новодвинске [93], выявила высокий риск развития общетоксических эффектов со стороны органов дыхания истораживающий риск со стороны иммунной системы у детей младшей возрастной группы, который обусловлен загрязнителями атмосферного воздуха. Высокий уровень общего

канцерогенного риска выявлен для совокупного населения города, который формируется при пероральной экспозиции мышьяком, загрязняющим продукты питания в случае его присутствия в пищевых продуктах в неорганической форме.

Проведение указанных работ открывает новые возможности для оценки многосредовых воздействий и комплексного поступления химических веществ с максимальным учетом множества источников, маршрутов и путей воздействия, различных спектров возникающих эффектов.

В целом опыт применения методологии анализа риска в России свидетельствует, что она позволяет:

- разрабатывать механизмы и стратегию различных регулирующих мер по снижению риска;
- получить количественные характеристики потенциальной и реальной угрозы здоровью населения от загрязнения окружающей сред;
- сравнивать и ранжировать различные по степени выраженности эффекты (заболеваемость, смертность);
- способствовать установлению более надежных и безопасных нормативных уровней загрязнения, в том числе региональных уровней минимального риска и базовых концентраций, которые должны быть достигнуты в процессе осуществления профилактических и оздоровительных мероприятий;
- идентифицировать в конкретных условиях наиболее опасные по влиянию на здоровье факторы и наиболее подверженные неблагоприятному воздействию группы населения;
- определять приоритеты экологической политики и политике в области охраны здоровья населения на территориальном и местном уровнях, осуществлять первоочередное регулирование источников и факторов риска, которые представляют наибольшую угрозу для здоровья населения;
- выделять территории с наибольшими уровнями рисков для здоровья населения как в настоящее время, так и в перспективе;
- оценивать структуру риска (вклад факторов в суммарный риск) с выделением приоритетных факторов опасности, оказывающих наиболее существенное негативное воздействие на состояние здоровья населения;
- описать и оценить остаточный риск после применения мер по его снижению;

- выявить наиболее критические области, где снижение уровня неопределенности приведет к наиболее эффективному повышению достоверности характеристик риска и, тем самым, обеспечит наилучшие способы его снижения;

- использовать полученные данные при принятии решений по функциональному зонированию территорий;

- оптимизировать систему мониторинга в городах страны;

- совершенствовать систему гигиенического нормирования и обеспечить ее гармонизацию с международно признанными принципами, критериями и методами установления безопасных уровней воздействия химических веществ [8, 19, 28, 56, 60].

В последние годы, после утверждения Главным государственным санитарным врачом РФ в 2004 г. Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду Р 2.1.10.1920-04 и утверждения Постановления Правительства Российской Федерации №60 от 02.02.06 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга», в котором впервые сделан акцент на организацию работ по оценке риска здоровью населения в системе социально-гигиенического мониторинга, методология анализа риска достаточно широко используется в практической деятельности органов Роспотребнадзора. Применение данной методологии регламентируется также Федеральными законами (№52-ФЗ от 30.03.99, №184-ФЗ от 27.12.02 и др.), национальными стандартами (ГОСТ Р ИСО 14001-2007, ГОСТ Р ИСО 31000-2010, ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 и др.), санитарными нормами и правилами (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 (новая редакция)).

Однако, в настоящее время, сфера применения органами Роспотребнадзора методологии оценки риска и управления им, объединяемые в понятие «анализ риска», сужается: на ее основе чаще всего оценивается лишь надежность устанавливаемых санитарно-защитных зон с позиций обеспечения безопасности здоровью населения [3, 57, 72]. Вместе с тем, использование данной методологии дает ряд ощутимых преимуществ по сравнению с традиционными для России командно-административными методами регулирования, основанными только на соблюдении нормативов отдельных вредных для здоровья факторов, поступающих в организм из различных сред, а именно:

- использование различных критериев безопасности, которые базируются

исключительно на показателях, отражающих непосредственное влияние химических веществ на здоровье человека;

- градации риска, включая использование уровней «приемлемого риска» по показателям потенциального или реального вреда для здоровья;

- установление гигиенических нормативов с учетом приемлемого риска;

- интегрированная оценка риска, связанная с множеством объектов окружающей среды, с анализом всего многообразия воздействующих факторов, различных путей поступления;

- анализ различного спектра эффектов, специфичных для каждого фактора; возможность ранжировать эффекты по степени выраженности и по частотному распределению в популяции;

- учет экспозиции для конкретных групп населения;

- определение дозовых нагрузок с учетом продолжительности и частоты воздействия на конкретные группы населения и комплексного поступления химических веществ из различных сред;

- ранжирование факторов по степени риска для здоровья, выявление приоритетных химических веществ; определение долевого вклада каждого фактора в формирование риска, ведущей среды и главного пути воздействия; основных источников, обуславливающих уровень риска в конкретных условиях

- целостность рассмотрения всех факторов риска, выявление приоритетов при обосновании управленческих решений;

- использование сравнительного анализа риска, ставящего целью оценку возможных ущербов и выгод и ранжирование существующих проблем по степени их значимости для населения на региональном и местном уровнях;

- возможность использования принципа предосторожности с учетом оправданных экономических затрат и выгод для здоровья населения;

- использование рыночных механизмов управления качеством окружающей среды в интересах сохранения здоровья населения [60, 76].

Применению данной методологии в качестве ведущего инструмента управленческой деятельности препятствуют отсутствие достаточной законодательной и нормативной базы для обеспечения минимизации рисков здоровью в природоохранной сфере [3, 57, 72].

Для дальнейшего развития методологии анализа рисков в качестве ведущего инструмента управления качеством окружающей среды должны сыграть «Основы

государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности РФ на период до 2025 и дальнейшую перспективу», утвержденные Президентом РФ 01.11.2013 №Пр-2573 (далее «Основы») [62]. В «Основах» впервые подчеркнуто, что основным критерием совершенствования мер государственного регулирования проведения мероприятий по снижению на территории страны негативного воздействия на население и окружающую среду опасных химических и биологических факторов является «достижение уровней приемлемого риска». Также в «Основах» определены цель, приоритетные направления, основные задачи и механизмы реализации государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности РФ. К приоритетным направлениям государственной политики, приведенным в «Основах», относятся:

«- выявление, анализ, прогнозирование, внедрение единых критериев оценки и ранжирования рисков, связанных с негативным воздействием химических и биологических факторов;

- совершенствование нормативного правового регулирования и государственного управления;

- развитие ресурсного обеспечения функциональных элементов национальной системы химической и биологической безопасности РФ;

- осуществление мероприятий по нейтрализации химических и биологических угроз, предупреждению и минимизации рисков негативного воздействия химических и биологических факторов, повышению защищенности населения и окружающей среды, а также оценка эффективности указанных мероприятий».

Достижение поставленной цели невозможно без совершенствования законодательства РФ в области обеспечения химической и биологической безопасности.

Отсутствие изменений в законодательстве РФ, в том числе в Федеральном законе «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» по оценке и управлению рисками для здоровья населения от неблагоприятных факторов окружающей среды не только противоречит основным стратегическим и экономическим концепциям развития РФ, но и не дает возможности санитарно-эпидемиологической службе в полной мере осуществлять задачи по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, используя основные принципы гигиенического подхода в виде профилактической медицины к возможным, вероятностным возникновением функциональных (патологических) отклонений в организме человека [3, 57].

Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды

на основе использования методологии анализа риска особенно актуальны для условий России, так как без их решения можно прогнозировать отставание нашей страны в области создания современных механизмов и систем эффективного регулирования процессов, обеспечивающих безопасность здоровью населения.

Сегодня отдельные положения методологии оценки риска положены в основу риск-ориентированной модели проведения контрольно-надзорной деятельности органами Роспотребнадзора, утвержденной Постановлением Правительства РФ №806 от 17.08.16, одной из основных задач которой должно являться распределение объектов санитарно-эпидемиологического надзора по категориям риска причинения вреда здоровью населения [8, 33].

Таким образом, применение оценки риска и управление им, объединенным в понятие «анализа риска» позволяет разрабатывать наиболее оптимальные способы обоснования экономически эффективных управленческих решений в области сохранения здоровья человека и благоприятного качества окружающей среды.

Вместе с тем, для адекватного использования методологии анализа риска на региональном уровне для управления качеством окружающей среды с целью обеспечения безопасных условий проживания населения крупных городов, необходимо решить ряд организационных и практических вопросов. В качестве первоочередных задач, требующих решения, можно выделить следующие:

- оценить данные мониторинга различных организаций, осуществляющих контроль качества объектов окружающей среды и возможность их использования для определения воздействующих на население доз (экспозиции), проведения количественной оценки риска и ранжирования территорий с учетом уровней многосредового воздействия

- оценить связь экспозиции населения с воздействующей средой и определить доленой вклад каждой среды и путей воздействия в формирование уровней загрязнения;

- установить ожидаемые эффекты на здоровье в зависимости от характеристик загрязнения и количественной связи между загрязнением окружающей среды и ее воздействия на здоровье населения;

- разработать схему обоснования оптимальных управленческих решений по снижению уровней риска для здоровья с учетом многосредового воздействия факторов окружающей среды и их долевого вклада в формирование экспозиции, основанную на количественных показателях риска с конкретными регулирующими действиями на каждом этапе оценки риска.

Решение этих вопросов составили цель и задачи настоящей работы.

## СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствии с целью и задачами диссертационной работы объектами исследования являлись:

- компоненты выбросов стационарных источников и автотранспорта на отдельных территориях города Москвы;
- концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, питьевой воде и продуктах питания по данным существующей системы контроля качества окружающей среды на отдельных территориях города Москвы;
- средние значения общей смертности населения по отдельным территориям города Москвы за 2013 год по данным Мосгорстата;
- численность населения на исследованных территориях города Москвы по данным Мосгорстата.

Для выполнения поставленных задач использован комплекс гигиенических методов исследования:

- моделирование распространения загрязняющих веществ от выявленных источников выбросов;
- установление экспозиционных характеристик для населения, проживающего на отдельных территориях города Москвы, с учетом всех путей поступления химических веществ в организм из различных сред;
- определение количественных связей между уровнем загрязнения различных сред и неблагоприятными эффектами у населения;
- количественная оценка канцерогенного и неканцерогенного риска на исследуемых территориях г. Москвы от многосредового воздействия химических загрязнений;
- установление ущерба здоровью населения от воздействия взвешенных частиц  $PM_{10}$  по показателям прироста случаев дополнительной смертности.

Обобщенная информация, отражающая объекты исследования, методы и объемы исследований, приведена в табл. 1

Работа проводилась в соответствии с основными этапами оценки риска [83].

Таблица 1. Объекты исследования, методы и объем исследования

Объекты исследования	Методы исследования	Объем информации
Выбросы загрязняющих веществ - <b>374</b> промышленными объектами по данным формы 2ТП-воздух и томов ПДВ - автотранспортом по данным НИИАТ, НИПИ Генплана	- Ранжирование выбросов по степени опасности для здоровья; - Моделирование рассеивания выбросов	786 единиц
Концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в г.Москве», ФГБУ «Центральное УГМС» и ГПБУ «Мосэкомониторинг»	- Анализ данных мониторинга за 2011-2013гг. в соответствии с действующими гигиеническими нормативами; - Расчет канцерогенного и неканцерогенного риска; - Статистический анализ	3 044 205 исследований
Концентрации загрязняющих веществ в воде московского водопровода по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в г.Москве» и ОАО «Мосводоканал»		21 266 исследований
Концентрации загрязняющих веществ в продуктах питания по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в г.Москве»		12 995 исследований
Смертность населения по данным Мосгорстата	- Расчет дополнительной смертности	27 877 случаев
Численность населения по данным Мосгорстата	- Расчет популяционного риска	3 637 450 человек
<b>Всего единиц информации</b>		<b>6 744 579</b>

На этапе идентификации опасности проведен анализ качества атмосферного воздуха, питьевой воды и пищевых продуктов по каждому из 30 районов, выбранных для исследования трех административных округов города Москвы – Западного, Северо-Западного и Юго-Восточного (далее ЗАО, СЗАО, ЮВАО), отличающихся экологической обстановкой [43].

С этой целью собраны максимально полные сведения о выбросах стационарных источников и автотранспорта (данные форм 2ТП-воздух, томов ПДВ, проектов по обоснованию СЗЗ, НИИАТ, НИПИ Генплана) и проведено ранжирование выбрасываемых в атмосферу 402-х загрязняющих веществ по степени их опасности для здоровья населения с определением индекса сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности веществ.

Вещество отнесено к приоритетным, если были установлены высокий индекс сравнительной неканцерогенной опасности (HRI); доказанная или вероятная



канцерогенность для человека (группа 1-2 по МАИР, А-В по U.S.EPA). Вещество исключено из перечня приоритетных соединений, если для него были установлены: незначительный вклад в общий суммарный выброс; низкий индекс сравнительной неканцерогенной опасности (HRI); отсутствие надежных критериев оценки опасности для здоровья населения.

Для оценки качества окружающей среды анализировались, согласно действующим гигиеническим нормативам, результаты инструментальных измерений за 2011-2013 гг. загрязняющих веществ, осуществляемые в городе Москве различными организациями: ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» (далее Центр), ФГБУ «Центральное УГМС», ГПБУ «Мосэкомониторинг», ОАО «Мосводоканал». Оценка качества окружающей среды включала также оценку полноты и надежности данных мониторинга всех контролирующих организаций (программы отбора проб, методы измерений, расположение постов контроля, сходимость результатов инструментальных измерений и т.д.).

На основе результатов ранжирования химических веществ, с учетом объема их поступления в окружающую среду, степени выраженности их канцерогенных и токсических свойств, содержания веществ в различных средах, анализа данных мониторинга окончательно отобраны приоритетные химические соединения по влиянию на здоровье населения по каждой территории, вошедшей в исследования.

Количественная оценка экспозиции проведена по данным мониторинга и на основе моделирования рассеивания выбросов.

Для моделирования рассеивания в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, выбрасываемых стационарными источниками, и расчетов среднегодовых и максимальных разовых концентраций использовалась модель AERMOD (версия 09292), реализованная в программном продукте BREEZE-AERMOD std R7.6 (США).

Эта модель является результатом многолетних разработок, выполненных силами специалистов АОС США и Американского метеорологического общества. Модель AERMOD была разработана в качестве инструмента регулирования и нормирования выбросов на основе существующих знаний и представлений о физических атмосферных процессах. Данная модель используется контрольно-регулирующими органами, природоохранными консультантами и предприятиями в разных странах мира с целью

оценки воздействий выбросов в атмосферу от точечных, пространственных, линейных и объемных источников.

Для моделирования были применены почасовые метеорологические данные за 3 года наблюдений для региона предприятия, предоставленные компанией Trinity Consultants (США).

Результаты моделирования представлены в виде графических карт рассеивания и текстовых файлов, содержащих табличное представление концентраций в узлах расчетных площадок.

При моделировании рассеивания концентраций атмосферных примесей от выбросов автотранспорта учитывалось влияние озон-лимитирующего преобразования оксидов азота в диоксид. С этой целью использовалась специальная версия программы расчета рассеивания ISC3ST - так называемая OLM-версия (ozone limiting method) ISC3\_OLM.

Расчеты выбросов загрязняющих веществ транспортными потоками на различных участках улично-дорожной сети на всей изучаемой территории выполнялись с учетом скоростного режима, интенсивности и состава потоков, экологических характеристик автотранспортных средств на 2013 г.

Данные о параметрах транспортных потоков по отдельным отрезкам предоставлены НИИ Генплана Москвы.

Исходные данные о параметрах транспортных потоков включали:

- Двусторонний поток машин/час в моменты, приблизительно соответствующие пиковой нагрузке, для отрезков улиц, на которые была разбита транспортная сеть района.

- Доля грузового транспорта для тех же отрезков (грузовым считалось все, что не является легковым пассажирским транспортом, включая автобусы).

- Средняя скорость движения по отрезку в моменты, приблизительно соответствующие пиковой нагрузке.

Данные о пиковых выбросах основных загрязняющих веществ в г/с на каждый отрезок трасс были взяты из отчета НИИ автомобильного транспорта (НИИ АТ).

Для расчета как среднегодовых, так и максимума почасовых значений использовались пиковые выбросы в г/с. При расчете среднегодовых значений в роли данных по валовым выбросам за год использовались данные пиковых выбросов,

умноженные на коэффициент  $\sim 0,6$  (суточные выбросы получаются из часовых умножением на коэффициент  $\sim 14$ ). Соответственно, расчеты максимальных почасовых концентраций проводились на основе выбросов в г/с, без какой-либо коррекции. Расчет производился по всем временным интервалам, для которых имелись метеоданные (как правило, каждые 3 часа) и результаты усреднялись за год или из них брался максимум.

Трассы представлены цепочкой точечных источников. Каждый источник соответствует 20 м трассы, его размер принят равным 20 м.

Система рецепторных точек, мест потенциального контакта населения с вредными факторами (точек воздействия), представляет собой сетку клеток размером 100 x 100 м, покрывающей территорию района. В центре каждой клетки находится рецепторная точка.

Для удобства представления результатов вся исследуемая территория была разбита на 15 более или менее однородных «районов». По этим «районам» производилось агрегирование расчетных концентраций и рисков, вычисленных в каждой рецепторной точке. Для дальнейшей оценки экспозиции и риска использовалась максимальная из среднегодовых или почасовых концентраций по району исследования.

Для установления уровней экспозиции на основе мониторинга определялись максимальная и минимальная концентрации химических веществ в точках воздействия; среднегодовые (в зависимости от распределения количественных данных - медианные) концентрации за трехлетний период исследования (2011-2013 гг.), 90- процентиля.

В соответствии с методикой оценки риска, в случае если химическое вещество не обнаружено в отобранной пробе (определяемые концентрации ниже чувствительности методики определения), вместо нуля вносилась величина концентраций, составляющая 0,5 предела количественного определения химического соединения, но только для тех случаев если включение пробы не увеличивало среднюю концентрацию до уровня, превышающего максимальную концентрацию в точке. Если вещество обнаруживалось менее чем в 5% проб, оно исключалось из анализа (Р 2.1.10.1920-04).

В продуктах питания при содержании контаминантов в количествах, меньших предела обнаружения метода (нулевые значения), вместо «нулевых» значений использовалось число, соответствующее половине предела чувствительности метода, если отношение количества «нулевых» значений к общему количеству значений в выборке не превышало 60%. Если отношение количества «нулевых» значений к общему

количеству значений в выборке превышало 60%, то эти значения учитывались как «ноль» (МУ 2.3.7.2519-09)

Расчет поступления химических веществ в организм проводился на уровне среднегодовых (в зависимости от распределения количественных данных - медианных) за трехлетний период исследования (2011-2013 гг.) концентраций их содержания в объектах окружающей среды (воздухе, питьевой воде, пищевых продуктах) и верхней границе экспозиции (90-й перцентиль, максимальная концентрация) путем расчета среднесуточных пожизненных доз, для чего использованы стандартные значения факторов экспозиции, которые получены из Руководства по оценке риска (Р 2.1.10.1920-04).

В качестве количественных критериев для оценки канцерогенного риска использованы значения факторов канцерогенного потенциала при различных путях воздействия (ингаляционно, перорально, накожно).

Рекомендуемые значения референтных концентраций для хронического ингаляционного воздействия (RfC), референтных доз для хронического перорального поступления (RiDo) химических веществ, критических органах и системах получены из Руководства по оценке риска (Р 2.1.10.1920-04), а также некоторых зарубежных источников информации (базы данных Агентства по охране окружающей среды США (IRIS, ОЕННА)).

Поглощенная доза при накожном воздействии (RfDd) и фактор канцерогенного потенциала для накожной экспозиции канцерогенов (SFd) получены расчетным путем исходя из референтной дозы при хроническом пероральном поступлении, фактора канцерогенного потенциала при пероральном воздействии и коэффициента всасывания в желудочно-кишечном тракте для отдельного химического соединения.

Для расчета уровней риска, применялись данные мониторинга в комплексе с данными моделирования распространения выбросов стационарных и передвижных источников.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проведена на основе расчетов коэффициентов опасности хронического и острого действия. Для оценки риска развития общетоксических эффектов со стороны критических органов и систем рассчитаны индексы хронической и острой опасности для веществ однонаправленного действия. При комплексном и многосредовом

воздействии рассчитан суммарный индекс опасности.

Для мелкодисперсных взвешенных частиц, оценка неканцерогенного риска проведена также с применением единичных коэффициентов риска, отражающих относительный прирост общей смертности на каждые  $10 \text{ мкг/м}^3$  возрастания концентрации частиц  $\text{PM}_{10}$ , установленных на основе эпидемиологического исследования с использованием метода мета-анализа в городе Москве (0,47%) (Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Авалиани С.Л.).

Для проведения расчетов дополнительного числа смертности использовались:

- 95% верхний доверительный интервал средней арифметической величины концентраций мелкодисперсных фракций взвешенных частиц менее 10 мкм ( $\text{PM}_{10}$ ) за 2011-2013 гг. в атмосферном воздухе административных округов города Москвы, полученные на стационарных постах ГПБУ «Мосэкомониторинг»;

- средние значения смертности населения по отдельным территориям города Москвы за 2013 год по данным Мосгорстата;

- численность населения на исследованных территориях города Москвы по данным Мосгорстата.

Канцерогенная опасность изучена на основе индивидуального и популяционного канцерогенного риска. Рассчитан канцерогенный риск для каждого вещества и их суммы, пути поступления химических веществ и общий канцерогенный риск для всех путей поступления из всех воздействующих сред.

Критерии приемлемости рассчитанных уровней риска принимались в соответствии с таблицей 2 [2].

Таким образом, границы оценок риска включали:

- канцерогенные риски для индивидуальных веществ (индивидуальный и популяционный риск в течение всей жизни);

- суммарный канцерогенный риск для суммы веществ;

- канцерогенный риск для отдельных маршрутов воздействия;

- канцерогенный риск для всех маршрутов воздействия;

- коэффициенты хронической опасности и острого действия для отдельных веществ;

- индексы хронической и острой опасности для совокупности веществ, в том числе по путям поступления;

- суммарные индексы опасности для веществ с одинаковым типом вредного действия и (или) одинаковыми критическими органами и системами;
- индексы опасности неканцерогенных эффектов для всех маршрутов воздействия;
- риск дополнительных случаев смерти от воздействия  $PM_{10}$ .

Таблица 2. Классификация уровней риска [2]

Уровень риска	Индивидуальный канцерогенный риск (CR)	Коэффициент опасности развития неканцерогенных эффектов (HQ) для отдельных веществ	Индекс опасности развития неканцерогенных эффектов (HI) для группы веществ с однонаправленным действием
Высокий	более $1,0 \times 10^{-3}$	более 3	более 6
Средний (настораживающий)	$1,1 \times 10^{-4} - 1,0 \times 10^{-3}$ для питьевой воды: $1,1 \times 10^{-5} - 1,0 \times 10^{-3}$	1,1-3	3,1-6
Низкий (допустимый)	$1,1 \times 10^{-6} - 1,0 \times 10^{-4}$ для питьевой воды: $1,1 \times 10^{-6} - 1,0 \times 10^{-5}$	0,11-1,0	1,1-3,0
Минимальный	менее $1,0 \times 10^{-6}$	0,1 и менее	1,0 и менее

**Статистический анализ данных.** Проверка распределения количественных данных проводилась с помощью статистического критерия Шапиро-Уилка и его модификации (критерий Шапиро-Франча). В случае, если распределение концентраций химических веществ статистически значимо отличалось от нормального, то для их описания использовались медиана и 90-й процентиля, а также максимальные значения. Для представления данных, имеющих в виде таблиц среднегодовых концентраций (данные ФГБУ «Центральное УГМС» и ГПБУ «Мосэкомониторинг»), использовались средняя и максимальная концентрация.

Проверка нулевых гипотез о равенстве медианных значений между двумя группами проводилась с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни, между тремя группами и больше - с помощью критерия Краскела-Уоллиса. Равенство средних значений между двумя группами проверялось с помощью расчета коэффициента Стьюдента.

Уровень значимости, на котором проводилась проверка нулевых гипотез, принимался равным 0,05. При множественных сравнениях рассчитывались критические уровни значимости с учетом количества производимых сравнений. Статистический анализ данных выполнен с использованием программного обеспечения Statistica 10.

### **ГЛАВА 3. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА, ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА МОСКВЫ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ МНОГОСРЕДОВОГО РИСКА**

Для достижения цели исследования и решения основных задач работы первоначально было необходимо:

- провести сбор и анализ данных об источниках загрязнения окружающей среды;
- отобрать ведущие источники загрязнения окружающей среды и приоритетные по степени опасности для здоровья химические вещества с целью последующей количественной оценки риска;
- провести характеристику потенциальных вредных эффектов химических веществ и оценку научной доказанности возможности развития этих эффектов у человека;
- провести сбор и анализ данных различных организаций, осуществляющих контроль качества окружающей среды в городе Москве;
- выявить население под воздействием различных уровней загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания;
- определить маршруты воздействия приоритетных химических веществ на население; сформировать предварительный сценарий воздействия с установлением мест потенциального контакта населения с вредными факторами (точек воздействия) и путей поступления их в организм человека;
- обосновать выбор территорий города для количественной оценки экспозиции и многосредового риска.

#### **3.1. Характеристика исследуемой зоны. Описание исследуемой территории**

Москва – самый крупный город РФ, один из крупнейших городов мира с территорией более 2,5 тыс. км<sup>2</sup> и населением свыше 11 млн. человек, входит в первую десятку городов мира по численности населения. Москва — крупнейший транспортный узел страны: город находится в самом центре паутины железных дорог и федеральных автомагистралей. Начиная с 1990-х годов Москва столкнулась с острой транспортной проблемой: произошел и продолжается бурный рост автомобильного парка, что привело к возникновению большого количества дорожных заторов. На сегодняшний момент

доля выбросов автотранспорта составляет 92% от валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух города Москвы.

Москва является крупнейшим промышленным городом России. Ведущее место в производстве занимают металлообработка и машиностроение. Широко развиты автомобилестроение, станкостроение, приборостроение, лёгкая, пищевая, электротехническая, металлургическая, нефтеперерабатывающая и химическая промышленность.

Основная часть промышленных предприятий, в том числе наиболее крупные, находится в границах производственных территорий. Вместе с тем довольно большая часть промышленных объектов расположена вне производственных зон, в селитебной части города.

Каждый из двенадцати административных округов города Москвы представляет собой территорию в несколько тысяч га с численностью населения крупного города, имеет свою специфику социально-экономического развития и характеризуется особенностями загрязнения окружающей среды.

Изучение действующей системы контроля качества окружающей среды проведено на примере трех административных округов города, отличающихся размещением на их территории крупных промышленных объектов, наличием автомагистралей с интенсивным движением автотранспорта, лесопарковых зон, водоснабжение которых осуществляется из различных источников, но при этом с примерно одинаковым количеством проживающего населения: Юго-Восточного (ЮВАО), Западного (ЗАО) и Северо-Западного (СЗАО).

**Северо-Западный административный округ** города Москвы (СЗАО) по состоянию на 1 января 2014 г. занимает площадь 93 км<sup>2</sup> (3,6% от площади города). В состав округа входят 8 районов. Восточная граница округа с Северным и Центральным округами проходит по Химкинскому водохранилищу и Московской окружной железной дороге, южная граница с Западным округом - по руслу Москвы-реки и территории Серебряного бора. За Московской кольцевой автодорогой в округ входят обширные территории Митино и Куркино, включенные в состав города Москвы в 1984 году.

В округе имеется несколько лесопарковых зон: Серебряный бор, Покровское-Стрешнево, Алешкино, Братцево, Иваньково и др. Зеленые насаждения занимают около 30% территории округа. На территории СЗАО протекает р. Москва, р. Сходня, р. Химки



и др., находится канал им. Москвы, Химкинское водохранилище. Общая площадь водного зеркала округа – около 20 км<sup>2</sup>. Дороги и проезды составляют 10% от территории округа. Протяженность улично-дорожной сети округа является самой минимальной в Москве, ее плотность в 2,4 раза ниже, чем в среднем по городу.

На территории СЗАО в пяти районах округа находятся 7 промышленных зон занимающих 1,8 тыс. га., которые рассредоточены практически по всей территории округа. На территориях промышленных зон расположены 8 организаций промышленности (организации, основной вид деятельности которых - обрабатывающие производства) и 15 организаций науки (организации, основной вид деятельности которых – научные исследования и разработки). К числу крупнейших предприятий относятся Тушинский машиностроительный завод, Тушинский и Хорошевский заводы железобетонных конструкций, ТЭЦ-16. На территории округа находится Институт атомной энергии им. Курчатова.

Положение округа на западе города способствует самоочищению атмосферы: в течение года преобладают западные ветры, приносящие чистый воздух и уносящие загрязняющие вещества, поступающие с выбросами промышленных предприятий и транспорта.

В 2013 г. в округе проживало 966 588 человек (8,0% от всех жителей города). Самый густонаселенный район округа – Митино (181 709 человек), самый малонаселенный – Куркино (27 896 человек).

**Западный административный округ** города Москвы (ЗАО) по состоянию на 1 января 2014 г. занимает территорию площадью в 193 км<sup>2</sup>, или 7,6% территории столицы. Округ ограничен на севере, северо-востоке и востоке - Москвой-рекой, на юго-востоке и юге - проспектами Вернадского и Ленинским, на западе - Московской кольцевой дорогой. В состав округа входят 13 районов.

Общая площадь зеленых насаждений округа составляет более 25 км<sup>2</sup>. В округе расположено около 30 памятников природы регионального значения, организованы особо охраняемые природные территории, в т.ч. заказник «Долина реки Сетунь», ландшафтный заказник «Крылатские холмы»; природный парк «Москворецкий», два памятника садово-паркового искусства на Воробьевых горах. В округе также имеется 4 лесопарка - Фили-Кунцевский, Тропаревский, Баковский, Валуевский, а также Серебряноборское лесничество.

Доля транспортных земель (улично-дорожная сеть, предприятия транспорта, гаражи) в округе составляет 2811,8 га (наибольший показатель в Москве). Основными автотранспортными предприятиями являются автобусный парк №14, автокомбинат №1, ОАО «А/к №1 – филиал №15».

Промышленные предприятия округа в основном сконцентрированы в 8 промышленных зонах в 7 районах округа на северо-западе и северо-востоке. По площади земель производственного назначения округ занимает второе место в городе. В промышленности преобладают приборостроение, энергетика, деревообрабатывающая, легкая, пищевая, химическая промышленность.

В 2013 г. в округе проживало 1 325 363 человек (11,0% от всех жителей города). Самый густонаселенный район округа – Кунцево (146 369 человек), самый малонаселенный – поселок Внуково (23 263 человек).

**Юго-Восточный административный округ** города Москвы (ЮВАО) по состоянию на 1 января 2014 г. занимает площадь 123 км<sup>2</sup> (4,8% от площади города). В состав округа входят 12 районов. На северо-восточной стороне округ ограничен Казанским направлением Московской железной дороги, на юго-западной - долинами Москвы-реки и реки Яузы. С юго-восточной и восточной стороны его территория выходит за пределы МКАД.

Рельеф территории округа представляет плоскую равнину. Это самая пониженная часть города и циркуляция воздуха здесь несколько ослаблена. Средняя скорость ветра 1,4 м/сек. что соответствует тихому или легкому ветру по шкале интенсивности Бофорта. Средняя повторяемость штилей 21% в год, т.е. 2,5 месяца, что выше, чем в среднем по городу Москве. В течение года преобладают западные ветры, приносящие загрязняющие вещества, часто наблюдаются приземные инверсии, препятствующие самоочищению атмосферы.

Зеленые насаждения занимают менее 13% площади округа, по этому показателю ЮВАО занимает одно из последних мест среди всех округов Москвы.

ЮВАО - один из самых промышленных в городе. Для округа характерна концентрация крупных промышленных предприятий, применяющих технологии с высоким уровнем воздействия на окружающую среду. Здесь расположены предприятия нефтеперерабатывающей и химической промышленности, автомобилестроительные и машиностроительные заводы, заводы промышленности строительных материалов

(железобетонные, асфальтобетонные, цементный элеватор), деревообрабатывающие комбинаты, большое количество автотранспортных и складских предприятий. В основном предприятия расположены в 9 промышленных зонах, занимающих порядка 29% территории округа и сгруппированных на юго-востоке и северо-западе округа в 8 районах. На территории округа находится более 10 предприятий различных форм собственности, имеющих валовый выброс химических веществ в атмосферный воздух более 100 тонн в год, в том числе «Московский нефтеперерабатывающий завод», Люберецкая и Курьяновская станции аэрации, «ТЭЦ-8» (филиал АО «МОСЭНЕРГО») и др.

В 2013 г. в округе проживало 1 345 499 человек (11,2% от всех жителей города). Самый густонаселенный район округа – Марьино (250 494 человека), самый малонаселенный – Некрасовка (24 531 человек).

### **3.2. Выбор приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду**

Выбор приоритетных для исследования химических веществ, изучение которых позволит охарактеризовать уровни риска здоровью населения и источники его возникновения, в методологии оценки риска осуществляется на этапе идентификации опасности.

При идентификации потенциальной опасности химических веществ анализ ведется, в основном, на качественном уровне и при этом следует учитывать, что опасность представляет собой общее понятие и существует независимо от того, наблюдалось или нет воздействие химического вещества на какой-либо живой организм, потенциально чувствительный к такому воздействию, и не зависит от специфики местных условий.

Этап идентификации опасности включает в себя:

1. Сбор и анализ данных об источниках, составе и условиях загрязнения окружающей среды на исследуемой территории;
2. Выбор показателей опасности потенциально вредных факторов;
3. Формулировка предварительного сценария и маршрутов воздействия;
4. Анализ наличия и надежности данных о канцерогенных и неканцерогенных эффектах, референтных уровнях воздействия, факторах канцерогенного потенциала;
5. Выбор приоритетных для исследования химических веществ.

Первоначально путем обобщения всех имеющихся данных о содержании химических веществ в различных объектах окружающей среды составляют максимально полный перечень вредных факторов и приступают к его первичному анализу. На этапе первичного анализа проверяют достоверность и достаточность собранных данных с учетом задач проекта; удаляют непригодные для количественной оценки риска данные, в том числе те вещества, для которых отсутствуют или недостоверны сведения, необходимые для характеристики риска; проводят оценку потребности в дополнительном отборе проб объектов окружающей среды.

Так как проведение на практике всесторонней оценки риска воздействия на здоровье населения всех потенциально вредных веществ не осуществима из-за большого объема исследования и требуемых материальных ресурсов, то вполне оправданным является снижение числа учитываемых факторов путем проведения предварительного ранжирования химических веществ с учетом их поступления в окружающую среду и степени выраженности их канцерогенных и токсических свойств.

Для правильного выбора исходных материалов для анализа опасности химических веществ необходимо сформулировать предварительный сценарий воздействия: установить, где располагаются источники загрязнения окружающей среды и места воздействия химических веществ на человека, какие популяции населения могут подвергаться воздействию, какие вещества и какими путями (ингаляционно, кожно, перорально), из каких объектов окружающей среды (атмосферный воздух, питьевая вода, почва, продукты питания) могут поступать в организм.

Завершающим этапом идентификации опасности является определение окончательного перечня приоритетных химических веществ, подлежащих последующему углубленному анализу при оценке риска.

### **3.2.1 Выбор приоритетных химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух**

Для характеристики состояния атмосферного воздуха были собраны максимально полные сведения об источниках выбросов в атмосферный воздух - промышленных объектах, размещенных на территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО с определением их принадлежности к районам, автотранспорте, а также о качественном и количественном составе их выбросов.

На основании данных отчетной формы государственного статистического наблюдения №2-ТП (воздух) «Сведения об охране атмосферного воздуха» за 2013 г., утвержденной приказом Росстата от 09.08.12 №441, была проанализирована исходная информация об эмиссиях по всем основным промышленным объектам, расположенным на территории округов и их отдельных районов.

Определены основные промышленные предприятия, выбросы которых составляют более 100 тонн/год и более 90% от всех выбросов промышленных объектов округа (таблица 3). Максимальный объем выбросов всех предприятий на всех исследованных территориях приходится на объекты теплоэнергетики. Дополнительно на каждой территории преобладают специфические отрасли производства: в ЮВАО объекты нефтехимии (Московский нефтеперерабатывающий завод), автомобилестроения, коммунального хозяйства (станции аэрации), промышленности строительных материалов (производство бетона), металлургическое производство; в СЗАО – машино- и приборостроение, промышленности строительных материалов.

Таблица 3. Основные промышленные предприятия, загрязняющие атмосферный воздух

Наименование предприятия	Выброс, тонн/год	Вклад в общий выброс по округу, %
<b>ЗАО</b>		
ТЭЦ-25	3843,3	40,8
ТЭЦ-12	3308,4	35,1
РТС «Переделкино»	725,4	7,7
РТС «Крылатское»	543,8	5,8
РТС «Герешково»	237,3	2,5
РТС «Кунцево»	231,9	2,5
РТС «Рублево»	171,5	1,8
<b>СЗАО</b>		
ТЭЦ-16	2653,1	37,2
ГУП Тушинское машиностроительное конструкторское бюро «Союз»	677,0	9,5
РТС «Пенягино»	556,5	7,8
РТС «Строгино»	381,97	5,3
ОАО «ММП им. И.В. Чернышева»	369,8	5,1
РТС «Тушино-3»	327,3	4,5
РТС «Митино»	258,4	3,6
РТС «Тушино-1»	197,4	2,8
РТС «Тушино-2»	171,3	2,4
АООТ «Асфальтобетонный завод №1» ОАО «Мосинжстрой»	162,9	2,3
ОАО «Домостроительный комбинат №1 «Краснопресненский завод железобетонных конструкций»	138,4	1,9

<b>ЮВАО</b>		
ТЭЦ-8	12510	39,8
Московский нефтеперерабатывающий завод	11758,3	37,5
ОАО «Москвич»	1124,7	3,6
Люберецкая станция аэрации	718,9	2,3
РТС «Жулебино»	499,9	1,6
ОАО «Московский металлургический завод «Серп и молот»»	453,6	1,4
ОАО «Московский шинный завод»	390,3	1,2
Люблинский литейно-механический завод	383,9	1,2
АО «Аркадо»	315,7	1,0
Курьяновская станция аэрации	273,9	0,9
РТС «Фрезер»	271	0,9
ООО НПП «Нефтехимия»	168,0	0,5
Московский энергетический институт	152,6	0,5
АО «Мосспецжелезобетон»	117,4	0,4

Среди районов округов максимальный объем выбросов от промышленных предприятий приходится в ЗАО на район Очаково-Матвеевское (3852,3 тонн/год); в СЗАО на район Хорошево-Мневники (3266,9 тонн/год); в ЮВАО - на район Нижегородский (13184,0 тонн/год).

Для выделения приоритетных химических веществ было проведено ранжирование выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ по степени их опасности для здоровья населения. Ранжирование проводилось с определением индекса сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности веществ с использованием весовых коэффициентов, зависящих от фактора канцерогенного потенциала (SF) для первых и уровня референтных концентраций (RfC) для вторых.

Первоначально был составлен максимально полный перечень химических веществ, выбрасываемых всеми предприятиями округов с распределением стационарных источников по районам ЗАО, СЗАО и ЮВАО, по которым в дальнейшем и проводилось ранжирование. Оценка достаточности и достоверности данных осуществлялась с помощью анализа качественной и количественной характеристики выбросов на основе имеющихся материалов о параметрах выбросов загрязняющих веществ в атмосферу промышленными предприятиями и другими производственными объектами, являющимися источниками загрязнения воздушного бассейна.

Из первоначального полного перечня веществ были исключены соединения, не имеющие надежных критериев оценки опасности для здоровья населения, занимающие невысокие ранговые места по неканцерогенному эффекту, а также соединения, для

которых не представлялось возможным получить сведения об уровнях экспозиции. В качестве приоритетных отобраны вещества с высоким индексом сравнительной неканцерогенной опасности (HRI); для которых установлена канцерогенность или вероятная канцерогенность для человека (группа 1-2 по МАИР, А-В по U.S.EPA). Приоритетные соединения включают 90% по влиянию на здоровье всех химических неканцерогенов из заявленных выбросов и все канцерогены, имеющих количественные критерии для оценки канцерогенного риска (SF<sub>i</sub>).

В выбросах промышленных предприятий на исследованных территориях содержатся 28 химических веществ, обладающих доказанным и вероятным канцерогенным действием на человека (группы 1, 2А, 2В по классификации МАИР) и имеющих количественные критерии для оценки канцерогенного риска (SF<sub>i</sub>): от 19 в районе Печатники ЮВАО до 1 в районах ЗАО Фили-Давыдково и Филевский парк (таблица 4). В большинстве исследованных районов наиболее высокий вклад в суммарный индекс сравнительной канцерогенной опасности и первое ранговое место занимают бенз(а)пирен (50%-100%), сажа (46%-97%) и хром шестивалентный (38%-99%).

Таблица 4. Список канцерогенных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий ЗАО, СЗАО, ЮВАО

<b>CAS</b>	<b>Наименование вещества</b>	<b>АО, на территории которого определяется вещество</b>	<b>Группа канцерогенности (классификация МАИР)</b>
107-06-2	1,2-Дихлорэтан	СЗАО, ЮВАО	2В
106-99-0	1,3-Бутадиен (дивинил)	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	2А
123-91-1	1,4-Диоксан (этилена диоксид)	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	2В
107-13-1	Акрилонитрил	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	2В
75-07-0	Ацетальдегид	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	2В
7440-41-7	Аэрозоль бериллия	СЗАО	1
50-32-8	Бенз/а/пирен	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	2А
71-43-2	Бензол	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	1
75-01-4	Винил хлористый	СЗАО, ЮВАО	1
118-74-1	Гексахлорбензол	СЗАО	В2*
75-09-2	Дихлорметан	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	2В
10108-64-2	Кадмия хлорид	СЗАО	1
91-20-3	Нафталин	ЮВАО	2В
7440-02-0	Никель и его неорганические соединения	СЗАО, ЮВАО	2В
1332-21-4	Пыль	СЗАО, ЮВАО	1

	асбестосодержащая		
1333-86-4	Сажа	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	1
7439-92-1	Свинец и его неорганические соединения	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	2А
100-42-5	Стирол	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	2В
56-23-5	Тетрахлорметан (Четыреххлористый углерод)	СЗАО, ЮВАО	2В
127-18-4	Тетрахлорэтилен (Перхлорэтилен)	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	2А
79-01-6	Трихлорэтилен	ЗАО, ЮВАО	2А
50-00-0	Формальдегид	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	1
126-99-8	Хлоропрен	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	2В
67-66-3	Хлороформ (трихлорметан)	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	2В
18540-29-9	Хром шестивалентный	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	1
106-89-8	Эпихлоргидрин	СЗАО, ЮВАО	2А
75-21-8	Этилена оксид (эпоксидтан)	СЗАО, ЮВАО	1
100-41-4	Этилбензол	ЗАО, СЗАО, ЮВАО	2В

\* - классификация USEPA

Из проранжированных промышленных выбросов предприятий исследованных территорий приоритетными неканцерогенными химическими веществами являются 37 химических соединений: от 20 в районе Покровское-Стрешнево СЗАО до 3 в районах Фили-Давыдково, Филевский парк и Куркино СЗАО. Во всех районах исследования в приоритетный перечень вошел диоксид азота, больше чем в половине районов – диоксид серы, оксид углерода, оксид азота, оксид железа, марганец и его соединения.

В зависимости от мест расположения промышленных предприятий в каждом районе преобладают свои отрасли производства по влиянию на здоровье населения. Так в ЗАО в районах Фили-Давыдково и Крылатское преобладают объекты теплоэнергетики, Раменки - киноконцерн, Филевский парк - речной порт, Дорогомилово - приборостроение, Кунцево - предприятия теплоэнергетики (50%) и производства строительных конструкций (50%), Ново-Переделкино - предприятия теплоэнергетики (50%) и пищевой промышленности (50%), Очаково-Матвеевское - предприятия теплоэнергетики (50%) и химической промышленности (50%), Солнцево - предприятия автотранспорта (50%) и производства строительных материалов (50%), Можайский - предприятия автотранспорта (33,3%), теплоэнергетики (33,3%) и производства металлических изделий (33,3%).



