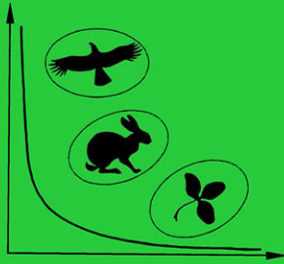


Том 1
Volume 1

Номер 2
Number 2

Июнь 2017
June 2017



ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
WATER PROBLEMS INSTITUTE
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

**ЭКОСИСТЕМЫ:
ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА
ECOSYSTEMS:
ECOLOGY AND DYNAMICS**

Журнал освещает результаты фундаментальных исследований и прикладных работ по изучению состояния, закономерностей процессов и динамики в природных, антропогенно созданных и/или антропогенно нарушенных экосистемах любого ранга (от биотопа до биосферы), а также в отдельных компонентах этих экосистем (как живых, так и неживых) повсеместно: во всех природных зонах и ландшафтах, на суше и в водной стихии. Статьи соответствующей тематики принимаются по следующим научным направлениям: география, биология, лесное и сельское хозяйство.

The journal highlights the results of fundamental and applied investigations on the study of the state, processes and dynamics in natural, anthropogenic and/or anthropogenically disturbed ecosystems of any scale (beginning from biotope and up to biosphere) as well as in separate components of those ecosystems (alive and lifeless) everywhere: in all natural zones and landscapes, on land and in the water. Papers on the related topics submitted to the journal should be related to the following branches of science: geography, biology, forest and agricultural management.

МОСКВА
MOSCOW

2017

WATER PROBLEMS INSTITUTE
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

ECOSYSTEMS: ECOLOGY AND DYNAMICS

Vol. 1, No. 2, 2017, June

Journal is founded in January 2017

Issued 4 times per year

Editor-in-Chief, Dr. geogr. Zh.V. Kuzmina

Editorial Council:

Corresponding member of the Russian Academy of Sciences

V.I. Danilov-Danilyan,

Academician of the Russian Academy of Sciences K.N. Kulik,

Corresponding member of the Russian Academy of Sciences V.V. Melikhov,

Academician of the Russian Academy of Sciences A.S. Rulev,

Editorial Board:

M.V. Bolgov, A.N. Gelfan, E.I. Golubeva, L.P. Gruzdeva, T.V. Dikariova,
N.G. Mazey, N.M. Novikova, G.N. Ogureeva, E.I. Pankova, S.A. Podolskiy,
E.G. Suslova, A.S. Viktorov, M.F. Vundtsettel, L.G. Yemelyanova

Executive Secretary:

E.I. Tobolova

Head of Editorial Office:

O.S. Grinchenko

Addresses of Editorial Offices:

Russia, 119333 Moscow, Gubkina str., 3, WPI RAS

Tel.: (499) 135-70-41, (499) 135-70-31. Fax: (499) 135-54-15

E-mail: dynamics-journal@yandex.ru

<http://www.ecosystemsdynamic.ru>

MOSCOW

2017

ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА

Том 1, № 2, 2017, июнь

Журнал основан в январе 2017 г.

Выходит 4 раза в год

Главный редактор

доктор географических наук

Ж.В. Кузьмина

Редакционный совет:

член-корреспондент Российской академии наук В.И. Данилов-Данильян,

академик Российской академии наук К.Н. Кулик,

член-корреспондент Российской академии наук В.В. Мелихов,

академик Российской академии наук А.С. Рулев

Редакционная коллегия:

М.В. Болгов, А.С. Викторов, М.Ф. Вундцеттель, А.Н. Гельфан, Е.И. Голубева,

Л.П. Груздева, Т.В. Дикарева, Л.Г. Емельянова, Н.Г. Мазей, Н.М. Новикова,

Г.Н. Огуреева, Е.И. Панкова, С.А. Подольский, Е.Г. Сулова

Ответственный секретарь:

Е.И. Тоболова

Заведующий редакцией:

О.С. Гринченко

Адрес редакции:

Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, д. 3, ИВП РАН

Телефон: (499) 135-70-41, (499) 135-70-31. Факс: (499) 135-54-15

E-mail: dynamics-journal@yandex.ru

<http://www.ecosystemsdynamic.ru>

Москва

2017

© Журнал основан в 2017 г.

Учрежден и издается

Институтом водных проблем Российской академии наук.

Журнал как сетевое издание зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций; свидетельство о регистрации: ЭЛ № ФС 77-68782 от 17.02.2017.

Журнал зарегистрирован в Национальном центре ISSN Российской Федерации, а также в научных электронных библиотеках НЭБ, РИНЦ, КиберЛенинка.

The journal has been founded in 2017.

It was founded and published by the

Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences.

The Journal is registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (in Roskomnadzor) as a web Media;

Certification Number is ЭЛ № ФС 77-68782 of 17.02.2017.

The Journal is registered in National centre ISSN of Russian Federation, and also in scientific electron libraries Elibrary, Science Index, CYBERLENINKA.

Информация о журнале, правила для авторов располагаются на сайте

<http://www.ecosystemsdynamic.ru>

Information about Journal and Rules for authors are at the site

<http://www.ecosystemsdynamic.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

Том 1, номер 2, 2017 июнь

ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Геоинформационное моделирование структуры и динамики агролесоландшафтов

К.Н. Кулик, А.С. Рулев, В.Г. Юферев

5-20

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Методика оценки гидрогенной трансформации природных комплексов побережий водохранилищ

Н.М. Новикова, О.Г. Назаренко, Н.А. Волкова

21-51

Оробиомы как базовые единицы региональной оценки биоразнообразия горных территорий

Г.Н. Огуреева, М.В. Бочарников

52-81

Гидрохимическая оценка состояния реки Волгуши

А.И. Иванова, Н.В. Кузнецова, Г.А. Лазарева

82-102

Оценка возможных угроз позвоночным животным при гидростроительстве в Дальневосточном регионе

С.А. Подольский, Д.К. Коцюк, А.И. Антонов, М.П. Парилов

103-131

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОХРАНА ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Эколого-ценотический анализ видов растений Красной книги Казахстана

Т.В. Дикарева

132-145

CONTENTS

Volume 1, Number 2, 2017 June

DYNAMICS OF ECOSYSTEMS AND THEIR COMPONENTS

Gis-based modeling of the structure and dynamics of agroforestry landscape

K.N. Kulik, A.S. Rulev, V.G. Yuferev

5-20

ASSESSMENT OF ECOSYSTEMS AND THEIR COMPONENTS

Evaluation techniques of the hydrogenic transformation of the natural complexes on the shores of reservoirs

N.M. Novikova, N.A. Volkova, O.G. Nazarenko

21-51

Orobiomes as the basic units of the regional evaluation of the mountain regions biodiversity

G.N. Ogureeva, M.V. Bocharnikov

52-81

Hydrochemical assessment of the Volgusha river

A.I. Ivanova, N.V. Kuznetsova, G.A. Lazareva

82-102

Assessment of the potential threats to the vertebrates during the hydropower development in the Far Eastern Region

S.A. Podolskiy, D.K. Kotsyuk, A.I. Antonov, M.P. Parilov

103-131

DISTRIBUTION AND PROTECTION OF ECOSYSTEMS AND THEIR COMPONENTS

Ecological-coenotic analysis of the Kazakhstan Red Book vegetation species

T.V. Dikareva

132-145

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТОВ

© 2017 г. К.Н. Кулик, А.С. Рулев, В.Г. Юфереv

*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения РАН*

Россия, 400062, г. Волгоград, Университетский пр-т, д. 97

E-mail: kulikkn@yandex.ru, rulev54@rambler.ru, vyuferev1@rambler.ru

Рассмотрены методика и результаты геоинформационного моделирования структуры и динамики агролесоландшафтов. Моделирование основано на принципе пространственно-временной аналогии и выявлении закономерностей пространственных изменений для прогнозирования структуры и динамики агролесоландшафтов. Приведены результаты аналитического моделирования пространственных характеристик рельефа на основе математической обработки цифровой модели рельефа.

Ключевые слова: динамика агролесоландшафтов, моделирование, картографирование, космические снимки, геоинформационные системы, корреляция, регрессия, анализ.

Геопространственная парадигма при анализе процессов изменения агроландшафтов во времени и пространстве определяет тенденций деградации процессов, происходящих на объекте мониторинга, и прогнозирует будущее состояние объекта. Анализ основан на данных многолетних наблюдений, позволяющих определить основной тренд, на основании которого и осуществляется прогноз (Юфереv и др., 2004; Mather, 2004). Агролесоландшафт является сложной экологической системой, которая в жестких условиях субаридных и аридных территорий юга России находится в состоянии неустойчивого равновесия (Виноградов, 1993; 1984). При этом внешнее воздействие, превышающее порог устойчивости, выводит систему из этого состояния, но, как любая саморегулирующаяся система, он стремится вернуться в исходное состояние. Однако процессы естественного восстановления длительны. В зависимости от вида деградации они могут происходить как несколько лет, так и несколько тысяч лет, пока не восстановится потерянный гумус. В связи с чем важной агролесомелиоративной задачей является изучение процессов изменения экологического состояния агроландшафтов.

Материалы и методы

Методика геоинформационного моделирования деградационных процессов основана на пространственно- и прогнозно-временном анализе, моделировании и прогнозировании структуры и динамики агролесоландшафтов (Кулик, Юфереv, 2010; Кулик и др., 2009, 2010). Экологическое математико-картографическое моделирование позволяет составлять прогнозные карты деградации агроландшафтов в цифровом и бумажном исполнении (Рулев и др., 2011; Трофимов, 1983).