В СЗАО в районе Митино преобладают предприятия теплоэнергетики, Северное Тушино, Строгино, Хорошово-Мневники и Южное Тушино - автотранспортные предприятия, Курконо - предприятия теплоэнергетики (50%) и автотранспорта (50%), Покровское-Стрешнево – предприятия машиностроения (30%) и автотранспорта (30%), Щукино - предприятия науки (18,2%) и приборостроения (18,2%).

В ЮВАО в районах Выхино-Жулебино, Кузминки, Марьино и Текстильщики - предприятия автотранспорта, Нижегородский - предприятиям по производству строительных материалов, Некрасовка и Печатники – предприятия коммунального хозяйства, Лефортово и Южнопортовый – предприятия автотранспорта (30%) и научной деятельности (30%), Капотня – предприятия нефтехимии (50%) и строительных материалов (50%), Рязанский – машиностроение (38,5) и предприятия автотранспорта (38,5), Люблино – машиностроение (33,3%), металлообработка (33,3%) и предприятия автотранспорта (33,3%).

Для примера оценки вклада в загрязнение атмосферного воздуха выбросов стационарных источников был выбран крупный промышленный узел «Чагино – Капотня», расположенный в ЮВАО. В указанной промышленной зоне находится предприятие, вносящее значительный вклад в выбросы всех стационарных источников округа - Московского нефтеперерабатывающего завода (МНПЗ) и вблизи от него как крупные промышленные объекты (асфальтобетонный завод), так и мелкие предприятия и организации (гаражи, складские помещения и т.д.) – источники выброса загрязнителей. Выбросы данного промышленного узла распространяются на значительную территорию, захватывая район Марьино ЮВАО.

В рамках работы была собрана, проанализирована и обработана основанная на данных проектов ПДВ информация о номенклатуре и величинах выбросов загрязняющих веществ предприятиями промзоны «Чагино-Капотня». Для определения совместного воздействия на атмосферный воздух выбраны 9 промышленных объектов, которые были учтены при расчете экспозиции. Выбор предприятий, которые могут оказывать влияние на загрязнение атмосферы, проходил с учетом предоставленных предприятием материалов, а также наличия выбросов специфических загрязняющих веществ, выделяющихся с территории нефтеперерабатывающего завода: предельные и непредельные углеводороды, ароматические углеводороды, фенол, сероводород, взвешенные вещества.

Согласно полученным данным, от 595 источников выбросов предприятий промзоны (включая МНПЗ) в атмосферный воздух поступают 85 загрязняющих веществ, валовый выброс которых составляет 12388,788 т/год. Основной вклад в валовый выброс (более 99%) вносит МНПЗ (таблица 5).

Таблица 5. Выбросы загрязняющих веществ предприятий промзоны «Чагино-Капотня»

Предприятие	Кол-во источников	Кол-во загрязняющих веществ	Валовый выброс	Вклад, %
МНПЗ	411	70	12274,45	99,08
ОАО Асфальтобетонный завод №4	78	32	75,483	0,61
ОАО «Мекона»	31	33	2,064	0,02
ЗАО «Оргкровля-2»	9	10	7,394	0,06
ОАО «Хроматограф»	32	39	1,949	0,02
ООО «Завод сухих смесей»	6	8	4,481	0,04
АЗС ЗАО «Корпорация Синтез»	6	9	1,761	0,01
АЗС ООО «Коримос»	9	18	15,677	0,13
АЗС ЗАО «Ассоциация Гранд»	8	17	4,81	0,04
ООО «Столичная автосервисная корпорация»	5	6	0,718	0,01

В выбросах МНПЗ и иных предприятий промзоны выявлено 13 вещества, обладающих канцерогенным действием. Ранговые коэффициенты для оценки канцерогенных эффектов приведены в таблице (таблица 6).

Таблица 6. Канцерогенные вещества в выбросах предприятий промзоны «Чагино-Капотня»

CAS	Наименование вещества	Ранговый коэффициент сравнительной опасности канцерогенного действия	Группа канцерогенности (классификация МАИР)
71-43-2	Бензол	3153,2	1
56-23-5	Тетрахлорметан (Четыреххлористый углерод)	889,2	2B
1333-86-4	Сажа	605,1	1
18540-29-9	Хром шестивалентный	335,0	1
1634-04-4	2-Метил-2-метоксипропан	242,4	3
75-07-0	Ацетальдегид	25,8	2B
100-41-4	Этилбензол	17,9	2B
50-00-0	Формальдегид	13,6	2A
50-32-8	Бенз/а/пирен	7,6	2A
7440-02-0	Никель	1,1	2B

127-18-4	Тетрахлорэтилен (Перхлорэтилен)	0,6	2A
91-20-3	Нафталин	0,2	2B
7439-92-1	Свинец и его неорганические соединения	0,01	2A

С целью отбора веществ для оценки экспозиции и расчета величин риска первоначально рассматривались все вещества, присутствующие в выбросах МНПЗ и иных предприятий промзоны.

Был рассчитан суммарный индекс неканцерогенной опасности выбросов всех веществ, равный 576032. В последующем было отобрано 15 веществ, суммарный индекс неканцерогенной опасности которых составил 564673, что составляет свыше 98% от общего суммарного индекса.

Это явилось основанием для исключения из рассмотрения всех остальных веществ с более низкими ранговыми коэффициентами сравнительной опасности неканцерогенного действия.

Таким образом, из рассмотрения исключались:

- Вещества с низким ранговым коэффициентом сравнительной опасности неканцерогенного действия (ранг по HRI с 17 по 85).
- Вещества с отсутствующими данными о референтных концентрациях.
- Твердые вещества (пыли) учитывались в составе суммарных взвешенных веществ, при этом индивидуальное воздействие не рассматривалось (как поглощенное воздействием суммы).

Перечень отобранных для дальнейшей оценки приоритетных химических веществ, обладающих неканцерогенным действием, приведен в таблице (Таблица 7).

Таблица 7. Приоритетные вещества неканцерогенного действия в выбросах предприятий промзоны «Чагино-Капотня»

Код	CAS	Наименование вещества	Ранговый коэффициент сравнительной опасности неканцерогенного действия	Критические органы/системы
330	7446-09-5	Сера диоксид	266240,9	Органы дыхания, смертность
301	10102-44-0	Азота диоксид	200244,1	Органы дыхания, кровь
304	10102-43-9	Азота оксид	32207,2	Органы дыхания,

				кровь
403	110-54-3	Гексан	15039,4	ЦНС, органы дыхания, нервная система
333	7783-06-4	Сероводород	13880,4	Органы дыхания
2732	8008-20-6	Керосин	13576,7	Печень
9999	-	Взвешенные вещества (сумма)	7800,8	Органы дыхания
2908	-	Пыль неорганическая с содержанием SiO <sub>2</sub> 20-70% (учтены в составе суммы взвешенных веществ)	3865,4	Органы дыхания
337	630-08-0	Углерод оксид	3373,6	Кровь, сердечно-сосудистая система, развитие, ЦНС
602	71-43-2	Бензол	3153,2	Развитие, кровь, красный костный мозг, ЦНС, иммунная, сердечно-сосудистая, репродуктивная системы
616	1330-20-7	Ксилол	2654,1	ЦНС, органы дыхания, почки, печень
2933	-	Алюмосиликаты (учтены в составе суммы взвешенных веществ)	2636,8	-
410	74-82-8	Метан	1768,2	-
501	109-67-1	Пентилены (амилены)	1422,7	-
2754	-	Алканы C12-C19	1293,4	-
143	7439-96-5	Марганец и его соединения	1081,0	ЦНС, органы дыхания, нервная система
621	108-88-3	Толуол	937,1	ЦНС, развитие, органы дыхания

Как показали сводные оценки величин выбросов, на долю МНПЗ приходится свыше 99% массы большинства приоритетных веществ. Вместе с тем, вклад МНПЗ в выбросы суммы взвешенных веществ составляет около 48%, а в выбросы хрома (VI) – вещества, обладающего одним из значительных индексов опасности канцерогенного действия – еще меньше (около 21%) (приложение I, таблица I.1).

Экспериментальные исследования, выполненные в разные годы, как в нашей стране, так и за рубежом, показали, что отработавшие газы автомобилей отличаются сложным химическим составом, и в них идентифицировано несколько сотен химических соединений различной токсичности. Многие из этих веществ,

присутствующие в воздухе даже в следовых количествах, создают серьезную угрозу здоровью населения.

В составе отработавших газов автотранспорта присутствуют канцерогенные соединения, представляющие особую опасность при длительном воздействии на организм даже при уровнях, равных их нормативным величинам и ниже, ввиду беспорогового характера их действия.

По данным официальной статистики [43] доля выбросов автотранспорта в целом по городу Москве составляет более 90% от валовых выбросов всех загрязняющих веществ.

При выборе приоритетных химических веществ анализировались доступные данные о параметрах токсичности и опасности веществ, величинах гигиенических нормативов и, особенно, референтных уровней воздействия (безопасных уровней), обычно применяемых для оценки неканцерогенного риска.

Основанием для исключения веществ из последующего анализа служили следующие критерии:

- отсутствие возможности даже ориентировочной оценки уровней экспозиции (поскольку, мог быть использован только расчетный метод определения концентраций веществ, то уровни экспозиции могли быть определены лишь у веществ, для которых существуют исходные данные);
- обнаружение веществ в низких концентрациях, по сравнению с референтными величинами, или при которых канцерогенный риск составляет меньше  $10^{-6}$ .

Дополнительным основанием для выбора веществ являлось наличие у них на основе эпидемиологических данных количественных зависимостей доза - ответ, позволяющих определять риск возникновения ряда неблагоприятных эффектов от различных уровней экспозиции.

Таким образом, на основании вышеперечисленных критериев в качестве приоритетных компонентов отработавших газов автотранспорта было отобрано 13 веществ: диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, сажевые частицы, 1,3-бутадиен, диоксид серы, углеводороды в пересчете на бензин и керосин, формальдегид, ацетальдегид, акролеин, бензол, бенз(а)пирен.

Можно полагать, что сформированный перечень приоритетных веществ, в достаточной степени отражает воздействие на население многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха, обусловленного выбросами автотранспорта.

### **3.2.2 Анализ сведений по результатам натуральных измерений качества окружающей среды**

В методологии оценки риска к данным натуральных измерений предъявляются особые требования, позволяющие выявить их пригодность для оценки экспозиций и рисков острого и хронического воздействия в различных объектах среды обитания.

Согласно этим требованиям, собранные данные группируются с учетом исследуемого объекта окружающей среды и мест отбора проб. В анализ следует включать не только итоговые статистические параметры, но и все измеренные разовые концентрации с указанием даты отбора проб, что особенно важно при оценке риска острых воздействий химических соединений.

Данные натуральных измерений соотносятся с местами проживания населения путем адресной привязки точек контроля загрязнений окружающей среды.

В рамках выполнения настоящих исследований основными источниками информации о содержании химических веществ в окружающей среде являлись сведения основных баз данных социально-гигиенического мониторинга на территории города Москвы.

На данном этапе осуществлен предварительный анализ сведений о натуральных исследованиях, выполненных в рамках социально-гигиенического мониторинга на территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО для определения их пригодности для дальнейших расчетов экспозиций и рисков.

**Организация мониторинга качества атмосферного воздуха.** Мониторинг качества атмосферного воздуха в городе Москве осуществляется тремя ведомствами: на маршрутных постах ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве», стационарных постах ФГБУ «Центральное УГМС» Росгидромета и ГПБУ «Мосэкомониторинг».

На территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО расположено 15 маршрутных постов, 5 стационарных постов ФГБУ «Центральное УГМС» и 9 автоматических станций контроля ГПБУ «Мосэкомониторинг».

Маршрутные посты Центра размещены на селитебных территориях города; наблюдение на них проводится 1 раз в неделю в фиксированные для всех территорий дни (вторник, среда) и часы (с 9.00). На всех маршрутных постах определяются одинаковые химические вещества: диоксид азота, оксид углерода, суммарные углеводороды, формальдегид, фенол, бензол, взвешенные вещества, диоксид серы. В ЗАО маршрутные посты размещены по одному в 5 из 13 районов; в СЗАО – в 3 из 8 районов; в ЮВАО – в 7 из 12 районов. Среднее количество отобранных проб по каждому измеряемому ингредиенту на каждом маршрутном посту за 2011-2013 гг. составляет от 200 до 300 проб; частота обнаружения всех веществ превышает 5%.

Стационарные посты ФГБУ «Центральное УГМС» и ГПБУ «Мосэкомониторинг» размещены на селитебных территориях города, вблизи крупных автомобильных дорог и промышленных предприятий.

На территории ЗАО стационарный пост ФГБУ «Центральное УГМС» размещен вблизи Можайского шоссе в районе Можайский, на территории СЗАО и ЮВАО по одному в районах Хорошово-Мневники СЗАО и Печатники ЮВАО вблизи крупных промышленных объектов, Северное Тушино СЗАО и Рязанский ЮВАО на селитебной территории.

Стационарные посты ГПБУ «Мосэкомониторинг», размещенные в районах Дорогомилово ЗАО и Тропарево-Никулино ЗАО находятся вблизи крупных автомагистралей, в районах Раменки ЗАО, Северное Тушино СЗАО, Марьино ЮВАО, Рязанский ЮВАО - в селитебной зоне, в районах Можайский ЗАО и Люблино ЮВАО - между крупными автомагистралями и промышленными зонами.

ФГБУ «Центральное УГМС» проводит отбор проб атмосферного воздуха в режиме ручного отбора ежедневно 2-4 раза в сутки в фиксированные часы в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов». Среднее количество отобранных проб за 2011-2013 гг. по каждому веществу на каждом стационарном посту составляет от 1000 до 3000 проб кроме определений бенз(а)пирена (33 пробы), железа, марганца, меди, свинца и цинка (34 пробы).

В 2011-2013 гг. на одном стационарном посту ФГБУ «Центральное УГМС», размещенном на территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО, определялось от 5 до 13 химических веществ. Только диоксид азота и оксид углерода отбирался на всех стационарных постах.

Канцерогеноопасные соединения (бенз(а)пирен, бензол, формальдегид) отбирались только на трех стационарных постах, размещенных в разных административных округах.

ГПБУ «Мосэкомониторинг» ведет наблюдение круглосуточно, в непрерывном, автоматизированном режиме, с использованием современных приборов, которые соответствуют международным рекомендациям и осуществляют регистрацию примесей, рекомендованных ВОЗ для определения в крупных городах (например, взвешенных веществ с размером частиц меньше 10 мкм (PM<sub>10</sub>)). Среднее количество измерений по каждому химическому веществу на каждом стационарном посту за 2011-2013 гг. составляет от 13 000 до 70 000.

На одном стационарном посту ГПБУ «Мосэкомониторинг», размещенном на территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО, в 2011-2013 гг. определялось от 3 до 10 химических веществ. Ни одно из химических соединений не определялось одновременно на всех стационарных постах. Канцерогеноопасные соединения (бензол, формальдегид, стирол, этилбензол) отбирались только на одном стационарном посту, размещенном вблизи автотрассы.

**Организация мониторинга качества воды московского водопровода.** Мониторинг качества воды московского водопровода, подаваемой населению, проводит Центр и ОАО «Мосводоканал».

На территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО Центр проводит исследования холодной и горячей воды на содержание 17 неорганических и органических веществ на 11 для холодной и 9 для горячей воды стационарных точках разводящей сети с кратностью проведения исследований 1 раз в месяц.

В ЗАО и СЗАО стационарные точки контроля холодной и горячей воды расположены в трех районах округов (ЗАО - Можайский, Солнцево, Филевский парк; СЗАО - Митино, Щукино и Северное Тушино), в ЮВАО стационарные точки контроля холодной воды - в пяти районах округа (Кузьминки, Люблино, Марьино, Рязанский, Южнопортовый), горячей воды - трех районах округа (Кузьминки, Марьино, Южнопортовый).

ОАО «Мосводоканал» на территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО проводит исследования только холодной воды по 26 показателям на 74 стационарных точках разводящей сети, расположенных во всех районах округов, с кратностью проведения краткого физико-химического и микробиологического анализа от 1 до 7 раз в неделю на всех точках и



дополнительного исследования на неорганические вещества и обобщенные показатели на 33 точках 2 раз в месяц.

Водоснабжение ЗАО, СЗАО и ЮВАО осуществляется от Рублевской, Западной (Москворецкий источник водоснабжения) и Восточной (Волжский источник водоснабжения) станций водоподготовки, причем разные районы ЗАО и ЮВАО получают водоснабжение от разных станций. Только СЗАО водоснабжается от Рублевской станции водоподготовки (таблица 8).

Таблица 8. Распределение районов СЗАО, ЗАО и ЮВАО по зонам питания источников питьевого водоснабжения города Москвы

<b>Москворецкий источник</b>	<b>Волжский источник</b>
<b>Рублевская ВС</b>	<b>Восточная ВС</b>
<b>СЗАО:</b> Куркино, Митино, Покровское-Стрешнево, Северное Тушино, Строгино, Хорошово-Мневники, Щукино, Южное Тушино <b>ЗАО:</b> Дорогомилово, Крылатское, Кунцево, Раменки, Филевский парк, Фили-Давыдково, Можайский	<b>ЮВАО:</b> Лефортово, Некрасовка, Нижегородский, Рязанский
<b>Западная ВС</b>	
<b>ЗАО:</b> Ново-Переделкино, Проспект Вернадского и Солнцево <b>ЮВАО:</b> Капотня	
<b>Смешанная (Рублевская ВС+Западная ВС)</b>	
<b>ЗАО:</b> Очаково-Матвеевское, Тропарево-Никулино	
<b>Смешанная (Восточная ВС+Западная ВС)</b>	
<b>ЮВАО:</b> Выхино-Жулебино, Кузьминки, Текстильщики, Марьино, Люблино, Печатники, Южнопортовый	

Точки контроля качества воды московского водопровода как Центра, так и ОАО «Мосводоканал» расположены в зоне водоснабжения всех станций водоподготовки.

#### **Организация мониторинга качества пищевых продуктов**

В ЗАО, СЗАО и ЮВАО в 2011-2013 гг. лабораториями филиалов Центра в АО на соответствие гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям исследовано 12 995 пробы пищевых продуктов в восьми основных группах: мясо и мясопродукты, рыба и рыбопродукты, молоко и молочные продукты, сахар и кондитерские изделия, хлебные продукты, фрукты и ягоды, овощи и бахчевые,

картофель, потребление которых характерно для жителей города по данным Мосгорстата [65].

Пробы пищевых продуктов отбирались в основном в торговой сети (более 60%), в связи с чем, для дальнейшей оценки экспозиции, отобраны пищевые продукты, пробы которых взяты только в торговой сети. Также отбор проб в незначительных количествах проводился на предприятиях, складах, в детских и лечебно-профилактических учреждениях.

Лабораториями филиалов Центра в ЗАО, СЗАО и ЮВАО для исследований пищевые продукты отбирались как местного производства (произведенные в городе Москве), так и произведенные в других регионах РФ, странах ближнего и дальнего зарубежья. В связи с тем, что в структуре потребляемых населением города Москвы продуктов питания по основным группам, продукты, ввозимые на территорию города, включая импорт, составляют более 90% [65], а продукты, произведенные на территории города, производятся в основном из ввозимого сырья, включая импортное, для оценки экспозиции и характеристики риска использовались пищевые продукты, произведенные как в городе Москве, так и в других регионах РФ, странах ближнего и дальнего зарубежья.

Лабораториями филиалов Центра в ЗАО, СЗАО и ЮВАО в пищевых продуктах определялось содержание 23 контаминантов: бензапирена, гистамина, микотоксинов, таких как афлатоксин В1, афлатоксин М1, дезоксинилваленол, зеараленон, патулин; нитратов, нитритов, пестицидов, таких как ГХЦГ, ДДТ, алдрин, гексахлорбензол, гептахлор; токсичные элементы, такие как железо, кадмий, медь, мышьяк, никель, олово, ртуть, свинец, цинк.

При анализе содержания контаминантов в пищевых продуктах установлено, что основная часть химических веществ (56,5% или 13 из 23) на всех исследованных территориях определялась ниже чувствительности используемых методик определения. К таким веществам относятся гистамин, афлатоксин В1, афлатоксин М1, дезоксинилваленол, зеараленон, патулин, ГХЦГ, ДДТ, алдрин, гексахлорбензол, гептахлор. Токсичные элементы, такие как железо, медь, никель, олово, цинк определялись в единичных исследованиях на разных территориях.

Вещества, обладающие канцерогенным действием и определяемые выше чувствительности используемых методик определения (бенз(а)пирен, мышьяк, кадмий,

свинец) отбирались во всех восьми группах продуктов. С учетом высокой значимости для здоровья человека канцерогенного эффекта все канцерогены отнесены к приоритетным веществам.

В концентрациях, выше чувствительности используемых методик определения, определялись также ртуть и нитраты, которые также отнесены к приоритетным веществам.

Данные о фактическом питании населения получены по результатам выборочных обследований бюджетов домашних хозяйств, проведенных Территориальным органом Росстата по городу Москве (Мосгорстат) за 2011-2013 гг.

Фактическое питание населения города Москвы в 2011-2013 гг. по данным Мосгорстата характеризуется потреблением овощей, фруктов и мяса выше средних значений по Российской Федерации. Хлеб и хлебные продукты, картофель, сахар и кондитерские изделия жители Москвы потребляют меньше, чем в среднем по Российской Федерации. Молоко, яйца и рыбные продукты потребляются на уровне среднероссийских показателей.

Таким образом, для дальнейшей оценки экспозиции выбраны контаминанты, определяемые в концентрациях, выше пределов обнаружения методов определения (бенз(а)пирен, мышьяк, кадмий, свинец, нитраты, ртуть), содержащиеся в картофеле, масле растительном, молоке, мясе, овощах, рыбе и фруктах, отбираемые в торговой сети.

### **Оценка полноты данных мониторинга**

Для районов ЗАО, СЗАО и ЮВАО определено насколько полно мониторинг отражает канцерогенную и неканцерогенную опасность веществ, загрязняющих окружающую среду.

Установлено, что в большинстве районов, в которых размещены посты мониторинга атмосферного воздуха, контролируется больше половины всех приоритетных неканцерогенных выбросов стационарных источников (рисунок 1). Определяются соединения, рекомендованные ВОЗ и другими международными организациями для контроля в крупных городах, такие как диоксид азота, оксид углерода, формальдегид, бензол, диоксид серы, взвешенные вещества, в том числе PM10 и др.

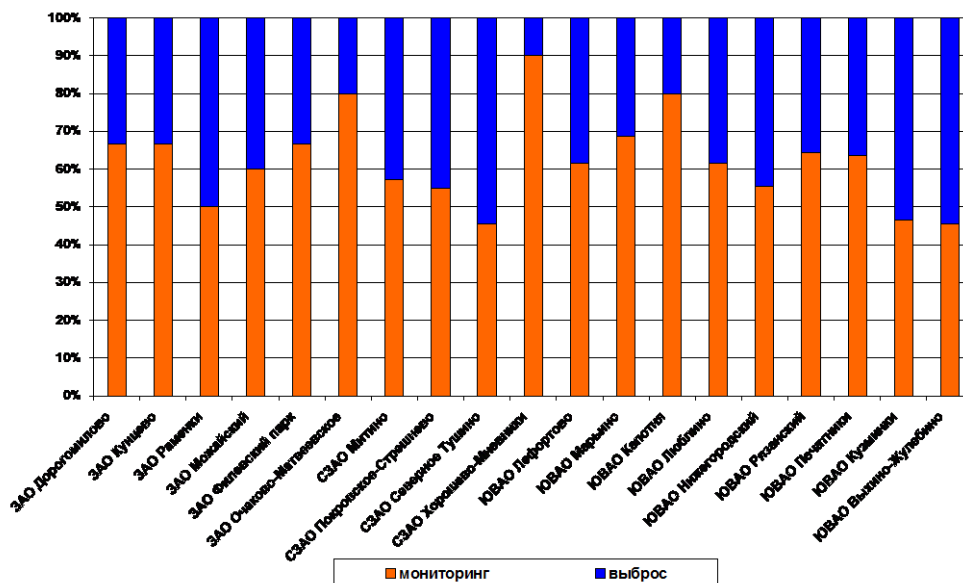


Рисунок 1. Доля мониторируемых неканцерогенов в выбросах стационарных источников

В то же время, из канцерогеноопасных соединений определяется менее половины выбрасываемых промышленными предприятиями (рисунок 2); на территории большинства районов исследования не подлежат мониторингу соединения, вносящие основной вклад в суммарный индекс сравнительной канцерогенной опасности, такие как хром шестивалентный.

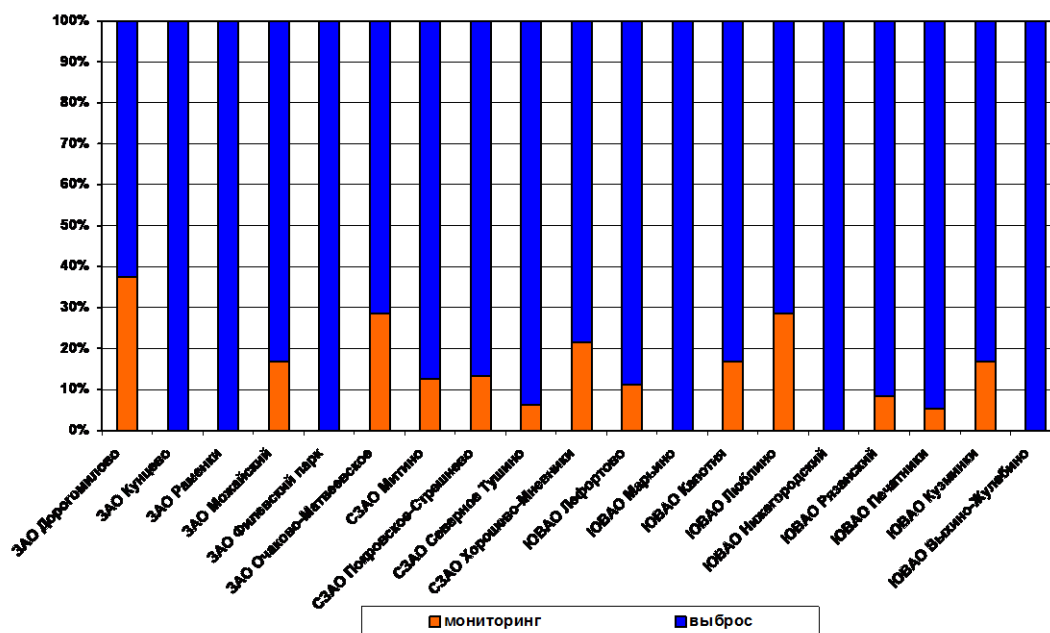


Рисунок 2. Доля мониторируемых канцерогенов в выбросах стационарных источников

Из соединений, характерных для выбросов автотранспорта, который по данным официальной статистики вносит основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха города Москвы, определяется до 60% приоритетных по влиянию на здоровье химических веществ, включая 1,3-бутадиен, бензол, формальдегид, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, бенз(а)пирен.

В питьевой воде из санитарно-химических показателей определяются соединения, образование которых характерно при обеззараживании воды хлорированием (хлорорганические соединения) и озонированием (формальдегид), которое осуществляется на станциях водоподготовки города Москвы; металлы (кадмий, никель, свинец, хром шестивалентный, мышьяк, сурьма, алюминий и др.), показатели, свидетельствующие о санитарно-техническом состоянии водопроводной сети (нитриты, железо) и возможном загрязнении распределительной сети органическими веществами (аммиак и аммонийные соли).

В пищевых продуктах определяются токсичные элементы (кадмий, мышьяк, ртуть, свинец, никель и др.), пестициды (ГХЦГ, ДДТ, алдрин и др.), микотоксины (афлатоксины В1, М1, патулин и др.), нитраты и нитриты и др. Исследования проводятся во всех основных группах продуктов питания, потребление которых характерно для жителей города по данным Мосгорстата.

### **3.2.3. Установление приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду**

На основе обобщения результатов ранжирования химических веществ с учетом объема поступления в окружающую среду и степени выраженности их канцерогенных и токсических свойств, установлены приоритетные выбросы от промышленных источников ЗАО, СЗАО и ЮВАО, сами приоритетные предприятия и территории их размещения, оказывающие наибольшее влияние на здоровье населения. Также проанализированы сведения о результатах мониторинга химического загрязнения окружающей среды ЗАО, СЗАО и ЮВАО.

В таблице 9 приведены обобщенные сведения о приоритетных по влиянию на здоровье химических веществах, установленных в результате ранжирования выбросов по канцерогенной и неканцерогенной опасности по всем исследованным 30 районам ЗАО, СЗАО и ЮВАО, в том числе с учетом вклада выбросов веществ в объединенную группу

взвешенных веществ, наличии данных мониторинга в объектах окружающей среды, включая мониторинг веществ, выбросы которых характерны для крупных городов мира [37] и автотранспорта [37].

Таким образом, к приоритетным соединениям отнесены 71 вещество, из них 32 обладает канцерогенным действием.

### **Итоги «идентификации опасности»**

Таким образом, установлено, что основным источником загрязнения атмосферного воздуха города Москвы, в том числе ЗАО, СЗАО и ЮВАО, является автомобильный транспорт, доля выбросов которого составляет более 90% от валовых выбросов всех загрязняющих веществ. Ведущими стационарными источниками загрязнения окружающей среды на исследованных территориях являются объекты теплоэнергетики. Вместе с тем дополнительно на каждой территории преобладают специфические отрасли промышленности по влиянию на здоровье населения: в ЗАО предприятия автотранспорта, производства строительных конструкций и строительных материалов, пищевой, химической промышленности, приборостроение; в СЗАО - предприятия машино- и приборостроения, автотранспортные предприятия, производства науки и оборонного комплекса; в ЮВАО объекты нефтехимии (Московский нефтеперерабатывающий завод), коммунального хозяйства (станции аэрации), промышленности строительных материалов (производство бетона), металлообработка, машиностроение, производства науки, предприятия автотранспорта. Этот вывод базируется на результатах сравнительной оценки опасности выбросов стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха по 37 приоритетным химическим веществам.

В выбросах промзоны «Чагино-Капотня» для последующей оценки экспозиции определены 27 приоритетных по влиянию на здоровье химических веществ, из них 13 канцерогенов, 99% массы выбросов которых приходится на долю МНПЗ.

Мониторинг качества окружающей среды в ЗАО, СЗАО и ЮВАО осуществляется несколькими организациями, использующими разные программы отбора проб, методы измерений, отличаются особенностями регистрации и последующей обработки результатов измерений, расположением постов контроля.

Таблица 9. Приоритетные вещества по влиянию на здоровье населения, проживающего на территории отдельных районов  
ЗАО, СЗАО и ЮВАО

CAS	Название вещества	МАИР	SF <sub>i</sub>	SF <sub>o</sub>	Выбросы	Мониторинг			КР	Отнесено (+)/ не отнесено (-) к приор. в-вам
						АВ	ПВ	ПП		
10102-44-0	Азота диоксид	н/к	н/к	н/к	+	+	-	-	30	+М, КГ, ВР, А
95-63-6	1,2,4-триметилбензол (псевдокумол)	н/к	н/к	н/к	+	-	-	-	1	+ВР
10102-43-9	Азота оксид	н/к	н/к	н/к	+	+	-	-	30	+М, А
107-02-8	Акролеин	н/к	н/к	н/к	+	-	-	-	30	+М, КГ, А
1344-28-1	Алюминий	н/к	н/к	н/к	+	-	+	-	30	+ВР, М
7664-41-7	Аммиак	н/к	н/к	н/к	+	+	+	-	30	+ВР, М
98-86-2	Ацетофенон	н/к	н/к	н/к	+	-	-	-	1	+ВР
8006-61-9	Бензин	н/к	н/к	н/к	+	+*	-	-	30	+ВР, А
123-86-4	Бутилацетат	н/к	н/к	н/к	+	-	-	-	1	+ВР
1314-62-1	Ванадия пятиокись	н/к	н/к	н/к	+	-	-	-	5	+ВР
-	Взвешенные вещества	н/к	н/к	н/к	+	+	-	-	9	+ВР
74-90-8	Водород цианистый	н/к	н/к	н/к	+	-	-	-	2	+ВР
7446-09-5	Диоксид серы	н/к	н/к	н/к	+	+	-	-	30	+М, КГ, А
1309-37-1	Железо	н/к	н/к	н/к	+	+	+	+	30	+ВВ, М
8008-20-6	Керосин	н/к	н/к	н/к	+	+*	-	-	30	+ВР, А
7664-93-9	Серная кислота	н/к	н/к	н/к	+	-	-	-	12	+ВР
1330-20-7	Ксилол	н/к	н/к	н/к	+	+	-	-	8	+ВР, М
1309-48-4	Магния оксид	н/к	н/к	н/к	+	-	-	-	2	+ВВ
-	Мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий)	н/к	н/к	н/к	+	-	-	-	6	+ВР
7439-96-5	Марганец и его соединения	н/к	н/к	н/к	+	+	-	-	13	+КГ, ВР
7758-98-7 1317-38-0	Меди неорганические соединения (сульфат, оксид)	н/к	н/к	н/к	+	+	-	+	30	+ВР, М
1310-73-2	Натрия гидроксид	н/к	н/к	н/к	+	-	-	-	7	+ВВ, ВР

7440-31-5	Олово	н/к	н/к	н/к	+	-	-	+	30	+BB, BP, M
-	Пыль абразивная	н/к	н/к	н/к	+	***	-	-	10	+BB, BP
-	Пыль древесная	н/к	н/к	н/к	+	***	-	-	18	+BB, BP
-	Пыль неорганическая с содержанием SiO <sub>2</sub> 20-70%	н/к	н/к	н/к	+	***	-	-	11	+BB, BP
-	Пыль неорганическая с содержанием SiO <sub>2</sub> менее 20%	н/к	н/к	н/к	+	***	-	-	2	+BB, BP
-	Пыль неорганическая с содержанием SiO <sub>2</sub> более 70%	н/к	н/к	н/к	+	***	-	-	6	+BB, BP
7783-06-4	Сероводород	н/к	н/к	н/к	+	+	+	-	30	+BP
13463-67-7	Титана диоксид	н/к	н/к	н/к	+	-	-	-	1	+BB, BP
108-88-3	Толуол	н/к	н/к	н/к	+	+	-	-	1	+BP
8052-41-3	Уайт-спирит	н/к	н/к	н/к	+	-	-	-	1	+BP
-	Углеводороды суммарные	н/к	н/к	н/к	+	+	-	-	4	+BP
-	Углеводороды предельные C6-10	н/к	н/к	н/к	+	+	-	-	1	+BP
630-08-0	Углерода оксид	н/к	н/к	н/к	+	+	-	-	30	+BP, KГ, A
7782-50-5	Хлор	н/к	н/к	н/к	+	-	+	-	30	+BP, M
107-06-2	1,2-Дихлорэтан	2B	0,091	0,091	+	-	-	-	4	+K
106-99-0	1,3-Бутадиен (дивинил)	2A	0,105	3,4	+	+	-	-	30	+K, M, A
123-91-1	1,4-Диоксан	2B	0,027	0,027	+	-	-	-	4	+K
107-13-1	Акрилонитрил	2B	0,24	0,54	+	-	-	-	9	+K
75-07-0	Ацетальдегид	2B	0,0077	-	+	-	-	-	30	+K, A
7440-41-7	Бериллий (аэрозоль)	1	8,4	4,3	+	-	-	-	1	+K
50-32-8	Бенз(а)пирен	2A	3,9	7,3	+	+	-	+	30	+K
71-43-2	Бензол	1	0,027	0,055	+	+	-	-	16	+K, M
75-01-4	Винил хлористый	1	0,0308	1,9	+	-	-	-	5	+K
118-74-1	Гексахлорбензол	B2	1,8	1,6	+	-	-	+	30	+K
75-09-2	Дихлорметан	2B	0,0016	0,0075	+	-	-	-	5	+K
10108-64-2	Кадмия соединения	1	6,3	0,38	+	-	+	+	30	+K, M



91-20-3	Нафталин	2В	0,12	0,12	+	-	-	-	1	+К
7440-02-0	Никель и его соединения	2В	0,91	-	+	-	+	+	30	+К, М
1332-21-4	Пыль асбестосодерживающая	1	22	-	+	-	-	-	4	+К
1333-86-4	Сажа	1	0,0155	-	+	-	-	-	30	+К, А
7439-92-1	Свинец и его неорганические соединения	2А	0,042	0,047	+	+	+	+	30	+К, М
100-42-5	Стирол	2В	0,002	0,03	+	+	-	-	17	+К, М
56-23-5	Тетрахлорметан (четырёххлористый углерод)	2В	0,053	0,13	+	-	+	-	30	+К, М
127-18-4	Тетрахлорэтилен (Перхлорэтилен)	2А	0,002	0,052	+	-	-	-	8	+К
79-01-6	Трихлорэтилен	2А	0,0063	0,011	+	-	-	-	3	+К
50-00-0	Формальдегид	1	0,046	-	+	+	+	-	30	+К, М, А
126-99-8	Хлоропрен	2В	1,1	-	+	-	-	-	4	+К
67-66-3	Хлороформ (трихлорметан)	2В	0,008	0,0061	+	-	+	-	30	+К, М
18540-29-9	Хром +6	1	42	0,42	+	-	+	-	30	+К, М
106-89-8	Эпихлоргидрин	2А	0,0042	0,0099	+	-	-	-	8	+К
100-41-4	Этилбензол	2В	0,0039	-	+	-	-	-	17	+К
75-21-8	Этилена оксид (Эпоксидэтан)	1	0,31	0,31	+	-	-	-	6	+К
75-27-4	Бромдихлорметан	2В	0,13	0,062	-	-	+	-	30	+М
75-25-2	Бромформ	3	0,0039	0,0079	-	-	+	-	30	+М
124-48-1	Дибромхлорметан	3	0,094	0,084	-	-	+	-	30	+М
-	Нитриты	н/к	н/к	н/к	-	-	+	+	30	+М
-	Нитраты	н/к	н/к	н/к	-	-	-	+	30	+М
7439-97-6	Ртуть	н/к	н/к	н/к	-	-	-	+	30	+М
7440-38-2	Мышьяк	1	15	1,5	-	-	+	+	30	+К, М

+\*- в составе суммарных углеводородов; +\*\* - в составе взвешенных веществ; М – входит в программу мониторинга, КГ – характерно для выбросов крупного города, ВР – высокий ранг неканцерогенной опасности, А – характерно для выбросов автотранспорта; н/к- не канцероген; КР – кол-во районов, в которых вещество определено как приоритетное

В большинстве районов, в которых размещены посты мониторинга атмосферного воздуха, контролируется больше половины всех приоритетных неканцерогенных выбросов стационарных источников. В то же время, из канцерогеноопасных соединений определяется менее половины выбрасываемых промышленными предприятиями. Из приоритетных выбросов автотранспорта определяется до 60% приоритетных по влиянию на здоровье химических веществ.

В питьевой воде определяются соединения, образование которых характерно при обеззараживании воды хлорированием (хлорорганические соединения) и озонированием (формальдегид), которое осуществляется на станциях водоподготовки города Москвы, а также металлы, показатели, свидетельствующие о санитарно-техническом состоянии водопроводной сети и возможном загрязнении распределительной сети органическими веществами.

В пищевых продуктах определяются токсичные элементы (кадмий, мышьяк, ртуть, свинец, никель и др.), пестициды (ГХЦГ, ДДТ, алдрин и др.), микотоксины (афлатоксины В1, М1, патулин и др.), нитраты и нитриты во всех основных группах продуктов питания, потребление которых характерно для жителей города по данным Мосгорстата.

К основным неопределенностям этапа идентификации опасности в данном исследовании можно отнести:

- данных о величинах эмиссий химических веществ, выбрасываемых стационарными объектами. Так как источником информации о выбросах вредных факторов являются сами предприятия, то данные о количественной характеристике выбросов могут быть занижены;

- отсутствие достоверной информации о перспективах работы предприятий в будущем и, следовательно, об эмиссиях конкретных загрязнителей в случае возрастания производственных мощностей;

- ограниченность (по качеству и количеству) имеющихся результатов мониторинга окружающей среды.

### 3.3. Характеристика качества окружающей среды на основе данных мониторинга

#### Характеристика качества атмосферного воздуха

Анализ уровней загрязнения за 2011-2013 гг. показал, что на ряде территорий регистрируются превышения гигиенических нормативов.

По данным Центра, маршрутные посты которого размещены в селитебных районах города, отмечается превышение среднесуточных ПДК по диоксиду азота, взвешенным веществам, фенолу и формальдегиду (таблица 10).

Наиболее высокие медианные концентрации за 2011-2013 гг. всех веществ, превышающих гигиенические нормативы, зарегистрированы на территории ЮВАО: диоксида азота - в районе Нижегородский (2,8 ПДК<sub>сс</sub>); взвешенных веществ – в районе Лефортово (1,9 ПДК<sub>сс</sub>), фенола и формальдегида - в районе Выхино-Жулебино (2,0 ПДК<sub>сс</sub> и 1,7 ПДК<sub>сс</sub> соответственно).

Максимальные концентрации диоксида азота, взвешенных веществ, оксида углерода и фенола, превышающие гигиенические нормативы, также были зарегистрированы на территории ЮВАО в районах Выхино-Жулебино (2,3 ПДК<sub>мр</sub> диоксида азота и взвешенных веществ, 3,6 ПДК<sub>мр</sub> оксида углерода) и Лефортово (5,5 ПДК<sub>мр</sub> фенола).

Таблица 10. Концентрации химических веществ в атмосферном воздухе ЗАО, СЗАО и ЮВАО в 2011-2013 гг.

(по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве»)

Район	Наименование вещества	Кол-во измерений	Обнаружение, %	Концентрации, мг/м <sup>3</sup>			ПДК <sub>сс</sub>	ПДК <sub>мр</sub>
				Р50	Р90	макс		
<b>ЗАО</b>								
Дорогомилово	Диоксид азота	298	100	0,044	0,054	0,1	0,04	0,2
Дорогомилово	Оксид углерода	298	100	0,705	1,4	3,2	3	5
Дорогомилово	Формальдегид	298	16,8	0,005	0,011	0,014	0,01	0,05
Дорогомилово	Фенол	298	48,7	0,002	0,0044	0,016	0,003	0,01
Дорогомилово	Бензол	298	34,2	0,0005	0,005	0,03	0,1	0,3
Дорогомилово	Взвешенные вещества (TSP)	298	100	0,06	0,14	0,36	0,15	0,5
Дорогомилово	Диоксид серы	98	20,4	0,025	0,025	0,025	0,05	0,5
Кунцево	Диоксид азота	298	100	0,044	0,054	0,1	0,04	0,2
Кунцево	Оксид углерода	298	100	0,7	1,3	3	3	5
Кунцево	Формальдегид	298	19,1	0,005	0,011	0,022	0,01	0,05

Кунцево	Фенол	298	46,3	0,002	0,0043 3	0,008	0,003	0,01
Кунцево	Бензол	298	34,2	0,0005	0,005	0,017	0,1	0,3
Кунцево	Взвешенные вещества (TSP)	298	100	0,06	0,14	0,36	0,15	0,5
Кунцево	Диоксид серы	98	20,4	0,025	0,025	0,025	0,05	0,5
Очаково- Матвеевское	Диоксид азота	298	100	0,044	0,054	0,096	0,04	0,2
Очаково- Матвеевское	Оксид углерода	298	100	0,8	1,4	2,2	3	5
Очаково- Матвеевское	Формальдегид	298	24,8	0,005	0,012	0,014	0,01	0,05
Очаково- Матвеевское	Фенол	298	51,7	0,004	0,0043	0,0049	0,003	0,01
Очаково- Матвеевское	Бензол	298	32,9	0,0005	0,005	0,005	0,1	0,3
Очаково- Матвеевское	Взвешенные вещества (TSP)	298	100	0,12	0,14	0,25	0,15	0,5
Очаково- Матвеевское	Диоксид серы	98	20,4	0,025	0,025	0,025	0,05	0,5
Тропарево- Никулино	Диоксид азота	298	100	0,044	0,054	0,096	0,04	0,2
Тропарево- Никулино	Оксид углерода	298	100	0,8	1,4	2,4	3	5
Тропарево- Никулино	Формальдегид	298	26,2	0,005	0,012	0,014	0,01	0,05
Тропарево- Никулино	Фенол	298	54,4	0,004	0,0043	0,0049	0,003	0,01
Тропарево- Никулино	Бензол	298	32,9	0,0005	0,005	0,015	0,1	0,3
Тропарево- Никулино	Взвешенные вещества (TSP)	298	100	0,12	0,14	0,25	0,15	0,5
Тропарево- Никулино	Диоксид серы	98	20,4	0,025	0,025	0,025	0,05	0,5
Филевский парк	Диоксид азота	298	100	0,042	0,052	0,096	0,04	0,2
Филевский парк	Оксид углерода	298	100	0,6	1,1	2,4	3	5
Филевский парк	Формальдегид	298	12,8	0,005	0,01	0,013	0,01	0,05
Филевский парк	Фенол	298	16,1	0,002	0,004	0,0044	0,003	0,01
Филевский парк	Бензол	298	34,9	0,0005	0,005	0,0123	0,1	0,3
Филевский парк	Взвешенные вещества (TSP)	298	100	0,12	0,6	0,6	0,15	0,5
Филевский парк	Диоксид серы	98	20,4	0,025	0,025	0,025	0,05	0,5
<b>СЗАО</b>								
Митино	Диоксид азота	284	100	0,07	0,085	0,12	0,04	0,2
Митино	Оксид углерода	284	100	0,52	1,414	2,99	3	5
Митино	Формальдегид	284	100	0,005	0,005	0,005	0,01	0,05
Митино	Фенол	284	100	0,002	0,002	0,002	0,003	0,01
Митино	Бензол	284	100	0,001	0,001	0,08	0,1	0,3
Митино	Взвешенные вещества (TSP)	284	100	0,05	0,12	0,24	0,15	0,5
Митино	Диоксид серы	284	73,2	0,001	0,001	0,001	0,05	0,5

Покровское-Стрешнево	Диоксид азота	284	100	0,072	0,0996 3	0,18	0,04	0,2
Покровское-Стрешнево	Оксид углерода	284	100	0,65	1,56	3,16	3	5
Покровское-Стрешнево	Формальдегид	284	100	0,005	0,005	0,005	0,01	0,05
Покровское-Стрешнево	Фенол	284	100	0,002	0,002	0,002	0,003	0,01
Покровское-Стрешнево	Бензол	284	100	0,001	0,001	0,013	0,1	0,3
Покровское-Стрешнево	Взвешенные вещества (TSP)	284	100	0,05	0,12	0,3	0,15	0,5
Покровское-Стрешнево	Диоксид серы	284	73,2	0,001	0,001	0,001	0,05	0,5
Хорошево-Мневники	Диоксид азота	284	100	0,076	0,1041	0,2	0,04	0,2
Хорошево-Мневники	Оксид углерода	284	100	0,6	1,68	3,31	3	5
Хорошево-Мневники	Формальдегид	284	100	0,005	0,005	0,005	0,01	0,05
Хорошево-Мневники	Фенол	284	100	0,002	0,002	0,002	0,003	0,01
Хорошево-Мневники	Бензол	284	100	0,001	0,001	0,016	0,1	0,3
Хорошево-Мневники	Взвешенные вещества (TSP)	284	100	0,05	0,15	0,3	0,15	0,5
Хорошево-Мневники	Диоксид серы	284	73,2	0,001	0,001	0,001	0,05	0,5
<b>ЮВАО</b>								
Выхино-Жулебино	Диоксид азота	300	100	0,092	0,136	0,45	0,04	0,2
Выхино-Жулебино	Оксид углерода	300	100	0,78	1,543	18,2	3	5
Выхино-Жулебино	Формальдегид	300	97	0,017	0,026	0,034	0,01	0,05
Выхино-Жулебино	Фенол	300	100	0,006	0,0076 1	0,0098	0,003	0,01
Выхино-Жулебино	Бензол	300	49	0,001	0,0029	0,049	0,1	0,3
Выхино-Жулебино	Взвешенные вещества (TSP)	300	100	0,16	0,22	1,17	0,15	0,5
Капотня	Диоксид азота	286	100	0,043	0,066	0,088	0,04	0,2
Капотня	Оксид углерода	286	100	0,42	1,5	4,15	3	5
Капотня	Формальдегид	286	100	0,008	0,009	0,018	0,01	0,05
Капотня	Фенол	286	98,6	0,003	0,008	0,02	0,003	0,01
Капотня	Бензол	286	90,6	0,003	0,02	0,138	0,1	0,3
Капотня	Взвешенные вещества (TSP)	286	100	0,24	0,31	0,39	0,15	0,5
Капотня	Диоксид серы	286	100	0,035	0,053	0,074	0,05	0,5
Кузьминки	Диоксид азота	258	100	0,108	0,154	0,224	0,04	0,2
Кузьминки	Оксид углерода	258	100	0,85	1,805	8,94	3	5

Кузьминки	Формальдегид	258	92,6	0,014	0,023	0,033	0,01	0,05
Кузьминки	Фенол	258	100	0,004	0,0063	0,01	0,003	0,01
Кузьминки	Бензол	258	43,8	0,001	0,005	0,076	0,1	0,3
Кузьминки	Взвешенные вещества (TSP)	258	100	0,24	0,32	0,39	0,15	0,5
Лефортово	Диоксид азота	306	100	0,037	0,043	0,055	0,04	0,2
Лефортово	Оксид углерода	306	100	1,4	1,8	3,1	3	5
Лефортово	Формальдегид	306	100	0,005	0,005	0,005	0,01	0,05
Лефортово	Фенол	306	75,2	0,005	0,0055	0,055	0,003	0,01
Лефортово	Бензол	306	100	0,0005	0,0005	0,0005	0,1	0,3
Лефортово	Взвешенные вещества (TSP)	306	100	0,28	0,3	0,38	0,15	0,5
Люблино	Диоксид азота	192	100	0,048	0,0649	0,086	0,04	0,2
Люблино	Оксид углерода	192	100	0,49	1,088	2,59	3	5
Люблино	Формальдегид	192	100	0,008	0,01	0,012	0,01	0,05
Люблино	Фенол	192	100	0,002	0,007	0,01	0,003	0,01
Люблино	Бензол	192	94,8	0,003	0,018	0,144	0,1	0,3
Люблино	Взвешенные вещества (TSP)	192	100	0,24	0,319	0,36	0,15	0,5
Люблино	Диоксид серы	192	100	0,035	0,0529	0,069	0,05	0,5
Марьино	Диоксид азота	286	100	0,042	0,063	0,096	0,04	0,2
Марьино	Оксид углерода	286	100	0,61	2,125	4,5	3	5
Марьино	Формальдегид	286	100	0,008	0,01	0,013	0,01	0,05
Марьино	Фенол	286	100	0,003	0,0065	0,01	0,003	0,01
Марьино	Бензол	286	97,9	0,003	0,016	0,226	0,1	0,3
Марьино	Взвешенные вещества (TSP)	286	100	0,24	0,32	0,41	0,15	0,5
Марьино	Диоксид серы	286	100	0,036	0,058	0,47	0,05	0,5
Нижегородский	Диоксид азота	260	100	0,1135	0,18	0,27	0,04	0,2
Нижегородский	Оксид углерода	15	100	1,5	1,5	2,08	3	5
Нижегородский	Взвешенные вещества (TSP)	260	100	0,17	0,29	0,46	0,15	0,5

Проверка различий измеряемых концентраций химических веществ по исследуемым территориям выявила достоверное их отсутствие ( $p > 0,05$ ) между концентрациями формальдегида и фенола в СЗАО, бензола в СЗАО и ЗАО, диоксида серы в ЗАО, СЗАО и ЮВАО при достоверном их наличии ( $p < 0,05$ ) между отдельными территориями различных округов. Достоверные различия выявлены между концентрациями диоксида азота, оксида углерода и взвешенных веществ как между отдельными территориями одного округа, так и между отдельными территориями различных округов.

По данным ФГБУ «Центральное УГМС», стационарные посты которого размещены на селитебных территориях города, вблизи крупных автомобильных дорог и

промышленных предприятий, превышение среднесуточных ПДК за 2011-2013 гг. отмечено для аммиака, бенз(а)пирена, диоксида азота и формальдегида (таблица 11).

Наиболее высокие средние концентрации диоксида азота, формальдегида и бенз(а)пирена зарегистрированы на стационарных постах, расположенных вблизи крупных автомобильных дорог и (или) промышленных предприятий. Так, самые высокие среднегодовые концентрации диоксида азота зафиксированы в районах Можайский ЗАО вблизи автомагистрали и Печатники ЮВАО вблизи промышленной зоны (2,1ПДКсс); формальдегида - в районах Можайский ЗАО вблизи автомагистрали и Хорошово-Мневники СЗАО вблизи промышленной зоны (1,5ПДКсс); бенз(а)пирена - в районе Можайский ЗАО вблизи автомагистрали (1,9ПДКсс). Статистически достоверных различий между концентрациями диоксида азота и формальдегида на стационарных постах, расположенных вблизи автомобильной дороги и промышленных предприятий не выявлено.

Напротив, самые низкие средние концентрации диоксида азота (0,9ПДКсс), формальдегида (1,2ПДКсс) и бенз(а)пирена (1,6ПДКсс) зафиксированы в районе Рязанский ЮВАО в селитебной зоне, что статистически достоверно ниже, чем в других районах ЗАО, СЗАО и ЮВАО, в которых проводятся измерения.

Средние концентрации аммиака в районе Северное Тушино СЗАО в жилой зоне составили  $0,0553 \text{ мг/м}^3$ , что превышает ПДКсс в 1,4 раза.

Максимальные концентрации диоксида азота, оксида углерода, фенола, углеводородов и формальдегида, превышающие гигиенические нормативы, также были зарегистрированы на стационарных постах, расположенных вблизи крупной автомагистрали (Можайское шоссе) и промышленных зон: диоксида азота и фенола - в районе Печатники ЮВАО (2,5ПДКмр и 1,9ПДКмр соответственно); оксида углерода - в районе Хорошево-Мневники СЗАО (1,8ПДКмр) вблизи промышленных зон; формальдегида и углеводородов в районе Можайский ЗАО вблизи автомагистрали (1,8ПДКмр).

Максимальные концентрации аммиака в районе Северное Тушино в селитебной зоне превысили гигиенический норматив в 1,7 раза ( $0,3 \text{ мг/м}^3$ ).

Таблица 11. Концентрации химических веществ в атмосферном воздухе

ЗАО, СЗАО и ЮВАО в 2011-2013 гг.

(по данным ФГБУ «Центральное УГМС»)

Район	Зона размещения поста	Наименование вещества	Кол-во измерений	Средняя концентрация, мг/м <sup>3</sup>	ПДКсс
<b>ЗАО</b>					
Можайский	автомагистраль	Бенз(а)пирен	33	0,0000019	0,000001
Можайский	автомагистраль	Бензол	1363	0,0167±0,0008	0,1
Можайский	автомагистраль	Взвешенные вещества (TSP)	1578	0,0062±0,002	0,15
Можайский	автомагистраль	Диоксид азота	1578	0,0843±0,0017	0,04
Можайский	автомагистраль	Ксилол	1363	0,0091±0,00067	0,2*
Можайский	автомагистраль	Оксид углерода	1578	2,0868±0,04	3
Можайский	автомагистраль	Толуол	1363	0,022±0,0013	0,6*
Можайский	автомагистраль	Углеводороды	1363	0,8679±0,019	1,5
Можайский	автомагистраль	Формальдегид	1578	0,0148±0,00054	0,01
<b>СЗАО</b>					
Северное Тушино	жилая	Аммиак	1588	0,0553±0,003	0,04
Северное Тушино	жилая	Бензол	1065	0,0160±0,00098	0,1
Северное Тушино	жилая	Диоксид азота	1588	0,077±0,0016	0,04
Северное Тушино	жилая	Ксилол	1065	0,009±0,0008	0,2*
Северное Тушино	жилая	Оксид углерода	1587	1,5±0,03	3
Северное Тушино	жилая	Сероводород	1586	0,0005±6,5*10 <sup>-5</sup>	0,008*
Северное Тушино	жилая	Толуол	1065	0,0235±0,0019	0,6*
Северное Тушино	жилая	Углеводороды	1065	0,881±0,018	1,5
Хорошово-Мневники	промышленная	Взвешенные вещества (TSP)	936	0,007±0,003	0,15
Хорошово-Мневники	промышленная	Диоксид азота	2363	0,072±0,0013	0,04
Хорошово-Мневники	промышленная	Железо	34	0,0002	0,04
Хорошово-Мневники	промышленная	Марганец	34	0,00001	0,001
Хорошово-Мневники	промышленная	Медь	34	0,000006	0,002
Хорошово-Мневники	промышленная	Оксид углерода	2367	2,03±0,04	3
Хорошово-Мневники	промышленная	Свинец	34	0,00001	0,0003
Хорошово-Мневники	промышленная	Формальдегид	2356	0,015±0,0004	0,01
Хорошово-Мневники	промышленная	Цинк	34	0,00001	0,05
<b>ЮВАО</b>					
Рязанский	жилая	Бенз(а)пирен	33	0,0000016	0,000001
Рязанский	жилая	Взвешенные вещества (TSP)	2026	0,007±0,002	0,15
Рязанский	жилая	Диоксид азота	2036	0,037±0,0008	0,04
Рязанский	жилая	Оксид углерода	2045	1,83±0,03	3
Рязанский	жилая	Формальдегид	1420	0,0123±0,0005	0,01
Печатники	промышленная	Бенз(а)пирен	33	0,0000017	0,000001
Печатники	промышленная	Бензол	1076	0,017±0,001	0,1
Печатники	промышленная	Взвешенные вещества (TSP)	1585	0,0036±0,0017	0,15
Печатники	промышленная	Диоксид азота	2861	0,084±0,002	0,04



Печатники	промышленная	Ксилол	1076	0,009±0,0009	0,2*
Печатники	промышленная	Оксид углерода	1576	1,8±0,04	3
Печатники	промышленная	Сероводород	2861	0,0005±3,7*10 <sup>-5</sup>	0,008*
Печатники	промышленная	Толуол	1076	0,023±0,002	0,6*
Печатники	промышленная	Углеводороды	1076	0,87±0,02	1,5
Печатники	промышленная	Фенол	2824	0,0008±7,4*10 <sup>-5</sup>	0,003

Проверка различий измеряемых концентраций химических веществ по исследуемым территориям выявила достоверное их отсутствие ( $p > 0,05$ ) между концентрациями бензола, взвешенных веществ, ксилола, сероводорода, толуола и углеводородов. Различия выявлены между концентрациями диоксида азота, оксида углерода и формальдегида.

По данным ГПБУ «Мосэкомониторинг», стационарные посты которого размещены на селитебных территориях города, вблизи крупных автомагистралей и промышленных предприятий, превышение гигиенических нормативов отмечено для средних за 2011-2013 гг. концентраций диоксида азота, озона и стирола (таблица 12).

Наиболее высокие среднегодовые концентрации диоксида азота и стирола зарегистрированы в районе Дорогомилово ЗАО (1,4ПДКсс) вблизи крупной автомагистрали.

Средние концентрации озона в районах Раменки ЗАО и Марьино ЮВАО превышают ПДКсс в 1,2 раза и составляют 0,035 мг/м<sup>3</sup>.

Максимальные концентрации взвешенных веществ, диоксида серы и озона, превышающие гигиенические нормативы (2,7ПДКмр, 1,8ПДКмр и 1,7ПДКмр соответственно), зарегистрированы в районе Марьино ЮВАО и Раменки ЗАО в селитебной зоне. Превышающие ПДКмр максимальные концентрации диоксида и оксида азота, оксида углерода, фенола и сероводорода зарегистрированы вблизи крупных автомагистралей и промышленных предприятий: диоксида и оксида азота в районе Можайский ЗАО (4,1ПДКмр и 2,2 ПДКмр соответственно), фенола в районе Дорогомилово ЗАО (1,3ПДКмр); оксида углерода и сероводорода в районе Люблино ЮВАО (3,3ПДКмр и 9,8ПДКмр соответственно).

Таблица 12. Концентрации химических веществ в атмосферном воздухе  
 ЗАО, СЗАО и ЮВАО в 2011-2013 гг.  
 (по данным ГПБУ «Мосэкомониторинг»)

Район	Наименование вещества	Количество измерений	Средняя концентрация, мг/м <sup>3</sup>	ПДКсс
<b>ЗАО</b>				
Дорогомилово	Бензол	24743	0,004±1,9*10 <sup>-5</sup>	0,1
Дорогомилово	Диоксид азота	62828	0,058±0,0002	0,04
Дорогомилово	Диоксид серы	61739	0,007±8,4*10 <sup>-5</sup>	0,05
Дорогомилово	Метаксилол	3679	0,022±0,0005	0,04
Дорогомилово	Озон	60566	0,027±0,0001	0,03
Дорогомилово	Параксилол	21318	0,017±0,0001	0,3*
Дорогомилово	Стирол	18524	0,003±2,8*10 <sup>-5</sup>	0,002
Дорогомилово	Толуол	23649	0,014±9,8*10 <sup>-5</sup>	0,6*
Дорогомилово	Фенол	31290	0,002±7,0*10 <sup>-6</sup>	0,003
Дорогомилово	Формальдегид	18887	0,005±5,8*10 <sup>-5</sup>	0,003
Дорогомилово	Этилбензол	13302	0,003±2,4*10 <sup>-5</sup>	0,02*
Раменки	1,3 Бутадиен (Дивинил)	2138	0,029±0,00089	1
Раменки	Азот(II)оксид	62590	0,018±0,0002	0,06
Раменки	Взвешенные вещества (PM10)	60622	0,019±0,0001	0,04***
Раменки	Диоксид азота	66188	0,042±0,0002	0,04
Раменки	Диоксид серы	57367	0,003±3,2*10 <sup>-5</sup>	0,05
Раменки	Метаксилол	2108	0,018±0,0005	0,04
Раменки	Озон	68167	0,035±0,0002	0,03
Раменки	Оксид углерода	61917	0,351±0,002	3
Тропарево-Никулино	Углеводороды СН	40640	0,212±0,00099	-
Тропарево-Никулино	Углеводороды СНХ	40674	1,601±0,002	-
Тропарево-Никулино	Азот(II)оксид	55192	0,019±0,0003	0,06
Тропарево-Никулино	Диоксид азота	53073	0,039±0,0002	0,04
Тропарево-Никулино	Метан	40671	1,388±0,0015	50**
Тропарево-Никулино	Оксид углерода	48559	0,345±0,003	3
Можайский	Углеводороды СН	55546	0,154±0,0009	-
Можайский	Углеводороды СНХ	55446	1,526±0,002	-
Можайский	Азот(II)оксид	59158	0,023±0,0004	0,06
Можайский	Диоксид азота	60806	0,027±0,0002	0,04
Можайский	Метан	55300	1,372±0,001	50**
Можайский	Озон	31271	0,025±0,0003	0,03
Можайский	Оксид углерода	58291	0,416±0,003	3
<b>СЗАО</b>				
Северное Тушино	Углеводороды СН	14459	0,147±0,003	-
Северное Тушино	Углеводороды СНХ	13789	1,494±0,005	-
Северное Тушино	Азот(II)оксид	63790	0,016±0,0003	0,06

Северное Тушино	Диоксид азота	70419	0,036±0,0002	0,04
Северное Тушино	Метан	14182	1,364±0,003	50**
Северное Тушино	Озон	61007	0,030±0,0002	0,03
Северное Тушино	Оксид углерода	59881	0,261±0,003	3
<b>ЮВАО</b>				
Марьино	Углеводороды СН	65958	0,307±0,001	-
Марьино	Углеводороды СНХ	64931	1,605±0,002	-
Марьино	Азот(II)оксид	65088	0,018±0,0003	0,06
Марьино	Аммиак	17513	0,008±9,3*10 <sup>-5</sup>	0,04
Марьино	Взвешенные вещества (PM10)	60937	0,027±0,0002	0,04***
Марьино	Диоксид азота	67716	0,034±0,0001	0,04
Марьино	Диоксид серы	49233	0,006±0,0002	0,05
Марьино	Метан	66373	1,299±0,001	50**
Марьино	Озон	65834	0,035±0,0002	0,03
Марьино	Оксид углерода	62854	0,382±0,003	3
Марьино	Сероводород	63362	0,002±1,95*10 <sup>-5</sup>	0,008*
Люблино	Углеводороды СН	42628	0,803±0,02	-
Люблино	Углеводороды СНХ	42622	2,184±0,02	-
Люблино	Азот(II)оксид	42017	0,050±0,0007	0,06
Люблино	Диоксид азота	42593	0,040±0,0002	0,04
Люблино	Диоксид серы	21639	0,003±7,5*10 <sup>-5</sup>	0,05
Люблино	Метан	42619	1,381±0,002	50**
Люблино	Оксид углерода	42017	0,662±0,006	3
Люблино	Сероводород	37492	0,002±2,4*10 <sup>-5</sup>	0,008*
Рязанский	Углеводороды СН	38355	0,185±0,003	-
Рязанский	Углеводороды СНХ	38115	1,603±0,003	-
Рязанский	Азот(II)оксид	66493	0,027±0,0004	0,06
Рязанский	Диоксид азота	68252	0,047±0,0002	0,04
Рязанский	Диоксид серы	4435	0,004±0,0002	0,05
Рязанский	Метан	38350	1,422±0,002	50**
Рязанский	Оксид углерода	67905	0,526±0,003	3
Рязанский	Сероводород	4435	0,002±5,9*10 <sup>-5</sup>	0,008*

\* ПДК<sub>мр</sub>

\*\* ОБУВ

\*\*\*ПДК<sub>среднегодовая</sub>

Проверка различий измеряемых концентраций химических веществ по исследуемым территориям выявила достоверное их наличие ( $p < 0,05$ ) между концентрациями метана, оксида азота, взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы, метаксилола, озона, оксида углерода и сероводорода.

При сравнительном анализе значений среднегодовых концентраций соединений, измеряемых различными ведомствами, для диоксида азота отмечена достаточная

сопоставимость. Для остальных соединений обнаружены расхождения между ведомствами. Так, среднегодовые концентрации бензола и оксида углерода значительно выше на стационарных постах ФГБУ «Центральное УГМС», расположенных как в селитебных зонах, так и вблизи автомагистралей, формальдегида вблизи автомагистралей, но сопоставима в жилых районах. Среднегодовые концентрации взвешенных веществ значительно выше на маршрутных постах, чем измеренные на стационарных постах ФГБУ «Центральное УГМС». Эти расхождения могут быть связаны с использованием различных методов измерений, а также с особенностями регистрации и последующей обработки результатов измерений. Например, при обнаружении на постах ФГБУ «Центральное УГМС» концентраций взвешенных частиц менее 0,25 в протоколах исследований проставляются нулевые значения, что существенно влияет на итоговые среднесуточные и среднегодовые концентрации, занижая их.

#### **Характеристика качества питьевой воды**

Анализ содержания в питьевой воде разводящей сети ЗАО, СЗАО и ЮВАО химических веществ, контролируемых **Центром**, показал, что медианные концентрации всех соединений на всех территориях за 2011–2013 гг. не превышали гигиенических нормативов (приложение II, таблица II.1).

Максимальные концентрации железа, хлороформа и тетрахлорметана превышали ПДК на территории районов ЗАО и ЮВАО: железа на территории районов ЗАО Филевский парк и Проспект Вернадского в 1,4 и 1,7 раза соответственно; хлороформа - на территории районов Филевский парк ЗАО, Можайский ЗАО и Марьино ЮВАО на 2%, 5% и 33,3% соответственно, тетрахлорметана на территории районов ЗАО Солнцево и Филевский парк в 1,2 и 1,3 раза соответственно. Доля нестандартных проб за весь исследованный период по содержанию железа составила 4,5%, хлороформа - 2,8%, тетрахлорметана - 1,9%.

Проверка различий измеряемых концентраций химических веществ по исследуемым территориям выявила достоверное их отсутствие ( $p > 0,05$ ) между концентрациями хлороформа, на территории отдельных районов ЗАО, СЗАО и ЮВАО и достоверное их наличие ( $p < 0,05$ ) между концентрациями хлороформа на территории районов различных округов. Также установлено достоверное отсутствие различий между концентрациями алюминия и аммиака на территории отдельных районов ЗАО и

СЗАО; нитритов - на территории отдельных районов СЗАО; железа - на территории отдельных районов СЗАО и ЮВАО. При этом наблюдались достоверные отличия ( $p < 0,05$ ) между концентрациями алюминия, аммиака, железа и нитритов между отдельными районами различных округов.

По данным **ОАО «Мосводоканал»** медианные концентрации всех соединений на территории всех округов за 2011–2013 гг. не превышали гигиенических нормативов (приложение II, таблица II.1).

Максимальные концентрации алюминия превышали ПДК на 1% на территории района Люблино ЮВАО; на территории районов Нижегородский ЮВАО и Крылатское ЗАО максимальные концентрации алюминия и железа соответственно были на уровне ПДК.

Проверка различий измеряемых концентраций химических веществ по исследуемым территориям выявила достоверное их наличие ( $p < 0,05$ ) между концентрациями хлороформа на территории различных районов как внутри округа, так и между округами. Также установлено достоверное отсутствие различий между концентрациями алюминия на территории отдельных районов ЗАО, СЗАО и ЮВАО; аммиака - на территории отдельных районов ЮВАО; нитритов - на территории отдельных районов ЗАО и СЗАО.

Наиболее высокие медианные концентрации хлороформа (0,015 мг/л) определялись в районе Лефортово ЮВАО, водоснабжающегося от Восточной станции водоподготовки, получающей воду от Волжского водоисточника, что статистически значимо ( $p < 0,017$ ) превышает медианные концентрации хлороформа в районах СЗАО и ЗАО, водоснабжающихся от Москворецкого водоисточника.

При сравнительном анализе значений среднегодовых концентраций химических соединений, измеряемых различными ведомствами, сопоставимость обнаружена для алюминия, аммиака и нитритов. Среднегодовые концентрации железа, определяемые на стационарных точках контроля Центра значительно выше. Среднегодовые концентрации хлороформа, определяемые Центром и ОАО «Мосводоканал», на стационарных точках, расположенных в СЗАО сопоставимы, на территории других округов - значительно выше в точках Центра. Эти расхождения могут быть связаны с чувствительностью методов измерений, а также с местом отбора проб для хлороформа. Хлороформ отбирается ОАО «Мосводоканал» на стационарных точках контроля,

расположенных на исследованных территориях в основном в распределительных водопроводных узлах. Центр отбирает пробы непосредственно из кранов водопотребителей.

### **Характеристика качества горячей воды**

По данным **Центра**, который проводит исследования горячей воды московского водопровода, концентрации всех контролируемых химических веществ на уровне медианы за 2011-2013 гг. не превышали гигиенических нормативов (приложение II, таблица II.2).

Максимальные концентрации железа в районах ЗАО Можайский, Солнцево и Филевский парк превышали ПДК в 2,4, 2,0 и 1,9 раз соответственно. В районе СЗАО Щукино максимальные концентрации железа были на уровне ПДК - 0,32 мг/л.

Максимальные концентрации хлороформа превышали гигиенический норматив в 1,5 раза на территории района Солнцево ЗАО, на 15% в районе Можайский ЗАО и на 2% в районе Филевский парк ЗАО.

Сравнение концентраций химических веществ в холодной и горячей воде показало их достаточную сопоставимость (приложение II, таблица II.2). Только по отдельным точкам в отдельных районах исследованных территорий отмечается достоверное расхождение среднегодовых за 2011-2013 гг. концентраций. Так, концентрации хлороформа в точках, расположенных в районе Южнопортовый ЮВАО и концентрации железа в районах ЗАО Можайский и Солнцево достоверно выше в горячей воде, а концентрации аммиака в районе Южнопортовый ЮВАО достоверно выше в холодной воде.

Так как среднегодовые концентраций химических веществ в холодной и горячей воде московского водопровода практически на всех исследованных территориях достоверно не отличаются друг от друга, холодная вода в быту применяется чаще, для последующей количественной оценке риска использованы данные мониторинга холодной воды московского водопровода.

### **Характеристика качества пищевых продуктов.**

Анализ содержания химических элементов в пищевых продуктах, отобранных в торговой сети на территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО не выявил превышений ПДК по содержанию токсичных элементов (кадмий, мышьяк, ртуть, свинец), пестицидов (ГХЦГ, ДДТ, алдрин и др.), микотоксинов (афлатоксины В1, М1, патулин и др.) как в

медианных концентрациях, так и в концентрациях на уровне 90 перцентиля во всех группах исследованных продуктов питания (приложение II, таблица II.3).

Превышение ПДК выявлено по содержанию нитратов на уровне 90 перцентиля в овощах и бахчевых. Концентрации нитратов на уровне 90 перцентиля превышали ПДК в 1,4 и 1,2 раза в огурцах, отобранных на территории ЗАО и СЗАО соответственно и в 1,05 раза в кабачках, отобранной на территории ЗАО (таблица 13).

Таблица 13. Содержание нитратов в овощах и бахчевых, отобранных в торговой сети на территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО в 2011-2013 гг.

Овощи и бахчевые	Кол-во проб	Концентрации, мг/кг		ПДК
		Медиана	90-перцентиль	
<b>ЗАО</b>				
Арбузы	64	24	51,04	60
Дыни	119	71	80	90
Капуста белокачанная	7	298	354,8	500
Лук репчатый	3	63	63	80
Морковь поздняя	12	155	394,8	250
Морковь ранняя	18	135,5	185,9	400
Огурцы	12	130,5	214,5	150
Огурцы (защищенный грунт)	25	65	318	400
Перец сладкий (защищенный грунт)	6	45	62	400
Свекла	3	685	725,8	1400
Томаты	21	63	150	150
Томаты (защищенный грунт)	2	80,5	84,9	300
Кабачки	7	248	419,6	400
Листовые овощи	3	1272	1367,2	2000
<b>СЗАО</b>				
Арбузы	43	24	39,6	60
Дыни	52	52,5	62,9	90
Кабачки	5	200	240	400
Капуста белокачанная	5	250	289	500
Лук репчатый	14	32	49,4	80
Морковь поздняя	22	125	175	250
Огурцы	26	130	180	150
Свекла	14	840	956	1400
Томаты	14	95,5	127	150
Томаты (защищенный грунт)	40	56	77,9	300
Листовые овощи	9	970	1000	2000
<b>ЮВАО</b>				
Арбузы	76	36,0	52,5	60
Дыни	30	80,0	89,1	90
Кабачки	3	60	60	400
Морковь ранняя	51	136	147	400
Огурцы (защищенный грунт)	2	60	60	400
Томаты (защищенный грунт)	3	80	80	300
Листовые овощи	22	45	65	2000

Анализ уровней загрязнения нитратами овощей, реализуемых в разных административных округах показал отсутствие статистически значимых различий ( $p > 0,017$ ).

### **Итоги характеристики качества окружающей среды по данным мониторинга**

Таким образом, анализ загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания по данным мониторинга, осуществляемого различными ведомствами, позволяет сделать следующие выводы:

- в атмосферном воздухе самые высокие среднегодовые и максимальные концентрации химических веществ по данным всех ведомств зарегистрированы на постах контроля, размещенных вблизи крупных автомагистралей и промышленных объектов;

- в жилых районах города наиболее высокие среднегодовые и максимальные концентрации химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, по данным всех ведомств зарегистрированы в районах ЮВАО;

- сравнительный анализ среднегодовых концентраций химических соединений, измеряемых различными ведомствами в атмосферном воздухе в рамках мониторинга, выявил сопоставимость результатов только для одного из пяти химических веществ (диоксид азота).

- в питьевой воде среднегодовые концентрации всех химических соединений на всех исследованных территориях по данным всех ведомств не превышали гигиенических нормативов; максимальные концентрации по отдельным химическим веществам превышали ПДК как по данным Центра (для железа, хлороформа и тетрахлорметана на территории ЗАО и ЮВАО), так и по данным ОАО «Мосводоканал» (для алюминия на территории ЮВАО);

- сравнительный анализ среднегодовых концентраций химических соединений, измеряемых различными ведомствами в питьевой воде в рамках мониторинга, выявил сопоставимость результатов для трех из пяти химических веществ (алюминий, аммиак и нитриты);

- в продуктах питания среднегодовые концентрации всех контаминантов на всех исследованных территориях не превышали гигиенических нормативов; превышение ПДК выявлено по содержанию нитратов на уровне 90 перцентиля в овощах на всех исследованных территориях;



- сравнительный анализ уровней загрязнения нитратами овощей, реализуемых в разных административных округах, показал отсутствие статистически значимых различий.

#### **3.4. Обоснование выбора территорий города для количественной оценки многосредового риска**

Проведенная на территории СЗАО, ЗАО и ЮВАО характеристика качества окружающей среды по данным мониторинга показала, что мониторинг осуществляется в городе Москве различными организациями: ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» (далее Центр), ФГБУ «Центральное УГМС», ГПБУ «Мосэкомониторинг», ОАО «Мосводоканал», которые используют разные программы отбора проб, методы измерений, отличаются особенностями регистрации и последующей обработки результатов измерений, расположением постов контроля, что ведет к несопоставимости результатов контроля.

Лабораторный контроль загрязнения атмосферного воздуха на стационарных постах ФГБУ «Центральное УГМС», осуществляющего отбор проб в режиме 2-4 измерения в сутки; маршрутных постах Центра, функционирующих в режиме отбора проб 1 раз в неделю в фиксированные дни и часы, не дает объективной картины оцениваемого фактора.

В соответствии с рекомендациями ВОЗ данные мониторинга считаются достаточными для последующего анализа, если они получены при следующих условиях: для оценки среднесуточной концентрации используются данные, полученные на протяжении не менее чем 75% суток; для оценки среднесезонной и среднегодовой концентрации используются данные, полученные для, не менее, чем 75% дней одночасовой концентрации.

На автоматизированных постах ГПБУ «Мосэкомониторинг» осуществляется непрерывный контроль концентраций, что позволяет существенно повысить надежность и точность измеряемых характеристик и расширить спектр решаемых задач: осуществлять оперативное реагирование, устанавливать особенности временной изменчивости (внутригодовой, внутрисуточной, т.д.), выявлять причины повышенного уровня загрязнения.

Использование данных измерений на постах ГПБУ «Мосэкомониторинг» позволяет определять в соответствии с международными требованиями истинные

значения среднесуточных и среднегодовых концентраций.

Однако, на девяти стационарных постах ГПБУ «Мосэкомониторинг», расположенных на выбранных для исследования территориях, в 2011-2013 гг. определялось от 3 до 10 разных химических веществ, ни одно из которых не определялось одновременно на всех стационарных постах. Канцерогеноопасные соединения (бензол, формальдегид, стирол, этилбензол, 1,3-бутадиен) отбирались только на одном стационарном посту, размещенном вблизи автотрассы.

Это обстоятельство делает невозможным использование данных ГПБУ «Мосэкомониторинг» для оценки качества атмосферного воздуха на территории всех трех выбранных для исследования административных округов города Москвы. Поэтому установление экспозиционных характеристик и количественная оценка риска, в том числе при многосредовом воздействии, была проведена на примере района Марьино ЮВАО.

Район Марьино ЮВАО определен как «типичный» по организации системы контроля качества окружающей среды. В районе Марьино, также как и в большинстве районов на исследованных территориях, контролируется около 70% всех приоритетных неканцерогенных выбросов стационарных источников; из канцерогеноопасных соединений, выбрасываемых промышленными предприятиями, ни одно не подлежит контролю.

По территории района проходят крупные автотрассы с интенсивным движением автотранспорта – Люблинская ул., ул. Перерва, ул. Верхние поля и др., что характерно для большинства исследованных территорий и так же как везде на исследованных территориях контролю подлежат около 60% приоритетных выбросов автотранспорта.

Лабораторный контроль качества питьевой воды осуществляется Центром и ОАО «Мосводоканал» во всех зонах питания станций водоподготовки, в достаточном количестве исследований. Количественная оценка экспозиции проведена по данным Центра, который осуществляет контроль химических соединений, в том числе хлорорганических, во всех точках разводящей сети единообразно.

Район Марьино получает водоснабжение от Восточной (Волжский источник водоснабжения) и Западной (Москворецкий источник водоснабжения) станций водоподготовки. Смешанное водоснабжение характерно для трети исследованных территорий и 36% (более 1 200 000 человек) проживающего на них населения.

## **ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ЭКСПОЗИЦИИ И КОЛЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА МНОГОСРЕДОВОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА МАРЬИНО ЮВАО**

На основе исследований, проведенных на первом этапе и представленных в главе 3 по приоритетным веществам, установленным для района Марьино ЮВАО, проведена количественная оценка экспозиции и многосредового риска.

К приоритетным веществам, загрязняющим окружающую среду района Марьино ЮВАО отнесены 41 вещество (таблица 14)

### **4.1. Оценка экспозиции**

Оценка экспозиции является этапом оценки риска в процессе которого устанавливается количественное поступление агента в организм в результате контакта с различными объектами окружающей среды (воздух, вода, почва, продукты питания). Это измерение или определение (качественное и количественное) выраженности, частоты, продолжительности и путей воздействия химических соединений, находящихся в окружающей среде.

Наиболее важными этапами при оценке экспозиции являются:

1. Определение маршрутов воздействия;
2. Идентификация той среды, которая переносит загрязняющее вещество;
3. Определение концентраций загрязняющего вещества, времени, частоты и продолжительности воздействия;
4. Определение подвергающейся воздействию популяции.

При оценке риска здоровью населения на территории Марьино ЮВАО, обусловленного воздействием различных вредных факторов, поступающих из атмосферного воздуха, питьевой воды и с продуктами питания, необходимо было определить потенциально экспонируемое население. В настоящем исследовании была выбрана более общая и наиболее часто используемая при анализе риска оценка усредненного воздействия на всю популяцию. В качестве рецепторной точки выбран район Марьино ЮВАО.

Таблица 14. Приоритетные вещества по влиянию на здоровье населения,  
проживающего на территории района Марьино ЮВАО

Наименование веществ (41 соединение)	Выброс			Мониторинг						Причина отнесения к приоритетным веществам
	Стационарные источники		Авто- транспорт	АВ			ПВ		ПП	
	Ранг канцер	Ранг неканцер		ЦГиЭ	УГМС	МЭМ	ЦГиЭ	МВК	ЦГиЭ	
1,3-Бутадиен	13	23	+	н/п	н/п	+	н/п	н/п	н/п	+М, А
Бензол	1	9	+	+	+	+	н/п	н/п	н/п	+К, А, М
Стирол	н/в	н/в	не приоритет	н/п	н/п	+	н/п	н/п	н/п	+К, М
Формальдегид	7	18	+	+	+	+	н/п	+н/ч	н/п	+К, М, А
Азота оксид	н/к	3	+	н/п	н/п	+	н/п	н/п	н/п	+ВРН, М, А
Взвешенные вещества	н/к	7	+	+	+	+	н/п	н/п	н/п	+ВРН, М
Диоксид азота	н/к	2	+	+	+	+	н/п	н/п	н/п	+ВРН, М, А
Диоксид серы	н/к	1	+	+	+	+	н/п	н/п	н/п	+ВРН, М, А
Озон	н/к	27	н/в	н/п	н/п	+	н/п	н/п	н/п	+М
Оксид углерода	н/к	8	+	+	+	+	н/п	н/п	н/п	+ВРН, М, А
Аммиак	н/к	14	н/в	н/п	+	+	+	+	н/п	+ВРН, М
Сероводород	н/к	5	н/в	+	+	+	н/п	н/п	н/п	+ВРН, М
Ацетальдегид	5	16	+	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	+К, ВРН, А
Керосин	н/к	6	+	+*	+*	+*	н/п	н/п	н/п	+ВРН, М, А
Сажа	3	25	+	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	+К, А
Бензин	н/в	н/в	+	+*	+*	+*	н/п	н/п	н/п	+К, А
Акролеин	н/в	н/в	+	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	+А
Марганец	н/к	12	не приоритет	н/п	+	н/п	н/п	н/п	н/п	+ВРН, М
Гексан	н/к	4	не приоритет	н/п	+	н/п	н/п	н/п	н/п	+ВРН
Метан	н/к	11	не приоритет	н/п	н/п	+	н/п	н/п	н/п	+ВРН, М
Ксилол	н/к	10	не приоритет	н/п	+	н/п	н/п	н/п	н/п	+ВРН, М
Толуол	н/к	13	не приоритет	н/п	+	н/п	н/п	н/п	н/п	+ВРН, М
Тетрахлорметан	2	19	не приоритет	н/п	н/п	н/п	+	н/п	н/п	+К, М

Хром +6	4	15	не приоритет	н/п	н/п	н/п	+н/ч	+н/ч	н/п	+К
Этилбензол	6	22	не приоритет	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	+К
Бенз(а)пирен	8	20	+	н/п	+	н/п	н/п	н/п	+	+К, А, М
Никель	9	17	не приоритет	н/п	н/п	н/п	+н/ч	+н/ч	+н/ч	+К
Тетрахлорэтилен	10	24	н/в	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	+К
Нафталин	11	28	н/в	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	+К
Свинец	12	26	не приоритет	н/п	+	н/п	+	+	+	+К, М
Бромдихлорметан	н/в	н/в	н/в	н/п	н/п	н/п	+	+	н/п	+К, М
Бромформ	н/в	н/в	н/в	н/п	н/п	н/п	+	+	н/п	+М
Дибромхлорметан	н/в	н/в	н/в	н/п	н/п	н/п	+	+	н/п	+М
Хлороформ	н/в	н/в	н/в	н/п	н/п	н/п	+	+	н/п	+К, М
Железо	н/к	21	н/в	н/п	н/п	н/п	+	+	н/п	+М
Алюминий	н/в	н/в	н/в	н/п	н/п	н/п	+	+	н/п	+М
Нитриты	н/в	н/в	н/в	н/п	н/п	н/п	+	+	н/п	+М
Нитраты	н/в	н/в	н/в	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	+	+М
Кадмий	н/в	н/в	не приоритет	н/п	н/п	н/п	+н/ч	+н/ч	+	+К, М
Мышьяк	н/в	н/в	не приоритет	н/п	н/п	н/п	+н/ч	+н/ч	+	+К, М
Ртуть	н/в	н/в	н/в	н/п	н/п	н/п	н/п	н/п	+	+М

н/в – вещество не присутствует в выбросах

н/к – вещество не канцероген для человека

н/п – вещество не входит в программу мониторинга

М – мониторинг

К – канцероген для человека

А – типичный выброс автотранспорта

ВРн – высокий ранг неканцерогенной опасности

+\* - в составе суммарных углеводородов

н/ч – ниже чувствительности метода определения

Для определения дозовых нагрузок на население с учетом времени его пребывания в рецепторной точке необходимо было принять сценарий, учитывающий характеристику человеческой деятельности на исследуемой территории. В данной работе был использован стандартный сценарий для условий селитебной зоны, при котором суточная экспозиция для населения составляет 24 часа.

Формирование сценария экспозиции проводилось с учетом возможности комплексного воздействия на население в рецепторной точке из разных сред (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) и при различных путях поступления в организм (ингаляционно, накожно, перорально).

Полностью путь воздействия от источников выбросов (промышленных предприятий, идентифицированных на первом этапе оценки риска, и автотранспорта) до рецепторной точке, был оценен для атмосферных загрязнителей. Эта оценка включала: установление объемов эмиссий вредных веществ в воспринимающую среду (атмосферный воздух); анализ распространения загрязнителей с помощью моделирования рассеивания в транспортирующей среде (атмосферном воздухе) от источника эмиссий до точки воздействия; определение воздействующей среды в рецепторных точках (атмосферный воздух) и пути поступления в организм (ингаляционный).