Цифровая прогнозная карта – это основа геоинформационной системы агролесомелиоративного обеспечения устойчивости ландшафтов к деградации (Виноградов и др., 1988; Анопин, Рулев, 2007). Она должна содержать следующую информацию: географическое положение объектов; уклоны поверхности и их экспозицию; состав почв и содержание гумуса; основные виды растений – культурные для пашни, состав травостоя для пастбищ, древесные породы для лесонасаждений; данные экологического

состояния объекта (уровни деградации на настоящее время и прогноз); размеры и форму объекта. Анализ космофотокарт предусматривает получение данных в численном значении, характеризующих объект исследований. Информация содержится в оцифрованном изображении в виде пикселей различного тона. Исследования распределения пикселей по значению фототона позволяют установить их корреляцию с количественными характеристиками объекта мониторинга.

Геоинформационный анализ выделенных контуров, отнесенных к определенным дешифрируемым (визуальным) группам, основан на исследовании распределения пикселей в выделенном контуре на космофотокарте объекта исследований. Исходя из того, что выделенный контур достаточно точно определяет границы однородного объекта, все пиксели этого контура можно отнести к характеристике данного объекта. Однако при последующем анализе часть пикселей учтена не будет, так как они могут принадлежать к группам пикселей, по значению фототона относящимся к граничным объектам. Под граничными объектами понимают области значений фототона, которые лежат вне диапазона, определяющего объект исследований.

Важнейшим элементом анализа состояния исследуемого объекта является отнесение фототона изображения к фактическому состоянию объекта. В связи с этим важно эталонирование, которое позволяет увязать значения фототона с фактическим состоянием объекта исследований.

В результате эталонирования определяется наиболее вероятное значение величины (диапазона величин) фототона, которую можно достоверно связать с уровнем деградации объектов.

Дальнейшие исследования сводятся:

- к расчету площадей однородных объектов, отнесенных к различным уровням деградации, что определено общим количеством пикселей, которые входят в заданный диапазон фототона;
- к установлению координат участков, подверженных деградации и опасных очагов деградации;
- к определению уровня деградации объекта в целом;
- к оценке убытков от нерационального использования объектов исследований.

Компьютерные модели дискретных объектов в составе агролесоландшафта представляют собой или мгновенный, зафиксированный набор параметров, которые характеризуют их текущее состояние, и выраженный в табличной и цифровой картографической форме, или прогнозно-динамическую интерпретацию развития процессов, которая реализуется в рамках пространственно-временной аппроксимации вариации таких параметров.

Цифровая картографическая форма является наглядной моделью ландшафта, а нанесенная атрибутивная, топологическая и типологическая информация дает пользователю возможность определять численные характеристики объектов, выбранных для проведения исследований.

Отсюда следует, что компьютерная модель агроландшафта включает в себя базу данных, которая создана по результатам компьютерного дешифрирования АКФ; систему математических зависимостей, которые определяют характеристики ландшафтных объектов, получаемых в результате обработки содержащихся в базе данных; систему математических зависимостей, которая определяет динамику изменения характеристик ландшафтных объектов в пространственно-временном аспекте и цифровую картографическую модель агролесоландшафта.

Моделирование экологического состояния таких основных компонентов ландшафта, как рельеф, почва и растительность позволит ответить на вопрос, какую антропогенную нагрузку

и при каких условиях может нести рассматриваемый ландшафтный объект, как в нем развивается экологическая ситуация, каково направление процессов и, главное, какое и в каком месте необходимо мелиоративное вмешательство.

Совокупность картографического представления состояния агроландшафта с тематическим разделением данных составляет содержание его цифровой картографической модели. Моделирование участка местности с использованием тематического разделения позволяет перейти от простой картографической модели к многомерной, суть которой состоит в разложении многомерных данных на ряд трехмерных. Такой подход в создании картографических моделей обеспечивает не только представление пространственных характеристик в их взаимосвязи, но и отражение процессов и явлений в рассматриваемых ландшафтах, при этом наглядность их графического представления максимально сохраняется.

Цифровая картографическая модель агроландшафта включает растровую (космическое изображение) и топографическую (карта) модели местности, изолинейные модели растительности и рельефа, почвенную модель, векторную модель крутизны и экспозиции склонов и трехмерную модель рельефа.

Методика построения модели ландшафта основана на использовании нескольких источников информации, а именно: космоснимка участка поверхности, ландшафтной карты, топографической карты на этот же участок поверхности, почвенной карты, карты растительности и др., а также данных GPS обследования модельных точек с уточнением их топографических координат и отметок высот.

При этом космоснимки рассматривают как основной источник данных для моделирования состояния аграрного ландшафта, причем сам снимок, представленный в оцифрованном виде, уже является растровой моделью поверхности. И в задачу исследователей входит извлечение и дешифрирование данных, носителем которых он является.

Для определения высот рельефа в любой точке по заданному множеству высотных отметок применяют разнообразные методы интерполяции. При компьютерной обработке дискретных отметок высот чаще всего используют метод универсального кригинга, который позволяет проводить сглаживание рельефа и создавать непрерывный поток данных. Точность приближения зависит от частоты узлов сетки.

Сбор данных по пространственной конфигурации рельефа включает определение координат модельной сетки, нанесенной на космофотокарту, создание на основе полученной модельной сетки электронных таблиц соответствия высотных отметок (z) координатам сетки (x, y).

Преобразование данных для проведения пространственно-временного анализа производят в табличной форме, где каждому значению функции ставят в соответствие значение аргументов по простиранию и по времени, а сами значения функций могут быть вычислены на основании найденных уравнений регрессии.

Объединение структурно-цифровой модели рельефа, которая рассматривается как совокупность точечных множеств: базисного (отвечающего тальвегам) и вершинного (отвечающего водоразделам), – то есть системы инвариантных линий рельефа разного порядка, его «каркаса» и аналитических зависимостей, описывающих динамику изменения состояния объекта моделирования во времени, дает возможность получить модель рельефа, носящую прогностический характер.

В рамках этой модели структура рельефа определяется следующими составляющими:

- каркасом, который образован сетями инвариантных линий;
- вертикальной составляющей структуры или порядками рельефа, которые образуют упорядоченный набор структурных уровней;

– горизонтальной составляющей, которая выражена как пространственное сочетание на реальном рельефе элементов разного порядка.

В качестве «каркаса» рассматривают три типа линий: тальвеги, водоразделы и перегибы склонов.

Преобразование электронных таблиц в вид, доступный для обработки используемыми картографическими системами и редакторами трехмерных изображений, осуществляют в соответствии с требованиями к конфигурации таблиц. Большинство специализированных программных картографических комплексов, в том числе и «Талка 3.3» имеют встроенные системы конвертации данных во внутренние форматы, что значительно сокращает время на ввод и обработку данных в этих комплексах.

Моделирование статических или очень медленно изменяющихся элементов ландшафта производят с использованием тех же таблиц, путем внесения в ячейки данных, полученных при дешифрировании или вычисленных аналитически. Числовые значения таких данных характеризуют состояние объекта, например, изменения высоты рельефа по долготе и широте (или длине и ширине участка в метрах).

Построение трехмерной цифровой модели рельефа по координатам и отметкам высот может производиться в графическом редакторе, позволяющем преобразовать цифровые значения в трехмерное изображение.

Применение при компьютерном картографировании специализированных картографических программ («Талка 3.3» и др.) обеспечивает высокий уровень автоматизации операций, как по построению трехмерной модели рельефа, так и по тематическому картографированию ландшафтных объектов.

Результаты и обсуждение

Использование космоснимков высокого разрешения (Виноградов, 1993, 1984; Кулик, Юфев, 2010) в совокупности с ГИС системами (SAS planet, Global Mapper и другие) позволило создать цифровую крупномасштабную космофотокарту Приволжской возвышенности в пределах Волгоградской области с возможным укрупнением вплоть до М 1:10000 (рис. 1).

На основе цифровой модели высот ASTER GDEM и глобальной цифровой модели высот GDEM (Кулик и др., 2010) создана цифровая модель рельефа Приволжской возвышенности в пределах Волгоградской области, которая может быть визуализирована изолинейной картой высот (рис. 2).

Цифровые модели позволяют проводить исследования рельефа с выявлением закономерностей и построением математических зависимостей, которые их описывают.

Так как приведенные выше модели являются географически определенными (геокодированными), то каждая точка изображения имеет географические координаты с точностью по положению от 1" (20 м по поверхности для широты 50°), обусловленной взятой за основу моделью высот «Aster GDEM».

Промежуточные значения отметок высот скомпилированы в геоинформационных и картографических программных комплексах MapInfo, GlobalMapper или Surfer, в основном с использованием метода кригинга. Этот прием обеспечивает интерполяцию имеющихся данных на соседние участки рельефа.

Имеющиеся в аппарате программных комплексов математические функции обеспечивают как цифровое описание расчетных характеристик рельефа, так и визуализацию этих расчетов, что дает возможность построить карты углов наклона склонов (рис. 3) и уклонов (рис. 4).

Изучение особенностей рельефа по имеющейся его цифровой модели дает возможность

разработать аналитические зависимости для описания устойчиво повторяющихся закономерностей, рассчитать уклоны и углы склонов, их протяженность в любом направлении, что является основой для создания ландшафтных и агролесомелиоративных планов.