При оценке маршрутов воздействия загрязняющих веществ с другими средами (питьевая вода, продукты питания) определить точные источники возможного загрязнения было невозможно. В связи с этим анализ присущих им маршрутов воздействия был неполным. Например, конкретный водопровод – питьевая вода - пути поступления: перорально, накожно (умывание, принятие душа/ванны), ингаляционно (испарение химических веществ). Экспозиция с питьевой водой при первых двух путях поступления является прямой, а для последнего пути поступления - косвенной.

Оценка маршрута воздействия для продуктов питания включала воздействие при пероральном поступлении.

Количественная характеристика экспозиции предусматривала оценку концентраций в выбранных точках воздействия и расчет поступления. Оценка экспозиции при ингаляционном воздействии предварительно отобранных потенциально опасных веществ осуществлялась с использованием моделирования распространения

химических веществ в атмосферном воздухе и на основании имеющихся данных динамического мониторинга.

В соответствии с выбранным сценарием воздействия расчет поступления химических веществ с водопроводной водой и продуктами питания проводился на основе анализа имеющихся данных мониторинга.

По результатам мониторинга атмосферных загрязнителей, химических веществ в водопроводной воде и продуктах питания были установлены: максимальная и минимальная концентрации химических веществ в точках воздействия; среднегодовые концентрации за трехлетний период исследования; 90-перцентили. В работе использована среднегодовая, максимальная концентрации и концентрация на уровне 90-перцентил для последующего расчета поступления. Это позволило более дифференцированно подходить к определению дозовых нагрузок на население и при расчете поступления подбирать различные значения воздействующих концентраций.

С учетом установленных воздействующих концентраций на последней стадии оценки экспозиции проводился расчет поступления химических веществ для отдельных маршрутов воздействия (расчет воздействующих доз).

Значения среднесуточных воздействующих доз были рассчитаны отдельно для всех идентифицированных маршрутов воздействия с учетом пожизненного в течение 70 лет воздействия - для канцерогенов и 30 лет - для неканцерогенных эффектов. В частности, были рассчитаны воздействующие дозы химических веществ при ингаляционном воздействии с атмосферным воздухом; при пероральном, ингаляционном и кожном поступлении - с питьевой водой и пероральном поступлении с продуктами питания.

При расчете среднесуточных доз использованы стандартные значения факторов экспозиции.

#### **4.1.1. Оценка экспозиции химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух**

##### **Результаты моделирования рассеивания химических веществ**

Моделирование рассеивания выбросов промзоны «Чагино-Капотня» базировалось на следующих исходных данных:

- данные о выбросах наиболее существенных стационарных источниках загрязнения промзоны. Эти данные были ограничены загрязнителями, отобранными на этапе идентификации опасности, согласно информации об их среднегодовом выбросе и токсичности;

- метеорологические данные;

- картографические данные: расположение источников загрязнения и районирование территории промзоны и прилегающих зон жилой застройки

При моделировании рассеивания выбросов промзоны «Чагино-Капотня» были приняты расчетные площадки, выбранные в соответствии с планировочной ситуацией, с шагом расчетной сетки 500 м, для жилых территорий – с шагом 100 м. Расчетная сетка равномерно покрывает территорию зоны производства и прилегающие к ней жилые территории. Дополнительно были выделены 100 расчетных точек, расположенные на границе санитарно-защитной зоны (рисунок 3).

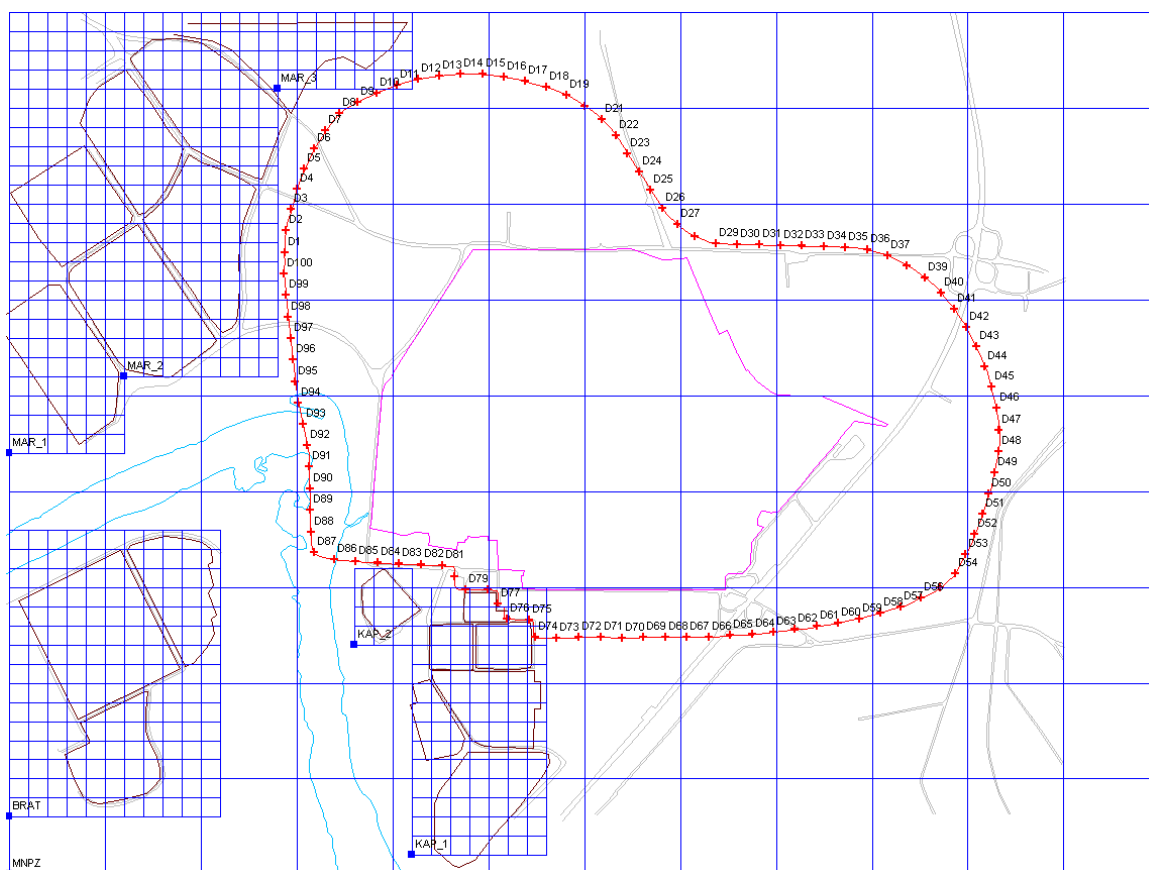


Рисунок 3. Расположение расчетных площадок для оценки экспозиции

Моделирование рассеивания загрязняющих веществ выполнялось с использованием модели AERMOD (версия 09292), являющейся рабочим инструментом АОС США. Эта модель является результатом многолетних разработок, выполненных



силами специалистов АОС США и Американского метеорологического общества. Эта модель была разработана в качестве инструмента регулирования и нормирования выбросов на основе существующих знаний и представлений о физических атмосферных процессах. Данная модель используется контрольно-регулирующими органами, природоохранными консультантами и предприятиями в разных странах мира с целью оценки воздействий выбросов в атмосферу от точечных, пространственных, линейных и объемных источников.

Для моделирования были применены почасовые метеорологические данные за 3 года наблюдений для региона предприятия, предоставленные компанией Trinity Consultants (США).

В результате моделирования получены значения 95-го перцентиля максимальных часовых концентраций и средние годовые концентрации загрязняющих веществ.

Результаты моделирования представлены в виде графических карт рассеивания и текстовых файлов, содержащих табличное представление концентраций в узлах расчетных площадок.

Для картографического представления расчетные значения относятся к середине каждой клетки. Они индицируются как вписанным в клетку текстом, так и цветовым кодом (рисунок 4). Цвет покрывает диапазон между значениями, стоящими справа и слева от него. Первый и последний цвет соответствуют значениям меньше минимального (первого) числа и больше максимального (второго) числа. Таким образом, превышения порога, установленного как максимум, отображаются красным цветом, а значения, меньшие, чем 0,1 этого порога, отображаются белым цветом или вообще не отображаются.













	0		0.1		0.2		0.3
	0.4		0.5		0.6		0.7
	0.8		0.9		1		>1

Рисунок 4. Цветовая схема цветокодирования

Среднегодовые и максимальные часовые (95 процентиль) концентрации приоритетных атмосферных загрязнителей в зоне жилой застройки представлены в приложении III, таблице III.1.

В качестве примера картографического представления информации на рисунке 5 представлены среднегодовые концентрации сероводорода в зоне влияния выбросов МНПЗ.



Рисунок 5. Среднегодовые концентрации сероводорода от выбросов МНПЗ.  $RFC = 0,002 \text{ мг/м}^3$  Цветокod: красный =  $RFC_{xpr}$ , менее  $0,1 \text{ RFC}_{xpr}$  не показано

Анализ концентраций, полученных путем моделирования рассеивания выбросов от промзоны «Чагино-Капотня» показал, что среднегодовые концентрации всех приоритетных веществ не превышают референтных уровней со значительным запасом.

Максимальные концентрации всех загрязняющих веществ также не превышают референтных концентраций.

Моделирование рассеивания выбросов от автотранспорта проведено на примере крупных автомагистралей района (Люблинской ул., ул. Перерва и др.), где отмечается высокая интенсивность движения транспорта.

При моделировании рассеивания концентраций атмосферных примесей от выбросов автотранспорта учитывалось влияние озон-лимитирующего преобразования оксидов азота в диоксид. С этой целью использовалась специальная версия программы расчета рассеивания ISC3ST - так называемая OLM-версия (ozone limiting method) ISC3\_OLM.

Расчеты выбросов загрязняющих веществ транспортными потоками на различных участках улично-дорожной сети на всей изучаемой территории выполнялись с учетом скоростного режима, интенсивности и состава потоков, экологических характеристик автотранспортных средств на 2013 г.

Для расчета как среднегодовых, так и максимума почасовых значений использовались пиковые выбросы в г/с. При расчете среднегодовых значений в роли данных по валовым выбросам за год использовались данные пиковых выбросов, умноженные на коэффициент  $\sim 0,6$  (суточные выбросы получаются из часовых умножением на коэффициент  $\sim 14$ ). Соответственно, расчеты максимальных почасовых концентраций проводились на основе выбросов в г/с, без какой-либо коррекции. Расчет производился по всем временным интервалам, для которых имелись метеоданные (как правило, каждые 3 часа) и результаты усреднялись за год или из них брался максимум.

Трассы представлены цепочкой точечных источников. Каждый источник соответствует 20 м трассы, его размер принят равным 20 м.

Система рецепторных точек, мест потенциального контакта населения с вредными факторами (точек воздействия), представляет собой сетку клеток размером 100 x 100 м, покрывающей территорию района. В центре каждой клетки находится рецепторная точка.

Для удобства представления результатов вся исследуемая территория была разбита на 15 более или менее однородных «районов». По этим «районам» производилось агрегирование расчетных концентраций и рисков, вычисленных в каждой рецепторной

точке. Для дальнейшей оценки экспозиции и риска использовалась максимальная из среднегодовых или почасовых концентраций по району исследования.

В качестве примера картографического представления информации на рисунке 6 представлены среднегодовые концентрации диоксида азота на детальной сетке вдоль трасс.

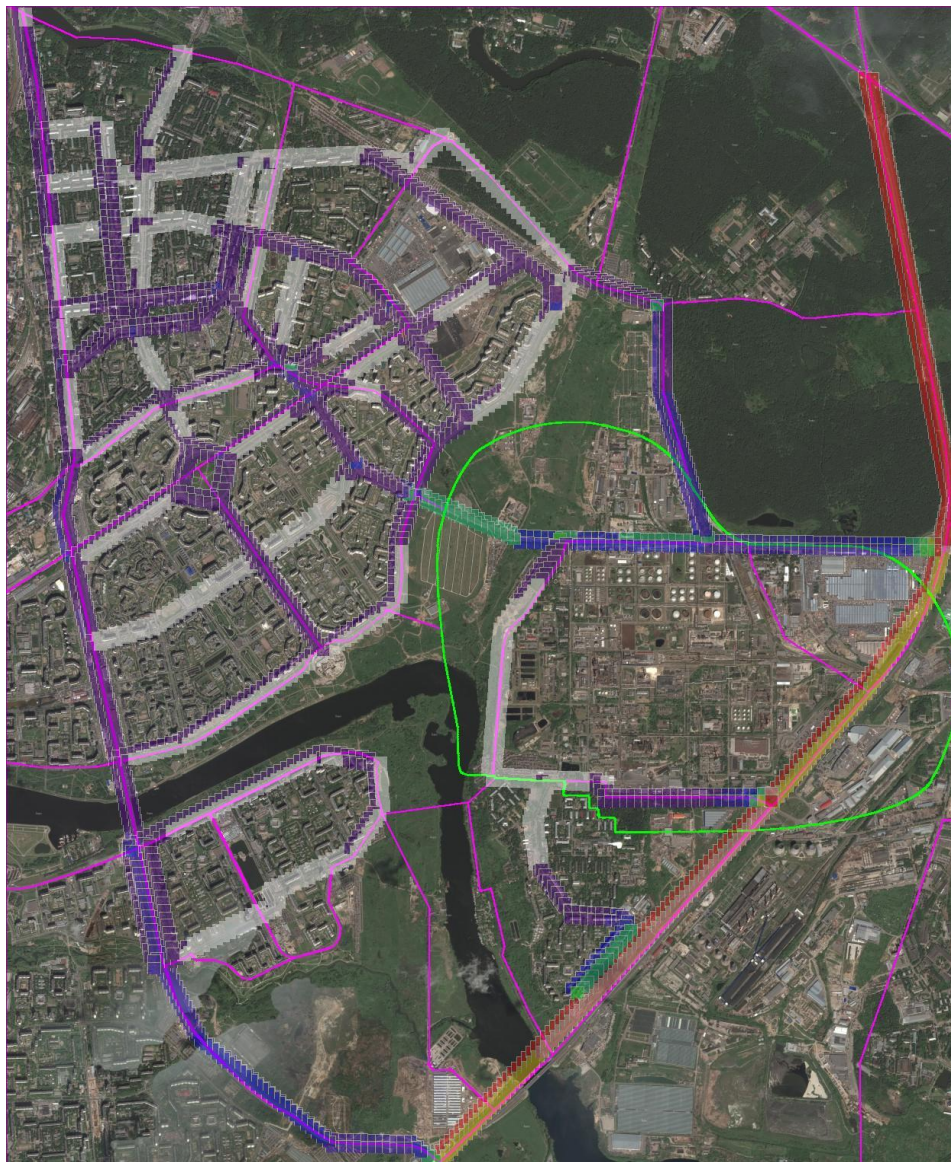


Рисунок 6. Среднегодовые концентрации диоксида азота на детальной сетке вдоль трасс. Цветокод: красный = 0,04 мг/м<sup>3</sup> = RFC<sub>хр</sub>. Значения менее 0,004 мг/м<sup>3</sup> – без заливки.

Анализ концентраций, полученных путем моделирования рассеивания выбросов от автотранспорта показал, что среднегодовые и максимальные концентрации всех приоритетных веществ на территории района Марьино не превышают референтных уровней. Преобладающим в среднегодовом исчислении загрязнителем является диоксид

азота. В некоторых точках его значения подходят к RFC<sub>хр</sub>, но не достигают ее. Так, на пересечении Верхних полей и Марьинского парка – они увеличиваются с 0,1 – 0,2 RFC<sub>хр</sub> до примерно 0,4 RFC<sub>хр</sub>. Превышения возникают вдоль МКАД, но это нежилая территория, не относящаяся к району Марьино.

### **Сравнение расчетных и мониторинговых концентраций**

В рамках настоящего исследования проведено сравнение концентраций, полученных путем моделирования рассеивания и данных мониторинга автоматической станции контроля ГПБУ «Мосэкомониторинг».

Сравнение среднегодовых концентраций проводилось по диоксиду и оксиду азота, диоксиду серы, оксиду углерода, бензолу, формальдегиду, метану и сероводороду, измеряемых на стационарном посту (таблица 15).

Таблица 15. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, полученные по данным моделирования и мониторинга, мг/м<sup>3</sup>

<b>Наименование веществ</b>	<b>Мониторинг</b>	<b>Моделирование от автотранспорта</b>	<b>Моделирование от стационарных источников</b>
Азота оксид	0,02	0,035	0,0006
Азота диоксид	0,03	0,0068	0,004
Сера диоксид	0,006	0,002	0,002
Углерод оксид	0,38	0,017	0,007
Бензол	0,003	0,002	0,001
Формальдегид	0,008	0,00085	0,00002
Метан	1,3	н/п	0,04
Сероводород	0,002	н/п	0,0004

н/п – моделирование не проводилось

Сравнение среднегодовых концентраций отдельных химических веществ, полученных путем моделирования рассеивания выбросов стационарных и мобильных источников и данных мониторинга показало превышение концентраций по данным мониторинга.

Сравнение среднегодовых концентраций отдельных химических веществ, полученных путем моделирования рассеивания выбросов автотранспорта и стационарных источников показало значительное превышение концентраций по данным моделирования рассеивания выбросов автотранспорта: вклад выбросов автотранспорта в суммарный выброс составил от 50% по диоксиду серы до 97% по формальдегиду.

С учетом установленных воздействующих среднегодовых и максимальных концентраций проведен расчет поступления (расчет воздействующих доз) приоритетных химических веществ для разных маршрутов воздействия: из различных сред (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) при различных путях поступления в организм (ингаляционно, накожно, перорально).

Расчет воздействующих доз приоритетных химических веществ для последующей оценки многосредового риска проведен на основе данных, полученных путем моделирования рассеивания выбросов стационарных и мобильных источников как отдельно, так и при их комплексном учете.

Источниками неопределенностей при оценке экспозиции в данном исследовании могут являться:

- предположения о частоте и продолжительности различных видов деятельности населения. В данном исследовании рассматривался сценарий жилой зоны, что предполагает оценку воздействия на жителей, постоянно проживающих в рассматриваемой местности, без учета их дополнительной экспозиции вредными веществами в процессе трудовой деятельности;

- применение, так называемых, стандартных значений факторов экспозиции, которые увеличивают неопределенности оценок экспозиции и риска, степень которых характеризуется на основе анализа чувствительности параметров;

#### **4.2. Характеристика риска**

Для оценки безопасных условий проживания населения и, в случае необходимости, разработки наиболее эффективных оздоровительных и природоохранных мероприятий был рассчитан риск канцерогенных и неканцерогенных эффектов при многосредовом воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, питьевую воду и продукты питания.

Анализ канцерогенного риска выполнен по среднегодовым концентрациям всех выявленных канцерогенов для отдельных маршрутов и путей поступления, а также для условий комплексного поступления химического вещества разными путями (перорально, накожно, ингаляционно) и при комбинированном воздействии нескольких химических соединений.

Анализ неканцерогенного риска проведен на основе определения суммарного индекса опасности для веществ с однонаправленным механизмом действия для хронических эффектов по среднегодовым концентрациям и для эффектов кратковременных воздействий по максимальным концентрациям.

#### **4.2.1. Характеристика риска развития канцерогенных эффектов**

##### **4.2.1.1. Канцерогенные эффекты при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух**

Канцерогенный риск рассчитан по канцерогенам, определяемым в атмосферном воздухе на постах мониторинга и на основе данных, полученных путем моделирования рассеивания выбросов стационарных и мобильных источников как отдельно, так и при их комплексном учете.

Индивидуальный канцерогенный риск в течение всей жизни рассчитан для каждого вещества и их суммы при поступлении из атмосферного воздуха для населения, проживающего в районе Марьино ЮВАО.

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск от воздействия бензола и формальдегида, которые определяются практически на всех постах мониторинга атмосферного воздуха и входят в выбросы как автотранспорта, так и промышленных предприятий, находится настораживающем уровне ( $1,2 \times 10^{-4}$ ). Формальдегид вносит основной вклад в риск развития канцерогенных эффектов (82,0%).

С учетом вклада 1,3-бутадиена, выбросы которого характерны для автотранспорта, но который измеряется на одном посту вблизи автотрассы, индивидуальный канцерогенный риск от суммы бензола, формальдегида и 1,3-бутадиена по данным мониторинга достигает верхней границы настораживающего уровня ( $9,6 \times 10^{-4}$ ). Основной вклад в риск развития канцерогенных эффектов в этом случае вносит 1,3-бутадиен (87,0%) (таблица 16).

Если учесть вклад канцерогенов, содержащихся в выбросах автотранспорта, концентрации которых получены путем моделирования рассеивания выбросов (сажа, ацетальдегид, бензин), индивидуальный канцерогенный риск составит  $1,2 \times 10^{-3}$ , что соответствует высокому уровню риска. При этом основной вклад в риск развития канцерогенных эффектов будет вносить 1,3-бутадиен (70,3%) и бензин (21,0%) (таблица 16).

Таблица 16. Канцерогенный риск в зоне влияния автотрасс

Наименование вещества	Мониторинг		Моделирование		Мониторинг+ моделирование	
	CR	Вклад	CR	Вклад	CR	Вклад
Бензол	$2,2 \times 10^{-5}$	2,3	-		$3,1 \times 10^{-5}$	2,6
Стирол	$1,5 \times 10^{-6}$	0,2	-		$1,5 \times 10^{-6}$	0,1
Формальдегид	$1,0 \times 10^{-4}$	10,5	$1,1 \times 10^{-5}$	4,1	$6,8 \times 10^{-5}$	5,8
1,3-Бутадиен	$8,3 \times 10^{-4}$	87,0	-		$8,3 \times 10^{-4}$	70,3
Сажа			$1,7 \times 10^{-6}$	0,6	$1,7 \times 10^{-6}$	0,1
Ацетальдегид			$7,0 \times 10^{-7}$	0,3	$7,0 \times 10^{-7}$	0,1
Бензин			$2,5 \times 10^{-4}$	95,0	$2,5 \times 10^{-4}$	21,0
<b>Сумма</b>	<b><math>9,6 \times 10^{-4}</math></b>	<b>-</b>	<b><math>2,6 \times 10^{-4}</math></b>	<b>-</b>	<b><math>1,2 \times 10^{-3}</math></b>	<b>-</b>

С учетом вклада канцерогенов, содержащихся в выбросах стационарных источников, концентрации которых получены путем моделирования рассеивания выбросов (четырёххлористый углерод, сажа, хром шестивалентный, ацетальдегид, этилбензол, бенз(а)пирен, никель, тетрахлорэтилен, нафталин, свинец) суммарный индивидуальный канцерогенного риска будет соответствовать настораживающему уровню риска ( $1,3 \times 10^{-4}$ ) в основном за счет концентраций формальдегида (78,7%) по данным мониторинга, что подтверждает ведущий вклад автотранспорта в выбросы загрязняющих веществ (таблица 17).

При этом, суммарный индивидуальный канцерогенный риск от воздействия всех канцерогеноопасных соединений, содержащихся в выбросах промзоны «Чагино-Капотня», по данным моделирования рассеивания выбросов составит  $1,3 \times 10^{-5}$ , что соответствует допустимому уровню риска, в основном за счет влияния бензола (59,2%) (таблица 17).

Таблица 17. Канцерогенный риск зоне влияния промзоны Чагино-Капотня (район Марьино)

Наименование вещества	Мониторинг		Моделирование		Мониторинг+ моделирование	
	CR	Вклад	CR	Вклад	CR	Вклад
Бензол	$2,2 \times 10^{-5}$	18,0	$7,8 \times 10^{-6}$	59,2	$2,2 \times 10^{-5}$	17,3
Формальдегид	$1,0 \times 10^{-4}$	82,0	$2,6 \times 10^{-7}$	2,0	$1,0 \times 10^{-4}$	78,7
Четырёххлористый углерод			$1,3 \times 10^{-6}$	9,9	$1,3 \times 10^{-6}$	1,0
Сажа			$4,5 \times 10^{-7}$	3,4	$4,5 \times 10^{-7}$	0,4
Хром+6			$1,3 \times 10^{-6}$	9,6	$1,3 \times 10^{-6}$	1,0
Ацетальдегид			$1,5 \times 10^{-8}$	0,1	$1,5 \times 10^{-8}$	0,01
Этилбензол			$5,5 \times 10^{-8}$	0,4	$5,5 \times 10^{-8}$	0,04
Бенз(а)пирен			$1,3 \times 10^{-6}$	10,2	$1,3 \times 10^{-6}$	1,1



Никель			$2,3 \times 10^{-11}$	0,0002	$2,3 \times 10^{-11}$	0,00002
Тетрахлор-этилен			$5,7 \times 10^{-9}$	0,04	$5,7 \times 10^{-9}$	0,004
Нафталин			$7,0 \times 10^{-7}$	5,3	$7,0 \times 10^{-7}$	0,5
Свинец			$1,2 \times 10^{-10}$	0,0009	$1,2 \times 10^{-10}$	0,00009
<b>Сумма</b>	<b><math>1,2 \times 10^{-4}</math></b>		<b><math>1,3 \times 10^{-5}</math></b>		<b><math>1,3 \times 10^{-4}</math></b>	

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск от воздействия всех канцерогеноопасных соединений, полученных путем как мониторинга, так и моделирования рассеивания выбросов от стационарных источников и автотранспорта соответствует высокому уровню риска ( $1,2 \times 10^{-3}$ ) в основном за счет влияния мониторируемого 1,3-бутадиена (68,2%) и бензина (20,4%), концентрации которого получены путем моделирования выбросов автотранспорта. При этом значение суммарного индивидуального канцерогенного риска от воздействия канцерогенов, концентрации которых получены только путем мониторинга ниже в 1,3 раза ( $9,6 \times 10^{-4}$  – верхняя граница настораживающего уровня риска), а от воздействия канцерогенов, концентрации которых получены путем только моделирования рассеивания ниже в 4,0 раза ( $3,2 \times 10^{-4}$  - настораживающей уровень риска) (таблица 18).

Таблица 18. Канцерогенный риск для населения района Марьино

Наименование вещества	Мониторинг	Моделирование выбросов автотранспорта и стационарных источников	Мониторинг + моделирование выбросов автотранспорта и стационарных источников	
	CR	CR	CR	Вклад
Бензол	$3,0 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-5}$	$3,0 \times 10^{-5}$	2,4
Стирол	$1,5 \times 10^{-6}$	н/п	$1,5 \times 10^{-6}$	0,1
Формальдегид	$1,0 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-4}$	8,2
1,3-Бутадиен	$8,3 \times 10^{-4}$	$3,2 \times 10^{-5}$	$8,3 \times 10^{-4}$	68,2
Сажа	н/о	$2,1 \times 10^{-6}$	$2,1 \times 10^{-6}$	0,2
Ацетальдегид	н/о	$7,1 \times 10^{-7}$	$7,1 \times 10^{-7}$	0,1
Бензин	н/о	$2,5 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	20,4
Тетрахлорметан	н/о	$1,3 \times 10^{-6}$	$1,3 \times 10^{-6}$	0,1
Хром +6	н/о	$1,3 \times 10^{-6}$	$1,3 \times 10^{-6}$	0,1
Этилбензол	н/о	$5,5 \times 10^{-8}$	$5,5 \times 10^{-8}$	0,004
Бенз(а)пирен	н/о	$1,3 \times 10^{-6}$	$1,3 \times 10^{-6}$	0,1
Никель	н/о	$2,3 \times 10^{-11}$	$2,3 \times 10^{-11}$	0,000002
Тетрахлорэтилен	н/о	$5,7 \times 10^{-9}$	$5,7 \times 10^{-9}$	0,0005
Нафталин	н/о	$7,0 \times 10^{-7}$	$7,0 \times 10^{-7}$	0,1
Свинец	н/о	$1,2 \times 10^{-10}$	$1,2 \times 10^{-10}$	0,00001
<b>Сумма</b>	<b><math>9,6 \times 10^{-4}</math></b>	<b><math>3,2 \times 10^{-4}</math></b>	<b><math>1,2 \times 10^{-3}</math></b>	<b>100</b>

Популяционный канцерогенный риск для всего населения района Марьино ЮВАО составит 304,4 дополнительных случаев онкологических заболеваний в течение 70 лет воздействия концентраций канцерогеноопасных соединений, полученных путем как мониторинга, так и моделирования рассеивания выбросов от стационарных источников и автотранспорта.

Таким образом, суммарный индивидуальный канцерогенный риск от воздействия всех канцерогеноопасных соединений, рассчитанный с использованием данных мониторинга в комплексе с данными моделирования выбросов стационарных и мобильных источников соответствует высокому уровню риска. Не определение на постах мониторинга 1,3-бутадиена и не учет типичных выбросов автотранспорта, обладающих канцерогенным действием, занижает уровень канцерогенного риска.

#### **4.2.1.2. Канцерогенные эффекты при воздействии химических веществ, загрязняющих питьевую воду**

Канцерогенный риск рассчитан по 4 канцерогенам (бромдихлорметан, свинец, четыреххлористый углерод, хлороформ), обладающим доказанным канцерогенным эффектом на здоровье человека (группы 2А, 2В МАИР) и определяемых в питьевой воде московского водопровода более чем в 5% проб в концентрациях, выше пределов обнаружения методов определения.

Индивидуальный канцерогенный риск в течение всей жизни рассчитан для каждого из этих веществ и их суммы при их поступлении из питьевой воды всеми путями (ингаляционным, пероральным, кожным) для населения, проживающего в районе Марьино ЮВАО.

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск при поступлении канцерогеноопасных веществ из питьевой воды на уровне медианных, максимальный концентраций и 90 перцентилей всеми путями (ингаляционным, пероральным, кожным) находится настораживающем уровне (таблица 19, рисунок 7).

При этом суммарный индивидуальный канцерогенный риск при комплексном поступлении хлороформа на уровне медианных, максимальный концентраций и 90 перцентилей, который рассматривается как индикатор содержания в питьевой воде продуктов хлорирования и определяется на всех территориях города в более высоких

концентрациях, чем остальные хлорорганических соединений, находится на допустимом уровне (таблица 19).

Таблица 19. Канцерогенный риск при поступлении канцерогенов с питьевой водой на уровне средней экспозиции

Путь поступления	Бромдихлор метан	Свинец	Тетрахлорметан	Хлороформ	Сумма
Перорально	$1,0 \times 10^{-6}$	$2,8 \times 10^{-6}$	$7,6 \times 10^{-7}$	$6,4 \times 10^{-7}$	$5,2 \times 10^{-6}$
Ингаляционно	$1,2 \times 10^{-5}$	0	$1,6 \times 10^{-6}$	$4,5 \times 10^{-6}$	$1,8 \times 10^{-5}$
Накожно	$7,0 \times 10^{-8}$	0	$1,9 \times 10^{-7}$	$3,3 \times 10^{-7}$	$5,8 \times 10^{-7}$
Сумма	$1,3 \times 10^{-5}$	$2,8 \times 10^{-6}$	$2,5 \times 10^{-6}$	$5,5 \times 10^{-6}$	<b><math>2,3 \times 10^{-5}</math></b>

Приоритетным путем поступления канцерогенов из питьевой воды в организм жителей города является ингаляционный (75,5% при медианных концентрациях и более 80% при максимальных концентрациях и на уровне 90 перцентиля) за счет хлорорганических соединений (100%), при этом ингаляционный путь поступления для хлорорганических соединений варьирует от 62,3% для четыреххлористого углерода до 91,4% для бромдихлорметана (рисунок 7).

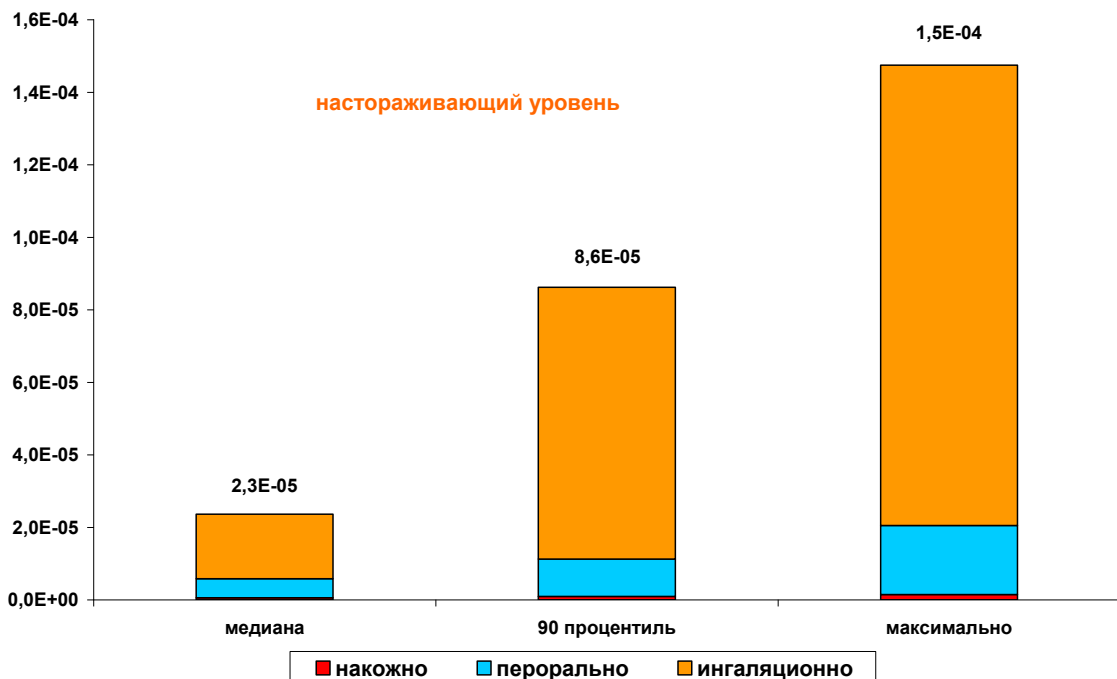


Рисунок 7. Канцерогенный риск при поступлении канцерогенов из питьевой воды

Вклад перорального пути поступления канцерогенов из питьевой воды при медиане их содержания составляет 22,0% за счет концентраций свинца (53,4%); при максимальных концентрациях и на уровне 90 перцентиля содержания – 12,5% и 11,8% соответственно за счет бромдихлорметана (более 55%).

Вклад кожного пути поступления канцерогенов из питьевой воды незначителен: 2,5% при медианных концентрациях, 1,0% при максимальных концентрациях и 1,1% при 90 процентиле содержания.

Ведущее место при комплексном поступлении канцерогенов из питьевой воды принадлежит бромдихлорметану (54,3% при медианных концентрациях (рисунок 8) и более 85% при максимальных концентрациях и на уровне 90 перцентиля содержания).

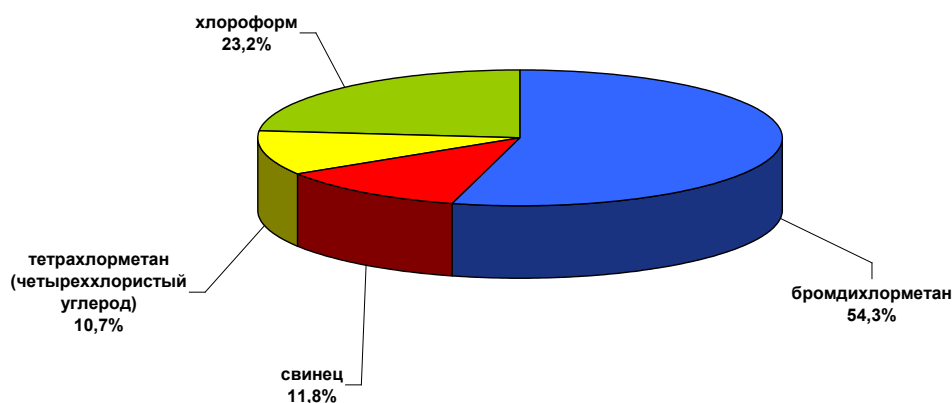


Рисунок 8. Вклад канцерогенов в уровни суммарного индивидуального канцерогенного риска (при медианных концентрациях).

Популяционный канцерогенный риск для всего населения района Марьино ЮВАО составляет 5,9 дополнительных случаев онкологических заболеваний в течение 70 лет при медиане содержания канцерогеноопасных соединений; 21,6 дополнительных случаев онкологических заболеваний в течение 70 лет при 90 перцентиле содержания канцерогеноопасных соединений и 36,9 дополнительных случаев онкологических заболеваний в течение 70 лет при максимальном содержании канцерогеноопасных соединений.

Таким образом, канцерогеноопасные соединения, содержащиеся в питьевой воде московского водопровода на уровне 0,1-0,5ПДК, при их комплексном поступлении в организм человека всеми путями создают настораживающий уровень риска, требующий постоянного мониторинга и разработки оздоровительных мероприятий.

#### 4.2.1.3. Канцерогенные эффекты при воздействии химических веществ, загрязняющих продукты питания

Канцерогенный риск рассчитан по всем канцерогенам, определяемым в продуктах питания в концентрациях выше пределов обнаружения методов определения (бенз(а)пирен, мышьяк, кадмий и свинец), содержащихся в овощах, масложировых, молочных и мясных продуктах, рыбе и фруктах, отобранных в торговой сети.

Индивидуальный канцерогенный риск в течение всей жизни рассчитан для каждого из этих веществ и их суммы для населения, проживающего в районе Марьино ЮВАО.

Расчет канцерогенного риска, при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами, выполнен на основе медианы и 90-го перцентиля содержания канцерогенов в пищевых продуктах и их среднего потребления, для определения уровня поступления контаминантов у населения в среднем и при условии потребления продуктов, содержащих химические вещества на уровне верхней границы экспозиции.

Индивидуальный канцерогенный риск при пероральном поступлении с продуктами питания канцерогенноопасных веществ на уровне медианных концентраций и 90-го перцентиля содержания находится настораживающем уровне ( $4,2 \times 10^{-4}$  и  $9,7 \times 10^{-4}$  соответственно) за счет содержания мышьяка в рыбе на уровне медианных концентраций (33,1%) и мясных продуктов на уровне 90-го перцентиля содержания (30,5%) (таблица 20).

Таблица 20. Канцерогенный риск при поступлении с продуктами питания токсичных элементов

Контаминанты	Канцерогенный риск			
	Медиана	Вклад, %	90-й перцентиль	Вклад, %
Бенз(а)пирен	$6,0 \times 10^{-6}$	1,4	$1,2 \times 10^{-5}$	1,2
Кадмий	$2,8 \times 10^{-5}$	6,7	$5,6 \times 10^{-5}$	5,8
Мышьяк (неорганическая форма)	$3,7 \times 10^{-4}$	88,5	$8,6 \times 10^{-4}$	88,7
Свинец	$1,4 \times 10^{-5}$	3,4	$4,1 \times 10^{-5}$	4,2
<b>Сумма</b>	<b><math>4,2 \times 10^{-4}</math></b>	<b>100</b>	<b><math>9,7 \times 10^{-4}</math></b>	<b>100</b>

Популяционный канцерогенный риск при поступлении канцерогенов на уровне медианных концентраций для жителей района Марьино ЮВАО составляет 104,7 дополнительных случаев рака в течение 70 лет; при поступлении на уровне 90-го перцентиля – 243,6 случаев (таблица 21).

Таблица 21. Популяционный канцерогенный риск при поступлении с продуктами питания токсичных элементов

Контаминанты	Население	Канцерогенный риск	
		Медиана	90-й процентиль
Бенз(а)пирен	250 494	1,5	3,0
Кадмий	250 494	7,0	14,1
Мышьяк	250 494	92,6	216,2
Свинец	250 494	3,5	10,3
<b>Сумма</b>	250 494	<b>104,7</b>	<b>243,6</b>

В связи с тем, что в пищевых продуктах лабораторными исследованиями не определена форма мышьяка (органическая или неорганическая) характеристика канцерогенного риска дополнительно проведена при условии, что мышьяк присутствует в пищевых продуктах в органической форме, которая не классифицируется как канцероген. В этом случае суммарный канцерогенный риск при одновременном поступлении канцерогенов с продуктами питания на уровне медианных концентраций будет находиться на допустимом уровне ( $4,8 \times 10^{-5}$ ), на уровне 90-го перцентиля - настораживающем уровне ( $1,1 \times 10^{-4}$ ). При этом суммарный канцерогенный риск будет обусловлен в основном концентрациями кадмия как на уровне медианы (58,2%), так и на уровне 90-го перцентиля (51,4%) в молочной продукции (69,2% и 69,1% соответственно).

Таким образом, канцерогенный риск, связанный с потреблением продуктов питания, варьирует от настораживающего ( $4,2 \times 10^{-4}$ ) до допустимого уровня ( $4,8 \times 10^{-5}$ ) при медиане содержания канцерогенов в зависимости от формы содержания мышьяка (органическая или неорганическая) и находится на настораживающем уровне при 90 перцентиле их содержания ( $9,7 \times 10^{-4}$  -  $1,1 \times 10^{-4}$  в зависимости от формы содержания мышьяка). Определяемые уровни канцерогенного риска в случае содержания в продуктах питания неорганической формы мышьяка, обладающей канцерогенным действием, обусловлены поступлением мышьяка на уровне средней экспозиции (88,5%) в основном с рыбными (33,1%) продуктами, на уровне верхней экспозиции (88,7%) – в основном с мясной продукцией (30,5%). В случае содержания в продуктах питания органической формы мышьяка, не обладающей канцерогенным действием, уровни канцерогенного риска обусловлены поступлением кадмия на уровне средней (58,2%) и верхней (51,4%) экспозиции с молочными продуктами (69%)

#### 4.2.1.4. Канцерогенные эффекты при многосредовом воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, питьевую воду и пищевые продукты

Анализ канцерогенных рисков, обусловленных поступлением химических веществ всеми путями (ингаляционно, перорально, наочно) одновременно из различных воздействующих сред (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) позволил установить, что ведущей средой является атмосферный воздух, вклад которого в общий суммарный канцерогенный риск составляет 73,3%. На долю продуктов питания приходится 25,2%, питьевой воды – 1,8% (таблица 22, рисунок 9).

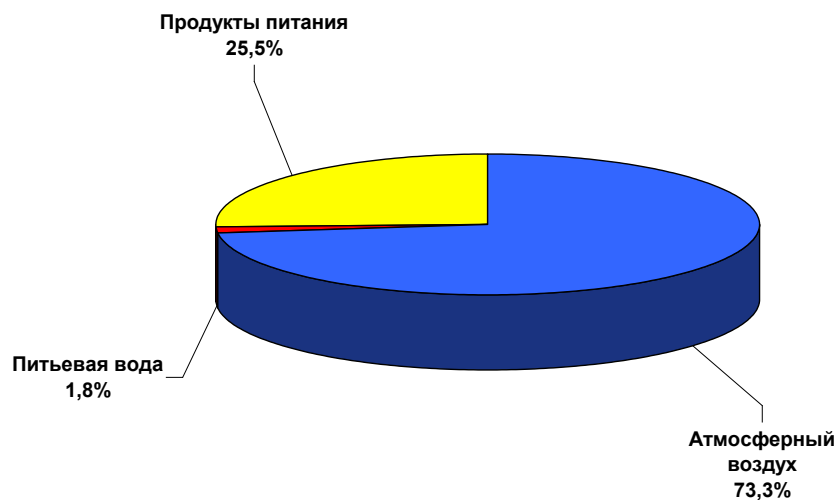


Рисунок 9. Вклад различных сред в многосредовой канцерогенный риск.

Приоритетным путем поступления веществ, обладающих канцерогенным действием, в организм является ингаляционный, вклад которого в суммарный канцерогенный риск составляет 74,4% (таблица 22). Ингаляционный канцерогенный риск формируется в основном за счет поступления 1,3-бутадиена (67,6%) и бензина (20,2%) из атмосферного воздуха. Вклад перорального пути поступления канцерогенов составляет 25,5%, за счет поступления мышьяка (87,4%) с продуктами питания; кожного - менее 1% за счет хлороформа (56,3%) из питьевой воды.

Многосредовой канцерогенный риск, рассчитанный на уровне средних концентраций канцерогенов, для всех путей поступления находится на высоком уровне ( $1,7 \times 10^{-3}$ ) (таблица 22).

Таблица 22. Многосредовой канцерогенный риск

Путь поступления	Воздействующая среда			Сумма	
	Атмосферный воздух	Питьевая вода	Продукты питания	Значение	Вклад, %
<b>Марьино ЮВАО</b>					
Ингаляционный	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-5}$	-	$1,2 \times 10^{-3}$	74,4
Пероральный	-	$5,2 \times 10^{-6}$	$4,2 \times 10^{-4}$	$4,2 \times 10^{-4}$	25,5
Накожный	-	$5,8 \times 10^{-7}$	-	$5,8 \times 10^{-7}$	0,04
<b>Сумма</b>	<b><math>1,2 \times 10^{-3}</math></b>	<b><math>2,3 \times 10^{-5}</math></b>	<b><math>4,2 \times 10^{-4}</math></b>	<b><math>1,7 \times 10^{-3}</math></b>	<b>100</b>
<b>Вклад, %</b>	<b>73,3</b>	<b>1,8</b>	<b>25,2</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

Популяционный риск, который отражает дополнительное к фоновому уровню заболеваемости число случаев злокачественных новообразований в исследуемой популяции за год, от загрязнения всех изученных сред составил 415,0 на 250 494 жителей района Марьино.

#### 4.2.2. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов

##### 4.2.2.1. Неканцерогенные эффекты при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух

Расчет неканцерогенного риска, при поступлении химических веществ ингаляционным путем из атмосферного воздуха, выполнен на основе средних и максимальных концентраций содержания приоритетных химических веществ, определенных на этапе идентификации опасности.

Определены индексы опасности для веществ, влияющих на одну систему организма.

Наибольшему риску развития неблагоприятных неканцерогенных (токсических) эффектов при хроническом и остром действии химических веществ, поступающих из атмосферного воздуха подвержены органы дыхания.

Неканцерогенный риск по хроническому и острому действию на респираторную систему по данным мониторинга соответствует высокому уровню: 21,2 и 10,9 соответственно за счет 1,3-бутадиена (68,4%) при хроническом воздействии и взвешенных веществ (49,1%) при остром воздействии.

При учете веществ, полученных путем моделирования рассеивания выбросов от стационарных источников и автотранспорта хронический и острый неканцерогенный риск практически не изменяется (22,2 и 10,9 соответственно).



Неканцерогенный риск по влиянию на систему крови проявляется только по хроническому действию: по данным мониторинга он также соответствует высокому уровню риска – 15,9 за счет 1,3-бутадиена (91,7%). Учет веществ, полученных путем моделирования рассеивания выбросов не изменяет уровней риска.

Высокий уровень неканцерогенного риска определен также по хроническому влиянию на сердечно-сосудистую (14,7) и репродуктивную системы (14,6) за счет мониторируемого 1,3-бутадиена, вклад которого в уровни риска составляет более 90%.

Настораживающий уровень неканцерогенного риска определен по хроническому действию на иммунную систему (4,0) за счет мониторируемого формальдегида (66,2%).

Индексы опасности для химических веществ, влияющих на ЦНС, почки, печень, гормональную систему, процессы развития, глаза находятся на допустимом уровне риска (таблица 23).

Таблица 23. Суммарные индексы опасности по влиянию на критические органы (системы) на уровне средней и верхней экспозиции

<b>Критические органы/системы</b>	<b>Хроническое действие</b>	<b>Острое действие</b>
Органы дыхания	22,2	10,9
Кровь	15,9	-
Сердечно-сосудистая система	14,7	-
Репродуктивная система	14,6	0,1
Иммунная система	4,0	0,1
Глаза	3,0	1,7
Процессы развития	1,5	1,7
ЦНС	0,8	0,002
Печень	0,4	-
Почки	0,4	-
Гормональная система	0,003	-

Оценка неканцерогенного риска проводилась также с учетом зависимости «доза-ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях. При анализе хронического действия  $PM_{10}$ , полученных на основании данных о качестве атмосферного воздуха, представляемых ГПБУ «Мосэкомониторинг», был проанализирован возможный прирост случаев общей смертности у всего населения изучаемой территории.

Оценка возможного ущерба здоровью населения от воздействия среднегодовых концентраций  $PM_{10}$  проводилась с применением единичных коэффициентов риска,

отражающих относительный прирост суточной смертности на каждые 10 мкг/м<sup>3</sup> возрастания концентрации частиц РМ<sub>10</sub>, установленные на основе прямого эпидемиологического исследования в городе Москве (0,47%) (Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Авалиани С.Л.).

Дополнительное число общей смертности, связанное с хроническим воздействием РМ<sub>10</sub> определено на уровне 21,2 случая смерти в год на 250 494 человек района Марьино (8,5 на 100 тыс. населения), что составляет 1,3% от показателя общей смертности без учета внешних причин.

#### 4.2.2.2. Неканцерогенные эффекты при воздействии химических веществ, загрязняющих питьевую воду

Неканцерогенный риск рассчитан по десяти химическим веществам (бромдихлорметан, бромформ, дибромхлорметан, свинец, четыреххлористый углерод, хлороформ, алюминий, аммиак, железо и нитриты), определяемым в питьевой воде Центром.

Рассчитаны коэффициенты опасности для отдельных веществ и индексы опасности при их комплексном поступлении из питьевой воды различными путями (перорально, ингаляционно и накожно) и для веществ, влияющих на одну систему организма.

Коэффициенты и индексы опасности при комплексном поступлении всех приоритетных химических веществ, рассчитанные как на уровне медианных, так и на уровне максимальных концентраций, не превышают верхнюю границу допустимого уровня (1,0) (таблица 24).

Таблица 24. Коэффициенты и индексы опасности приоритетных химических веществ при комплексном поступлении

Наименование веществ	Перорально		Ингаляционно		Накожно		Сумма	
	мед	макс	мед	макс	мед	макс	мед	макс
Бромдихлорметан	0,0019	0,019	0,012	0,12	0,0001	0,001	0,014	0,14
Бромформ	0,0007	0,0154	0,0035	0,077	0,00001	0,0003	0,0042	0,0924
Дибромхлорметан	0,0007	0,0069	0,0037	0,0363	0,00001	0,0001	0,0044	0,0431
Свинец	0,0391	0,0782	0	0	0	0	0,0391	0,0782
ЧХУ	0,0196	0,0431	0,006	0,0132	0,002	0,0044	0,0276	0,06
Хлороформ	0,024	0,024	0,047	0,047	0,005	0,0053	0,076	0,076
Железо	0,0046	0,0145	0	0	0	0	0,0046	0,0145
Алюминий	0,0015	0,003	0	0	0	0	0,0015	0,003
Аммиак	0,0087	0,0159	0,0041	0,0076	0,0018	0,0032	0,0145	0,0267
Нитриты	0,0033	0,0033	0	0	0	0	0,0033	0,0033

Нелетучие вещества (железо, алюминий, нитриты, свинец) поступают в организм человека из воды преимущественно пероральным путем (100,0%). Для летучих веществ наряду с пероральным характерен также ингаляционный и кожный путь поступления. Причем соотношения между путями поступления зависят от особенностей физико-химических свойств веществ. Так, вклад ингаляционного пути в суммарный индекс опасности для хлороформа, бромдихлорметана, бромформа и дибромхлорметана составляет от 61,4% до 85,7%, перорального – от 31,6% до 15,9%, кожного – от 7,0% до 0,7%, в то время, как для аммиака и четыреххлористого углерода вклад ингаляционного пути составляет от 28,3% до 21,7%, перорального - от 59,6% до 71,0%, кожного - от 12,1% до 7,2%.

Значения суммарных индексов опасности, рассчитанные на уровне медианных и максимальных концентраций для химических веществ, влияющих на одну систему или орган, также не превышают допустимого уровня (таблица 25).

Таблица 25. Суммарные индексы опасности по влиянию на критические органы (системы) на уровне средней и верхней экспозиции

<b>Критические органы/системы</b>	<b>Хроническое действие</b>	<b>Острое действие</b>
Органы дыхания	0,0041	0,00755
ЦНС	0,1176	0,165
Кровь	0,071	0,12
Печень	0,056	0,2
Почки	0,11	0,3
Гормональная система	0,063	0,1
Слизистые	0,00457	0,01
Кожа	0,00457	0,01
Иммунная система	0,00457	0,01
Процессы развития	0,1	0,3
Репродуктивная система	0,039	0,0782

#### **4.2.2.3. Неканцерогенные эффекты при воздействии химических веществ, загрязняющих продукты питания**

Расчет неканцерогенного риска, при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами, выполнен на основе медианы и 90-го перцентиля содержания химических веществ в пищевых продуктах и их среднего потребления, для определения уровня поступления контаминантов у населения в среднем и при условии потребления продуктов, содержащих химические вещества на уровне верхней границы экспозиции.

Кадмий, мышьяк, свинец и ртуть определялись в концентрациях, выше пределов обнаружения методов определения, в овощах, масложировых, молочных и мясных продуктах, рыбе и фруктах; бенз(а)пирен – в мясе и рыбе, нитраты – в овощах, включая картофель.

Коэффициенты опасности на уровне медианы и 90-перцентиля содержания контаминантов во всех исследованных группах пищевых продуктах не превышают 1,0, воздействие характеризуется как допустимое (таблица 26).

Таблица 26. Средняя недельная (\*суточная) доза и коэффициенты опасности приоритетных химических веществ, загрязняющих пищевые продукты

Наименование веществ	Процентиль	Марьино ЮВАО	
		экспозиция мг/кг/неделя (*сутки)	HQ
Бенз(а)пирен	медиана	*0,0000008	0,002
	90-й	*0,000002	0,003
Кадмий	медиана	0,0005	0,07
	90-й	0,001	0,1
Мышьяк	медиана	0,004	0,1
	90-й	0,004	0,3
Свинец	медиана	0,002	0,08
	90-й	0,006	0,2
Нитраты	медиана	*0,3	0,2
	90-й	*0,8	0,5
Ртуть	медиана	0,0007	0,2
	90-й	0,002	0,3

Для веществ, обладающих однонаправленным механизмом действия, рассчитаны индексы опасности, позволяющие оценить степень подверженности повреждению критических органов и систем организма.

Индексы опасности, рассчитанные как на основе медианных значений, так и на уровне 90-го перцентиля коэффициентов опасности, находятся на допустимом уровне риска (таблица 27).

Ранжирование групп пищевых продуктов по вкладу в общее значение экспозиции показало, что основной вклад в общее значение экспозиции нитратами на уровне медианных концентраций и 90-го перцентиля содержания вносят овощи и бахчевые исключая картофель (61,4% и 67,3% соответственно).

Таблица 27. Индексы опасности химических веществ однонаправленного действия, загрязняющих продукты питания

Органы-мишени	Марьино ЮВАО	
	медиана	90-й процентиль
Почки	0,2	0,5
Гормональная система	0,4	1,0
Кроветворная система	0,2	0,7
Сердечно-сосудистая система	0,3	0,8
Центральная нервная система	0,4	0,9
Нервная система	0,2	0,5
Развитие	0,09	0,2
Репродуктивная система	0,2	0,6
Иммунная система	0,3	0,6
Кожа	0,1	0,3
Желудочно-кишечный тракт	0,1	0,3

Молоко и молочные продукты вносят основной вклад в суммарную дозовую нагрузку кадмием на уровне как медианы, так и 90-го перцентиля содержания (69,2% и 69,1% соответственно).

На уровне медианы наибольший вклад в общее значение экспозиции свинцом вносит рыбная продукция (34,0%), на уровне 90-го перцентиля содержания – молоко и молочные продукты (48,6%).

Основной вклад в общее значение экспозиции ртутью на уровне как медианы, так и 90-го перцентиля содержания, вносит рыбная продукция (75,1% и 68,9% соответственно).

Основной вклад в общее значение экспозиции бенз(а)пиреном на уровне медианы содержания вносит мясная продукция (81,1%), на уровне 90-го перцентиля содержания – рыбная продукция (53,8%).

Рыбная продукция вносит основной вклад в суммарную дозовую нагрузку мышьяком на уровне медианы его содержания (33,1%); на уровне 90-го перцентиля содержания мышьяка основной вклад вносит мясная продукция (30,5%).

Таким образом, при экспозиции, соответствующей среднему рациону и как среднему, так и максимальному уровню загрязнения риск развития общетоксических эффектов у населения района Марьино ЮВАО находится на допустимом уровне.

#### 4.2.2.4. Неканцерогенные эффекты при многосредовом воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, питьевую воду и пищевые продукты

Расчет неканцерогенного риска, при поступлении химических веществ из атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания ингаляционным, пероральным и кожным путями, выполнен на основе средней и максимальной экспозиции приоритетных химических веществ, определенных на этапе идентификации опасности.

**Неканцерогенный риск на уровне средней экспозиции.** Анализ индексов опасности при многосредовом и комплексном воздействии химических веществ, влияющих на одну систему организма, на уровне средней экспозиции показал, что наибольшему риску развития неблагоприятных эффектов подвержены органы дыхания (таблица 28).

Высокий риск развития хронических неканцерогенных эффектов определен также со стороны системы крови (16,3) и репродуктивной системы (15,3); настораживающий - со стороны иммунной системы (4,5) (таблица 28, рисунок 10).

Таблица 28. Суммарные индексы опасности

по влиянию на критические органы (системы) на уровне средней экспозиции

Критические органы/ системы	Воздействующая среда			Сумма	Вклад, %		
	Атмосферный воздух	Питьевая вода	Продукты питания		АВ	ПВ	ПП
Органы дыхания	22,2	0,0041	0	22,2	99,9	0,1	0
Кровь	15,8	0,07	0,42	16,3	97,0	0,4	2,6
Репродуктивная система	14,6	0,05	0,65	15,3	95,5	0,3	4,3
Иммунная система	4,0	0,005	0,54	4,5	88,0	0,1	11,9
ЦНС	0,8	0,117	0,54	1,5	54,9	8,0	37,1
Почки	0,37	0,11	0,47	1,0	38,9	11,6	49,4
Гормональная система	0,0029	0,06	0,8	0,9	0,3	7,0	92,7
Развитие	0,24	0,11	0,2	0,6	41,9	18,5	39,7
Печень	0,38	0,099	0	0,5	79,2	20,8	0
Кожа	0	0,005	0,12	0,125	0	3,7	96,3

Ведущей средой, оказывающей неблагоприятное действие на органы дыхания, кровь, репродуктивную и иммунную системы является атмосферный воздух (более 85%). Основными химическими веществами, загрязняющими атмосферный воздух и

обуславливающими определенными уровнями риска развития хронических неканцерогенных эффектов со стороны указанных систем являются 1,3-бутадиен и формальдегид.

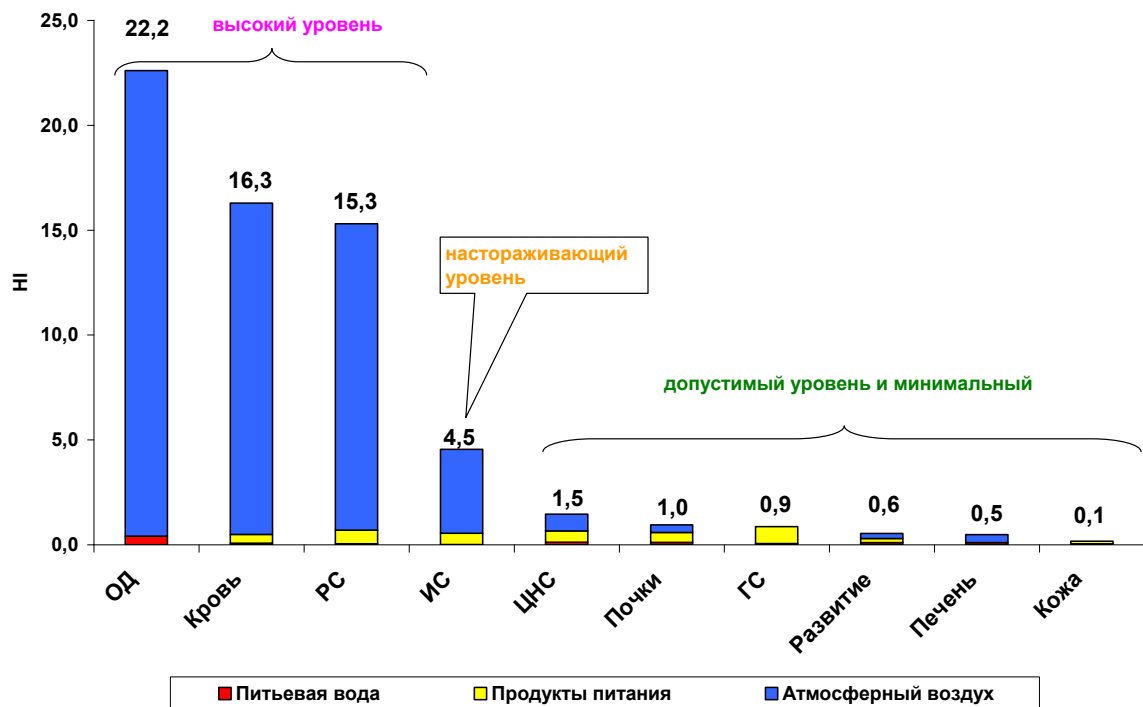


Рисунок 10. Неканцерогенный риск при хроническом воздействии приоритетных химических веществ.

Влияние на другие системы и органы (ЦНС, гормональная система, печень, почки, кожа, процессы развития) не превышает приемлемых уровней.

#### **Неканцерогенный риск на уровне верхней границы экспозиции.**

Анализ индексов опасности при многосредовом и комплексном воздействии химических веществ, влияющих на одну систему организма, на уровне верхней границы экспозиции показал, что наибольшему риску развития неблагоприятных эффектов подвержены органы дыхания (таблица 29, рисунок 11).

Ведущей средой, оказывающей неблагоприятное действие на органы дыхания является атмосферный воздух (99,9%). Основной вклад в риск развития острых неканцерогенных эффектов вносят химические вещества, загрязняющие атмосферный воздух – взвешенные вещества и диоксид серы.

Влияние на другие системы и органы (процессы развития, кровь, глаза, ЦНС, гормональная, репродуктивная, иммунная системы, печень, почки, кожа) не превышает приемлемых уровней.

Таблица 29. Суммарные индексы опасности  
по влиянию на критические органы (системы) на уровне верхней экспозиции

Критические органы/ системы	Воздействующая среда			Сумма	Вклад, %		
	Атмосферный воздух	Питьевая вода	Продукты питания		АВ	ПВ	ПП
Органы дыхания	10,99	0,0076	0	11,0	99,9	0,07	0
Развитие	1,8	0,2	0,5	2,4	74,5	6,9	18,6
Кровь	0	0,7	0,95	1,7	0	42,4	57,6
Глаза	1,7	0,008	0	1,7	99,6	0,4	0
Гормональная система	0	0,063	1,4	1,5	0	4,3	95,7
ЦНС	0,002	0,1	1,3	1,4	0,2	7,6	92,2
Репродуктивная система	0,1	0,045	1,027	1,2	8,5	3,8	87,6
Иммунная система	0,1	0,005	0,9	1,0	10,0	0,5	89,6
Почки	0	0,2	0,6	0,8	0	20,5	79,5
Кожа	0	0,0046	0,3	0,3	0	1,5	98,5
Печень	0	0,1	0	0,1	0	100	0

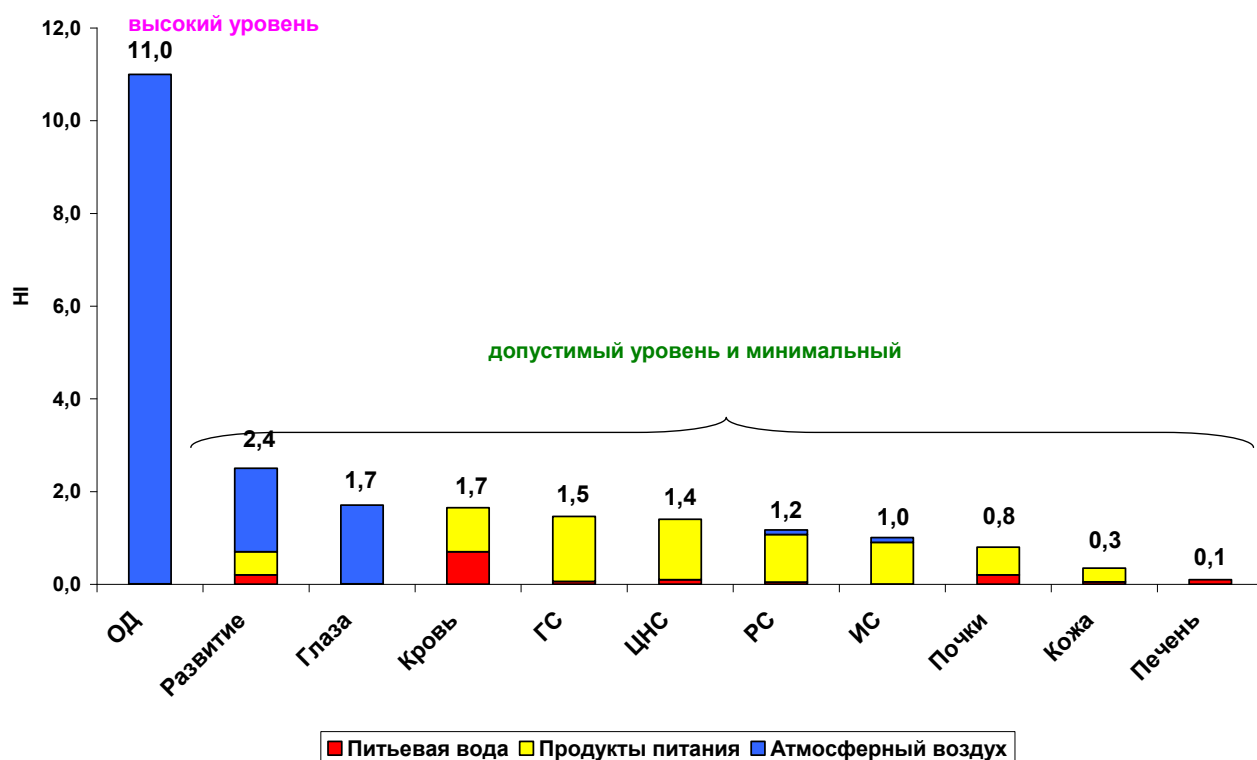


Рисунок. 11. Неканцерогенный риск при остром воздействии приоритетных химических веществ.

Как показали проведенные исследования, вклад питьевой воды и продуктов питания в многосредовой неканцерогенный риск значительно выше, чем для



канцерогенного риска, а по отдельным органам и системам организма превышает вклад атмосферного воздуха.

Так, при хроническом действии химических веществ из атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания на почки вклад продуктов питания составляет 49,4%, на кожу – 96,3%, на гормональную систему 92,7%, превышая вклад атмосферного воздуха.

Наиболее высокие доли вклада питьевой воды и продуктов питания отмечаются при остром действии химических веществ из обследованных сред: вклад химических веществ из питьевой воды при действии на печень составляет 100%, кровь – 42,4%; вклад химических веществ из продуктов питания при действии на кровь – 57,6%, гормональную, центральную нервную системы и кожу – более 90%, репродуктивную и иммунную системы – более 80%, почки – 79,5% и является ведущим.

## ГЛАВА 5. УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ

Управление риском является продолжением оценки риска и направлено на обоснование выбора наилучших в конкретной ситуации решений для его устранения или минимизации, а также динамического контроля (мониторинга) экспозиций и риска, оценки эффективности и корректировки оздоровительных мероприятий. Управление риском включает в себя принятие социальных, юридических, экономических, нормативных и политических решений на основе выводов и оценок, полученных в ходе характеристики риска.

Конечной целью управления риском для здоровья является достижение социально приемлемого уровня риска, при котором население не подвержено негативному влиянию какого-либо из источников потенциальной опасности. Приемлемый уровень риска может использоваться в качестве критерия экологической безопасности в данном конкретном районе города, области, стране. Поддержание приемлемого уровня риска означает, что негативное воздействие загрязнения окружающей среды не может быть снижено до нуля, но может быть лишь снижено до некоторого приемлемого уровня.

Важнейшей целью управления риском является выбор приоритетных мер снижения риска из всей совокупности имеющихся возможностей в рамках финансовых ограничений и ограничений во времени. Поэтому некоторое несовершенство и неопределенность методологии оценки риска может не приниматься во внимание, если существует возможность реализовать относительно легкие, дешевые и быстрые решения целого ряда проблем в области охраны здоровья и окружающей среды. Выработка плана действий по сокращению риска заключается в выборе мероприятий, дающих наибольший эффект на единицу затрат.

Результаты оценки многосредового риска, выполненные в настоящем исследовании на основе совокупности инвентаризации выбросов, моделирования рассеивания выбросов и данных мониторинга, показали, что ведущей средой в возникновении канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения при многосредовом воздействии химических факторов окружающей среды является атмосферный воздух. Приоритетным путем поступления веществ, обладающих канцерогенным и общетоксическим действием, в организм является ингаляционный, который формируется в основном за счет поступления 1,3-бутадиена и бензина из атмосферного воздуха.

Базовый уровень канцерогенного риска при поступлении канцерогенов всеми путями (ингаляционно, перорально, накожно) одновременно из различных воздействующих сред (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) определен на высоком уровне ( $1,7 \times 10^{-3}$ ), что требует разработки плана действий по оздоровлению окружающей среды, прежде всего атмосферного воздуха, как ведущей среды в формировании определенных уровней риска.

Наибольшему риску развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов как при хроническом, так и при остром действии химических веществ, поступающих всеми путями (ингаляционно, перорально, накожно) одновременно из различных воздействующих сред (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) и действующих на один критический орган или систему организма подвержены органы дыхания (22,2 и 11,0 соответственно).

Высокий риск развития хронических неканцерогенных эффектов определен также со стороны системы крови (16,3) и репродуктивной системы (15,3); настораживающий - со стороны иммунной системы (4,5).

Основной вклад в риск развития острых и хронических неканцерогенных эффектов вносят химические вещества, загрязняющие атмосферный воздух – 1,3-бутадиен и формальдегид при хроническом воздействии и взвешенные вещества и диоксид серы при остром воздействии.

Дополнительное число общей смертности, связанное с хроническим воздействием  $PM_{10}$  определено на уровне 21,2 случая смерти в год (8,5 на 100 тыс. населения), что составляет 1,3% от показателя общей смертности без учета внешних причин.

Приоритетными источниками поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух, в том числе 1,3-бутадиена, формальдегида, определен автомобильный транспорт. Дополнительно на каждой территории преобладают специфические отрасли промышленности по влиянию на здоровье населения, ведущими из которых определен топливно-энергетический комплекс.

Расчеты, проведенные для комплекса предприятий, размещенных в промзоне «Чагино-Капотня» показали, что 99% массы выбросов приоритетных по влиянию на здоровье химических веществ приходится на долю МНПЗ.

Существование источников и факторов риска, в той или иной степени влияющих на здоровье населения города, означает необходимость принятия (обоснования и исполнения) решений, которые обеспечат снижение уровней риска.

По результатам исследования определены объекты управления, цели и сценарии управления, ожидаемые эффекты, а также возможные выгоды и затраты (таблица 30).

Проведенные исследования позволили оценить необходимость, результативность и эффективность природоохранных и оздоровительных мероприятий, планируемых в городе, с позиций снижения риска для здоровья населения.

С учетом того, что по результатам проведенных исследований атмосферный воздух определен как ведущая среда в возникновении канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения предложен комплекс организационных и технических мероприятий по снижению загрязнения атмосферного воздуха с учетом установленных основных источников выбросов загрязняющих веществ (автотранспорт, предприятия топливно-энергетического комплекса):

- оптимизация скорости движения автотранспорта (увеличение пропускной способности дорог, оптимизация управления дорожным движением и т.д.);
- снижение поездок в городе на личном автотранспорте (расширение зоны платных городских паркингов и т.д.);
- ограничение движения грузового автотранспорта;
- использование в городе топлив с улучшенными экологическими характеристиками (контроль за реализацией в городе топлив с улучшенными экологическими характеристиками; оснащение муниципального автопарка автобусами с экологическими характеристиками не ниже Евро 5, поэтапное ужесточение требований к экологическим характеристикам подвижного состава операторов городских и междугородних автобусных маршрутов; стимулирование использования населением экологичных видов транспорта; развития экологичных видов транспорта);
- поддержка развития инфраструктуры автомобильных газозаправочных станций;
- снижение поступления взвешенных частиц в атмосферный воздух за счет благоустройства городских территорий (дорог, дворов, парков), повышения качества уборки дорог и городских территорий;
- увеличение поглощения загрязняющих веществ зелеными насаждениями за счет озеленительных работ, развития системы особо охраняемых природных территорий;

- внедрение технологий газоочистки на московских ТЭЦ;
- совершенствования существующей системы регулирования выбросов в условиях неблагоприятных для рассеивания загрязняющих веществ метеорологических условиях;
- развитие системы автоматизированного контроля промышленных выбросов.

Окончательно оценить результативность этих мероприятий с позиций снижения риска для здоровья населения города можно будет только после получения информации о количественном сокращении выбросов по каждому загрязнителю и источнику в зависимости от конкретного организационного и технического мероприятия и его стоимости. С учетом анализа этих данных появится возможность оценить экономическую эффективность мероприятий по снижению риска для здоровья на основе метода «затраты-эффективность», что не входило в задачи настоящей работы.

Оценка многосредового риска здоровью населения, проведенная в настоящем исследовании на примере отдельной территории города (район Марьино ЮВАО) позволила определить приоритетные химические вещества, воздействующие на население из различных сред (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания), канцерогенную и неканцерогенную нагрузку на население, ведущие факторы и источники загрязнения окружающей среды, требующие контроля.

Оценка данных динамического мониторинга окружающей среды позволила оценить систему мониторинга, проводимого на территории и предложить мероприятия по ее корректировке.

С учетом многосредового воздействия факторов окружающей среды по результатам работы разработана схема оценки многосредового риска в городе-мегаполисе для обоснования оптимальных управленческих решений по снижению уровней риска здоровью для обеспечения безопасных условий проживания населения мегаполиса, включающая характеристику пространственного распространения загрязнений, количественную оценку экспозиции с достаточной степенью детализации, характеристику канцерогенного и неканцерогенного рисков с определением долевого вклада конкретных сред, путей поступления и загрязняющих веществ в уровни многосредового канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью, с конкретными регулирующими действиями на каждом этапе оценки риска (схема).

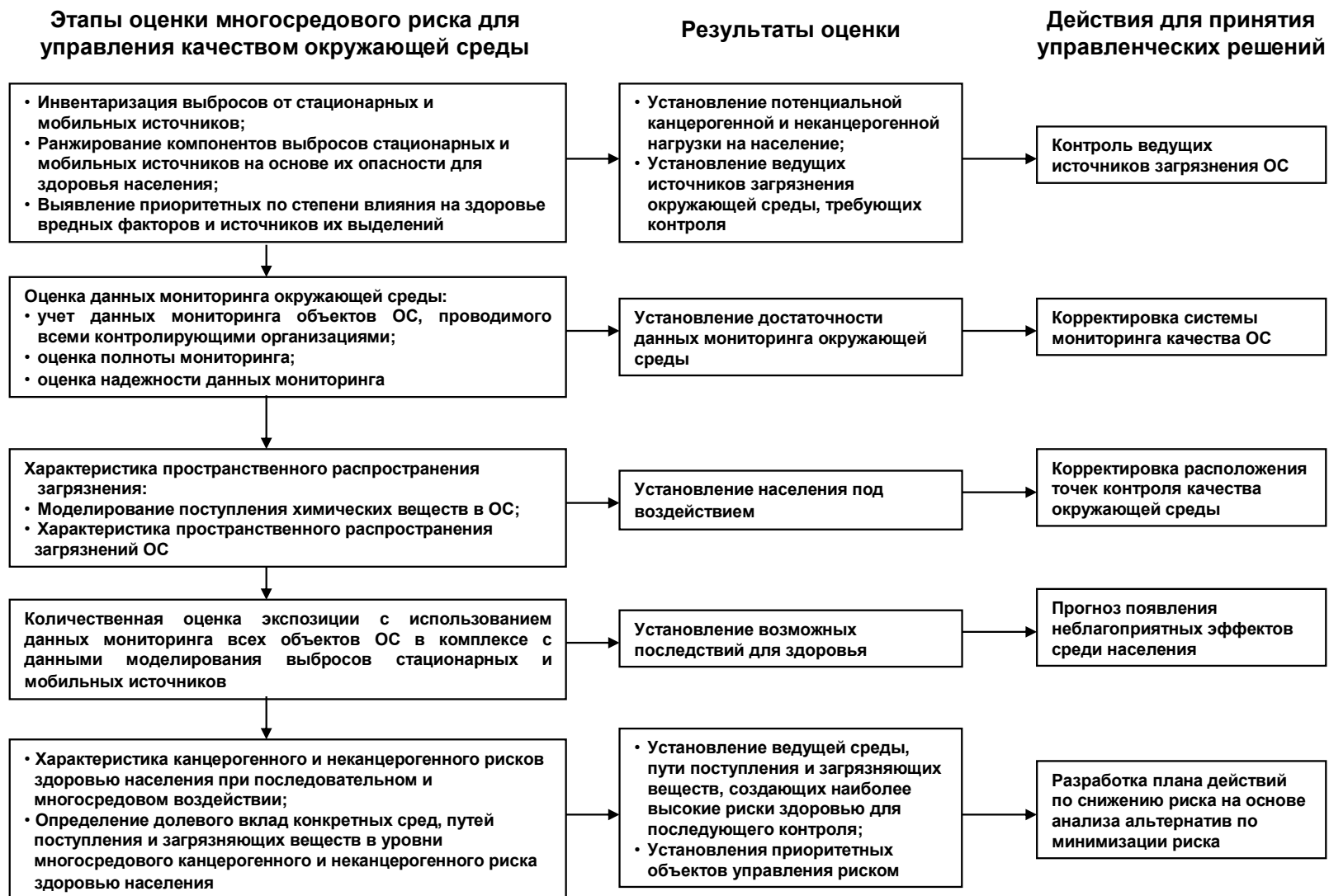
Таблица 30. Варианты применения экономических инструментов обоснования и оценки эффективности мер по управлению риском здоровью населения

Цель управления риском	Сценарии управления	Эффекты	Выгоды	Затраты	Методы оценки
<b>Объект управления - МНПЗ</b>					
Оценка природоохранной деятельности предприятия	- Реконструкция промышленного производства; - Реализация природоохранных мероприятий	- Уменьшение риска развития злокачественных новообразований; - Предотвращение случаев преждевременной смерти среди населения; - Снижение уровня заболеваемости болезнями органов дыхания	- Предотвращенный ущерб здоровью населения; - Сокращение платежей за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу	- Затраты на реализацию природоохранных мероприятий; - Затраты на реконструкцию промышленного производства с учетом рыночных механизмов «затраты-выгоды» и «затраты – эффективность»	- Оценка риска, связанного с выбросами МНПЗ - Оценка влияния состояния окружающей среды на здоровье населения на основе эпидемиологических исследований
<b>Объект управления – население, проживающее на загрязненной территории</b>					
Обеспечение бюджетного планирования реализации мероприятий по охране здоровья	Варианты обеспечения медико-профилактической и реабилитационной помощи	- Сокращение дополнительных случаев заболеваний в связи с загрязнением окружающей среды; - Уменьшение риска развития злокачественных новообразований;	- Предотвращенный ущерб здоровью населения, проживающего на загрязненных территориях	- Затраты на реализацию медико-профилактических и реабилитационных мероприятий	Определение количественных связей между уровнем загрязнения различных сред и неблагоприятными эффектами у населения (оценка многосредового риска)

**Объект управления – административные территории города**

Оценка деятельности по реализации приоритетных задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населением	Деятельность органов местного самоуправления по охране окружающей среды	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Снижение уровня заболеваемости населения;</li> <li>- Предотвращение случаев преждевременной смерти среди населения;</li> </ul>	- Предотвращенный ущерб здоровью населения	- Затраты на реализацию приоритетных задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населением	Отчеты органов местного самоуправления по выполнению приоритетных мероприятий
--	---	---	--	--	---

## Схема оценки многосредового риска в городе-мегаполисе для обоснования оптимальных управленческих решений по его снижению





## ГЛАВА 6. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Москва – один из крупнейших городов мира с населением свыше 12 млн. человек, крупнейший транспортный и промышленный город России, который оказывает огромное техногенное и антропогенное воздействие на окружающую среду и здоровье населения. Сегодня практически все жители города находятся под воздействием повышенных концентраций вредных химических веществ.

Многокомпонентность загрязнения окружающей среды города, вызывающая широкий спектр эффектов на здоровье, ставит вопрос выбора наиболее эффективных управленческих решений по минимизации риска воздействия неблагоприятных факторов среды обитания на здоровье население.

Реализация на практике профилактических мероприятий с целью обеспечения оптимальной среды обитания в крупных городах и, особенно в гигантских мегаполисах, каким является Москва, сталкивается с особенно серьезными трудностями, т.к. количество задач, которые необходимо решить для обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности населения столицы, огромно, а финансовые ресурсы для этих целей ограничены.

Поэтому разработка и реализация стратегий и технологий, позволяющих ранжировать проблемные области при многосредовом воздействии и на этой основе устанавливать приоритеты политики в области обеспечения химической безопасности населения является одной из первостепенных задач гигиенических исследований

Применение методологии оценки риска открывает широкие возможности для разработки наиболее эффективных способов управления качеством окружающей среды в интересах охраны здоровья населения. Основная задача оценки риска состоит в получении и обобщении информации о возможном влиянии факторов среды обитания человека на состояние его здоровья, необходимой и достаточной для гигиенического обоснования наиболее оптимальных управленческих решений по устранению или снижению уровней риска, оптимизации контроля (регулирования и мониторинга) уровней экспозиций и рисков.

В последние годы методология оценки риска рассматривается международными организациями (например, Всемирной организацией здравоохранения, Европейской комиссией ООН по окружающей среде, Организацией по экономическому сотрудничеству и развитию, Комиссией Евросоюза и др.) как ведущий аналитический

инструмент, используемый для разработки оптимальных и наиболее эффективных управленческих решений по регулированию риска.

В нашей стране широкие исследования с применением данной методологии стали развиваться с середины 90-х годов прошлого века, после выхода совместного Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации и Главного государственного инспектора Российской Федерации по охране природы от 10.11.1997 № 25 и № 19-0-11/530 «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации».

Однако, в последние годы на ее основе чаще всего оценивается надежность устанавливаемых санитарно-защитных зон с позиций обеспечения безопасности здоровью населения. В тоже время как данная методология может применяться в качестве ведущего инструмента управленческой деятельности (Авалиани С.Л., Новиков С.М. и др, 2014).

Сегодня отдельные положения методологии оценки риска положены в основу риск-ориентированной модели проведения контрольно-надзорной деятельности органами Роспотребнадзора, одной из основных задач которой должно являться распределение объектов санитарно-эпидемиологического надзора по категориям риска причинения вреда здоровью населения (Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., Андреева Е.Е. и др., 2017).

Исследования по оценке риска, проведенные в городе Москве за последние годы, ограничивались, в основном, изучением влияния только атмосферного воздуха (Новиков С.М., Скворцова Н.С., 2004, Авалиани С.Л., Фокин С.Г., Бобкова Т.Е., 2011, Ревич Б.А., 2012, Авалиани С.Л., Ревич Б.А., 2014). Исследования по оценке риска здоровью населения, формируемого при многосредовом комбинированном и комплексном воздействии химических факторов, проводились лишь на одной территории города – в Северном административном округе столицы (комплексное воздействие загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы) (Авалиани С.Л., Аксенова О.И. и др. 2000), а с учетом поступления химических веществ с пищевыми продуктами не проводились никогда.

В настоящем исследовании проведена оценка риска здоровью населения, формируемого при многосредовом комбинированном и комплексном воздействии

химических факторов, в частности, из атмосферного воздуха, питьевой воды и пищевых продуктов.

Демонстрация на конкретном примере района Марьино ЮВАО результатов исследования по оценке многосредового риска дала возможность наглядно показать преимущества данной методологии и обосновать систему управления качеством окружающей среды в интересах охраны здоровья населения, которая в дальнейшем может быть тиражирована на других территориях России.

Исследование проведено с использованием данных динамического мониторинга, осуществляемого органами Роспотребнадзора и другими ведомствами в рамках контроля качества окружающей среды, что позволило оценить возможность использования многоплановой информации мониторинга для обоснования оптимальных управленческих решений по регулированию риска и дать конкретные предложения по его оптимизации.

На первом этапе работы была проведена количественная оценка риска для здоровья населения от воздействия приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания. С учетом установленных базовых величин риска на втором этапе определены объекты управления, цели и сценарии управления, ожидаемые эффекты, возможные выгоды и затраты, разработана схема оценки многосредового риска в городе-мегаполисе для обоснования оптимальных управленческих решений по снижению уровней риска здоровью.

Для достижения цели исследования и решения поставленных задач анализ состояния качества окружающей среды по данным существующей системы контроля проведен на территории трех административных округов города Москвы: Западного, Северо-Западного и Юго-Восточного (далее ЗАО, СЗАО, ЮВАО), отличающихся экологической обстановкой (Кульбачевский А.О., 2014).

Первоначально, в соответствии с методологией оценки риска, определены приоритетные по влиянию на здоровье загрязняющие вещества в объектах окружающей среды (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) на выбранных для исследования территориях города Москвы.

Проведено ранжирование выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ по степени их опасности для здоровья населения от стационарных и мобильных источников и выявлены приоритетные по влиянию на здоровье загрязняющие вещества

в атмосферном воздухе по каждому из 30 районов выбранных для исследования административных округов города Москвы.

Приоритетные соединения включали все канцерогены и 90% по влиянию на здоровье всех химических неканцерогенов из заявленных выбросов.

В выбросах промышленных предприятий на исследованных территориях определены 28 химических веществ, обладающих доказанным или вероятным канцерогенным действием на человека и имеющих количественные критерии для оценки канцерогенного риска (SF<sub>i</sub>): от 19 в районе Печатники ЮВАО до 1 в районах ЗАО Фили-Давыдково и Филевский парк. В большинстве исследованных районов наиболее высокий вклад в суммарный индекс сравнительной канцерогенной опасности и первое ранговое место занимают бенз(а)пирен (50%-100%), сажа (46%-97%) и хром шестивалентный (38%-99%).

К приоритетным неканцерогенным веществам отнесено 37 химических соединений: от 20 в районе Покровское-Стрешнево СЗАО до 3 в районах Фили-Давыдково, Филевский парк и Куркино СЗАО. Во всех районах исследования в приоритетный перечень вошел диоксид азота, больше чем в половине районов – диоксид серы, оксид углерода, оксид азота, оксид железа, марганец и его соединения.

В выбросах автотранспорта в качестве приоритетных соединений отнесены 13 компонентов отработавших газов автотранспорта: диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, сажевые частицы, 1,3-бутадиен, диоксид серы, углеводороды в пересчете на бензин и керосин, формальдегид, бензол, ацетальдегид, акролеин, бенз(а)пирен.

Были определены ведущие стационарные источники загрязнения на выбранных территориях города: установлена доля вклада отдельных предприятий в суммарные выбросы от стационарных источников по каждому приоритетному загрязняющему веществу и выявлены предприятия с наибольшим вкладом в загрязнение воздуха. Установлено, что ведущими стационарными источниками загрязнения окружающей среды на исследованных территориях являются объекты теплоэнергетики. Дополнительно на каждой территории преобладают специфические отрасли промышленности по влиянию на здоровье населения.

Доля вклада отдельных предприятий в суммарные выбросы от стационарных источников по каждому загрязнителю с выявлением предприятия с наибольшим вкладом в загрязнение воздуха, определена также для промзоны «Чагино-Капотня»,

расположенной в ЮВАО и вносящей существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха округа.