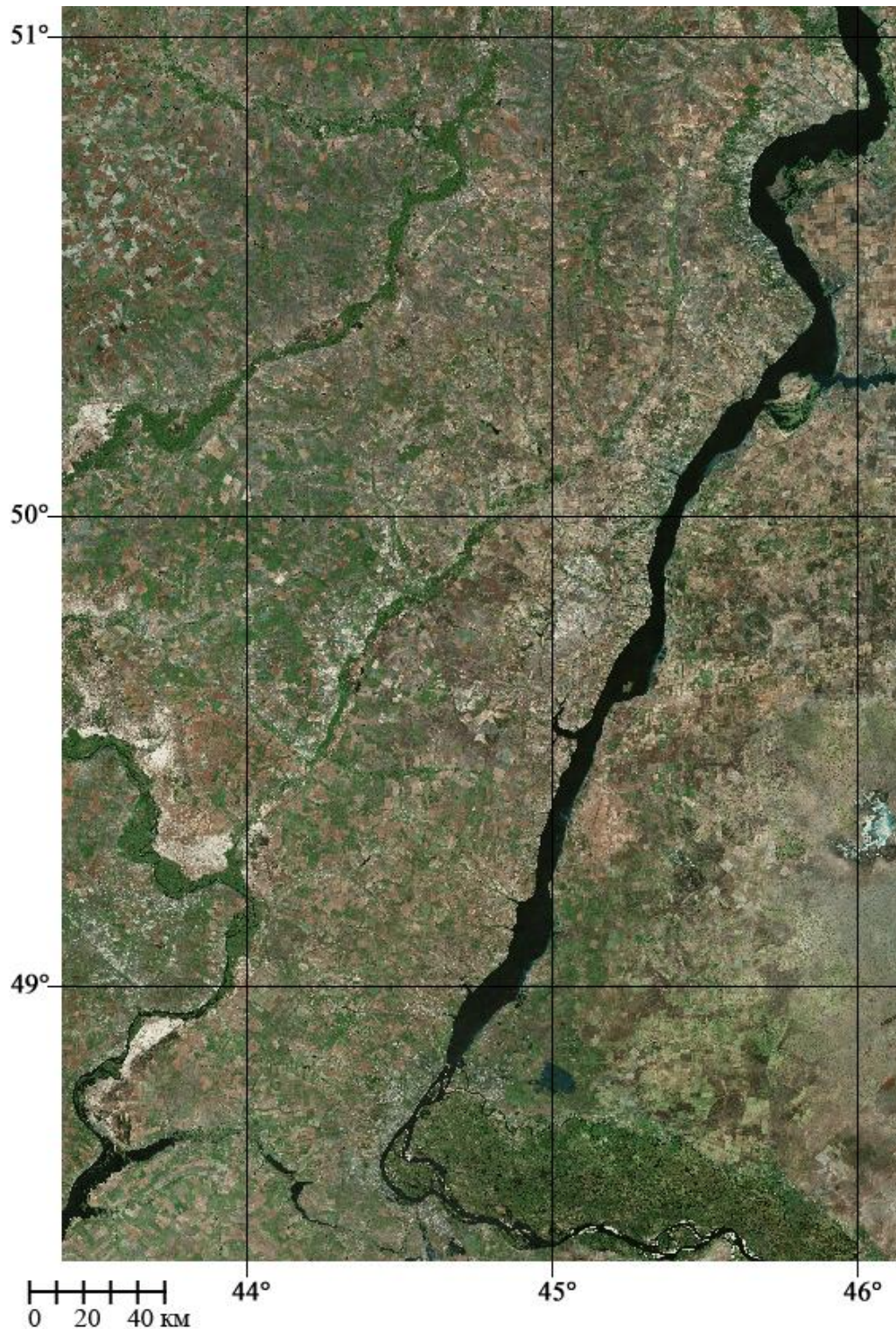


Рис. 1. Космофотокарта Приволжской возвышенности (в пределах Волгоградской области).

Fig. 1. The space map of the Privolzhskaya upland (within the Volgograd region).

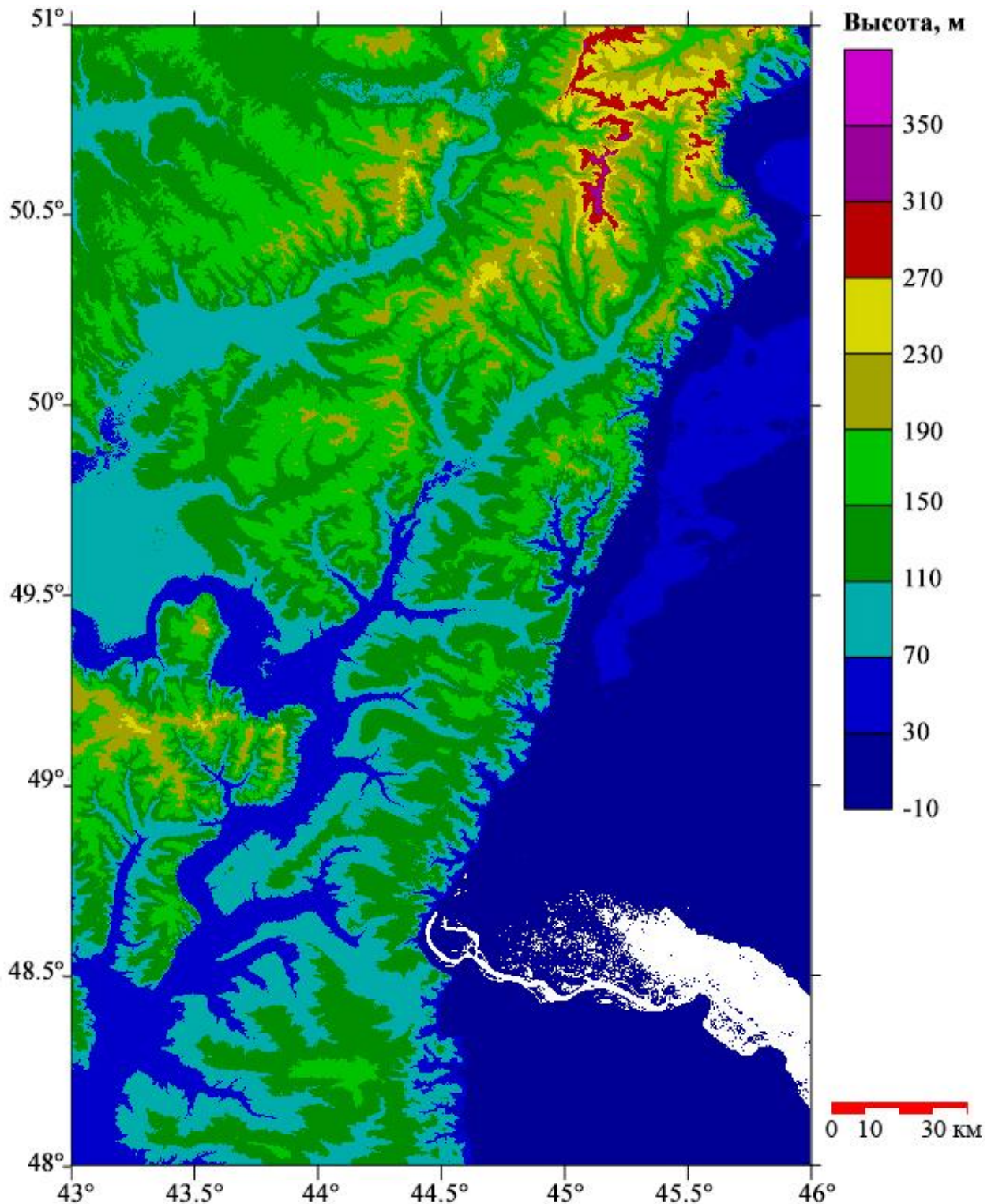


Рис. 2. Изолинейная модель рельефа Приволжской возвышенности. **Fig. 2.** The isoline elevation model of the Privolzhskaya upland's relief.

В результате исследования Волго-Иловлинского междуречья общей площадью 1196800 га установлено, что площадь катены Иловлинского водосбора составляет 776.6 тыс. га, и при протяженности тальвегов водосборов (1-го, 2-го и крупных 3-го порядка)

в 1937.8 км общая расчлененность составляет 0.25 км/км^2 . Площадь волжского водосбора – 420.2 тыс. га, протяженность тальвегов – 1634.1 км, общая расчлененность – 0.39 км/км^2 .

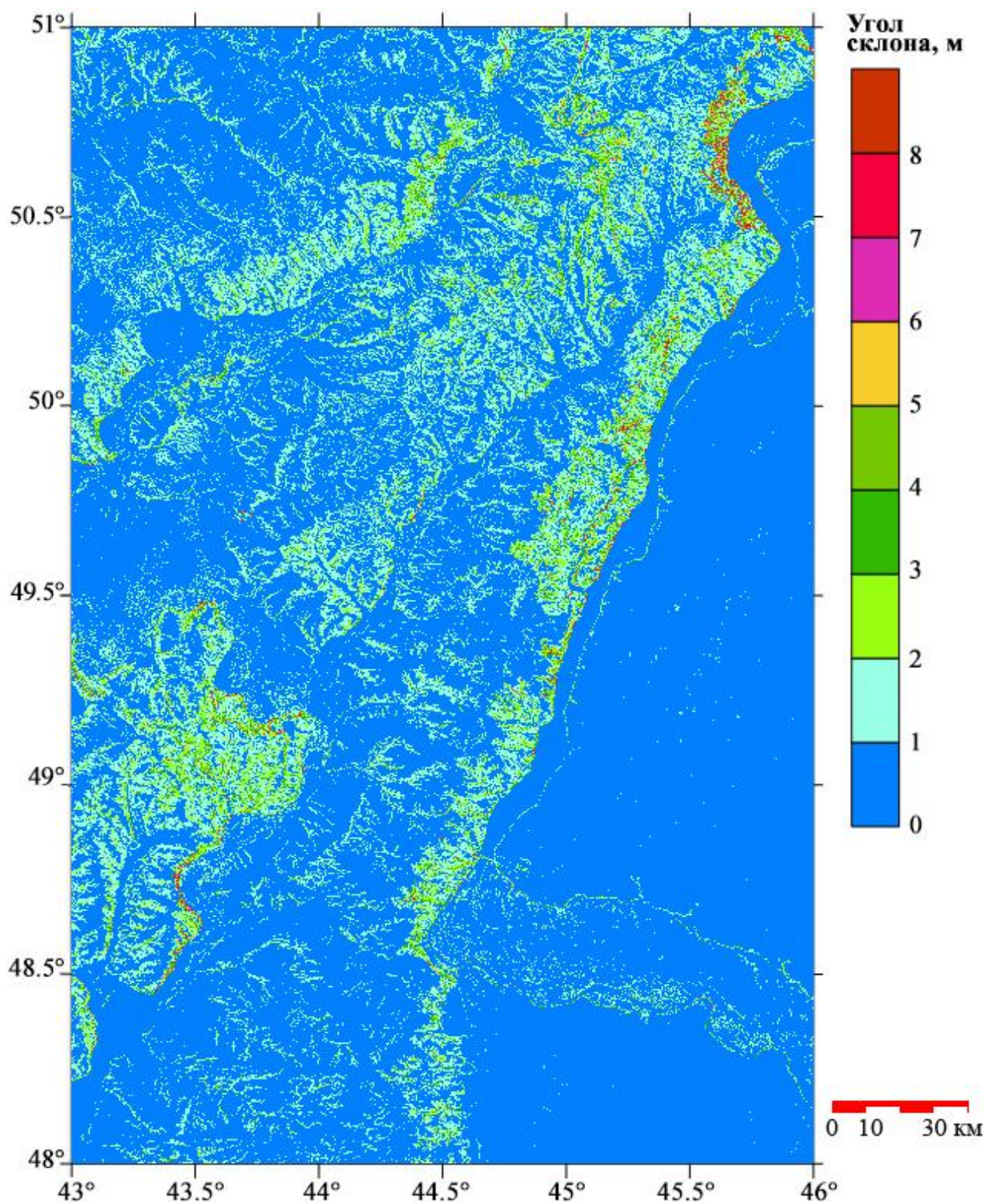


Рис. 3. Карта углов наклона склонов. **Fig. 3.** The map of the slope angles.

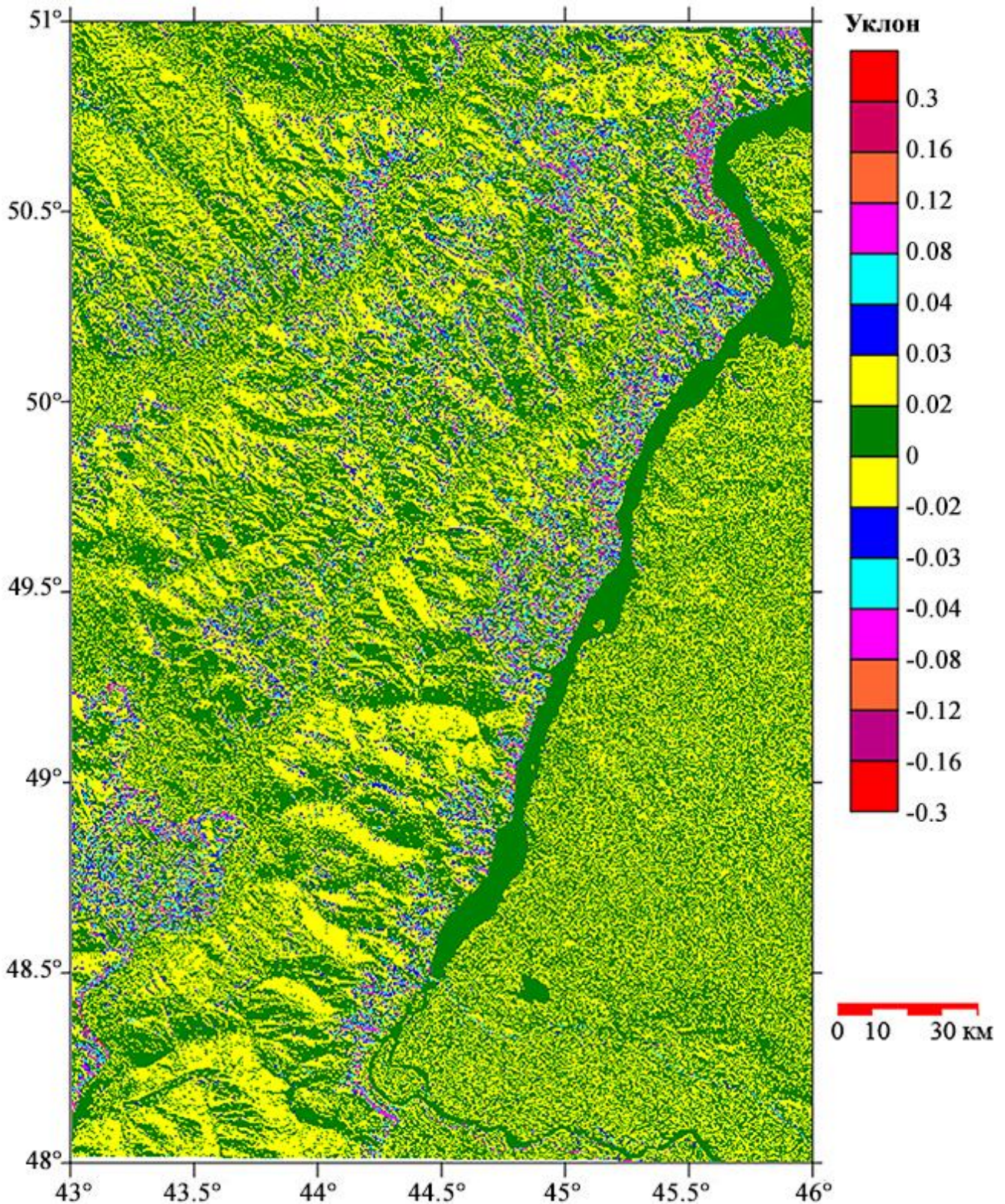


Рис. 4. Изолинейная карта уклонов склонов. **Fig. 4.** The isoline map of the slopes' gradients.

Использование таких карт при проведении предпроектных исследований обеспечивает данными для выделения, ранжирования, зонирования и картографирования эрозионно-опасных участков ландшафта. На основании зонирования осуществляют предварительный

выбор схемы и типа защитных лесных насаждений.

Разработанная на основе ЦМР карта пластики рельефа дает возможность выявить современное состояние рельефа. Для расчета параметров пластики построена карта с выделением областей вогнутых и выпуклых поверхностей (рис. 5). При этом установлено, что к вогнутым элементам рельефа на этом участке относится 429829.22 га или 35.91%, а к выпуклым – 766970.78 га или 64.09%.