Оценка данных динамического мониторинга окружающей среды, проводимого в городе Москве различными ведомствами, позволила установить, что в большинстве районов, в которых размещены посты мониторинга атмосферного воздуха, контролируется больше половины всех приоритетных неканцерогенных выбросов стационарных источников. Определяются соединения, рекомендованные ВОЗ и другими международными организациями для контроля в крупных городах, такие как диоксид азота, оксид углерода, формальдегид, бензол, диоксид серы, взвешенные вещества, в том числе РМ10 и др.

В то же время, из канцерогеноопасных соединений определяется менее половины выбрасываемых промышленными предприятиями; на территории большинства районов исследования не подлежат мониторингу соединения, вносящие основной вклад в суммарный индекс сравнительной канцерогенной опасности, такие как хром шестивалентный.

Из соединений, характерных для выбросов автотранспорта, который по данным официальной статистики вносит основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха города Москвы, определяется до 60% приоритетных по влиянию на здоровье химических веществ, включая 1,3-бутадиен, бензол, формальдегид, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы.

В питьевой воде из санитарно-химических показателей определяются соединения, образование которых характерно при обеззараживании воды хлорированием (хлорорганические соединения) и озонированием (формальдегид), которое осуществляется на станциях водоподготовки города Москвы; металлы (кадмий, никель, свинец, хром шестивалентный, мышьяк, сурьма, алюминий и др.), показатели, свидетельствующие о санитарно-техническом состоянии водопроводной сети (нитриты, железо) и возможном загрязнении распределительной сети органическими веществами (аммиак и аммонийные соли).

В пищевых продуктах определяются токсичные элементы (кадмий, мышьяк, ртуть, свинец, никель и др.), пестициды (ГХЦГ, ДДТ, алдрин и др.), микотоксины (афлатоксины В1, М1, патулин и др.), нитраты и нитриты и др. Исследования

проводятся во всех основных группах продуктов питания, потребление которых характерно для жителей города по данным Мосгорстата.

Мониторинг качества окружающей среды осуществляется в городе Москве различными организациями: ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» (далее Центр), ФГБУ «Центральное УГМС», ГПБУ «Мосэкомониторинг», ОАО «Мосводоканал», которые используют разные программы отбора проб, методы измерений, отличаются особенностями регистрации и последующей обработки результатов измерений, расположением постов контроля, что ведет к несопоставимости результатов контроля.

Лабораторный контроль загрязнения атмосферного воздуха на стационарных постах ФГБУ «Центральное УГМС», осуществляющего отбор проб в режиме 2-4 измерения в сутки; маршрутных постах Центра, функционирующих в режиме отбора проб 1 раз в неделю в фиксированные дни и часы, не дает объективной картины оцениваемого фактора.

В соответствии с рекомендациями ВОЗ данные мониторинга считаются достаточными для последующего анализа, если они получены при следующих условиях: для оценки среднесуточной концентрации используются данные, полученные на протяжении не менее чем 75% суток; для оценки среднесезонной и среднегодовой концентрации используются данные, полученные для, не менее, чем 75% дней одночасовой концентрации.

На автоматизированных постах ГПБУ «Мосэкомониторинг» осуществляется непрерывный контроль концентраций, что позволяет существенно повысить надежность и точность измеряемых характеристик и расширить спектр решаемых задач: осуществлять оперативное реагирование, устанавливать особенности временной изменчивости (внутригодовой, внутрисуточной, т.д.), выявлять причины повышенного уровня загрязнения.

Использование данных измерений на постах ГПБУ «Мосэкомониторинг» позволяет определять в соответствии с международными требованиями истинные значения среднесуточных и среднегодовых концентраций.

Однако, на девяти стационарных постах ГПБУ «Мосэкомониторинг», расположенных на выбранных для исследования территориях, в 2011-2013 гг. определялось от 3 до 10 разных химических веществ, ни одно из которых не

определялось одновременно на всех стационарных постах. Канцерогеноопасные соединения (бензол, формальдегид, стирол, этилбензол, 1,3-бутадиен) отбирались только на одном стационарном посту, размещенном вблизи автотрассы.

Это обстоятельство делает невозможным использование данных ГПБУ «Мосэкомониторинг» для оценки качества атмосферного воздуха на территории всех трех выбранных для исследования административных округов города Москвы. Поэтому установление экспозиционных характеристик и количественная оценка риска, в том числе при многосредовом воздействии, была проведена на примере района Марьино ЮВАО.

Район Марьино находится на территории ЮВАО и определен как «типичный» по организации системы контроля качества окружающей среды. В районе Марьино, также как и в большинстве районов на исследованных территориях, контролируется около 70% всех приоритетных неканцерогенных выбросов стационарных источников; из канцерогеноопасных соединений, выбрасываемых промышленными предприятиями, ни одно не подлежит контролю.

По территории района проходят крупные автотрассы с интенсивным движением автотранспорта – Люблинская ул., ул. Перерва, ул. Верхние поля и др., что характерно для большинства исследованных территорий и так же как везде на исследованных территориях контролю подлежат около 60% приоритетных выбросов автотранспорта.

Лабораторный контроль качества питьевой воды осуществляется Центром и ОАО «Мосводоканал» во всех зонах питания станций водоподготовки, в достаточном количестве исследований. Количественная оценка экспозиции проведена по данным Центра, который осуществляет контроль хлорорганических соединений во всех точках разводящей сети единообразно.

Район Марьино находится в зоне питания Восточной и Западной станций водоподготовки, получающих воду от двух разных источников водоснабжения города – Москворецкого и Волжского. Смешанное водоснабжение характерно для трети исследованных территорий и 36% (более 1 200 000 человек) проживающего на них населения.

В качестве рецепторной точки для количественной оценки экспозиции выбрана вся территория района Марьино.

Формирование сценария экспозиции проводилось с учетом возможности комплексного воздействия на население из разных сред (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) и при различных путях поступления в организм (ингаляционно, накожно, перорально).

В связи с тем, что данные мониторинга не в полной мере отражают канцерогенную и неканцерогенную нагрузку на населения, для оценки экспозиции проведено моделирование рассеивания выбросов.

Моделирование рассеивания выбросов для количественной оценки экспозиции при ингаляционном воздействии приоритетных химических веществ от стационарных источников проведено на примере промзоны «Чагино-Капотня», от автотранспорта на примере крупных автомагистралей района (Люблинской ул., ул. Перерва и др.).

Проведено сравнение среднегодовых концентраций отдельных химических веществ, полученных путем моделирования рассеивания и данных мониторинга, которое показало превышение концентраций по данным мониторинга.

Сравнение среднегодовых концентраций отдельных химических веществ, полученных путем моделирования рассеивания выбросов стационарных и мобильных источников и данных мониторинга показало превышение концентраций по данным мониторинга.

Сравнение среднегодовых концентраций отдельных химических веществ, полученных путем моделирования рассеивания выбросов автотранспорта и стационарных источников показало значительное превышение концентраций по данным моделирования рассеивания выбросов автотранспорта: вклад выбросов автотранспорта в суммарный выброс составил от 50% по диоксиду серы до 97% по формальдегиду и ацетальдегиду.

Количественная оценка экспозиции проведена с использованием данных мониторинга в комплексе с данными моделирования выбросов стационарных и мобильных источников.

С учетом установленных уровней воздействия были рассчитаны следующие характеристики риска:

- канцерогенные риски для индивидуальных веществ (индивидуальный и популяционный риск в течение всей жизни);
- суммарный канцерогенный риск для суммы веществ;



- канцерогенный риск для отдельных маршрутов воздействия;
- канцерогенный риск для всех маршрутов воздействия;
- коэффициенты хронической опасности и острого действия для отдельных веществ;
- индексы хронической и острой опасности для совокупности веществ, в том числе по путям поступления;
- суммарные индексы опасности для веществ с одинаковым типом вредного действия и (или) одинаковыми критическими органами и системами;
- индексы опасности неканцерогенных эффектов для всех маршрутов воздействия;
- риск дополнительных случаев смерти от воздействия  $PM_{10}$ .

Результаты проведенной работы показали, что суммарный индивидуальный канцерогенный риск от воздействия всех канцерогеноопасных соединений, полученных путем как мониторинга, так и моделирования рассеивания выбросов от стационарных источников и автотранспорта соответствует высокому уровню риска ( $1,2 \times 10^{-3}$ ) в основном за счет влияния мониторируемого 1,3-бутадиена (68,2%) и бензина (20,4%), концентрации которого получены путем моделирования выбросов автотранспорта. При этом значение суммарного индивидуального канцерогенного риска от воздействия канцерогенов, концентрации которых получены только путем мониторинга ниже в 1,3 раза ( $9,6 \times 10^{-4}$  – верхняя граница настораживающего уровня риска), а от воздействия канцерогенов, концентрации которых получены путем только моделирования рассеивания ниже в 4,0 раза ( $3,2 \times 10^{-4}$  - настораживающей уровень риска)

Неканцерогенный риск при остром воздействии приоритетных химических веществ из атмосферного воздуха на высоком уровне (НІ 10,9) определен по влиянию на органы дыхания за счет концентраций взвешенных веществ (49,1%), полученных путем мониторинга.

При хроническом воздействии высокий уровень неканцерогенного риска определен по влиянию на органы дыхания (НІ 22,2), кровь (НІ 16,9), сердечно-сосудистую (НІ 14,7), репродуктивную (НІ 14,6) системы за счет концентраций 1,3-бутадиена, полученных путем мониторинга; на настораживающем уровне - на иммунную систему (НІ 4,0) за счет мониторируемого формальдегида.

Значения канцерогенного риска здоровью населения при комплексном воздействии канцерогеноопасных веществ из питьевой воды с учетом всех путей их поступления в

организм (ингаляционно, перорально, накожно) находятся настораживающем уровне как при медиане их содержания ( $2,3 \times 10^{-5}$ ), так и на уровне максимальных концентраций ( $1,4 \times 10^{-4}$ ) и 90 перцентиля содержания ( $8,6 \times 10^{-5}$ ).

Приоритетным путем поступления канцерогенов из питьевой воды в организм жителей города является ингаляционный (75,5% при медианных концентрациях и более 80% при максимальных концентрациях и на уровне 90 перцентиля) за счет хлорорганических соединений (100%).

Ведущее место при комплексном поступлении канцерогенов из питьевой воды принадлежит бромдихлорметану (54,3% при медианных концентрациях и более 85% при максимальных концентрациях и на уровне 90 перцентиля содержания).

При этом суммарный индивидуальный канцерогенный риск при комплексном поступлении хлороформа на уровне медианных, максимальных концентраций и 90 перцентиля, который рассматривается как индикатор содержания в питьевой воде продуктов хлорирования и определяется на всех территориях города в более высоких концентрациях, чем остальные хлорорганических соединения, находится на допустимом уровне.

Коэффициенты и индексы опасности при комплексном поступлении всех приоритетных химических веществ из питьевой воды, рассчитанные как на уровне медианных, так и на уровне максимальных концентраций, не превышают верхнюю границу допустимого уровня (1,0).

Канцерогенный риск, связанный с потреблением продуктов питания, варьирует от настораживающего ( $4,2 \times 10^{-4}$ ) до допустимого уровня ( $4,8 \times 10^{-5}$ ) при медиане содержания канцерогенов в зависимости от формы содержания мышьяка (органическая или неорганическая) и находится на настораживающем уровне при 90 перцентиле их содержания ( $9,7 \times 10^{-4}$  -  $1,1 \times 10^{-4}$  в зависимости от формы содержания мышьяка).

Определяемые уровни канцерогенного риска в случае содержания в продуктах питания неорганической формы мышьяка, обладающей канцерогенным действием, обусловлены поступлением мышьяка на уровне средней экспозиции (88,5%) в основном с рыбными (33,1%) продуктами, на уровне верхней экспозиции (88,7%) – в основном с мясной продукцией (30,5%). В случае содержания в продуктах питания органической формы мышьяка, не обладающей канцерогенным действием, уровни канцерогенного

риска обусловлены поступлением кадмия на уровне средней (58,2%) и верхней (51,4%) экспозиции с молочными продуктами (69%).

Неканцерогенный риск при экспозиции, соответствующей среднему рациону и как среднему, так и максимальному уровню загрязнения продуктов питания, находится на допустимом уровне.

Следует отметить, что в городе Москве население потребляет в основном импортные продукты питания, выращенные и производимые в других регионах РФ, странах ближнего и дальнего зарубежья, поэтому риск, связанный с потреблением пищевых продуктов, может рассматриваться только как дополнительная химическая нагрузка, не связанная или связанная в самой минимальной степени с экологической составляющей города.

Ведущей средой при поступлении канцерогенов всеми путями (ингаляционно, перорально, кожно) одновременно из различных воздействующих сред (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) является атмосферный воздух, вклад которого в общий суммарный канцерогенный риск составляет 73,3%. На долю продуктов питания приходится 25,2%, питьевой воды – 1,8%.

Приоритетным путем поступления веществ, обладающих канцерогенным действием, в организм является ингаляционный, вклад которого в суммарный канцерогенный риск составляет 74,4%. Ингаляционный канцерогенный риск формируется в основном за счет поступления 1,3-бутадиена (67,6%) и бензина (20,2%) из атмосферного воздуха. Вклад перорального пути поступления канцерогенов составляет 25,5%, за счет поступления мышьяка (87,4%) с продуктами питания; кожного - менее 1% за счет хлороформа (56,3%) из питьевой воды.

Многосредовой канцерогенный риск, рассчитанный на уровне средних концентраций канцерогенов, для всех путей поступления находится на высоком уровне ( $1,7 \times 10^{-3}$ ).

Популяционный риск, который отражает дополнительное к фоновому уровню заболеваемости число случаев злокачественных новообразований в исследуемой популяции за 70 лет, от загрязнения всех изученных сред составляет 425,8 на 250 494 жителей района Марьино или 6 случаев за год.

Наибольшему риску развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов как при хроническом, так и при остром действии химических веществ, поступающих всеми

путями (ингаляционно, перорально, накожно) одновременно из различных воздействующих сред (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) и действующих на один критический орган (систему организма) подвержены органы дыхания (22,2 и 11,0 соответственно).

Высокий риск развития хронических неканцерогенных эффектов определен также со стороны системы крови (16,3) и репродуктивной системы (15,3); настораживающий - со стороны иммунной системы (4,5).

Ведущей средой, оказывающей неблагоприятное действие на органы дыхания, кровь, репродуктивную и иммунную системы является атмосферный воздух (более 85%). Основными химическими веществами, загрязняющими атмосферный воздух и обуславливающими определенные уровни риска развития острых и хронических неканцерогенных эффектов со стороны указанных систем являются 1,3-бутадиен и формальдегид при хроническом воздействии; взвешенные вещества и диоксид серы при остром воздействии.

Влияние на другие системы и органы (ЦНС, гормональная система, печень, почки, кожа, процессы развития) не превышает приемлемых уровней.

В то же время, проведенные исследования показали, что вклад химических веществ из питьевой воды и продуктов питания в многосредовой неканцерогенный риск значительно выше, чем для канцерогенного риска, а по отдельным органам и системам организма превышает вклад атмосферного воздуха.

Так, при хроническом действии химических веществ из атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания на почки вклад продуктов питания составляет 49,4%, на гормональную систему 92,7%.

Наиболее высокие доли вклада питьевой воды и продуктов питания отмечаются при остром действии химических веществ из обследованных сред: вклад химических веществ из питьевой воды при действии на печень составляет 100%, кровь – 42,4%; из продуктов питания при действии на кровь – 57,6%, гормональную, центральную нервную системы и кожу – более 90%, репродуктивную и иммунную системы – более 80%, почки – 79,5%.

Установленные доли вклада различных сред в уровни многосредового неканцерогенного риска свидетельствуют, что необходим детальный учет всех приоритетных веществ во всех средах и подтверждают необходимость проведения

многосредовой оценки риска для принятия оптимальных управленческих решений по снижению уровней риска.

Аналогичные результаты при многосредовой оценке риска развития общетоксических эффектов были получены во многих городах нашей страны. Атмосферный воздух оказался приоритетной воздействующей средой в городах Новокузнецке, Омске, Оренбурге, Череповце, Новокуйбышевске, Самаре.

Аналогичные результаты получены при изучение комплексного воздействия загрязнения атмосферного воздуха, обусловленного выбросами как стационарных источников, так и автотранспорта, и питьевой воды на территориях Северного административного округа (САО) столицы (Авалиани С.Л. и др., 2000).

Ведущей средой, обуславливающей канцерогенный риск, в САО был атмосферный воздух, вклад которого в суммарный уровень риска составлял от 80% (район «Дмитровский») до 96,5% (район «Беговой»). В районе «Беговой» индивидуальный канцерогенный риск от атмосферных загрязнений достигал  $2,49 \cdot 10^{-3}$  и практически полностью был обусловлен выбросами автотранспорта. В других районах вклад автотранспорта в уровни канцерогенного риска составлял не менее 60%.

При этом, основными загрязнителями, обуславливающими канцерогенный риск от промышленных предприятий, оказались хром VI и формальдегид, а от автотранспорта – бензол, 1,3-бутадиен и формальдегид.

Неканцерогенный риск от атмосферных загрязнений, в основном, формировался за счет воздействия формальдегида, бензола, а также такого распространенного загрязнителя как диоксид азота. Кроме того существенный вклад в уровни неканцерогенного риска вносил акролеин, за счет выброса этого вещества автотранспортом.

Оценка неканцерогенного риска проводилась также с учетом зависимости «доза-ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях.

Оценка возможного ущерба здоровью населения от воздействия среднегодовых концентраций  $PM_{10}$  проводилась с применением единичных коэффициентов риска, отражающих относительный прирост суточной смертности на каждые  $10 \text{ мкг/м}^3$  возрастания концентрации частиц  $PM_{10}$ , установленные на основе прямого эпидемиологического исследования в городе Москве (0,47%) (Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Авалиани С.Л.).

Полученные в Москве единичные коэффициенты риска для  $PM_{10}$  практически совпадают с зарубежными данными и осредненными показателями ВОЗ (ВОЗ, 2001). Так, полученные на основе мета-анализа в 29 городах Европы и 20 городах США коэффициенты для суточной смертности от  $PM_{10}$  составили соответственно – 0,62% и 0,46% на каждые 10  $мкг/м^3$  (Katsouyanni et al, 2001; Samet et al, 2000). Аналогичные показатели, установленные в 29 городах за пределами Западной Европы и Северной Америки, составили 0,5% (Cohen et al, 2004). Такой же единичный коэффициент риска (0,49%) получен в городах Азии.

Дополнительное число общей смертности, связанное с хроническим воздействием  $PM_{10}$  определено на уровне 21,2 случая смерти в год (8,5 на 100 тыс. населения), что составляет 1,3% от показателя общей смертности без учета внешних причин. Прирост случаев смерти на уровне 3% рекомендован ВОЗ в качестве норматива по среднегодовым концентрациям (Air Quality Guidelines. Global Update. WHO. 2005).

Таким образом, проведение количественной оценки многосредового риска здоровью населения, позволило установить приоритетные по влиянию на здоровье населения среды, пути поступления и загрязняющие вещества.

На втором этапе исследования с учетом установленных базовых величин риска определены объекты управления, цели и сценарии управления, ожидаемые эффекты, а также возможные выгоды и затраты. Предложен комплекс организационных и технических мероприятий по снижению загрязнения атмосферного воздуха, как ведущей среды в многосредовом риске здоровью населения.

С учетом многосредового воздействия факторов окружающей среды по результатам работы разработана схема оценки многосредового риска в городе-мегаполисе для обоснования оптимальных управленческих решений по снижению уровней риска здоровью для обеспечения безопасных условий проживания населения мегаполиса (схема).

В целом, из результатов проведенной работы следует, что для разработки первостепенных и долгосрочных управленческих решений по снижению уровней риска здоровью в городе-мегаполисе необходимо учитывать совокупность данных инвентаризации выбросов, моделирования рассеивания и мониторинга окружающей среды для многосредовой оценки риска здоровью всех приоритетных химических веществ. Для решения этой задачи предложена схема оценки многосредового риска в

городе-мегаполисе для обоснования оптимальных управленческих решений по его снижению, включающая характеристику пространственного распространения загрязнений, количественную оценку экспозиции с достаточной степенью детализации, характеристику канцерогенного и неканцерогенного рисков с определением долевого вклада конкретных сред, путей поступления и загрязняющих веществ в уровни многосредового канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью, с конкретными регулирующими действиями на каждом этапе оценки риска.

### Схема оценки многосредового риска в городе-мегаполисе для обоснования оптимальных управленческих решений по его снижению



### Неопределенности выполненного исследования

Следует отметить, что процесс оценки риска неблагоприятного воздействия химических веществ в окружающей среде на здоровье человека сопряжен с большим числом неопределенностей на всех этапах оценки риска. Некоторые неопределенности связаны с существующими в данной методологии допущениями и предположениями.

К числу неопределенностей данного исследования следует отнести:

- условность выбранного сценария, не учитывающего специфических аспектов суточной деятельности населения. В данном исследовании рассматривался сценарий жилой зоны, что предполагает оценку воздействия на жителей, постоянно проживающих в рассматриваемой местности, без учета их дополнительной экспозиции вредными веществами в процессе трудовой деятельности, поездках на транспорте и т.п.;

- ограниченность (по качеству и количеству) имеющихся результатов мониторинга окружающей среды.

- данных о величинах эмиссий химических веществ, выбрасываемых стационарными объектами. Так как источником информации о выбросах вредных факторов являются сами предприятия, то данные о количественной характеристике выбросов могут быть занижены;

- отсутствие достоверной информации о перспективах работы предприятий в будущем и, следовательно, об эмиссиях конкретных загрязнителей в случае возрастания производственных мощностей;

- применение, так называемых, стандартных значений факторов экспозиции, которые увеличивают неопределенности оценок экспозиции и риска, степень которых характеризуется на основе анализа чувствительности параметров;

- неопределенности, связанные с установлением референтного уровня воздействия. Основой для разработки безопасных уровней воздействия (референтных доз) являются установленные в исследованиях на животных зависимости «доза-ответ». В процессе установления величины референтной дозы нередко прибегают к экстраполяции имеющихся данных на область, расположенную вне исследовательского диапазона доз или имеющую другие качественные и количественные характеристики, что естественным образом увеличивает коэффициент неопределенности.

- неопределенности, обусловленные переносом результатов эпидемиологических исследований на оцениваемую экспонируемую популяцию. Эпидемиологические исследования, в основном, проводятся при изучении производственных воздействий, которые в дальнейшем сложно применить для прогноза эффектов среди общего населения. Общее население более разнородно и нередко проявляет более высокую восприимчивость к действию вредных факторов по сравнению со здоровыми работающими. В настоящем исследовании влияние данного вида неопределенностей минимизировано, т.к. оценка возможного ущерба здоровью населения проводилась с



применением единичных коэффициентов риска, установленных на основе прямого эпидемиологического исследования, проведенного в городе Москве.

- неопределенности, обусловленные определением критических органов/систем и вредных эффектов. Для большинства химических соединений имеющиеся базы данных содержат информацию об отдельных исследованиях на животных. Нередко имеющаяся информация состоит из противоречивых экспериментальных или эпидемиологических данных. Причины таких расхождений могут быть обусловлены тем, что тип, степень выраженности или место проявлений токсичности часто варьируют у различных биологических видов. Возможны так же и существенные видовые различия в проявлениях вредного действия.

- неопределенности, связанные с незнанием механизмов взаимодействия компонентов смесей химических веществ или особенностей токсикокинетики и токсикодинамики при разных путях поступления вредного вещества в организм и при его поступлении разными путями.

Конкретные численные значения риска, установленные в настоящей работе, имеют относительный характер и могут рассматриваться только в контексте со всеми факторами неопределенности, выявленными в исследовании, а также со многими неучтенными факторами, влияющими на окончательные оценки. Тем не менее, полученные результаты отражают количественные характеристики потенциального ущерба здоровью населения от воздействия различных химических веществ при поступлении их в организм различными путями из различных сред и тенденции его формирования.

## **ВЫВОДЫ**

1. Действующие системы контроля качества окружающей среды не всегда направлены на определение количественных характеристик экспозиции населения и оценку связанных с этим последствий для состояния здоровья.

2. Совокупность результатов инвентаризации выбросов, моделирования рассеивания и данных мониторинга окружающей среды взаимно дополняют друг друга в рамках целостного подхода к оценке экспозиции и характера влияния химических загрязнителей на состояние здоровья населения.

3. Использование современных моделей рассеивания выбросов с растровым (площадным) представлением информации с любой степенью детализации позволяет определить экспозицию всех приоритетных по влиянию на здоровье химических веществ, установить население под воздействием, провести корректировку расположения точек контроля качества окружающей среды с учетом выявленных территорий с высокими уровнями загрязнения.

4. Оценка многосредового риска, выполненная по совокупности данных динамического мониторинга и моделирования приоритетных веществ показала, что ведущей средой в возникновении канцерогенного, а также острого и хронического неканцерогенного риска здоровью населения города-мегаполиса Москвы является атмосферный воздух, вклад которого в общий суммарный канцерогенный риск составляет 73,3%. На долю продуктов питания приходится 25,2%, питьевой воды – 1,8%. В условиях мегаполиса риск, связанный с потреблением продуктов питания, не зависит от содержания химических веществ в сопредельных объектах окружающей среды города.

5. Приоритетным путем поступления в организм веществ, обладающих канцерогенным действием, является ингаляционный (74,4%), который формируется, в основном, за счет поступления 1,3-бутадиена (67,6%) и углеводородов бензиновой фракции (20,2%), содержащихся в отработавших газах автотранспорта. Вклад перорального пути поступления канцерогенов составляет 25,5%, за счет поступления мышьяка (87,4%) с продуктами питания; кожного - менее 1% за счет поступления хлороформа (56,3%) из питьевой воды.

6. В мегаполисе наибольшему риску развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии химических веществ подвержены органы дыхания (НІ 22,2), система крови (НІ 16,3), репродуктивная система (НІ 15,3); при остром действии - органы дыхания (НІ 11,0). Основной вклад в риск развития острых и хронических неканцерогенных эффектов вносят вещества, загрязняющие атмосферный воздух – 1,3-бутадиен и формальдегид при хроническом воздействии; взвешенные вещества и диоксид серы при остром воздействии.

7. Предложенная схема оценки многосредового риска позволяет обосновать стратегию действий, отдающих предпочтение регулированию тех источников загрязнения и факторов риска, которые представляют наибольшую угрозу состоянию здоровья населения.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Проводить систематические измерения основных канцерогеноопасных соединений и веществ, рекомендованных ведущими международными организациями для контроля в крупных городах (диоксид азота, оксид углерода, формальдегид, бензол, диоксид серы, взвешенные вещества, в том числе РМ10 и др.) на всех стационарных постах ГПБУ «Мосэкомониторинг» и ФГБУ «Центральное УГМС». Расположить указанные посты в каждом административном округе в местах, где находится население, принимая во внимание как территории с максимальными уровнями загрязнения, так и районы с высокой плотностью населения.

2. При выборе мест расположения постов мониторинга учитывать данные моделирования рассеивания выбросов приоритетных по влиянию на здоровье химических веществ от приоритетных источников загрязнения.

3. С учетом значительного вклада 1,3-бутадиена в уровни канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения, проводить определение данного вещества на постах мониторинга атмосферного воздуха.

4. С учетом значительного вклада бромдихлорметана в уровни канцерогенного риска применять высокочувствительные методы анализа питьевой воды, позволяющие определять концентрации всего спектра хлорорганических соединений.

5. С учетом высокой значимости для здоровья формы содержания мышьяка в продуктах питания проводить ее определение при лабораторном контроле.

6. Применять предложенную схему оценки многосредового риска для обоснования оптимальных управленческих решений по его снижению при разработке программ социально-экономического развития территорий и выборе соответствующих приоритетов природоохранных мероприятий, планов развития населенных пунктов и т.п.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Авалиани С.Л., Беспалько Л.Е., Бобкова Т.Е., Мишина А.Л. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России. Гигиена и санитария. 2013; 1: 33-35
2. Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Кислицин В.А., Скворцова Н.С. Развитие методологии оценки риска с учетом гармонизации с международными требованиями / Опыт использования методологии оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ангарск: РИО АТА; 2012. 12-16
3. Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицын В.А., Мишина А.Л. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения. Гигиена и санитария. 2014; 6: 5-8
4. Авалиани С.Л., Буштуева К.А., Беспалько Л.Е. и др. Разработка управленческих решений в целях обеспечения безопасности для здоровья населения в зоне влияния выбросов крупных промышленных комплексов. Гигиена и санитария, 2006; 1: 40-42
5. Авалиани С.Л. Оценка риска для здоровья населения от выбросов стационарных источников и автотранспорта на различных территориях г. Москвы. Климат, качество атмосферного воздуха и здоровье москвичей. под ред. Б.А. Ревича. М. 2006. 214-224
6. Авалиани С.Л., Балбус Дж., Голуб А.А. и др. Управление окружающей средой на основе методологии анализа риска. (Учебное пособие). ГУ - Высшая школа экономики. М.: Теис. 2010. 215 с.
7. Аксенова О.И., Пономарева О.В., Шашина Т.А., Корниенко А.П., Волкова И.Ф., Шашина Е.А. Разработка и внедрение методологии оценки риска здоровью населения от воздействия загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды на территориях г. Москвы (на примере Северного административного округа) (отчет по НИР). Сб.: «Окружающая среда. Оценка риска для здоровья. Опыт применения методологии оценки риска в Москве». ЦГСЭН в г. Москве. РМАПО. М., 2000., 116 с.
8. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития. Монография под общей ред. акад. РАН Г.Г. Онищенко, акад. РАН Н.В. Зайцевой. Москва-Пермь: Книжный формат; 2014. 737 с.
9. Байкина И.М., Кондрова Н.С., Давлетнуров Н.Х., Халфина Р.Р., Нафикова Г.Р., Овсянникова Л.Б. Оценка риска здоровью детей в городах Республики Башкортостан. Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения: материалы 2-й Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. Участием. под общ. ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, чл.-корр. РАМН Н.В. Зайцевой. Пермь: Книжный формат. 2011. 126 - 130
10. Безопасность продуктов питания. Информационный бюллетень ВОЗ, 2014. 399

11. Беляев Е.Н., Фокин М.В., Новиков С.М., Прусаков В.М., Шашина Т.А., Шаяхметов С.Ф. Актуальные проблемы совершенствования оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Гигиена и санитария. 2013; 5: 53-55
12. Березин И.И., Сучков В.В. Подходы к разработке модели оценки управления риском здоровью населения. Здоровье населения и среда обитания. 2013; 7: 43-45
13. Бобкова Т.Е. Зонирование территории перспективной застройки с применением методологии оценки риска здоровью населения. Гигиена и санитария. 2009; 6: 38-40
14. Боев В.М. Методология комплексной оценки антропогенных и социально-экономических факторов в формировании риска для здоровья населения. Гигиена и санитария. 2009; 4: 4 - 8
15. Борзунова Е.А., Кузьмин С.В., Акрамов Р.Л., Киямова Е.Л. Оценка влияния качества питьевой воды на здоровье населения. Гигиена и санитария. 2007; 3: 32-34
16. Брусенцова А.В., Резанова Н.В., Никитин С.В., Федоров А.С., Овчинникова Е.Л. Комплексная оценка риска для здоровья населения г.Омска при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду в 2010 году. Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения: материалы 2-й Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. Участием. под общ.ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, чл.-корр. РАМН Н.В. Зайцевой. Пермь: Книжный формат. 2011. 133 - 137
17. Букшук А.А., Егорова Н.А. Гигиеническая оценка особенностей централизованного горячего водоснабжения населения на примере Москвы. Гигиена и санитария. 2011; 6: 32-35
18. Васильевский А.М., Куркатов С.В., Скударнов С.Е. Комплексные риски для здоровья населения промышленных городов Красноярского края, обусловленные химическим загрязнением объектов окружающей среды. Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, акад. РАМН А.И. Потапова. М.: Канцлер. 2012. т.1: 356 - 359
19. Верещагин А.И., Зайцев В.И., Фокин М.В. Использование методологии оценки риска для здоровья населения в практической деятельности органов и организаций Роспотребнадзора. Гигиена и санитария. 2007; 5: 70-72
20. Венская декларация по питанию и неинфекционным заболеваниям в контексте политики Здоровье-2020. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2013 г.
21. Гасилин В.В., Ахтямова Л.А., Меркулова Л.Ю., Айзатуллин А.А., Айзатуллина Л.М., Тимбербулатова Г.А. Многосредовая оценка риска для здоровья населения, проживающего в зоне влияния крупного химического предприятия. Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения: материалы 2-й Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. Участием. под общ. ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, чл.-корр. РАМН Н.В. Зайцевой. Пермь: Книжный формат. 2011. 137- 140

22. Гигиенические нормативы. Предельно допустимы концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. ГН 2.1.6.1338-03 (с изменениями и дополнениями). Утверждены Гл. Гос. сан. врачом РФ 21.05.03.
23. Гигиенические нормативы. Предельно допустимы концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.1315-03 (с изменениями и дополнениями). Утверждены Гл. Гос. сан. врачом РФ 27.04.03
24. ГОСТ Р 51897-2002. Менеджмент риска. Термины и определения. Risk management. Terms and definitions. Принят постановлением Госстандарта РФ от 30 мая 2002 г. N 223-ст.01.01. 2003
25. ГОСТ Р ИСО 14001-2007 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. Environmental management systems. Requirements with guidance for use. Утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 июля 2007 г. N 175-ст. 2007
26. ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство. Risk management. Principles and guidelines. Утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 декабря 2010 г. N 883-ст. 2010
27. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска. Risk management. Risk assessment methods. Утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 декабря 2011 г. N 680-ст. 2011
28. Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Никонов Б.И., Плотко Э.Г. Ярушин С.В., Малых О.Л. и др. Система профилактических мероприятий по управлению риском для здоровья населения, подвергающегося влиянию химически загрязненной среды обитания (на примере Свердловской области). Здоровье населения и среда обитания. 2013; 9: 6-10
29. Гурвич В.Б., Мажаева Т.В., Малых О.Л. Методы оценки питания населения на популяционном уровне. Здоровье населения и среда обитания. 2013; 9: 21-22
30. Глобальная стратегия ВОЗ в области безопасности пищевых продуктов. ISBN 92 4 45457 4 8. ВОЗ. 2003
31. Джатдоева А.А. Оценка риска для здоровья населения, связанного с загрязнением пищевых продуктов токсичными элементами: автореферат дисс....канд. мед. наук: 14.00.07. М.; 2006. 20 с.
32. Егорова Н.А., Букшук А.А., Красовский Г.Н. Гигиеническая оценка продуктов хлорирования питьевой воды с учетом множественности путей поступления в организм. Гигиена и санитария. 2013; 2: 18-23
33. Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., Сбоев А.С., Андреева Е.Е. Концептуальные и методические аспекты повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности на основе оценки опасности объекта с позиций риска причинения вреда здоровью населения. Здоровье населения и среда обитания. 2014; 12: 4-7
34. Зайцева Н.В., Шур П.З., Май И.В., Сбоев А.С., Волк-Леонович О.П., Нурисламова Т.В. Комплексные вопросы управления риском здоровью в решении задач обеспечения санитарно-эпидемиологического

- благополучия на муниципальном уровне. Гигиена и санитария. 2007; 5: 16-18
35. Игнатьева Л.П., Погорелова И.Г., Потапова М.О. Гигиеническая оценка канцерогенного и неканцерогенного риска опасности перорального воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде. Гигиена и санитария. 2006; 4: 30-32
  36. Иксанова Т.И., Малышева А.Г., Растянников Е.Г., Егорова Н.А., Красовский Г.Н., Николаев М.Г. Гигиеническая оценка комплексного действия хлороформа питьевой воды. Гигиена и санитария. 2006; 2: 8-11
  37. Информационное письмо «Идентификация источников опасности и выбор приоритетных веществ, загрязняющих окружающую среду, при ранжировании территорий административных округов г. Москвы» №14-101 от 30.06.2000
  38. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. М.: Физматлит; 2006. 816 с.
  39. Корнилков А.С., Гурвич В.Б., Кузьмина Е.А., Привалова Л.И., Кузьмин С.В., Никонов Б.И. Многосредовая оценка канцерогенного риска для здоровья населения промышленно развитых городов Свердловской области. Здоровье населения и среда обитания. 2013; 4: 13-15
  40. Корнилков А.С., Гурвич В.Б., Кузьмина Е.А., Привалова Л.И., Кузьмин С.В. Многосредовой канцерогенный риск для здоровья населения урбанизированных территорий Свердловской области. Актуальные направления развития социально-гигиенического мониторинга и анализа риска здоровью: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. Участием. под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, акад. РАМН Н.В. Зайцевой. Пермь: Книжный формат. 2013. 202-209
  41. Кузнецова И.А., Фигурин Т.И., Петрова Л.Ш., Иванникова Л.И. Многосредовой риск для здоровья населения от воздействия химических веществ окружающей среды на примере города Череповца. Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, акад. РАМН А.И. Потапова. М.: Канцлер. 2012. т 1: 535 – 537
  42. Кузьмин С.В., Привалова Л.И., Кацнельсон Б.А., Гурвич В.Б., Кузьмина Е.А., Корнилков А.С. и др. Оценка многосредового риска для здоровья населения, проживающего на экологически неблагоприятных территориях (опыт Свердловской области). Охрана здоровья населения промышленных регионов: стратегия развития, инновационные подходы и перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Екатеринбург. 2009. 83-87
  43. Кульбачевский А.О., ред. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2013 году. М.: ЛАРК ЛТД; 2014. 222 с.
  44. Лим, Т.Е., Воецкий И.А., Шутова Е.В., Ярошевский С.Т. Многосредовой риск для здоровья детского и взрослого населения от воздействия химических веществ. Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, акад. РАМН А.И. Потапова. М.: Канцлер. 2012. т.1: 555 - 55
  45. Линге И.И., Новиков С.М., Шашина Т.А., Мешков Н.А., Хондогина Е.К.,

- Воробьева Л.М. и др. Анализ рисков для здоровья населения от воздействия экологических факторов различной природы в районе расположения сибирского химического комбината. Гигиена и санитария. 2007; 5: 49-51
46. Литвинова О.С., Истомин А.В. Инновационные подходы к гигиенической и медико-биологической оценке безопасности пищи в Российской Федерации (по материалам XV Всероссийского конгресса диетологов и нутрициологов). Здоровье населения и среда обитания. 2014; 8: 9-12
  47. Международные карты безопасности – [http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/c\\_index.htm](http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/c_index.htm)
  48. Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания МР 5.1.0029-11, М.:Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2011. 24 с.
  49. Методические рекомендации к экономической оценке и обоснованию решений в области управления риском для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания МР 5.1.0030-11, М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2011. 40 с.
  50. Методические указания. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население. МУ 2.3.7.2519-09. 18 с.
  51. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия; 2000. 85: 293 с.
  52. Новиков С.М., Иваненко А.В., Волкова И.Ф., Корниенко А.П., Скворцова Н.С. Оценка ущерба здоровью населения Москвы от воздействия взвешенных веществ в атмосферном воздухе. Гигиена и санитария. 2009; 6: 41-43
  53. Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Скворцова Н.С., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки рисков и ущербов здоровью от воздействия факторов окружающей среды. Гигиена и санитария. 2007; 5: 18-20
  54. Новиков С.М., Шашина Т.А., Фурман В.Д., Лебедева Н.В. Применение зависимостей «доза-ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях, при оценке риска для здоровья населения от воздействия вредных факторов окружающей среды М. 2001., 67 с.
  55. Новиков С.М., Шашина Т.А., Хамидулина Х.Х., Скворцова Н.С., Унгурияну Т.Н., Иванова С.В. Актуальные проблемы в системе государственного регулирования химической безопасности. Гигиена и санитария. 2013; 4: 19-23
  56. Новиков С.М., Шашина Т.А., Абалкина И.Л., Скворцова Н.С. Риск воздействия химического загрязнения окружающей среды на здоровье населения: От оценки к практическим действиям. под ред. акад. РАМН Ю.А. Рахманина. М.: Издательское товарищество “АдамантЪ”. 2003. 84 с.
  57. Новиков С.М., Фокин М.В., Унгурияну Т.Н. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения



- при воздействии химических веществ. Гигиена и санитария. 2016; 8: 711-716
58. Онищенко Г.Г. О санитарно-эпидемиологическом состоянии окружающей среды. Гигиена и санитария. 2013; 2: 4-10
  59. Онищенко Г.Г. Состояние питьевого водоснабжения в Российской Федерации: проблемы и пути решения. Гигиена и санитария. 2007; 1: 10-13
  60. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / под. ред. Рахманин Ю.А. Онищенко Г.Г. М.: НИИ ЭЧ и ГОС; 2002. 408 с
  61. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года. Утверждены Распоряжением Правительства РФ №1873-р от 25.10.10
  62. Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности РФ на период до 2025 и дальнейшую перспективу. Утверждены Президентом РФ 01.11.2013 №Пр-2573
  63. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1074-01 (с изменениями). Утверждены Гл. Гос. сан. врачом РФ 26.09.01
  64. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 25 от 10.11.97 и Главного государственного инспектора Российской Федерации по охране природы № 03-19/24-3483 от 10.11.97 «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации».
  65. Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации. М.: Федеральная служба государственной статистики (Росстат). с.42
  66. План действия в области пищевых продуктов и питания на 2015-2020 гг. Копенгаген: европейское региональное бюро ВОЗ. 2014. с. 24
  67. Рахманин Ю.А., Сеницына О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды. Гигиена и санитария. 2013; 5: 4-10
  68. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Шашина Т.А. Современные направления методологии оценки риска. Гигиена и санитария. 2007; 3: 3-7
  69. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины. Гигиена и санитария. 2014; 5: 5-9
  70. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Румянцев Г.И., Иванов С.И. Оценка ущерба здоровью человека как одно из приоритетных направлений экологии человека и инструмент обоснования управленческих решений. Гигиена и санитария. 2006; 5: 10-13
  71. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Румянцев Г.И. Пути совершенствования методологии оценки риска здоровью от воздействия факторов окружающей среды. Гигиена и санитария. 2006; 2: 3-5

72. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Синицина О.О., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования. Анализ риска здоровью.2015; 2: 4-9
73. Рахманин Ю.А., Зайцева Н.В., Шур П.З., Новиков С.М., Май И.В., Кирьянов Д.А. Научно-методические и экономические аспекты решения региональных проблем в области медицины окружающей среды. Гигиена и санитария. 2005; 6: 6-9
74. Рахманин Ю.А., Красовский Г.Н., Егорова Н.А., Михайлова Р.И. Сто лет законодательного регулирования качества питьевой воды. Ретроспектива, современное состояние и перспективы. Гигиена и санитария. 2014; 2: 5-17
75. Рахманин Ю.А., Доронина О.Д. Стратегические подходы управления рисками для снижения уязвимости человека вследствие изменения водного фактора. Гигиена и санитария. 2010; 2: 8-13
76. Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Основы оценки воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье человека. М.: Центр экологической политики. 2005. 267 с.
77. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Авалиани С.Л., Лезина Е.А., Семутникова Е.Г. Изменение качества атмосферного воздуха в Москве в 2006-2012 гг. и риски для здоровья населения. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2015; т.26; 1: 91-122
78. Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха, касающиеся твердых частиц, озона, двуокиси азота и двуокиси серы. Глобальные обновленные данные 2005 год. Краткое изложение оценки риска. ВОЗ, Женева. 2006. 27 с.
79. Рекомендации по качеству воздуха для Европы, Второе издание, Копенгаген, Европейское региональное бюро ВОЗ, 2000 (региональные публикации ВОЗ, серия № 91).М: Весь Мир. 2004
80. Решение Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 N299 (ред. от 02.12.2015) «О применении санитарных мер в Евразийском экономическом союзе. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)».
81. Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ «Опасные вещества» - <http://www.rpohv.ru/arips/>
82. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. 3-е издание. ВОЗ, Женева. 2004; т.1
83. Руководство по оценке риска здоровья населения при воздействии химических веществ загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04. М: Федеральный Центр Госсанэпиднадзора Минздрава России; 2004. 143 с.
84. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89 (в ред. РД 52.04.667-2005, утв. Росгидрометом). 583 с.
85. Скударнов С.Е., Куркатов С.В. Неинфекционная заболеваемость населения и риски для здоровья в связи с качеством питьевой воды. Гигиена и санитария. 2011; 6: 30-35
86. Стратегия и политика в области борьбы с загрязнением воздуха. Обзор 2006 года, подготовленный в соответствии с Конвенцией о

- трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. ООН, Нью-Йорк и Женева. 2007
87. Суржиков В.Д., Суржиков Д.В. Оценка и управление риском для здоровья от многокомпонентного загрязнения окружающей среды крупного центра металлургии. Гигиена и санитария. 2006; 5: 32-35
  88. Суржиков Д.В., Суржиков В.Д. Гигиеническая оценка риска нарушения здоровья населения промышленного города от воздействия факторов окружающей среды. Гигиена и санитария. 2007; 5: 32-34
  89. Суржиков В.Д., Суржиков Д.В. Оценка и управление риском для здоровья от многокомпонентного загрязнения окружающей среды крупного центра металлургии. Гигиена и санитария. 2006; 5: 32 - 35
  90. Тутельян В.А. Оптимальное питание как новая медицинская технология продления и повышения качества жизни. Вопросы питания. 2003; 1: 4
  91. Тутельян В.А., Хотимченко С.А., Гмошинский И.В., Тышко Н.В., Гаппаров М.М., Батулин А.К. и др. Современная законодательная, нормативная и методическая база в области обеспечения безопасности пищевой продукции в Российской Федерации. Материалы Научно-исследовательского института питания Российской академии медицинских наук. О мерах по обеспечению защиты прав потребителей, качества продуктов питания и контроля за их безопасностью. 2013;16 (500).
  92. Унгурияну Т.Н. Многосредовой канцерогенный риск для здоровья населения промышленного города. Гигиена и санитария. 2011; 6: 77-80
  93. Унгурияну Т.Н., Бузинов Р.В. Многосредовой риск здоровью детского и взрослого населения города Новодвинска от воздействия химических веществ окружающей среды. Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения: материалы 2-й Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. Участием. под общ. ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, чл.-корр. РАМН Н.В. Зайцевой. Пермь: Книжный формат. 2011. 176-179
  94. Унгурияну Т.Н., Гржибовский А.М. Сравнение трех и более независимых групп с использованием непараметрического критерия Краскела-Уоллиса в программе STATA. Экология человека. 2014; 6: 55-58
  95. Уральшин А.Г., Гаврилов А.П., Краюшкина М.А., Брылина Н.А., Никифорова Е.В., Бекетова А.Л. и др. Многосредовая оценка риска для здоровья населения. Материалы X Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, акад. РАМН А.И. Потапова. Воронеж: Изд-во им. Е.А. Болховитинова, 2007. Книга II: 844 - 848
  96. Уральшин А.Г., Валеуллина Н.Н., Брылина Н.А., Никифорова Е.В., Бекетов А.Л. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения г. Челябинска при многосредовом воздействии химических факторов окружающей среды. Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора. под общ. ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, акад. РАМН Н.В. Зайцевой. Пермь: Книжный формат. 2012. т.2: 232 - 236
  97. Фокин С.Г. Оценка риска здоровью населения при проектировании

- транспортных потоков Москвы. Гигиена и санитария. 2009; 6: 36-38
98. Фролова О.А., Карпова М.В., Махмутова И.П., Мусин Р.А. Мониторинг и оценка контаминации токсичными элементами пищевых продуктов на территории республики Татарстан. Гигиена и санитария. 2014; 6: 72-75
99. Фролова О.А., Бочаров Е.П., Ахтямова Л.А. Оценка риска от воздействия химических контаминантов пищевых продуктов. Гигиена и санитария. 2016; 8: 743-747
100. Ханхареев С.С., Скосырская И.Н., Багаева Е.Е., Мадеева Е.В., Хандарова И.П. Применение методологии оценки риска для здоровья населения и экономического ущерба в целях обеспечения качества среды обитания. Актуальные направления развития социально-гигиенического мониторинга и анализа риска здоровью: материалы Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. Участием. под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, акад. РАМН Н.В. Зайцевой. Пермь: Книжный формат. 2013. 552-556
101. Харьковская О.А., Гржибовский А.М. Сравнение двух несвязанных выборок с использованием пакета статистических программ Stata: непараметрические критерии. Экология человека. 2014; 4: 60-64
102. Хмелёв В.А. Комплексная характеристика канцерогенного риска для здоровья населения города Новосибирска, обусловленного факторами окружающей среды. Здоровье населения и среда обитания. 2010; 4:7 - 11
103. Хотимченко С.А. Токсиколого-гигиеническая характеристика некоторых приоритетных загрязнителей пищевых продуктов и разработка подходов к оценке их риска для здоровья населения. Диссер. на соискание ученой степени доктора мед. наук. Москва. 2001.
104. Шашина Т.А., Новиков С.М., Козлов А.В., Кислицин В.А., Скворцова Н.С. Оценка риска здоровью населения, обусловленного воздействием выбросов алюминиевого производства. Гигиена и санитария. 2006; 5: 61-63
105. Шашина Т.А., Новиков С.М., Мацюк А.В., Ландо Н.Г. Методические подходы к оценке региональных факторов экспозиции городского населения. Гигиена и санитария. 2007; 5: 20-23
106. Шушкевич Е.В. Развитие системы водоснабжения Москвы на современном этапе. Водоснабжение крупных городов на примере Москвы: вызовы времени и пути развития: материалы конф. Москва: АО «Мосводоканал». 2014. 11-16
107. Ягов Г.В. Мониторинг остаточного активного хлора в питьевой воде. Вода: химия и экология. 2010; 5: 30-36
108. AERMOD: Description of Model Formulation, EPA-454/R-03-004, September 2004. Internet:[http://www.epa.gov/scram001/7thconf/aermod/aermod\\_mfd.pdf](http://www.epa.gov/scram001/7thconf/aermod/aermod_mfd.pdf)
109. Air quality criteria for particulate matter. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 2004 (<http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/partmatt.cfm>)
110. AirBase: public air quality database [online database]. Copenhagen, European Environment Agency, 2012 (<http://www.eea.europa.eu/themes/air/airbase>, accessed 27 October 2012).
111. Air Quality Expert Group report on particulate matter in the United Kingdom. London, Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2005 (<http://www.defra.gov.uk/environment/airquality/aqeg/particulate-matter/index.htm>)

112. Amann M et al. Baseline emission projections and scope for further reductions in Europe up to 2020. Laxenburg, International Institute for Applied Systems Analysis, 2005 (<http://www.iiasa.ac.at/rains/presentations/amann-TFIAM30-baseline.ppt>)
113. Ankley, GTBennett, RSErickson, RJEnviron Toxicol Chem et al. Adverse outcome pathways: a conceptual framework to support ecotoxicology research and risk assessment. 2010. 29(3):730–741
114. ATSDR. Glossary of Terms, 2006. (<http://www.atsdr.cdc.gov/glossary.html>)
115. ATSDR. Minimal Risk Levels (MRLs) for Hazardous Substances, 2005 (<http://www.atsdr.cdc.gov/mrls.html>)
116. Alwan A, MacLean DR, Riley LM, d'Espaignet ET, Mathers CD, Stevens GA, et al. Monitoring and surveillance of chronic non-communicable diseases: progress and capacity in high-burden countries. *Lancet*. 2010;376(9755):1861–1868
117. Beelen, R., Hoek, G., van den Brandt, P. A., Goldbohm, R. A., Fischer, P., Schouten, L. J., Jerrett, M., Hughes, E., Armstrong, B. & Brunekreef, B. (2008). Long-term effects of traffic-related air pollution on mortality in a Dutch cohort (NLCS-AIR study). *Environ Health Perspect* 116, 196-202.
118. Benichou J. A review of adjusted estimators of attributable risk. *Stat Methods Med Res* 2001;10:195-216.
119. Burnett RT et al. An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure. *Environ Health Perspect*, 2014, 122: 397–403.
120. Brauer M et al. Exposure assessment for estimation of the global burden of disease attributable to outdoor air pollution. *Environmental Science and Technology*, 2012, 46: 652–660
121. Calderon R.L. The epidemiology of chemical contaminants of drinking water. *Food Chem. Toxicol.* 200 Vol.38 (1 Suppl). p.13-20
122. Carey IM et al. Mortality associations with long-term exposure to outdoor air pollution in a national English cohort. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2013, 187(11):1226–1233.
123. Cesaroni G et al. Long-term exposure to urban air pollution and mortality in a cohort of more than a million adults in Rome. *Environmental Health Perspectives*, 2013, 121(3):324–331.
124. Chemical safety of drinking water : assessing priorities for risk management. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. World Health Organization 2007. p. 142
125. Chanel O et al. Economic valuation of the mortality benefits of a regulation on SO<sub>2</sub> in 20 European cities. *The European Journal of Public Health*, 2014, 24(4):631–637.
126. Cohen A.J., Anderson H.R., Ostro B., Pandey K.D., Krzyzanowski M., Kuenzli N., Gutschmidt K., Pope C.A., Romieu I. Samet J.M., Smith K.R. Mortality impacts of urban air pollution. In: *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Due to Selected Major Risk Factors* (Ezzati M., Lopez A.D., Rodgers A., Murray C.J.L., eds), vol. 2. World Health Organization, Geneva, Switzerland. 2004.
127. COMEAP. The mortality effects of long-term exposure to particulate air pollution in the United Kingdom. Oxon: Committee on the Medical Effects of

- Air Pollutants, 2010.
128. Clancy, L., Goodman, P., Sinclair, H. & Dockery, D. W. Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *Lancet* 360, 2002, 1210-1214.
  129. Convention on the transboundary effects of industrial accidents. United Nations Economic Commission for Europe. 2002
  130. Declercq C, Pascal M, Corso M, Ung M, Medina1 S, on behalf of the Aphekom WP5 team. Health impacts of urban air pollution in 25 European cities, 2011. Aphekom Deliverable D7, 2011.
  131. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe, 2008
  132. Duffus J.H. Glossary. Some Terms used in Toxicology, Chemical Safety and allied subjects. The University of Edinburgh Faculty of Medicine, 2001
  133. EC (2013). Legislation: ambient air quality [web site]. Brussels, European Commission (<http://ec.europa.eu/environment/air/legis.htm>, accessed 13 November 2013).
  134. European Commission. Communication on the precautionary principle, 2000 (<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/00/96&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>)
  135. Effect suspended particles Health. WHO. Geneva, 2013 p.15
  136. Exposure to air pollution (particulate matter) in outdoor air. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2011 (ENHIS Factsheet 3.3) ([http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0018/97002/ENHIS\\_Factsheet\\_3.3\\_July\\_2011.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0018/97002/ENHIS_Factsheet_3.3_July_2011.pdf), accessed 28 October 2012)
  137. FAO/WHO. Acute hazard assessment Guidance for testing and interpreting data relevant to the establishment of the acute reference dose. WHO, 2000
  138. Fann N, Risley D The public health context for PM2.5 and ozone air quality trends. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 2013, 6: 1–11 (<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11869-010-0125-0>).
  139. Forsberg B et al. Comparative health impact assessment of local and regional particulate air pollutants in Scandinavia. *Ambio*, 2005, 34:11–19.
  140. Forouzanfar MH et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, 2015 ([http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00128-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00128-2)).
  141. Gabelova A et al. Genotoxicity of environmental air pollution in three European cities: Prague, Kosice and Sofia. *Mutation Research*, 2004, 563:49–59
  142. Global Burden of Disease and Risk Factors. Editors: Alan D. Lopez, Colin D. Mathers, Majid Ezzati, Dean T. Jamison, Christopher J.L. Murray. A copublication of Oxford University Press and The World Bank, Washington, 2006, 506 p. (<http://www.dcp2.org>)
  143. Glenn W. Suter II Ecological Risk Assessment. Second Edition. 2007. p.643
  144. HERA. Human & Environmental Risk Assessment on ingredients of European household leaning products Guidance Document Methodology. Glossary, 2005 (<http://www.heraproject.com/>)
  145. Heinrich, J., Hoelscher, B., Frye, C., Meyer, I., Pitz, M., Cyrus, J., Wjst, M.,

- Neas, L. & Wichmann, H. E. Improved air quality in reunified Germany and decreases in respiratory symptoms. *Epidemiology* 13, 2002, 394-401.
146. Health risks of persistent organic pollutants from long-range transboundary air pollution. Working Group Members, Joint WHO/Convention task force on the Health Aspects of Air Pollution, 2003, p.252
  147. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. Joint WHO/Convention task force on the Health Aspects of Air Pollution, European Centre for Environment and Health Bonn Office, 2006. p.99
  148. Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Report on a WHO working group. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2003 (document EUR/03/5042688) (<http://www.euro.who.int/document/e79097.pdf>, accessed 1 October 2005).
  149. Health aspects of air pollution – answers to follow-up questions from CAFE. Report on a WHO working group. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, (document EUR/04/5046026) (<http://www.euro.who.int/document/E82790.pdf>).
  150. Health risk assessment of air pollution – general principles. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016. p.29
  151. HIP Frequently asked questions about integrating health impact assessment into environmental impact assessment [online]. Human Impact Partners, 2014 (<http://www.epa.gov/region9/nepa/PortsHIA/pdfs/FAQIntegratingHIA-EIA.pdf>).
  152. Hoek G et al. The association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in a Dutch cohort study. *Lancet*, 2002, 360:1203–1209.
  153. Hoek G et al. Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review. *Environmental Health*, 2013, 12:43.
  154. Holland M. Implementation of the HRAPIE recommendations for European Air Pollution CBA work: report to the European Commission. Draft from October 2013.
  155. Hurley F, Hunt A, Cowie H, Holland M, Miller B, Pye S, Watkiss P. Methodology for the Cost-Benefit analysis for CAFE. Volume 2: Health Impact Assessment. Oxon: AEA Technology Environment, 2005.
  156. IARC: diesel engine exhaust carcinogenic. Lyons, International Agency for Research on Cancer, 2012 (Press release No. 213) (<http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/2012/mono105-info.php>, accessed 28 October 2012).
  157. ILO, UNEP, WHO. Guidelines on the prevention of toxic exposures: education and public awareness activities / International Programme on Chemical Safety. Geneva. WHO, Geneva, 2004
  158. IPCS. Environmental Health Criteria 214. Human Exposure Assessment. WHO, Geneva, 2000, 375 p.
  159. IPCS. Environmental Health Criteria 228. Principles And Methods For The Assessment of Risk From Essential Trace Elements. WHO, Geneva, 2002 (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc228.htm>)
  160. IPCS. Environmental Health Criteria XXX. Principles for Modelling Dose-Response for the Risk Assessment of Chemicals. Draft. Prepared by the WHO Task Group on Environmental Health Criteria for Principles Modelling Dose-Response for Risk Assessment of Chemicals. WHO, Geneva, 2005

161. IPCS. Glossary of Exposure Assessment-Related Terms: a Compilation. Prepared by the Exposure Terminology Subcommittee of the IPCS Exposure Assessment Planning Workgroup for the International Programme on Chemical Safety Harmonization of Approaches to the Assessment of Risk from Exposure to Chemicals, 2001
162. IPCS. Harmonization of Approaches to the Assessment of Risk from Exposure to Chemicals. Glossary of Key Exposure Assessment Terms. Prepared by the Exposure Terminology Subcommittee of the IPCS Exposure Assessment Planning Workgroup for the International Programme on Chemical Safety Harmonization of Approaches to the Assessment of Risk from Exposure to Chemicals. 2001
163. IPCS. Harmonization Project Document No. 2. Chemical-specific Adjustment Factors for Interspecies differences and Human variability: Guidance Document for Use of Data in Dose/concentration-response assessment. WHO, Geneva, 2005
164. IPCS. Harmonization Project. IPCS Risk Assessment Terminology. WHO. Geneva, 2004
165. IRIS - <http://www.epa.gov/iris/>
166. Jarett M et al. Spatial analysis of air pollution and mortality in Los Angeles. *Epidemiology*, 2005, 16:727–736.
167. Janssen NAH et al. Health effects of black carbon. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2012  
(<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environmentand-health/air-quality/publications/2012/health-effects-of-black-carbon>, accessed 28 October 2012)
168. Katsouyanni K., Samet J. M., Anderson H. R., Atkinson R., Le, T. A., Medina S., Samoli E., Touloumi G., Burnett R. T., Krewski D., Ramsay T., Dominici F., Peng R. D., Schwartz J. & Zanobetti A. Air pollution and health: a European and North American approach (APHENA). *Res Rep Health Eff Inst*, 2009: 5-90.
169. Keuken MP et al. Elemental carbon as an indicator for evaluating the impact of traffic measures on air quality and health. *Atmospheric environment*, 2012, 61: 1–8.
170. Krewski D., Jerrett M., Burnett R. T., Ma, R., Hughes E., Shi, Y., Turner M. C., Pope C. A., III, Thurston G., Calle E. E., Thun M. J., Beckerman B., DeLuca P., Finkelstein N., Ito, K., Moore D. K., Newbold, K. B., Ramsay, T., Ross Z., Shin H. & Tempalski B. Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society study linking particulate air pollution and mortality. *Res Rep Health Eff Inst* , 2009: 5-114.
171. Krewski D et al. Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society linking particulate air pollution and mortality. Boston, MA, Health Effects Institute, 2009 (HEI Research Report 140).
172. Krewski D et al. Re-analysis of the Harvard Six-Cities Study and the American Cancer Society study of air pollution and mortality. Cambridge, MA, Health Effects Institute, 2000.
173. Kunzli, N., Kaiser, R., Medina, S., Studnicka, M., Chanel, O., Filliger, P., Herry, M., Horak, F., Jr., Puybonnieux-Textier, V., Quenel, P., Schneider, J., Seethaler, R., Vergnaud, J. C. & Sommer, H. Public-health impact of outdoor



- and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 356, 2000: 795-801.
174. Künzli N, Perez L. Health risk assessment, in Baker D, Nieuwenhuijsen MJ(Ed.). *Environmental epidemiology. Study methods and applications*. Oxford: Oxford University Press, 2008: 319-348.
  175. Larsen B. *Cost of Environmental Damage in Colombia: A Socio-Economic and Environmental Health Risk Assessment: Prepared for the Ministry of Environment, Housing and Land Development of Republic of Colombia.* – 2004. – 234 p.
  176. Larssen S et al. Report on data analysis and comparison with emission estimates. Bilthoven, RIVM, 2005
  177. Le Tertre A et al. Impact of legislative changes to reduce the sulphur content in fuels in Europe on daily mortality in 20 European cities: an analysis of data from the Aphekom project. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 2014, 7: 83–91.
  178. Lipfert FW et al. The Washington University-EPRI veterans' cohort mortality study: preliminary results. *Inhalation Toxicology*, 2000,12(Suppl. 4):41–73
  179. Lim SS et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. 2013, *Lancet*, 380: 2224–2260.
  180. Mathilde Pascal, Magali Corso, Aymeric Ung, Christophe Declercq, Sylvia Medina *Guidelines for impact assessment on the health of air pollution in Europe cities, Work Package 5, WP5, Deliverable 5, D5, French Institute of epidemic health surveillance the population of Saint-Maurice, France 2011, p. 45*
  181. Meek M.E., Boobis A.R., Crofton K.M., Heinemeyer G., Raaij M.V., Vickers C., *Risk assessment of combined exposure to multiple chemicals: A WHO/IPCS framework, Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2011, doi: 10.1016/j.yrtph.2011.03.010.
  182. Meek ME., Boobis A, Cote I, Dellarco V, Fotakis G, Munn S, Seed J, Vickers C. New developments in the evolution and application of the WHO/IPCS framework on mode of action/species concordance analysis. *J Appl Toxicol*. 2014; 34(1):1-18
  183. McDonnell WF et al. Relationships of mortality with the fine and coarse fractions of long-term ambient PM10 concentrations in nonsmokers. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 2000, 10:427–436
  184. Medina S, Le Tertre A, Saklad M, on behalf of the Apehis Collaborative Network *The Apehis project: Air Pollution and Health, A European Information System. Air Qual Atmos Health* 2009;2:185-498.
  185. Medina S et al. Quantifying the health impacts of outdoor air pollution: useful estimations for public health action. *J Epidemiol Community Health*, 2013, 67: 480–3.
  186. Mindell, J, Ison E, Joffe M. A glossary for health impact assessment. *J Epidemiol Community Health* 2003; 57: 647-651.
  187. *Modelling and assessment of the health impact of particulate matter and ozone. Geneva, UNECE Working Group on Effects, 2004 (document EB.AIR/WG.1/2004/11)*

- (<http://www.unece.org/env/documents/2004/eb/wg1/eb.air.wg1.2004.11.e.pdf>)
188. Modelling and assessment of the health impact of particulate matter and ozone. Geneva, UNECE Working Group on Effects, 2003 (document EB.AIR/WG.1/2003/11)  
(<http://www.unece.org/env/documents/2003/eb/wg1/eb.air.wg1.2003.11.pdf>).
  189. Murray CJL, Lopez AD Measuring the global burden of disease. *New England Journal of Medicine*, 2013, 369: 448–457  
(<http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra1201534>).
  190. National Institute for Occupational Health and Safety (NIOSH), U. S. Department of Health and Human Services (DHHS). NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. DHHS U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2005 (<http://www.cdc.gov/niosh/npg/>)
  191. New York State Department of Health. Glossary of Environmental Health Terms, 2006  
(<http://www.health.state.ny.us/nysdoh/consumer/enviro/toxglo...>)
  192. Nielsen E. Ostergaard G. Larsen J.Ch/ Toxicological Risk Assessment of Chemicals: A Practical Guide. New York: Informa Healthcare; 2008
  193. NRC (National Research Council). Scientific Review of the Proposed Risk Assessment Bulletin from the Office of Management and Budget. Washington: D.C. 2007. 302 p.
  194. Nyberg F et al. Urban air pollution and lung cancer in Stockholm. *Epidemiology*, 2000,11:487–495
  195. OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Testing and Assessment No.44. Description of Selected Key Generic Terms Used in Chemical Hazard/Risk Assessment, Paris, 2003.  
([http://www.who.int/ipcs/publications/methods/harmonization/definitions\\_terms/en/](http://www.who.int/ipcs/publications/methods/harmonization/definitions_terms/en/)).
  196. OECD. Harmonized Integrated Hazard Classification System for Chemical Substances and Mixtures. 2001
  197. Pascal M Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: results of the Aphekom project. *Science of the Total Environment*, 2013, 449: 390–400.
  198. Perez, L., Tobias, A., Querol, X., Kunzli, N., Pey, J., Alastuey, A., Viana, M., Valero, N., Gonzalez-Cabre, M. & Sunyer, J. Coarse particles from Saharan dust and daily mortality. *Epidemiology* 19, 2008: 800-807.
  199. Pesticide Cumulative Risk Assessment: Framework for Screening Analysis Purpose. Office of Chemical Safety and Pollution Prevention, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. 2016, p.17
  200. Pope, C. A. & Dockery, D. W. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *J Air Waste Manag Assoc* 56, 2006: 709-742.
  201. Pope CA et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Journal of the American Medical Association*, 2002, 287:1132–1141.
  202. Samoli E et al. Associations between fine and coarse particles and mortality in Mediterranean cities: results from the MED-PARTICLES project. *Environmental Health Perspectives*, 2013, 121(8):932–938.
  203. Second position paper on particulate matter. Brussels, CAFE Working Group on Particulate Matter, 2004 (<http://europa.eu.int/comm/>

- environment/air/cafe/pdf/working\_groups/2nd\_position\_paper\_pm.pdf).
204. Schikowski T et al. Ambient air pollution – a cause for COPD? *European Respiratory Journal*, 2013, (doi:10.1183/09031936.00100112).
  205. Society for Risk Analysis. Glossary of Risk Analysis Terms, 2004. URL: (f )
  206. Sorensen M et al. Linking exposure to environmental pollutants with biological effects. *Mutation Research*, 2003, 544:255–271
  207. Science and decisions: advancing risk assessment. Committee on Improving Risk Analysis Approaches Used by the U. S. EPA, NRC. ISBN: 0-309-12047-0, 478 pages (2008)
  208. Stafoggia, M., Faustini, A., Rognoni, M., Tessari, R., Cadum, E., Pacelli, B., Pandolfi, P., Miglio, R., Mallone, S., Vigotti, M. A., Serinelli, M., Accetta, G., Dessi, M. P., Cernigliaro, A., Galassi, C., Berti, G. & Forastiere, F. Air pollution and mortality in ten Italian cities. Results of the EpiAir Project. *Epidemiol Prev* 33, 2009: 65-76.
  209. Stanek LW et al. Attributing health effects to apportioned components and sources of particulate matter: an evaluation of collective results. *Atmospheric Environment*, 2011,45:5655–5663
  210. Steerenberg PA et al. Adjuvant activity of ambient particulate matter of different sites, sizes, and seasons in a respiratory allergy mouse model. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 2004, 200:186–200
  211. The World Bank. Environmental Economics and Valuation - A basic toolkit. 2003
  212. The Technical Guidance Document (TGD) on Risk Assessment of Chemical Substances following European Regulations and Directives European Chemicals Bureau (ECB). 2<sup>nd</sup> ed. JRC-Ispra (VA), Italy; 2003. Available at: [https://echa.europa.eu/documents/10162/16960216/tgdpart2\\_2ed\\_en.pdf](https://echa.europa.eu/documents/10162/16960216/tgdpart2_2ed_en.pdf) (accessed 28 January 2016)
  213. UNECE. Health Risks of Heavy Metals from Long-Range Transboundary Air Pollution. Report by the joint Task Force on the Health Aspects of Air Pollution of the World Health Organization (WHO)/European Centre for Environment and Health (ECEH) and the Executive Body. Geneva, 2006
  214. UNECE. Hemispheric transport of air pollution 2010. Part A: Ozone and particulate matter. Air Pollution Studies No. 17. New York and Geneva, United Nations Economic Commission for Europe, 2010 (<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/Publications/11-22134-Part-A.pdf>)
  215. UNEP. The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants; UNEP/POPS/COP.1/3; UNEP/POPS/COP.1/8
  216. U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). Guidance for considering and using open literature toxicity studies to support human health risk assessment. 2012. <http://www.epa.gov/pesticides/science/lit-studies.pdf>
  217. U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). Guidance for Applying Quantitative Data to Develop Data-Derived Extrapolation Factors for Interspecies and Intraspecies Extrapolation. 2014. <http://www2.epa.gov/osa/guidance-applying-quantitative-data-develop-data-derived-extrapolation-factors-interspecies-and>
  218. U.S. EPA. Health Effects Notebook for Hazardous Air Pollutants. Glossary of Health, Exposure, and Risk Assessment Terms and Definitions of Acronyms.

- 2006 (<http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/hapindex.html>)
219. U.S. EPA. Integrated Risk Information System” (IRIS) // US EPA's Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment
  220. U.S. EPA. Office of Emergency Response and Remediation, Superfund Waste and Cleanup Risk Assessment Glossary. Washington, 2012. (<http://www.epa.gov/oswer/riskassessment>)
  221. U.S. EPA. Science Policy Council Handbook: Peer Review. Second edition. Prepared by the Office of Science Policy, Office of Research and Development, EPA. 100-B-00-001. Washington, 2000. (<http://www.epa.gov/osa/spc/pdfs/rchandbk.pdf>)
  222. U.S. EPA. Supplementary Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures. EPA/630/R-00/002. Washington, 2000. ([http://www.epa.gov/ncea/raf/pdfs/chem\\_mix/chem\\_mix\\_08\\_2001.pdf](http://www.epa.gov/ncea/raf/pdfs/chem_mix/chem_mix_08_2001.pdf))
  223. U.S. EPA. Terms of Environment: Terms and Acronyms, Washington, 2011 (<http://www.epa.gov/OCEPAterms/>)
  224. US EPA Exposure factors handbook: 2011 edition. Washington, DC; National Center for Environmental Assessment, 2011 (<http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=20563>).
  225. US EPA Environmental Benefits Mapping and Analysis Program. Community edition (v1.08). Research Triangle Park, NC, 2014 (<http://www.epa.gov/air/benmap>).
  226. U.S. Environmental Protection Agency. 2001. Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS): Volume I - Human Health Evaluation Manual (Part D, Standardized Planning, Reporting and Review of Superfund Risk Assessments), Final. Office of Emergency and Remedial Response, Washington, D.C., December 2001. EPA 9285.7-47
  227. U.S. Environmental Protection Agency. 2001. Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment) Interim Review Draft - For Public Comment, Office of Emergency and Remedial Response, Washington, D.C. EPA/540/R/99/005, available at: <http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/rage/index.htm>.
  228. U.S. Environmental Protection Agency. 2003. Framework for Cumulative Risk Assessment. Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment, Washington, D.C., 2003. EPA/600/P-02/001F. Available at: <http://cfpub.epa.gov/ncea/raf/recordisplay.cfm?deid=54944>
  229. U.S. Environmental Protection Agency. 2001. Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS). Volume III - Part A. Process for Conducting Probabilistic Risk Assessment. Office of Emergency and Remedial Response, Washington, D.C., December 2001. EPA/540/R-02/002. Available at: <http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/rags3a/index.htm>
  230. U.S. Environmental Protection Agency. 2003. Guidance on Selecting the Appropriate Age Groups for Assessing Childhood Exposures to Environmental Contaminants (External Review Draft). Risk Assessment Forum, Washington, D.C., February 1, 2003. EPA/630/P-03/003A. Available at: <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=55887>
  231. U.S. Environmental Protection Agency. 2003. Office of Water Shopping Cart Home Page. Available at: <http://yosemite.epa.gov/water/owrccatalog.nsf/>.

232. U.S. Environmental Protection Agency. 2003. AQUatic Information REtrieval (AQUIRE) database, a part of the ECOTOX database. Version 3.0. Office of Research and Development, National Health and Environmental Effects Laboratory, Mid-Continent Ecology Division, Duluth, MN. Available at: <http://www.epa.gov/ecotox/>
233. U.S. Environmental Protection Agency. 2000. Methodology for Deriving Ambient Water Quality Criteria for the Protection of Human Health. Office of Water, Washington, D.C., October 2000. EPA/822/B-00/004. Available at: <http://www.epa.gov/waterscience/humanhealth/method/method.html>
234. U.S. Environmental Protection Agency. 2002. Risk-Screening Environmental Indicators User's Manual RSEI Version 2.1 [1988-2000 TRI Data]. Office of Pollution Prevention and Toxics, Washington, D.C., December, 2002. Available at: [http://www.epa.gov/opptintr/rsei/docs/users\\_manual.pdf](http://www.epa.gov/opptintr/rsei/docs/users_manual.pdf).
235. U.S. Environmental Protection Agency. 2002. Total Risk Integrated Methodology. TRIM.FaTE Technical Support Document. Volume 1: Description of Module. EPA-453/R-02-011a; Volume 2: Description of Chemical Transport and Transformation Algorithms.EPA/453/R-02/011b. Evaluation of TRIM.FaTE. Volume 1: Approach and Initial Findings.EPA/453/R-02/012; TRIM.FaTE User's Guide. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC. These documents and information are available at:  
[http://www.epa.gov/ttn/fera/trim\\_fate.html#current\\_user](http://www.epa.gov/ttn/fera/trim_fate.html#current_user).
236. U.S. Environmental Protection Agency. 2002. A Review of the Reference Dose and Reference Concentration Process. Risk Assessment Forum, Washington, DC. EPA/630/P-02/002F. Available at:  
<http://cfpub.epa.gov/ncea/raf/recordisplay.cfm?deid=55365>.
237. U.S. Environmental Protection Agency. 2002. Framework for Cumulative Risk Assessment (External Review Draft). Risk Assessment Forum, Washington, DC, April 2002, available at:  
<http://oaspub.epa.gov/eims/eimsapi.dispdetail?deid=29570>
238. U.S. Environmental Protection Agency. 2003. National Center for Environmental Assessment. Developing Approaches to Estimate Cumulative Risks of Drinking Water Contaminants. Updated December 30, 2003. Available at: <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=18494>.
239. U.S. Environmental Protection Agency. Next Generation Risk Assessment: Incorporation of Recent Advances in Molecular, Computational and Systems Biology (External Review Draft). Washington, DC, EPA/600/R-13/214A; 2013
240. Viscusi W.K. and Aldi J.E. (2002). The Value of a Statistical Life
241. WHO. Comparative quantification of health risks. Geneva, 2004
242. WHO. Chemical Risk Assessment Network, WHO: Public Health and Environment. WHO Corporate Publications; 2013
243. WHO Regional Office for Europe. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. Copenhagen, 2006
244. WHO Working Group. Evaluation and Use of Epidemiological Evidence for Environmental Health Risk Assessment: WHO Guideline Document Environmental Health Perspectives, Vol. 108. Geneva, 2000
245. WHO. World Health Organization 2006. Air Quality Guidelines: Global

- Update 2005. 567 p.
246. WHO. Guidelines for drinking-water quality [electronic resource]: incorporating first addendum. Vol. 1, Recommendations.– 3 ed. Geneva, 2006 ([http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html))
  247. WHO. Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards. World Health Organization; 2013. Available at: <http://www.who.int/ipcs/publications/methods/harmonization/toolkit.pdf> (accessed 28 January 2016)
  248. WHO. Preventing disease through healthy environments. Towards an estimate of the environmental burden of disease. / Prüss-Üstün A., Corvalán C., Geneva, 2006 ([http://www.who.int/entity/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventingdisease/en/index.html](http://www.who.int/entity/quantifying_ehimpacts/publications/preventingdisease/en/index.html))
  249. WHO. Regional Office for Europe. Environment and health – An international Concordance on selected concepts. 41 p., WHO 2006
  250. WHO. Regional Office for Europe. Environmental Health Indicators: Development of a Methodology for the WHO-European Region” EUR/00/5026344, World Health Organisation, Copenhagen, 2000 (<http://www.who.dk/document/e71437.pdf>)
  251. WHO. Regional Office for Europe. Health Indicators for the WHO European Region. Update of methodology, 2002
  252. WHO. Regional Office for Europe. Health Risks of Persistent Organic Pollutants from Long-Range Transboundary Air Pollution. Joint WHO/Convention Task Force the Health Aspects of Air Pollution. Copenhagen, 2003 (<http://www.euro.who.int>)
  253. WHO. Regional Office for the Eastern Mediterranean. Frequently Asked Questions about Community-Based Initiatives. Cairo, 2003, 22 p.
  254. WHO. Integrated Risk Assessment, 2007, p.136
  255. WTO Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures (SPS Agreement). 2011. ([http://www.wto.org/English/tratop\\_e/sps\\_e/spsagr\\_e.htm](http://www.wto.org/English/tratop_e/sps_e/spsagr_e.htm))

ПРИЛОЖЕНИЕ

## Приложение I

Таблица I.1. Вклад промышленных объектов промзоны «Чагино-Капотня» в выбросы приоритетных веществ

№	код	CAS	Наименование вещества	Выброс МНПЗ, т/г	Выброс прочих предприятий, т/г	Совокупный выброс предприятий промзоны, т/г	Вклад МНПЗ, %
1	301	10102-44-0	Азота диоксид	1996,326	6,11477	2002,441	99,69
2	304	10102-43-9	Азота оксид	321,1036	0,96857	322,0722	99,70
3	330	7446-09-5	Сера диоксид	2662,189	0,22046	2662,409	99,99
4	333	7783-06-4	Сероводород	13,87948	0,00088	13,88036	99,99
5	337	630-08-0	Углерод оксид	3343,2	30,37975	3373,58	99,10
6	403	110-54-3	Гексан	1501,449	2,48651	1503,936	99,83
7	410	74-82-8	Метан	1749,775	18,47015	1768,245	98,96
8	501	109-67-1	Пентилены (амилены)	141,9675	0,29913	142,2667	99,79
9	602	71-43-2	Бензол	31,2622	0,26962	31,53182	99,14
10	616	1330-20-7	Ксилол	26,48158	0,0597	26,54128	99,78
11	621	108-88-3	Толуол	92,94093	0,7695	93,71043	99,18
12	2732	8008-20-6	Керосин	13,04297	0,53368	13,57665	96,07
13	2754	-	Алканы C <sub>12-19</sub>	120,0347	9,30868	129,3434	92,80
14	9999	-	Взвешенные вещества	37,53693	40,47131	78,00824	48,12
15	143	7439-96-5	Марганец и его соединения	0,00476	0,00605	0,01081	44,03
16	165	-	Никель растворимые соли	0	0,00011	0,00011	0
17	627	100-41-4	Этилбензол	1,7819	0,00699	1,78889	99,61
18	708	91-20-3	Нафталин	0,00002	0	0,00002	100
19	882	127-18-4	Тетрахлорэтилен (Перхлорэтилен)	0,0624	0	0,0624	100
20	906	56-23-5	Тетрахлорметан	0,88921	0	0,88921	100
21	1107	1634-04-4	2-Метил-2-метоксипропан	24,23794	0	24,23794	100
22	1317	75-07-0	Ацетальдегид	0,2584	0	0,2584	100



23	1325	50-00-0	Формальдегид	0,1357	0	0,1357	100
24	184	7439-92-1	Свинец и его неорганические соединения	0,000002	0,00002	0,000022	9,09
25	203	18540-29-9	Хром шестивалентный	0,00072	0,00263	0,00335	21,49
26	328	1333-86-4	Сажа	5,73319	0,31773	6,05092	94,75
27	703	50-32-8	Бенз(а)пирен	0,00076	2,31E-07	0,00076	99,97

## Приложение II

Концентрации химических веществ в объектах окружающей среды по данным лабораторных измерений

Таблица II.1. Концентрации химических веществ в питьевой воде московского водопровода

в ЗАО, СЗАО и ЮВАО в 2011-2013 гг.