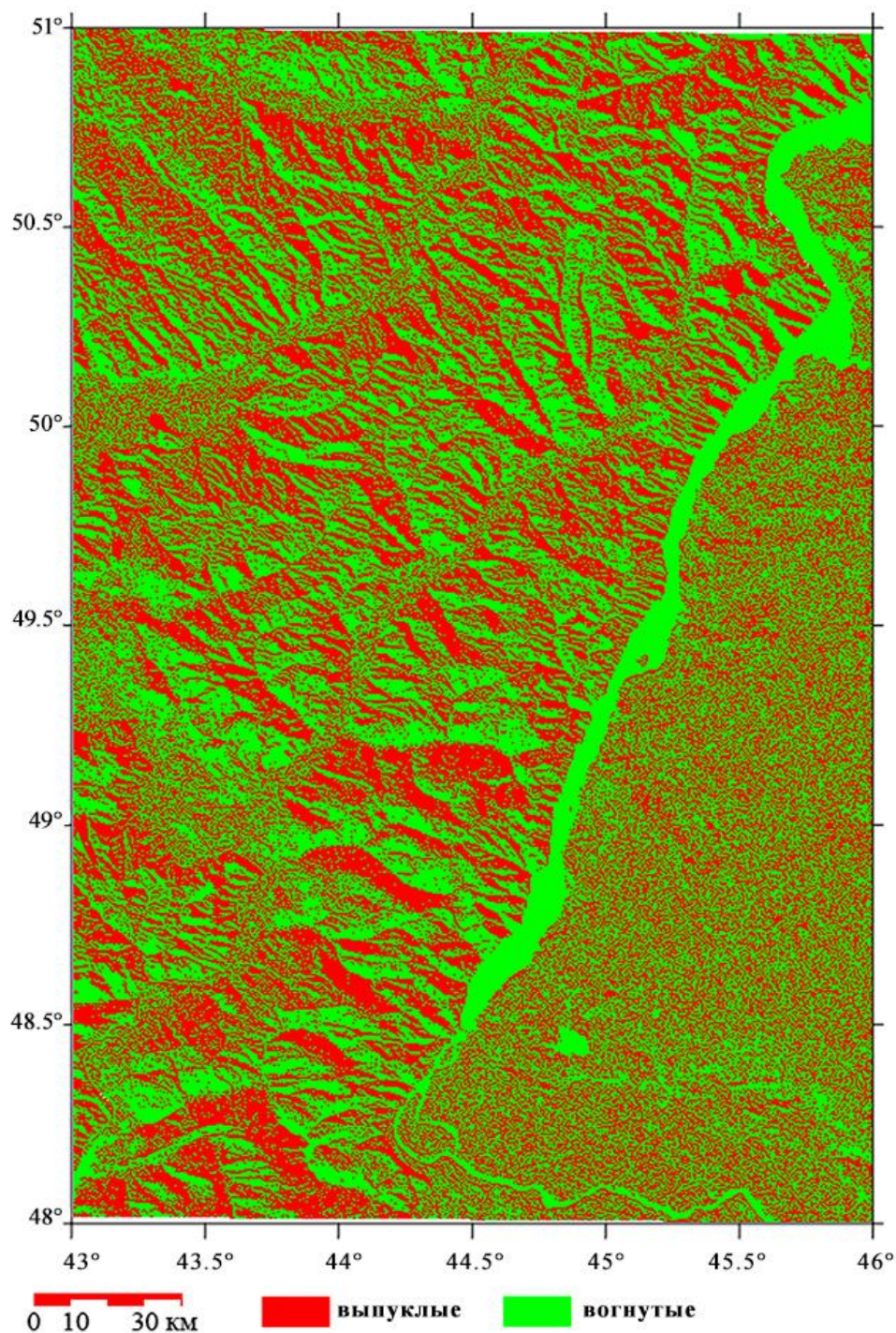


Рис. 5. Карта вогнутых и выпуклых поверхностей. **Fig. 5.** The map of concave and convex surfaces.

Для определения геоморфологических особенностей склонов в меридиональном направлении построена цифровая модель меридионального профиля участка Приволжской возвышенности (рис. 6), которая не только наглядно показывает размещение склонов вдоль профиля в направлении на юго-запад, но и позволяет рассчитать статистические параметры рельефа.

Характеристики профиля: начало измерений (точка) – 50° 34' 7" с.ш., 45° 40' 58" в.д.; начальная высота – 127.9 м; конечная точка – 48° 37' 16" с.ш., 44° 05' 41" в.д.; конечная высота – 57 м; расстояние по профилю – 245.1 км; перепад высот по профилю – 70.9 м; минимальная высота по профилю – 31 м; максимальная высота по профилю – 272.3 м; азимут линии профиля – 208° 32' 3"; общий наклон поверхности – 0.02°; максимальный угол наклона поверхности – 10.52° (100.5 км вдоль линии профиля).

Цифровая модель участка широтного профиля, визуализация которой представлена на рисунке 7, показывает характерное изменение поверхности по направлению от тальвега р. Иловля.

Характеристики профиля: начало измерений (точка) – 50° 00' 57" с.ш., 44° 47' 15" в.д.; начальная высота – 74 м; конечная точка – 49° 54' 19" с.ш., 44° 59' 32" в.д.; конечная высота – 176.7 м; расстояние по профилю – 19.2 км; перепад высот по профилю – 102.7 м; минимальная высота по профилю – 58.7 м; максимальная высота по профилю – 209.2 м; азимут линии профиля – 129° 50' 35"; общий наклон поверхности – 0.31°; максимальный угол наклона поверхности – 20.31° (14.4 км вдоль линии профиля).

Уравнение, описывающее форму профиля (1), с коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2=0.921$, может быть представлено в виде:

$$H=64.242e^{0.0559l} \quad (1),$$

где l – расстояние от начальной точки. Использование таких уравнений дает возможность аналитически определить статистически обоснованный средний уровень высотных отметок поверхности для дальнейшего моделирования процессов, протекающих в э ландшафтах.

Геоинформационное моделирование динамики агролесоландшафтов основано на использовании критериев деградации, достоверно определяемых по космоснимкам. Дешифрирование космоснимков по выявлению состояния ландшафтов проводится с использованием специализированных программных продуктов, позволяющих выявлять и оценивать различия в тоне и рисунке изображения, выделять контуры по уровням деградации (Талка 3.1, ENVI 5.3 и др.).

Уровень деградации ландшафтов определяется по следующим прямым дешифровочным признакам: площадь обнаженной почвообразующей породы (горизонт С) или подстилающей породы (горизонт D); расчлененность территории оврагами; площадь подвижных песков; увеличение площади средне- и сильноэродированных почв; проективное покрытие пастбищной растительностью; скорость роста площади деградированных пастбищ и др.

Оценка деградации по разновременным космоснимкам позволяет выявить динамику ландшафтов. Для проведения исследований выбрали полигон «Каменный». На него созданы цифровые картографические слои – разновременные космокарты за период 2002-2012 гг. и цифровая трехмерная модель ландшафта (рис. 8) для общей оценки особенностей рельефа. При рассмотрении динамических характеристик деградации пашни на тестовом участке «Каменный» (рис. 9) площадью 12.5 га отметили, что ежегодный прирост площади сильно деградированных участков в заданный период составил 1.19%, что соответствует уровню деградации «Риск».

Прирост площади деградированных участков в 2012 году составил 4.77%, что при соответствующем увеличении общей площади деградации соответствует уровню «Кризис».

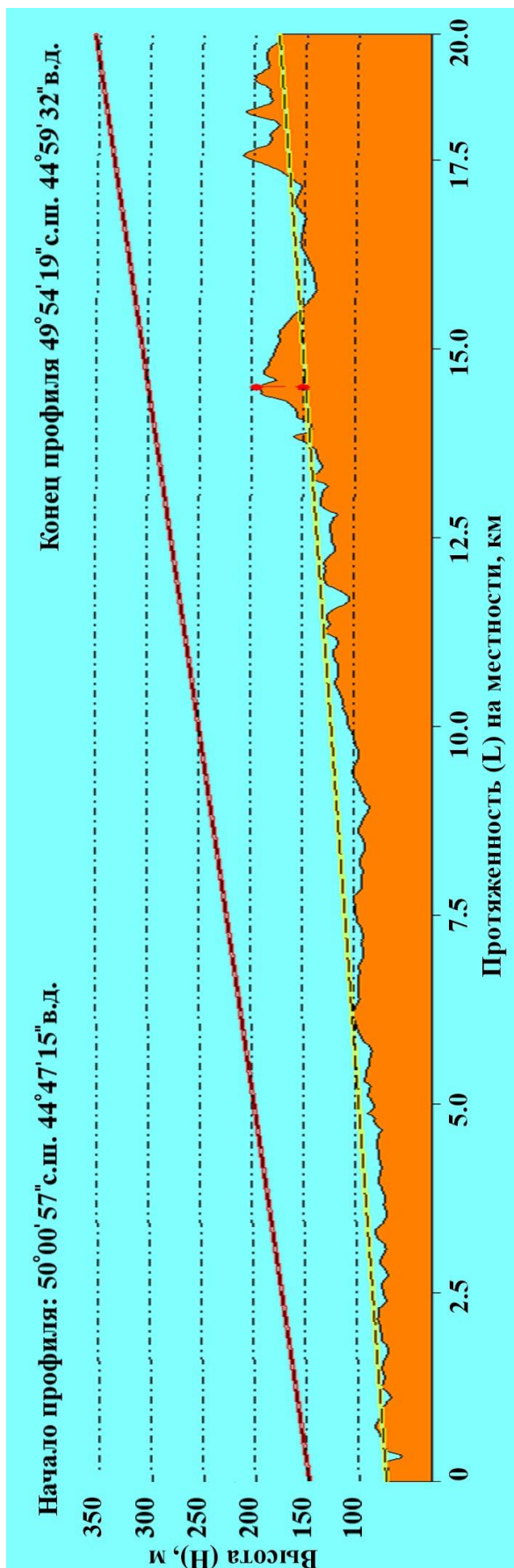


Рис. 6. Цифровой профиль участка Приволжской возвышенности СВ–ЮЗ. Fig. 6. The digital section of the Privolzhskaya upland NE–SW.

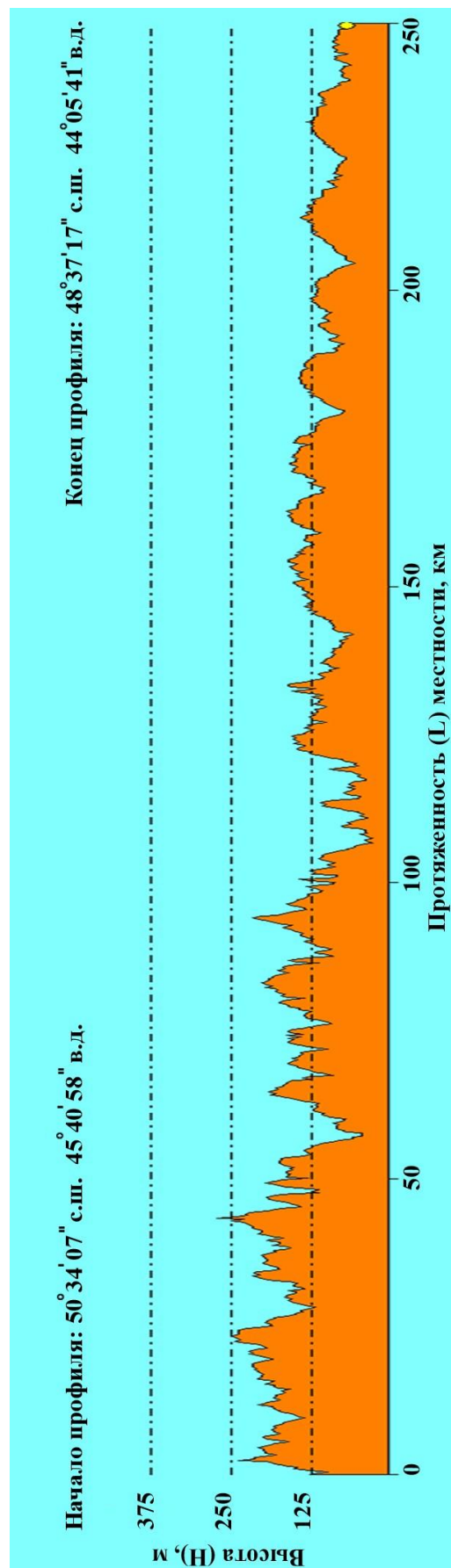


Рис. 7. Цифровой профиль участка Приволжской возвышенности СЗ–ЮВ. Fig. 7. The digital section of the Privolzhskaya upland NW–SE.



Рис. 8. Визуализация цифровой модели ландшафта на тестовом участке «Каменный».
Fig. 8. Visualization of the digital terrain model in the test area «Kamenny».

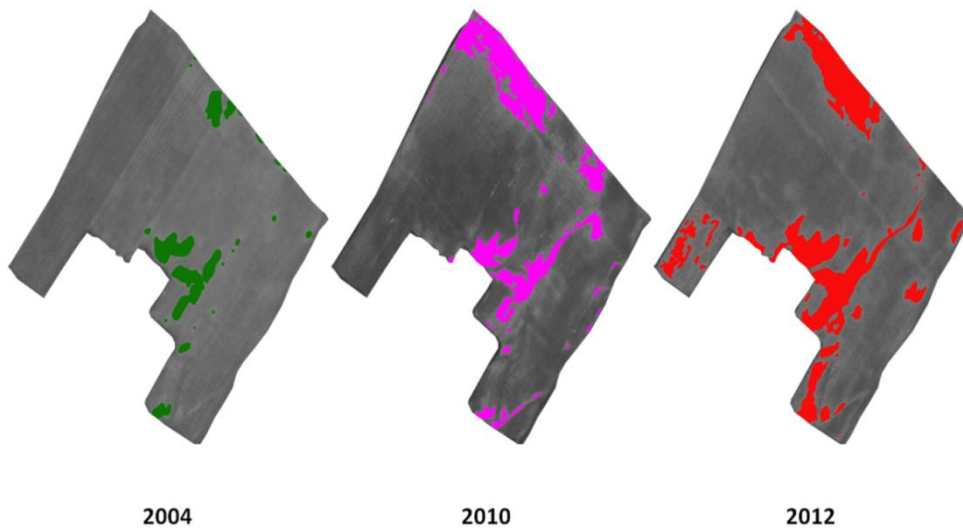


Рис. 9. Разновременные космоснимки пашни на тестовом участке «Каменный».
Fig. 9. The arable land's satellite images made at different times in the test area «Kamenny».

На рисунке 10 приведена кривая изменения площади деградированных участков (S_d). На основе этой кривой разработано экспоненциальное уравнение регрессии (2) с коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2=0.981$ и построена прогнозная кривая изменения площади деградированных участков:

$$S_d = 0.658e^{0.1585x} \quad (2),$$

где $x=t_n-t_0$, t_n – текущий год исследований, а t_0 – год начала исследований.

В результате исследований ландшафтов юга Приволжской возвышенности с использованием геоинформационных технологий и ГИС программ «GlobalMapper»,

«MapInfo», «Surfer» было осуществлено геоинформационное картографирование ландшафтов с созданием локальных разновременных космокарт сохранности лесных насаждений среднего и крупного масштаба на основе космоснимков с разрешением до 3 м.

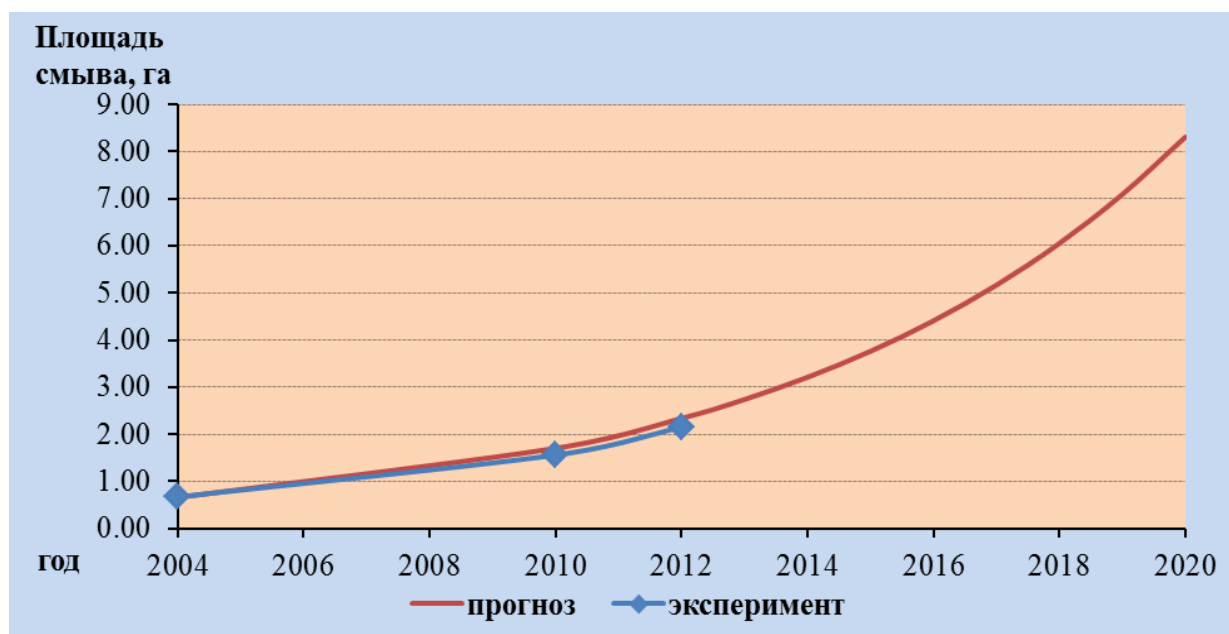


Рис. 10. Динамика и прогноз смыва пашни на тестовом участке «Каменный».

Fig. 10. Dynamics and forecast of the arable land's wash in the test area «Kamennyu».

Карты крупного масштаба и планы были созданы на тестовые участки с детальным анализом сохранности насаждений.

На тестовом участке «Каменный» исследована динамика сохранности стокорегулирующей лесной полосы. Лесная полоса расположена выше по склону, по сравнению с рассмотренной выше пашней, вследствие чего, для этого участка она является барьером, обеспечивающим регулирование стока с вышележащей водосборной площади.

При анализе разновременных космоснимков (рис. 11) выявлено, что сохранность шестирядных противозерозионных лесных насаждений из вяза приземистого на тестовом полигоне составила к 2012 году всего 31.1%. В результате анализа космоснимков получены данные по изменению сохранности лесной полосы за 10 летний период (рис. 12).

Регрессионный анализ изменений сохранности насаждений на этом полигоне обеспечил разработку прогнозно-математической модели экспоненциального типа (3) с коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2=0.995$ в виде:

$$y=67.45e^{-0.078x} \quad (3),$$

где y – сохранность насаждений в %, а x – временной интервал в годах.

Разработанное уравнение дает возможность прогнозировать динамику сохранности и деградации стокорегулирующих насаждений. Прогноз показал, что к 2020 году при отсутствии необходимых мероприятий по восстановлению сохранность исследуемых насаждений составит 15-17%, что практически оставит пашню без защиты. При этом процессы смыва и размыва пашни, ранее блокированные этими насаждениями, получают новую, интенсивную динамику, что подтверждается исследованиями смыва почвы с пашни. Распад лесной полосы привел к увеличению площадей сильно смытой почвы именно в непосредственно граничащих с распавшимися участками местах, что необходимо учитывать при формировании прогнозной модели смыва.