АО	Район	Наименование вещества	Кол-во измерений	Обнаружение, %	Концентрации				ПДК
					мин	медиана	90-процентиль	макс	
<b>данные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве»</b>									
ЗАО	Кунцево	аммиак и аммонийные соли	11	90,9	0,0005	0,15	0,3	0,41	1,5
ЗАО	Кунцево	железо	11	63,6	0,0015	0,05	0,08	0,11	0,3
ЗАО	Кунцево	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	11	81,8	0,0005	0,011	0,068	0,113	3,3
ЗАО	Можайский	аммиак и аммонийные соли	35	97,1	0,0005	0,12	0,256	0,39	1,5
ЗАО	Можайский	железо	35	74,3	0,0005	0,06	0,126	0,18	0,3
ЗАО	Можайский	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	35	97,1	0,0015	0,109	0,3044	1,24	3,3
ЗАО	Можайский	хлороформ (трихлорметан)	35	94,3	0,00005	0,02	0,041	0,063	0,06
ЗАО	Можайский	алюминий	35	100	0,043047	0,0430467	0,0430467	0,0430467	0,2
ЗАО	Можайский	бромдихлорметан	35	65,7	0,00005	0,0022	0,00484	0,008	0,03
ЗАО	Можайский	бромформ	35	22,9	0,0005	0,0005	0,00198	0,0065	0,1
ЗАО	Можайский	дибромхлорметан	35	8,6	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,03
ЗАО	Можайский	кадмий	35	0	0	0	0	0	0,001
ЗАО	Можайский	мышьяк	35	0	0	0	0	0	0,05
ЗАО	Можайский	никель	35	0	0	0	0	0	0,1
ЗАО	Можайский	свинец	35	8,6	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,03
ЗАО	Можайский	хром +6	35	2,9	0	0	0	0,001	0,05
ЗАО	Можайский	тетрахлорметан	35	22,9	0,0005	0,0005	0,00164	0,0028	0,006
ЗАО	Ново-Переделкино	аммиак и аммонийные соли	12	91,6	0,0005	0,14	0,2	0,39	1,5
ЗАО	Ново-Переделкино	железо	12	75	0,0015	0,08	0,119	0,17	0,3
ЗАО	Ново-Переделкино	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	12	66,7	0,0005	0,005	0,0236	0,065	3,3
ЗАО	Очаково-	аммиак и аммонийные соли	11	90,9	0,0005	0,15	0,3	0,38	1,5

	Матвеевское								
ЗАО	Очаково-Матвеевское	железо	11	72,7	0,0015	0,05	0,1	0,14	0,3
ЗАО	Очаково-Матвеевское	нитриты (по NO2)	11	54,5	0,0005	0,006	0,073	0,115	3,3
ЗАО	Проспект Вернадского	аммиак и аммонийные соли	11	100	0,09	0,15	0,33	0,42	1,5
ЗАО	Проспект Вернадского	железо	11	90,9	0,0015	0,14	0,23	0,51	0,3
ЗАО	Проспект Вернадского	нитриты (по NO2)	11	54,5	0,0005	0,006	0,013	0,025	3,3
ЗАО	Солнцево	аммиак и аммонийные соли	55	96,4	0,0005	0,15	0,246	0,39	1,5
ЗАО	Солнцево	железо	55	63,6	0,0015	0,06	0,11	0,14	0,3
ЗАО	Солнцево	нитриты (по NO2)	55	60	0,0005	0,007	0,032	0,86	3,3
ЗАО	Солнцево	хлороформ (трихлорметан)	36	97,2	0,00005	0,0145	0,0425	0,059	0,06
ЗАО	Солнцево	алюминий	55	100	0,03939	0,03939	0,03939	0,03939	0,2
ЗАО	Солнцево	бромдихлорметан	36	63,9	0,00005	0,00195	0,0037	0,0043	0,03
ЗАО	Солнцево	бромформ	36	16,7	0,0005	0,0005	0,0017	0,0059	0,1
ЗАО	Солнцево	дибромхлорметан	36	11,1	0,00005	0,0005	0,00175	0,0032	0,03
ЗАО	Солнцево	кадмий	36	5,5	0	0	0	0,0001	0,001
ЗАО	Солнцево	мышьяк	36	0	0	0	0	0	0,05
ЗАО	Солнцево	никель	36	0	0	0	0	0	0,1
ЗАО	Солнцево	свинец	36	22,2	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,03
ЗАО	Солнцево	хром +6	36	5,5	0	0	0	0,001	0,05
ЗАО	Солнцево	тетрахлорметан	36	33,3	0,0005	0,0005	0,00315	0,0073	0,006
ЗАО	Филевский парк	аммиак и аммонийные соли	40	95	0,0005	0,12	0,18	0,27	1,5
ЗАО	Филевский парк	железо	40	92,5	0,0005	0,14	0,352	0,41	0,3
ЗАО	Филевский парк	нитриты (по NO2)	40	80	0,0005	0,0245	0,1557	0,23	3,3
ЗАО	Филевский парк	хлороформ (трихлорметан)	36	97,2	0,00005	0,017	0,0505	0,061	0,06
ЗАО	Филевский парк	алюминий	40	100	0,039443	0,0394433	0,0394433	0,0394433	0,2
ЗАО	Филевский парк	бромдихлорметан	36	69,4	0,00005	0,00175	0,0048	0,008	0,03
ЗАО	Филевский парк	бромформ	36	19,4	0,0005	0,0005	0,0018	0,0027	0,1
ЗАО	Филевский парк	дибромхлорметан	36	5,5	0	0	0	0,001	0,03
ЗАО	Филевский парк	кадмий	36	0	0	0	0	0	0,001
ЗАО	Филевский парк	мышьяк	36	0	0	0	0	0	0,05

ЗАО	Филевский парк	никель	36	0	0	0	0	0	0,1
ЗАО	Филевский парк	свинец	36	16,6	0,0005	0,0005	0,001	0,001	0,03
ЗАО	Филевский парк	хром +6	36	2,8	0	0	0	0,001	0,05
ЗАО	Филевский парк	тетрахлорметан	36	36,1	0,0003	0,0005	0,00225	0,0078	0,006
СЗАО	Митино	алюминий	37	100	0,025	0,06	0,0752	0,1	0,2
СЗАО	Митино	аммиак и аммонийные соли	37	97,3	0,025	0,24	0,366	0,51	1,5
СЗАО	Митино	железо	37	8,1	0,05	0,05	0,05	0,19	0,3
СЗАО	Митино	нитриты (по NO2)	37	100	0,0031	0,04	0,154	0,55	3,3
СЗАО	Митино	хлороформ (трихлорметан)	37	100	0,0011	0,0019	0,0023	0,0036	0,06
СЗАО	Митино	бромформ	37	0	0	0	0	0	0,1
СЗАО	Митино	кадмий	37	0	0	0	0	0	0,001
СЗАО	Митино	мышьяк	37	0	0	0	0	0	0,05
СЗАО	Митино	никель	37	2,7	0	0	0	0,0017	0,1
СЗАО	Митино	свинец	37	0	0	0	0	0	0,03
СЗАО	Митино	хром +6	37	0	0	0	0	0	0,05
СЗАО	Митино	тетрахлорметан	37	0	0	0	0	0	0,006
СЗАО	Северное Тушино	алюминий	36	100	0,029	0,0565	0,071	0,108	0,2
СЗАО	Северное Тушино	аммиак и аммонийные соли	36	100	0,05	0,23	0,375	0,51	1,5
СЗАО	Северное Тушино	железо	36	11,1	0,05	0,05	0,075	0,19	0,3
СЗАО	Северное Тушино	нитриты (по NO2)	36	100	0,004	0,0605	0,25	0,5	3,3
СЗАО	Северное Тушино	хлороформ (трихлорметан)	36	100	0,0011	0,0018	0,0023	0,0036	0,06
СЗАО	Северное Тушино	бромформ	36	0	0	0	0	0	0,1
СЗАО	Северное Тушино	кадмий	36	0	0	0	0	0	0,001
СЗАО	Северное Тушино	мышьяк	36	0	0	0	0	0	0,05
СЗАО	Северное Тушино	никель	36	0	0	0	0	0	0,1
СЗАО	Северное Тушино	свинец	36	0	0	0	0	0	0,03
СЗАО	Северное Тушино	хром +6	36	0	0	0	0	0	0,05
СЗАО	Северное Тушино	тетрахлорметан	36	0	0	0	0	0	0,006
СЗАО	Щукино	алюминий	36	100	0,03	0,0555	0,07	0,105	0,2
СЗАО	Щукино	аммиак и аммонийные соли	36	100	0,055	0,25	0,365	0,46	1,5
СЗАО	Щукино	железо	36	5,5	0,05	0,05	0,05	0,29	0,3
СЗАО	Щукино	нитриты (по NO2)	36	94,4	0,0015	0,0565	0,24	0,47	3,3
СЗАО	Щукино	хлороформ (трихлорметан)	36	100	0,0011	0,0018	0,00215	0,0038	0,06
СЗАО	Щукино	бромформ	36	0	0	0	0	0	0,1
СЗАО	Щукино	кадмий	36	0	0	0	0	0	0,001

СЗАО	Щукино	мышьяк	36	0	0	0	0	0	0,05
СЗАО	Щукино	никель	36	2,8	0	0	0	0,0012	0,1
СЗАО	Щукино	свинец	36	0	0	0	0	0	0,03
СЗАО	Щукино	хром +6	36	0	0	0	0	0	0,05
СЗАО	Щукино	тетрахлорметан	36	0	0	0	0	0	0,006
ЮВАО	Кузьминки	алюминий	36	100	0,076	0,076	0,097	0,097	0,2
ЮВАО	Кузьминки	аммиак и аммонийные соли	36	100	0,32	0,32	0,47	0,47	1,5
ЮВАО	Кузьминки	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	36	100	0,016	0,019	0,024	0,024	3,3
ЮВАО	Кузьминки	хлороформ (трихлорметан)	36	100	0,0072	0,0094	0,0099	0,0099	0,06
ЮВАО	Кузьминки	железо	36	33,3	0,004	0,05	0,05	0,081	0,3
ЮВАО	Кузьминки	бромдихлорметан	36	47,2	0,0005	0,00145	0,00805	0,012	0,03
ЮВАО	Кузьминки	бромформ	36	19,4	0,0005	0,0005	0,0005	0,025	0,1
ЮВАО	Кузьминки	дибромхлорметан	36	8,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,012	0,03
ЮВАО	Кузьминки	кадмий	12	0	0	0	0	0	0,001
ЮВАО	Кузьминки	мышьяк	36	0	0	0	0	0	0,05
ЮВАО	Кузьминки	никель	12	0	0	0	0	0	0,1
ЮВАО	Кузьминки	свинец	12	0	0	0	0	0	0,03
ЮВАО	Кузьминки	хром +6	12	0	0	0	0	0	0,05
ЮВАО	Кузьминки	тетрахлорметан	36	0	0	0	0	0	0,006
ЮВАО	Люблино	алюминий	36	100	0,076	0,076	0,076	0,076	0,2
ЮВАО	Люблино	аммиак и аммонийные соли	108	100	0,32	0,32	0,44	0,52	1,5
ЮВАО	Люблино	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	107	100	0,017	0,024	0,024	0,24	3,3
ЮВАО	Люблино	хлороформ (трихлорметан)	36	100	0,0094	0,0094	0,0094	0,0094	0,06
ЮВАО	Люблино	железо	36	36,1	0,05	0,05	0,05	0,3	0,3
ЮВАО	Люблино	бромдихлорметан	36	50	0,0005	0,00165	0,00785	0,012	0,03
ЮВАО	Люблино	бромформ	36	11,1	0,0005	0,0005	0,00092	0,005	0,1
ЮВАО	Люблино	дибромхлорметан	36	5,8	0,0005	0,0005	0,0005	0,0029	0,03
ЮВАО	Люблино	мышьяк	36	0	0	0	0	0	0,05
ЮВАО	Люблино	тетрахлорметан	36	0	0	0	0	0	0,006
ЮВАО	Марьино	алюминий	36	100	0,054	0,054	0,11	0,11	0,2
ЮВАО	Марьино	аммиак и аммонийные соли	36	100	0,31	0,31	0,57	0,57	1,5
ЮВАО	Марьино	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	36	100	0,012	0,012	0,012	0,012	3,3
ЮВАО	Марьино	хлороформ (трихлорметан)	36	100	0,0073	0,009	0,009	0,009	0,06
ЮВАО	Марьино	железо	36	34,4	0,011	0,05	0,05	0,159	0,3
ЮВАО	Марьино	бромдихлорметан	36	61,2	0,0005	0,0014	0,00824	0,014	0,03

ЮВАО	Марьино	бромформ	36	22,3	0,0005	0,0005	0,00158	0,011	0,1
ЮВАО	Марьино	дибромхлорметан	36	8,6	0,0005	0,0005	0,0005	0,0049	0,03
ЮВАО	Марьино	кадмий	12	0	0	0	0	0	0,001
ЮВАО	Марьино	мышьяк	36	0	0	0	0	0	0,05
ЮВАО	Марьино	никель	12	0	0	0	0	0	0,1
ЮВАО	Марьино	свинец	12	16,7	0,004	0,005	0,005	0,01	0,03
ЮВАО	Марьино	хром +6	12	0	0	0	0	0	0,05
ЮВАО	Марьино	тетрахлорметан	36	5,5	0,0005	0,0005	0,0005	0,0011	0,006
ЮВАО	Рязанский	алюминий	36	100	0,076	0,076	0,076	0,076	0,2
ЮВАО	Рязанский	аммиак и аммонийные соли	36	100	0,32	0,32	0,32	0,55	1,5
ЮВАО	Рязанский	нитриты (по NO2)	36	100	0,024	0,024	0,024	0,024	3,3
ЮВАО	Рязанский	хлороформ (трихлорметан)	36	100	0,0094	0,0094	0,0094	0,0094	0,06
ЮВАО	Рязанский	железо	36	100	0,05	0,05	0,05	0,05	0,3
ЮВАО	Рязанский	бромдихлорметан	25	44	0,0005	0,0005	0,00448	0,009	0,03
ЮВАО	Рязанский	бромформ	36	0	0	0	0	0	0,1
ЮВАО	Рязанский	дибромхлорметан	36	0	0	0	0	0	0,03
ЮВАО	Рязанский	мышьяк	36	0	0	0	0	0	0,05
ЮВАО	Рязанский	тетрахлорметан	36	0	0	0	0	0	0,006
ЮВАО	Текстильщики	аммиак и аммонийные соли	36	100	0,32	0,34	0,43	0,45	1,5
ЮВАО	Текстильщики	нитриты (по NO2)	36	100	0,016	0,021	0,024	0,15	3,3
ЮВАО	Южнопортовый	аммиак и аммонийные соли	36	100	0,32	0,32	0,5	0,52	1,5
ЮВАО	Южнопортовый	нитриты (по NO2)	36	100	0,015	0,015	0,022	0,022	3,3
ЮВАО	Южнопортовый	хлороформ (трихлорметан)	36	100	0,0068	0,012	0,012	0,012	0,06
ЮВАО	Южнопортовый	железо	36	33,3	0,05	0,05	0,05	0,12	0,3
ЮВАО	Южнопортовый	бромдихлорметан	36	52,7	0,0005	0,00125	0,006	0,017	0,03
ЮВАО	Южнопортовый	бромформ	36	22,2	0,0005	0,0005	0,0037	0,083	0,1
ЮВАО	Южнопортовый	дибромхлорметан	36	5,5	0,0005	0,0005	0,0005	0,0058	0,03
ЮВАО	Южнопортовый	кадмий	12	0	0	0	0	0	0,001
ЮВАО	Южнопортовый	мышьяк	36	0	0	0	0	0	0,05
ЮВАО	Южнопортовый	никель	12	0	0	0	0	0	0,1
ЮВАО	Южнопортовый	свинец	12	16,6	0,005	0,005	0,0068	0,016	0,03
ЮВАО	Южнопортовый	хром +6	12	0	0	0	0	0	0,05
ЮВАО	Южнопортовый	тетрахлорметан	36	0	0	0	0	0	0,006
<b>данные ОАО «Мосводоканал»</b>									
ЗАО	Дорогомилово	аммиак и аммонийные соли	48	89,6	0,01	0,175	0,286	0,420	1,5

ЗАО	Дорогомилово	нитриты (по NO2)	46	60,9	0,0015	0,030	0,113	0,156	3,3
ЗАО	Дорогомилово	железо	210	51,9	0,005	0,050	0,11999	0,240	0,3
ЗАО	Дорогомилово	алюминий	48	45,8	0,02	0,020	0,09	0,150	0,2
ЗАО	Дорогомилово	хлориды	43	100	4	19	23,6	41	350
ЗАО	Крылатское	аммиак и аммонийные соли	38	92,1	0,01	0,170	0,304993	0,440	1,5
ЗАО	Крылатское	нитриты (по NO2)	37	75,7	0,0015	0,022	0,11599	0,341	3,3
ЗАО	Крылатское	железо	212	63,2	0,005	0,060	0,11999	0,300	0,3
ЗАО	Крылатское	хлориды	32	100	13	20	24,8	29	350
ЗАО	Кунцево	железо	138	55,1	0,005	0,05999	0,12	0,15999	0,3
ЗАО	Можайский	железо	138	44,9	0,005	0,005	0,1	0,170	0,3
ЗАО	Ново-Переделкино	аммиак и аммонийные соли	73	98,6	0,01	0,280	0,37	0,450	1,5
ЗАО	Ново-Переделкино	нитриты (по NO2)	51	52,9	0,0015	0,005	0,14499	0,655	3,3
ЗАО	Ново-Переделкино	железо	534	18	0,005	0,005	0,07	0,170	0,3
ЗАО	Ново-Переделкино	алюминий	92	67,4	0,02	0,050	0,07999	0,110	0,2
ЗАО	Ново-Переделкино	хлориды	51	100	4	19	23	35	350
ЗАО	Очаково-Матвеевское (на Рублевской СВ)	железо	171	59,6	0,005	0,005	0,09	0,190	0,3
ЗАО	Очаково-Матвеевское (на Западной СВ)	железо	44	50	0,005	0,028	0,113993	0,200	0,3
ЗАО	Очаково-Матвеевское (РСВ+ЗСВ)	железо	63	58,7	0,005	0,060	0,12599	0,250	0,3
ЗАО	Раменки	аммиак и аммонийные соли	214	97,2	0,01	0,230	0,34	0,470	1,5
ЗАО	Раменки	нитриты (по NO2)	175	63,4	0,0015	0,008	0,0828	0,600	3,3
ЗАО	Раменки	железо	562	41,3	0,005	0,005	0,09	0,230	0,3
ЗАО	Раменки	алюминий	220	56,8	0,02	0,040	0,1	0,190	0,2
ЗАО	Раменки	хлориды	163	100	10	20	26	37	350
ЗАО	Солнцево	железо	198	14,6	0,005	0,005	0,072997	0,180	0,3
ЗАО	Солнцево	хлороформ (трихлорметан)	19	100	0,00028	0,002	0,003918	0,005	0,06
ЗАО	Солнцево	барий	19	100	0,027	0,03299	0,038	0,039	0,1

ЗАО	Солнцево	бор	19	0	0	0	0	0	0,5
ЗАО	Солнцево	бромформ	19	0	0	0	0	0	0,1
ЗАО	Солнцево	дибромхлорметан	19	0	0	0	0	0	0,03
ЗАО	Солнцево	дихлорбромметан	19	89,5	0,0001	0,00031	0,00076	0,0008	0,03
ЗАО	Солнцево	кадмий	19	0	0	0	0	0	0,001
ЗАО	Солнцево	литий	19	100	0,0034	0,00439	0,0054	0,0059	0,03
ЗАО	Солнцево	мышьяк	18	16,6	0,00025	0,00025	0,0005	0,00057	0,05
ЗАО	Солнцево	никель	19	100	0,00044	0,00065	0,001	0,0012	0,1
ЗАО	Солнцево	свинец	19	0	0	0	0	0	0,03
ЗАО	Солнцево	стронций	19	100	0,11999	0,17	0,2	0,23	7
ЗАО	Солнцево	сурьма	19	0	0	0	0	0	0,05
ЗАО	Солнцево	формальдегид	19	0	0	0	0	0	0,05
ЗАО	Солнцево	фториды	19	0	0	0	0	0	1,5
ЗАО	Солнцево	хром +6	19	0	0	0	0	0	0,05
ЗАО	Солнцево	цианиды	19	0	0	0	0	0	0,035
ЗАО	Тропарево-Никулино (на Западной СВ)	железо	116	13,8	0,005	0,005	0,067495	0,140	0,3
ЗАО	Тропарево-Никулино (РСВ+ЗСВ)	железо	66	0	0	0	0	0	0,3
ЗАО	Филевский парк	железо	140	57,1	0,005	0,060	0,11099	0,280	0,3
ЗАО	Фили-Давыдково	аммиак и аммонийные соли	38	100	0,05	0,260	0,37	0,420	1,5
ЗАО	Фили-Давыдково	нитриты (по NO2)	32	56,3	0,0015	0,004	0,1033	0,363	3,3
ЗАО	Фили-Давыдково	железо	255	45,9	0,005	0,005	0,09	0,210	0,3
ЗАО	Фили-Давыдково	алюминий	39	46,2	0,02	0,020	0,092	0,120	0,2
ЗАО	Фили-Давыдково	хлориды	30	100	14	19	23,2	33	350
СЗАО	Куркино	аммиак и аммонийные соли	12	100	0,11999	0,200	0,268999	0,310	1,5
СЗАО	Куркино	железо	353	28,3	0,005	0,005	0,07999	0,170	0,3
СЗАО	Куркино	алюминий	12	66,7	0,02	0,060	0,12899	0,170	0,2
СЗАО	Куркино	хлориды	9	100	13	18	22,2	27	350
СЗАО	Митино	аммиак и аммонийные соли	135	99,3	0,01	0,270	0,38999	0,690	1,5



СЗАО	Митино	нитриты (по NO2)	95	43,2	0,0015	0,002	0,039996	0,681	3,3
СЗАО	Митино	железо	484	25,6	0,005	0,005	0,07999	0,200	0,3
СЗАО	Митино	алюминий	141	56	0,02	0,040	0,07999	0,150	0,2
СЗАО	Митино	хлороформ (трихлорметан)	20	100	0,0026	0,005	0,00954	0,015	0,06
СЗАО	Митино	барий	20	100	0,025	0,03049	0,037	0,04199	0,1
СЗАО	Митино	бор	20	0	0	0	0	0	0,5
СЗАО	Митино	бромформ	20	0	0	0	0	0	0,1
СЗАО	Митино	дибромхлорметан	20	0	0	0	0	0	0,03
СЗАО	Митино	дихлорбромметан	20	100	0,00022	0,000785	0,0015	0,0023	0,03
СЗАО	Митино	кадмий	20	0	0	0	0	0	0,001
СЗАО	Митино	литий	20	100	0,00359	0,00439	0,005	0,00639	0,03
СЗАО	Митино	мышьяк	20	0	0	0	0	0	0,05
СЗАО	Митино	никель	19	100	0,00041	0,00059	0,0008	0,00529	0,1
СЗАО	Митино	свинец	20	5	0	0	0	0,00023	0,03
СЗАО	Митино	стронций	20	100	0,10999	0,15999	0,18	0,2	7
СЗАО	Митино	сурьма	20	0	0	0	0	0	0,05
СЗАО	Митино	формальдегид	20	0	0	0	0	0	0,05
СЗАО	Митино	фториды	20	0	0	0	0	0	1,5
СЗАО	Митино	хлориды	94	100	4	19	24	33	350
СЗАО	Митино	хром +6	20	0	0	0	0	0	0,05
СЗАО	Митино	цианиды	20	0	0	0	0	0	0,035
СЗАО	Покровское- Стрешнево	железо	274	43,4	0,005	0,005	0,1	0,260	0,3
СЗАО	Северное Тушино	аммиак и аммонийные соли	56	98,2	0,01	0,205	0,31	0,490	1,5
СЗАО	Северное Тушино	нитриты (по NO2)	53	50,9	0,0015	0,004	0,119	0,800	3,3
СЗАО	Северное Тушино	железо	113	41,6	0,005	0,005	0,09	0,240	0,3
СЗАО	Северное Тушино	алюминий	59	54,2	0,02	0,040	0,072	0,180	0,2
СЗАО	Северное Тушино	хлориды	53	100	4	19	23	30	350
СЗАО	Строгино	аммиак и аммонийные соли	58	96,6	0,01	0,225	0,321997	0,430	1,5
СЗАО	Строгино	нитриты (по NO2)	51	56,9	0,0015	0,014	0,115	0,600	3,3
СЗАО	Строгино	железо	214	47,7	0,005	0,005	0,10999	0,200	0,3
СЗАО	Строгино	алюминий	58	56,9	0,02	0,045	0,082993	0,160	0,2

СЗАО	Строгино	хлориды	46	100	9	20	25	32	350
СЗАО	Хорошово-Мневники	аммиак и аммонийные соли	57	96,5	0,01	0,310	0,403996	0,500	1,5
СЗАО	Хорошово-Мневники	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	53	50,9	0,0015	0,003	0,0258	0,183	3,3
СЗАО	Хорошово-Мневники	железо	373	38,1	0,005	0,005	0,1	0,170	0,3
СЗАО	Хорошово-Мневники	алюминий	57	77,2	0,02	0,050	0,1	0,150	0,2
СЗАО	Хорошово-Мневники	хлориды	50	100	3	17	22,2	34	350
СЗАО	Щукино	железо	223	48	0,005	0,005	0,107992	0,250	0,3
СЗАО	Южное Тушино	железо	206	50	0,005	0,028	0,12999	0,260	0,3
ЮВАО	Выхино-Жулебино	аммиак и аммонийные соли	55	96,4	0,01	0,250	0,355996	0,440	1,5
ЮВАО	Выхино-Жулебино	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	48	56,3	0,0015	0,004	0,069193	0,566	3,3
ЮВАО	Выхино-Жулебино	железо	110	39,1	0,005	0,005	0,09	0,170	0,3
ЮВАО	Выхино-Жулебино	алюминий	58	75,9	0,02	0,070	0,132993	0,190	0,2
ЮВАО	Выхино-Жулебино	хлориды	45	100	7	14	19,6	24	350
ЮВАО	Капотня	железо	37	5,4	0,005	0,005	0,005	0,120	0,3
ЮВАО	Кузьминки	железо	100	52	0,005	0,050	0,100999	0,180	0,3
ЮВАО	Лефортово	аммиак и аммонийные соли	37	100	0,05999	0,220	0,34999	0,410	1,5
ЮВАО	Лефортово	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	37	73	0,0015	0,019	0,1444	0,653	3,3
ЮВАО	Лефортово	железо	180	73,3	0,005	0,080	0,14	0,240	0,3
ЮВАО	Лефортово	алюминий	37	70,3	0,02	0,050	0,11399	0,190	0,2
ЮВАО	Лефортово	хлориды	34	100	6	11	13,7	14	350
ЮВАО	Лефортово	хлороформ (трихлорметан)	19	100	0,0087	0,014	0,021392	0,02999	0,06
ЮВАО	Люблино	аммиак и аммонийные соли	88	98,9	0,01	0,220	0,23	0,700	1,5
ЮВАО	Люблино	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	54	50	0,0015	0,002	0,5949	0,522	3,3
ЮВАО	Люблино	железо	454	30	0,005	0,005	0,09	0,180	0,3
ЮВАО	Люблино	алюминий	93	80,6	0,02	0,060	0,11799	0,220	0,2
ЮВАО	Люблино	хлориды	51	100	6	18	22	29	350
ЮВАО	Марьино	железо	36	47,2	0,005	0,005	0,084995	0,160	0,3

ЮВАО	Некрасовка	железо	69	43,5	0,005	0,005	0,101998	0,160	0,3
ЮВАО	Нижегородский	аммиак и аммонийные соли	61	91,8	0,01	0,220	0,4	0,520	1,5
ЮВАО	Нижегородский	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	60	78,3	0,0015	0,017	0,1436	0,277	3,3
ЮВАО	Нижегородский	железо	187	74,9	0,005	0,090	0,18	0,270	0,3
ЮВАО	Нижегородский	алюминий	61	77	0,02	0,060	0,10999	0,200	0,2
ЮВАО	Нижегородский	хлориды	56	100	3	11	13	17	350
ЮВАО	Печатники	железо	137	69,3	0,005	0,080	0,17	0,260	0,3
ЮВАО	Рязанский	железо	85	45,9	0,005	0,005	0,11599	0,190	0,3
ЮВАО	Текстильщики	железо	35	57,1	0,005	0,050	0,141996	0,250	0,3
ЮВАО	Южнопортовый	железо	120	42,5	0,005	0,005	0,09	0,260	0,3

Таблица II.2. Концентрации химических веществ в холодной и горячей воде  
 московского водопровода в ЗАО, СЗАО и ЮВАО в 2011-2013 гг.  
 (по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве»)

АО	Район	Наименование вещества	Концентрации медиана		Р
			Холодная вода	Горячая вода	
ЗАО	Можайский	алюминий	0,043	0,045	1
ЗАО	Можайский	железо	0,06	0,25	$7,9 \times 10^{-12}$
ЗАО	Можайский	хлороформ	0,02	0,017	0,7
ЗАО	Можайский	кадмий	0	0	-
ЗАО	Можайский	мышьяк	0	0	-
ЗАО	Можайский	никель	0	0	-
ЗАО	Можайский	свинец	0,0005	0	-
ЗАО	Можайский	хром +6	0	0	-
ЗАО	Солнцево	алюминий	0,039	0,045	0,3
ЗАО	Солнцево	железо	0,06	0,13	$9,7 \times 10^{-7}$
ЗАО	Солнцево	хлороформ	0,0145	0,0145	0,4
ЗАО	Солнцево	кадмий	0	0	-
ЗАО	Солнцево	мышьяк	0	0	-
ЗАО	Солнцево	никель	0	0	-
ЗАО	Солнцево	свинец	0,0005	0,0005	0,3
ЗАО	Солнцево	хром +6	0	0	-
ЗАО	Филевский парк	алюминий	0,039	0,05	0,03
ЗАО	Филевский парк	железо	0,14	0,19	0,4
ЗАО	Филевский парк	хлороформ	0,017	0,018	0,8
ЗАО	Филевский парк	кадмий	0	0	-
ЗАО	Филевский парк	мышьяк	0	0	-
ЗАО	Филевский парк	никель	0	0	-
ЗАО	Филевский парк	свинец	0,0005	0	-
ЗАО	Филевский парк	хром +6	0	0	-
СЗАО	Митино	алюминий	0,06	0,064	0,2
СЗАО	Митино	железо	0,05	0,05	0,7
СЗАО	Митино	хлороформ	0,002	0,002	0,0007
СЗАО	Митино	кадмий	0	0	-
СЗАО	Митино	мышьяк	0	0	-
СЗАО	Митино	никель	0	0,0005	-
СЗАО	Митино	свинец	0	0	-
СЗАО	Митино	хром +6	0	0	-
СЗАО	Северное Тушино	алюминий	0,057	0,061	0,2
СЗАО	Северное Тушино	железо	0,05	0,05	0,3
СЗАО	Северное Тушино	хлороформ	0,002	0,002	0,05
СЗАО	Северное Тушино	кадмий	0	0	-
СЗАО	Северное Тушино	мышьяк	0	0	-
СЗАО	Северное Тушино	никель	0	0,0005	-
СЗАО	Северное Тушино	свинец	0	0	-
СЗАО	Северное Тушино	хром +6	0	0	-
СЗАО	Щукино	алюминий	0,06	0,06	0,2

СЗАО	Щукино	железо	0,05	0,1	0,0003
СЗАО	Щукино	хлороформ	0,002	0,002	$1,3 \times 10^{-5}$
СЗАО	Щукино	кадмий	0	0	-
СЗАО	Щукино	мышьяк	0	0	-
СЗАО	Щукино	никель	0	0,0005	-
СЗАО	Щукино	свинец	0	0	-
СЗАО	Щукино	хром +6	0	0	-
ЮВАО	Кузьминки	аммиак и аммонийные соли	0,32	0,22	$2,9 \times 10^{-13}$
ЮВАО	Кузьминки	бромдихлорметан	0,00145	0,0005	0,6
ЮВАО	Кузьминки	железо	0,05	0,05	1
ЮВАО	Кузьминки	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	0,019	0,021	0,2
ЮВАО	Кузьминки	хлороформ	0,009	0,012	$2,9 \times 10^{-13}$
ЮВАО	Кузьминки	бромформ	0,0005	0,0005	0,4
ЮВАО	Кузьминки	дибромхлорметан	0,0005	0,0005	0,8
ЮВАО	Кузьминки	кадмий	0	0	-
ЮВАО	Кузьминки	мышьяк	0	0	-
ЮВАО	Кузьминки	никель	0	0	-
ЮВАО	Кузьминки	свинец	0	0	-
ЮВАО	Кузьминки	тетрахлорметан	0	0	-
ЮВАО	Кузьминки	хром +6	0	0	-
ЮВАО	Марьино	аммиак и аммонийные соли	0,31	0,26	$8,9 \times 10^{-5}$
ЮВАО	Марьино	бромдихлорметан	0,0014	0,0005	0,12
ЮВАО	Марьино	железо	0,05	0,05	1
ЮВАО	Марьино	нитриты (по NO <sub>2</sub> )	0,012	0,016	0,01
ЮВАО	Марьино	хлороформ	0,009	0,006	0,01
ЮВАО	Марьино	бромформ	0,0005	0,0005	0,5
ЮВАО	Марьино	дибромхлорметан	0,0005	0,0005	0,6
ЮВАО	Марьино	кадмий	0	0	-
ЮВАО	Марьино	мышьяк	0	0	-
ЮВАО	Марьино	никель	0	0	-
ЮВАО	Марьино	свинец	0,005	0,005	0,46
ЮВАО	Марьино	тетрахлорметан	0,0005	0,0005	0,9
ЮВАО	Марьино	хром +6	0	0	-
ЮВАО	Южнопортовый	аммиак и аммонийные соли	0,32	0,05	$2,9 \times 10^{-13}$
ЮВАО	Южнопортовый	бромдихлорметан	0,00125	0,0005	0,14
ЮВАО	Южнопортовый	железо	0,05	0,05	1
ЮВАО	Южнопортовый	нитриты (по	0,015	0,021	0,001

		NO2)			
ЮВАО	Южнопортовый	хлороформ	0,012	0,058	0,01
ЮВАО	Южнопортовый	бромформ	0,0005	0,0005	0,3
ЮВАО	Южнопортовый	дибромхлорметан	0,0005	0,0005	0,7
ЮВАО	Южнопортовый	кадмий	0	0	-
ЮВАО	Южнопортовый	мышьяк	0	0	-
ЮВАО	Южнопортовый	никель	0	0	-
ЮВАО	Южнопортовый	свинец	0,005	0,005	0,5
ЮВАО	Южнопортовый	тетрахлорметан	0	0	-
ЮВАО	Южнопортовый	хром +6	0	0	-

Таблица П.3. Концентрации химических веществ в пищевых продуктах, отобранных в торговой сети на территории ЗАО, СЗАО и ЮВАО в 2011-2013 гг.

Наименование вещества	Кол-во проб	Обнаружение, %	Концентрации, мг/кг		ПДК*
			Медиана	90-процентиль	
<b>ЗАО</b>					
<b>Картофель</b>					
ГХЦГ	9	11,1	0	0,0276	0,5
ДДТ	9	0	0	0	1
Нитраты	15	100	110	186,8	250
Кадмий	2	0	0	0	0,03
Мышьяк	2	0	0	0	0,2
Ртуть	2	0	0	0	0,02
Свинец	2	0	0	0	0,5
<b>Масло растительное и другие жиры</b>					
Афлатоксин В1	6	0	0	0	0,005
ГХЦГ	12	0	0	0	0,05
ДДТ	12	0	0	0	0,1
Кадмий	14	0	0	0	0,03
Мышьяк	14	0	0	0	0,1
Ртуть	14	0	0	0	0,03
Свинец	14	0	0	0	0,1
<b>Молоко и молочные продукты</b>					
Афлатоксин М1	28	0	0	0	0,0005
ГХЦГ	112	0	0	0	0,05
ДДТ	112	0	0	0	0,1
Кадмий	128	0	0	0	0,03
Мышьяк	128	0	0	0	0,05
Ртуть	128	0	0	0	0,005
Свинец	128	3,1	0	0	0,1
<b>Мясо и мясные продукты</b>					
Бенз(а)пирен	13	0	0	0	0,001
ГХЦГ	52	0	0	0	0,1
ДДТ	52	0	0	0	0,1
Кадмий	78	0	0	0	0,05
Мышьяк	78	0	0	0	0,1
Ртуть	78	1,4	0	0	0,03

Олово	6	100	18,5	22	200
Свинец	78	6,4	0	0	0,5
<b>Овощи и бахчевые</b>					
ГХЦГ	83	0	0	0	0,5
ДДТ	83	0	0	0	1
Кадмий	23	0	0	0	0,03
Мышьяк	23	0	0	0	0,2
Олово	4	100	21	22,4	200
Ртуть	23	0	0	0	0,02
Свинец	23	4,3	0	0	0,5
<b>Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них</b>					
Бенз(а)пирен	2	0	0	0	0,005
Гистамин	40	100	26,5	30,1	100
ГХЦГ	23	0	0	0	0,03
ДДТ	23	0	0	0	0,3
Кадмий	57	0	0	0	0,2
Мышьяк	57	0	0	0	1
Олово	6	100	19,5	21,5	200
Ртуть	57	0	0	0	0,05
Свинец	57	3,5	0	0	0,4
<b>Сахар и кондитерские изделия</b>					
Афлатоксин В1	9	0	0	0	0,005
ГХЦГ	26	0	0	0	0,2
ДДТ	26	0	0	0	0,02
Дезоксинилваленол	7	0	0	0	0,7
Кадмий	29	0	0	0	0,1
Мышьяк	27	0	0	0	0,3
Ртуть	28	0	0	0	0,02
Свинец	28	0	0	0	0,5
<b>Фрукты и ягоды</b>					
Афлатоксин В1	2	0	0	0	0,005
ГХЦГ	10	0	0	0	0,5
ДДТ	10	0	0	0	1
Кадмий	4	0	0	0	0,03
Мышьяк	4	0	0	0	0,2
Нитраты	17	100	11	35,22	50
Ртуть	4	0	0	0	0,02
Свинец	4	0	0	0	0,5
<b>Хлебные продукты</b>					
Афлатоксин В1	41	0	0	0	0,05
ГХЦГ	37	0	0	0	0,5
ДДТ	37	0	0	0	0,02
Дезоксинилваленол	32	0	0	0	0,7
Кадмий	38	0	0	0	0,07
Мышьяк	38	0	0	0	0,15
Ртуть	37	0	0	0	0,015
Свинец	38	7,9	0	0	0,35
<b>СЗАО</b>					
<b>Картофель</b>					
ГХЦГ	19	0	0	0	0,5

ДДТ	19	0	0	0	1
Кадмий	11	54,5	0,0053	0,02	0,03
Мышьяк	11	18,2	0	0,0001	0,2
Ртуть	11	0	0	0	0,02
Нитраты	27	100	136	177	250
Свинец	11	63,6	0,04	0,23	0,5
<b>Масло растительное и другие жиры</b>					
Афлатоксин В1	47	17,0	0	0,001	0,005
Афлатоксин М1	8	0	0	0	1
ГХЦГ	62	0	0	0	0,05
ДДТ	62	0	0	0	0,1
Железо	10	100	0,3	1,11	1,5
Кадмий	49	44,9	0	0,00502	0,05
Медь	3	100	0,09	0,4	0,1
Мышьяк	49	28,6	0	0,0005	0,1
Ртуть	49	34,7	0	0,0008	0,03
Свинец	48	81,3	0,03	0,1	0,1
<b>Молоко и молочные продукты</b>					
Афлатоксин В1	2	0	0	0	1
Афлатоксин М1	55	0	0	0	0,0005
ГХЦГ	72	0	0	0	0,05
ДДТ	73	0	0	0	0,1
Кадмий	70	52,9	0,00001	0,00653	0,03
Мышьяк	71	43,7	0	0,01	0,05
Ртуть	71	32,4	0	0,00001	0,005
Свинец	70	58,6	0,0058	0,082	0,1
<b>Мясо и мясные продукты</b>					
ГХЦГ	90	0	0	0	0,1
ДДТ	90	0	0	0	0,1
Кадмий	109	31,2	0	0,005	0,05
Мышьяк	108	14,8	0	0,00022	0,1
Нитриты	14	100	0,002	0,003	0,002
Ртуть	101	11,9	0	0,00001	0,02
Свинец	108	50,9	0,00001	0,1179	0,5
<b>Овощи и бахчевые</b>					
ГХЦГ	83	0	0	0	0,5
ДДТ	86	0	0	0	1
Кадмий	40	47,5	0	0,01512	0,03
Мышьяк	39	5,1	0	0	0,2
Ртуть	40	0	0	0	0,02
Свинец	39	66,7	0,039	0,1464	0,5
<b>Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них</b>					
Гистамин	16	100	22	35	100
ГХЦГ	38	0	0	0	0,03
ДДТ	38	0	0	0	0,3
Кадмий	40	25	0	0,0051	0,2
Мышьяк	40	7,5	0	0	0,2
Ртуть	40	7,5	0	0	0,05
Свинец	40	65,0	0,04	0,0242	0,4
<b>Сахар и кондитерские изделия</b>					



Афлатоксин В1	26	23,1	0	0,0002	0,005
ГХЦГ	29	0	0	0	0,2
ДДТ	29	0	0	0	0,005
Кадмий	28	21,4	0	0,012	0,05
Мышьяк	28	21,4	0	0,00022	0,3
Ртуть	28	17,9	0	0,00001	0,02
Свинец	28	71,4	0,0215	0,2458	0,5
<b>Фрукты и ягоды</b>					
Афлатоксин В1	2	0	0	0	0,005
ГХЦГ	21	0	0	0	0,5
ДДТ	21	0	0	0	1
Кадмий	29	55,2	0,00022	0,009	0,02
Мышьяк	29	37,9	0	0,000536	0,1
Нитраты	11	100	30	36	50
Патулин	13	0	0	0	0,05
Ртуть	29	41,4	0	0,00001	0,01
Свинец	29	86,2	0,02	0,0564	0,3
<b>Хлебные продукты</b>					
Афлатоксин В1	6	0	0	0	0,05
Афлатоксин М1	5	0	0	0	0,005
Гексахлорбензол	3	0	0	0	0,01
ГХЦГ	12	0	0	0	0,5
ДДТ	12	0	0	0	0,02
Кадмий	13	53,8	0,00001	0,00001	0,07
Мышьяк	12	58,3	0,007	0,009	0,15
Ртуть	12	58,3	0,0001	0,0001	0,015
Свинец	13	76,9	0,01	0,028	0,35
<b>ЮВАО</b>					
<b>Картофель</b>					
Алдрин	11	0	0	0	менее 0,002
Гептахлор	11	0	0	0	менее 0,002
ГХЦГ	22	0	0	0	0,5
ДДТ	22	0	0	0	1
Кадмий	26	100	0,001	0,002	0,03
Мышьяк	25	100	0,002	0,038	0,2
Нитраты	47	100	67	142,6	250
Ртуть	26	100	0,0002	0,0075	0,02
Свинец	24	100	0,02	0,03	0,5
<b>Масло растительное и другие жиры</b>					
Алдрин	16	0	0	0	менее 0,002
Афлатоксин В1	2	100	0,001	0,001	0,005
Афлатоксин М1	9	0	0	0	1
Гептахлор	16	0	0	0	менее 0,002
ГХЦГ	16	0	0	0	0,05
ДДТ	18	0	0	0	0,1
Кадмий	8	100	0,001	0,002	0,05
Мышьяк	8	100	0,01	0,01	0,1
Ртуть	8	100	0,002	0,005	0,03
Свинец	8	100	0,002	0,0185	0,1
<b>Молоко и молочные продукты</b>					

Алдрин	18	0	0	0	менее 0,002
Афлатоксин М1	19	0	0	0,000012	0,0005
Гептахлор	18	0	0	0	менее 0,002
ГХЦГ	19	0	0	0	0,05
ДДТ	19	0	0	0	0,1
Кадмий	13	61,5	0,005	0,01	0,03
Мышьяк	13	100	0,005	0,01	0,05
Ртуть	13	100	0,001	0,002	0,005
Свинец	13	100	0,001	0,041	0,1
<b>Мясо и мясные продукты</b>					
Алдрин	24	0	0	0	менее 0,002
Бенз(а)пирен	5	100	0,0002	0,0002	0,001
Гептахлор	24	0	0	0	менее 0,002
ГХЦГ	29	0	0	0	0,1
ДДТ	29	0	0	0	0,1
Кадмий	40	100	0,0015	0,003	0,05
Мышьяк	39	100	0,01	0,05	0,1
Ртуть	39	100	0,002	0,004	0,03
Свинец	39	100	0,01	0,022	0,5
<b>Овощи и бахчевые</b>					
Алдрин	96	0	0	0	менее 0,002
Гептахлор	94	0	0	0	менее 0,002
ГХЦГ	119	0	0	0	0,5
ДДТ	118	0	0	0	1
Кадмий	57	100	0,001	0,003	0,03
Мышьяк	45	100	0,01	0,026	0,2
Ртуть	46	100	0,001	0,005	0,02
Свинец	56	98,2	0,015	0,03	0,5
<b>Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них</b>					
Алдрин	2	0	0	0	менее 0,002
Бенз(а)пирен	6	100	0,0002	0,001	0,005
Гептахлор	2	0	0	0	менее 0,002
ГХЦГ	2	0	0	0	0,03
ДДТ	3	0	0	0	0,3
Кадмий	20	100	0,01	0,0155	0,04
Мышьяк	20	100	0,1	0,11	0,2
Ртуть	20	100	0,1	0,21	0,5
Свинец	20	100	0,12	0,15	0,4
<b>Фрукты и ягоды</b>					
Алдрин	3	0	0	0	менее 0,002
Гептахлор	3	0	0	0	менее 0,002
ГХЦГ	8	0	0	0	0,5
ДДТ	7	0	0	0	1
Кадмий	6	100	0,001	0,002	0,02
Мышьяк	6	100	0,01	0,01	0,1
Нитраты	4	100	21,5	29,3	50
Ртуть	6	100	0,0015	0,0025	0,01
Свинец	6	100	0,015	0,02	0,3
<b>Хлебные продукты</b>					
Алдрин	6	0	0	0	менее 0,002

Афлатоксин В1	2	100	0,00035	0,00047	0,05
Афлатоксин М1	3	0	0	0	0,005
Гептахлор	6	0	0	0	менее 0,002
ГХЦГ	6	0	0	0	0,5
ДДТ	7	0	0	0	0,02
Кадмий	1	100	0,002	0,002	0,07
Мышьяк	2	100	0,01	0,01	0,15
Ртуть	2	100	0,0015	0,0019	0,015
Свинец	2	100	0,02	0,02	0,35

\* - минимальное значение с учетом исследованных продуктов

## Приложение III

Таблица III.1. Среднегодовые и максимальные часовые (95 процентиль) концентрации приоритетных химических веществ, обладающих неканцерогенным действием, в выбросах промзоны «Чагино-Капотня»

№	Код	Наименование вещества	95 процентиль концентрации, мкг/м <sup>3</sup>				Референтная концентрация острых воздействий, АРФс, мкг/м <sup>3</sup>	Среднегодовые концентрации, мкг/м <sup>3</sup>				Референтная концентрация РФс, мкг/м <sup>3</sup>
			Максимальное на СЗЗ	Капотня	Братеево	Марьино		Максимальное на СЗЗ	Капотня	Братеево	Марьино	
1	143	Марганец и его соединения	0,006	0,005	0,001	0,001	100	0,0014	0,001	0,0002	0,0003	0,05
2	301	Азота диоксид	28,10	19,60	12,40	17,90	200	10,74	5,48	2,77	3,77	40
3	304	Азота оксид	4,43	3,00	1,95	2,89	720	1,72	0,88	0,44	0,60	60
4	330	Сера диоксид	24,20	16,50	12,60	17,70	500	4,83	2,40	1,87	2,48	50
5	333	Сероводород	2,37	1,40	0,79	1,53	100	0,61	0,41	0,28	0,39	2
6	337	Углерод оксид	112,88	118,33	31,21	32,80	23000	32,58	30,54	6,36	7,22	3000
7	403	Гексан	-	-	-	-	-	118,66	88,09	31,30	44,01	200
8	410	Метан	-	-	-	-	-	116,79	33,75	17,80	42,10	50000
9	501	Пентилены (амилены)	39,32	29,15	12,07	22,58	9000	24,91	16,96	5,09	5,50	200
10	602	Бензол	9,86	3,95	1,48	4,12	150	2,55	1,29	0,52	1,06	30
11	616	Ксилол	5,80	2,89	1,16	2,48	4300	1,34	0,97	0,37	0,60	100
12	621	Толуол	20,56	10,20	4,60	8,17	3800	5,22	3,74	1,38	2,14	400
13	2732	Керосин	-	-	-	-	-	3,38	0,57	0,31	0,57	10
14	2754	Алканы C <sub>12-19</sub>	31,67	14,81	8,36	17,14	9000	8,44	4,80	3,03	4,12	200
15	9999	Взвешенные вещества	96,65	20,15	13,37	21,24	300	15,85	2,64	1,41	3,01	75

Примечание: для взвешенных веществ максимальные концентрации - 99-й процентиль суточных концентраций





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА  
Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения  
«Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве»  
Графский переулок, 4/9, Москва, Россия, 129626  
телефон: (495) 687 40 35, факс: (495) 687 40 67, E-mail: fguz@mossanepid.ru, http://www.mossanepid.ru  
ОКПО 76583151, ОГРН 1057717015400 ИНН/КПП 7717149663/ 771701001

**Акт**  
**о внедрении научно-исследовательской работы в практику**

Настоящим актом подтверждается, что материалы диссертационного исследования Судаковой Екатерины Викторовны на тему «Оценка многосредового риска здоровью населения для оптимизации системы управления качеством окружающей среды в условиях города – мегаполиса» внедрены в практическую деятельность ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» и используются при оценке риска и ущербов здоровью населения города Москвы при многосредовом и комплексном воздействии химических факторов окружающей среды.

Главный врач

А.В. Иваненко

Заведующая отделом обеспечения  
эпидемиологического надзора и ведения  
социально-гигиенического мониторинга

Н.А. Волкова