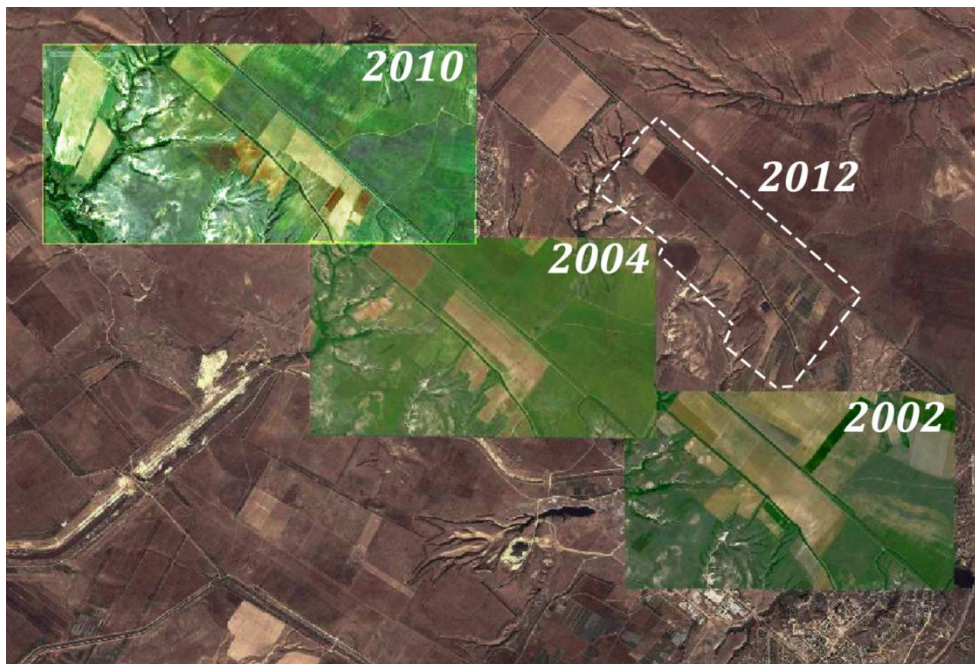


Рис 11. Разновременные космоснимки лесной полосы на тестовом участке «Каменный».
Fig. 11. The forest strip's satellite images made at different times in the test area «Kamenny».

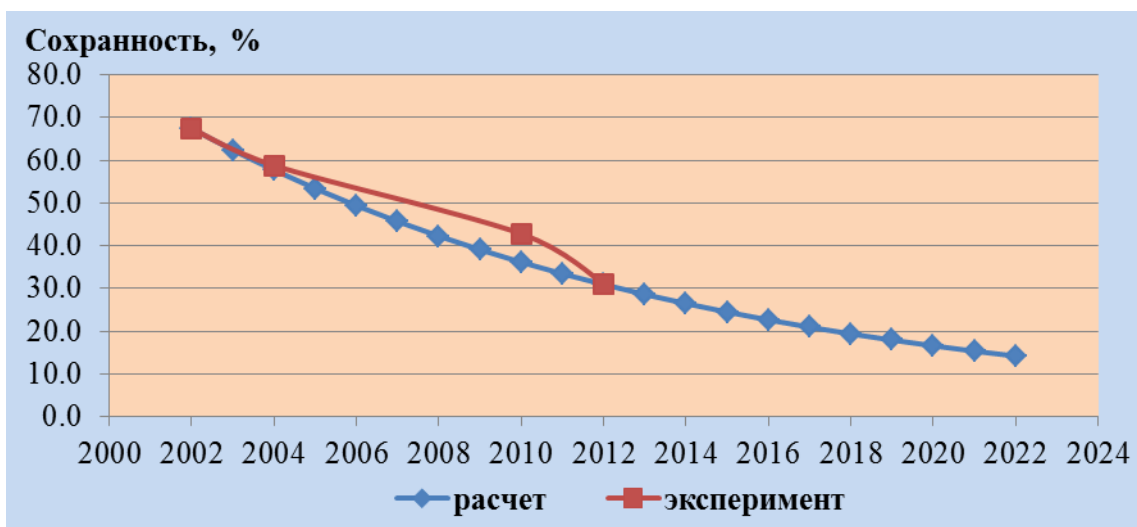


Рис. 12. Динамика и прогноз сохранности лесной полосы с 2002 по 2012 год.
Fig. 12. Dynamics and forecast of the forest zone's preservation from 2002 to 2012.

Заключение

Для Приволжской возвышенности характерна меридиональная ориентация водосборов основных рек, таких как Волга и Иловля, и широтная для водосборов 1 порядка. Основная часть склонов в водосборах 1 порядка имеет экспозиции Ю-ЮЗ, С-СВ. В связи с этим явно проявляются различия в их морфологии, что в свою очередь требует разработки различных подходов в ландшафтном планировании лесомелиорации подобного рода склонов.

Создание геоинформационного комплекса, включающего набор тематических цифровых карт ландшафта, основанных на дешифрировании космических снимков, как и создание космофотокарты ландшафта, дает возможность исследовать его эрозионное состояние, выделить и определить характеристики основных водосборов, разделить катены и выявить различия в видах, интенсивности и особенностях эрозионных процессов. Такая карта является основой для создания ландшафтной и эрозионной карт. Необходимость таких карт обусловлена потребностью в актуализации информации, как о топологии компонентов ландшафта, так и о его состоянии. В виду того, что космокарта, по сути, отображение существующего ландшафта, можно считать, что она является его растровой моделью. Сочетание растровой модели с цифровой моделью рельефа создает информационное поле, представляющее описание ландшафта, необходимое для организации и проведения мелиоративных работ.

Моделирование динамики компонентов агролесоландшафтов дает возможность осуществлять прогноз их состояния на будущее в зависимости от выбранных сценариев изменения влияющих факторов.

Современные компьютерные технологии позволяют в приемлемом временном режиме выполнять целенаправленную обработку и автоматизированную интерпретацию огромных массивов динамических картографических данных. Новая эффективная технология оценки и прогнозирования изменения агролесоландшафтов с применением геоинформационных программных комплексов является основой для изучения закономерностей процессов, в них протекающих, и прогнозирования развития реальной обстановки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анопин В.Н., Рулев А.С.* 2007. Картографирование деградированных ландшафтов Нижнего Поволжья. Волгоград: ВолгАСУ. 168 с.
- Виноградов Б.В.* 1984. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука. 320 с.
- Виноградов Б.В.* 1993. Дистанционные индикаторы опустынивания и деградации почв // Почвоведение. № 2. С. 98-103.
- Виноградов Б.В., Кулик К.Н., Сорокин А.Д., Федотов П.Б.* 1988. Картографирование зон экологического неблагополучия по динамическим критериям // Экология. № 4. С. 243-251.
- Кулик К.Н., Рулев А.С., Юферев В.Г.* 2009. Дистанционно-картографическая оценка деградационных процессов в агроландшафтах юга России // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. № 4. С. 12-25.
- Кулик К.Н., Юферев В.Г.* 2010. Компьютерное математико-картографическое моделирование агролесоландшафтов на основе аэрокосмической информации // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. № 1. С. 52-54.
- Кулик К.Н., Юферев В.Г., Рулев А.С., Кретинин В.М., Павловский Е.С.* 2010. Модели агролесоландшафтов (математико-картографические) для деградированных территорий сухостепной зоны Европейской части РФ // Достижения науки в Волгоградской области 2004-2009 гг. Волгоград: Панорама. С. 414-416.
- Рулев А.С., Юферев В.Г., Юферев М.В.* 2011. Методология геоинформационного моделирования // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. № 5. С. 5-6.
- Трофимов А.М., Московкин В.М.* 1983. Математическое моделирование в геоморфологии склонов. Казань: Издательство Казанского университета. 219 с.
- Юферев В.Г., Кулик К.Н., Рулев А.С.* 2004. Картографо-аэрокосмический мониторинг ландшафтов // Эколого-экономическая оптимизация природопользования: материалы

круглого стола, г. Волгоград, 30 марта 2004 г. Волгоград: Издательство «ВолГУ». С. 215-219.

Mather P.M. 2004. Computer processing of remotely-sensed images: an introduction. New-York: Wiley. 442 p.

**GIS-BASED MODELING OF THE STRUCTURE
AND DYNAMICS OF AGROFORESTRY LANDSCAPE**

© 2017. **K.N. Kulik, A.S. Rulev, V.G. Yuferev**

*Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of RAS
Russia, 400062, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 97*

E-mail: kulikkn@yandex.ru, rulev54@rambler.ru, vyuferev1@rambler.ru

The article presents the methodic and the results of the GIS-modeling of the agroforestry landscapes' structure and dynamics. The modeling was based on the spatial-temporal analogies principle and the identifying of the spatial change's regularity to predict the structure and dynamics of the agroforestry landscapes. The analytical modeling results of the relief's spatial characteristics, performed on the mathematical processing's basis of the relief's digital elevation models, are also presented.

Key words: agroforestry landscapes' dynamics, modeling, mapping, satellite imagery, GIS, correlation, regression, analysis.

===== **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ** =====

УДК 574.9+574.472

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ГИДРОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ
ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПОБЕРЕЖИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ¹**

© 2017 г. Н.М. Новикова*, О.Г. Назаренко**, Н.А. Волкова*

**Институт водных проблем РАН*

Россия, 119333, Москва, ул. Губкина, д. 3.

E-mail: nmnovikova@gmail.com, natalyvolkova@gmail.com

***Государственный центр агрохимической службы «Ростовский»*

Россия, 346493, Ростовская обл., Аксайский р-он, пос. Рассвет. E-mail: nazarenko@mail.ru

Дано обоснование показателей и критериев, используемых при изучении и оценке трансформации компонентов природных комплексов побережий вследствие изменения их водного режима под воздействием крупных водохранилищ. В качестве основных факторов рассматривается заливание (показатели – длительность и повторяемость) и подтопление (показатель – изменение глубины залегания уровня грунтовых вод в разные периоды вегетационного периода). Отклик экосистем оценивается на основании показателей изменения гидроморфизма в грунтовых водах, почвах, растительности. Представлен алгоритм работы по данной методике, включающий этап по выявлению участков территории побережья, подверженных разному (заливание, подтопление) воздействию водохранилища и этап собственно оценки трансформации природных комплексов на каждом из выделенных участков. Рассмотрен подход к оценке гидрогенной трансформации природных комплексов через получение количественных значений на основании использования шкал гидрогенной трансформации, разработанных для каждого из показателей (факторов и биоты). Полученные оценки по каждому критерию характеризуют «степень» их трансформации в конкретном ландшафте и на всем побережье, а совокупность балльных оценок по всем критериям внутри ландшафта – «глубину» трансформации природных комплексов в конкретном ландшафте и на всем побережье водохранилища. Использование методики рассмотрено на примере равнинных водохранилищ степной зоны (Краснодарского, Цимлянского, Веселовского и Пролетарского) на европейской территории России.

Ключевые слова: водохранилище, побережье, гидроморфизм, метод оценки, критерии, показатели, шкалы, длительность и частота заливания, грунтовые воды, почвы, растительность, топо-экологическое профилирование.

Многолетние исследования воздействия водохранилищ на природу, хозяйство и условия жизни людей показывают, что оно не может быть охарактеризовано однозначно, поскольку многообразно и противоречиво (Авакян, Широков, 1994).

Создание водохранилищ приводит к затоплению многих тысяч гектаров плодородных земель, к переселению сотен и тысяч людей, к переустройству дорог, трубопроводов, линий электропередач и связи. Да и после того, когда эти водоемы были заполнены, в прибрежной полосе начинается подъем уровня грунтовых вод, вызывающий подтопление сельскохозяйственных угодий; развитие вторичного гидроморфизма в субаридных и аридных районах, сопровождающегося засолением почв, снижением плодородия земель,

¹ Работа выполнена по программе фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН №12, проект «Оценка роли водных ресурсов с позиций национальной безопасности России» 2015-2017 гг. и по теме НИР ИВП РАН «Разработка оценочных показателей и критериев трансформации наземных экосистем в связи с изменением водного режима территорий» (Подраздел Темы НИР 1.3.9 2014-2017 гг.).

вызывающего разрушение строений и сооружений. Изменения в прибрежной полосе претерпевают почвы, растительность и животный мир. Изменяются также и микроклиматические условия, происходит изменение температурного и ледового режима рек. Волна, в особенности штормовая, подмывает берега, и десятки, а то и сотни гектаров земель обрушиваются в водоем и перемещаются береговыми течениями. Береговая линия отступает, и как показали наши исследования, этот процесс не прекращается и после 50 лет со времени создания водоема (Широков, 1985).

Со времени активного строительства водохранилищ в прошлом веке изменилось отношение к ним не только как к способу решения водных проблем, но и как к новому объекту, создаваемому в природной среде. Так, если в 30-х и 40-х годах проектировщики и «заказчики» интересовались только ложем будущего водохранилища и узкой приустьевой полосой берега, в 50-х годах во внимание стала приниматься уже широкая прибрежная полоса – зона переработки берега. В настоящее время при проектировании водохранилищ разрабатываются также вопросы, связанные с задачей наиболее полного использования ресурсов окружающей территории, с развитием хозяйства и инфраструктуры в зоне влияния новых водоемов, сохранения или компенсации ущерба, наносимого природной среде (Емельянов, 1994).

Одна из важных задач современной науки по изучению водохранилищ как феномена XX века и последствий их создания к настоящему времени может считаться завершенной. За относительно непродолжительное время их функционирования, начиная с середины прошлого века, накоплен обширный объем информации по вопросу воздействия на окружающую среду. На данном этапе актуальной следует считать задачу по разработке универсальных методов и методик оценки гидрогенной трансформации ландшафтов и экосистем побережий водохранилищ. Эта задача актуальна как в связи с решением теоретических вопросов взаимодействия вод суши с окружающей средой, так и из-за необходимости решения важных практических задач по прогнозу и оценке влияния на прилегающие территории существующего или создаваемого водохранилища, необходимости научного обоснования рационального использования их ресурсов и повышения водоохраных функций побережий.

Материалы и методы

В задачу данной статьи входит обоснование разработанной методики оценки гидрогенной трансформации природных комплексов побережий под влиянием водохранилищ на основании анализа взаимосвязей между водным фактором и компонентами экосистем.

Основные положения. «Объектом» разрабатываемой методики являются природные комплексы побережий, а «предметом» – критерии и показатели их гидрогенной трансформации.

Назначение. Методика разрабатывается для обеспечения стандартизации процедур оценки воздействия водохранилища на природные комплексы побережья на основе алгоритма последовательных действий путем использования системы критериев и показателей, позволяющих установить *глубину* и *степень* трансформации компонентов исходных природных комплексов. Задачи, на решение которых направлена методика: 1 – определение участков побережья водохранилища, испытывающих его разное воздействие (заливание; заливание и подтопление; только подтопление) и выявление их водного режима; 2 – выяснение проявления гидроморфизма разных компонентов природных комплексов на участках, испытывающих разное воздействие водохранилища на основе применения системы критериев и показателей; 3 – оценка *глубины* и *степени* произошедшего изменения в

направлении гидроморфизации разных ландшафтов и всего побережья водохранилища в целом, в том числе и количественной балльной оценки на основе специально разработанных шкал.

Область применения. Использование разработанной методики оценки гидрогенной трансформации природных комплексов возможно при решении вопросов рационального использования ресурсов побережий уже существующих и вновь создаваемых водных объектов, в системе мониторинга для обеспечения экологической безопасности и при рассмотрении и уточнении границ водоохраных зон.

Источниками информации (материалами для разработки представленной в работе методики) послужили официальные данные метеорологических станций (температура и осадки, высота снежного покрова), ежедневные данные по положению уровня водохранилища, которыми располагают Бассейновые речные управления и Управления водными ресурсами каждого водохранилища, данные натурных наблюдений на побережьях водохранилищ и на территории прилегающих к ним ландшафтов, не затронутых их воздействием. Сбор информации и ее накопление проводились по разным компонентам природных комплексов для каждого ландшафта и водохранилища в специально разработанных базах данных. В настоящем исследовании использованы данные натурных наблюдений, которые были проведены авторами на побережьях водоемов степной зоны в европейской части России.

Общей теоретической базой является представление о том, что водный фактор – ведущий в трансформации вмещающих ландшафтов побережий. В результате его воздействия на прилегающие территории исходные автоморфные ландшафты приобретают черты и свойства полу- и гидроморфных. Многими исследователями показано (Вендров, Дьяконов, 1976; Балюк, Кутузов, 2006; Назаренко и др., 2008; Рыльчиков, 2009; Новикова, Назаренко, 2007, 2013; Новикова и др., 2011, 2014; Новикова, Уланова, 2012; Экотонные системы ..., 2011; Плисак, 1981; Природные комплексы ..., 2014 и др.), что в результате изменения водного режима участка реки и превращения его в водохранилище на прилегающей территории происходит активное пополнение и подпор грунтовых вод; *на открытых участках побережья* активизируются абразионные процессы; под влиянием длительного затопления и волновой деятельности на периодически обнажающемся дне полностью разрушаются исходные природные комплексы; на участках побережья, подверженных кратковременному заливанню, одновременно идет смыв верхних горизонтов почв и накопление на поверхности отложений, принесенных водой в паводок; формируются гидроморфные и полугидроморфные почвы и растительные сообщества; на незаливаемых участках, где грунтовые воды залегают ближе к поверхности, чем 3 м, идут процессы формирования полугидроморфных природных комплексов. Ранее существовавшие в исходном ландшафте почвы, растительность и животное население в процессе адаптации к новым условиям водного режима изменяются в разной степени в зависимости от гидролого-геоморфологических условий конкретных биотопов. На участках побережий водохранилища, преобразованных в устьевые расширения впадающих рек, в заливах, формируются *побережья аккумулятивного типа*. Здесь процессы трансформации более широко развернуты в пространстве. На затопленной территории предыдущая дневная поверхность погребена под новыми речными наносами, формируются отложения илов и растительные сообщества гигро- и гидрофитов.

Методические подходы и методы, используемые в работе.

– Методический подход «ключ» – «опыт» для сопоставления и оценки трансформации природных комплексов побережий. В качестве «ключевых» используются участки ландшафта, не затронутые воздействием водохранилища, а участки, находящиеся под его воздействием, – в качестве «опытных».

– Методический подход, заключающийся в рассмотрении территории побережья как блоковой экотонной системы «вода-суша» в понимании и терминологии, предложенной В.С. Залетаевым (1997), и обеспечивающий оценку комплексного воздействия водохранилища. Именно такое рассмотрение пространственной и функциональной структуры побережий позволяет оценить гидрологическое воздействие водоема на прилегающие территории суши и его особенности через характеристики длительности и частоты заливания, степень подтопления, качество грунтовых вод.

– При выявлении границ разного воздействия водохранилища на побережье (участков заливаемой и подтопленной территории) используются собственные параметры водохранилища, установленные для управления их функционированием при создании (УМО – уровень мертвого объема, НПУ – нормальный подпорный уровень).

– Для оценки длительности и частоты заливания участков территории используются принятые в гидрологии расчетные формулы.

– Основным приемом для получения достоверной и репрезентативной экологической оценки действия водного фактора – сопряженный анализ приуроченности его характеристик и исследуемых параметров к высотным (абсолютным или относительным) отметкам рельефа. Именно такой подход позволяет районировать побережье по типу воздействия водохранилища, совмещать разнообразные данные, относящиеся к конкретной точке, и подвергать их совместной обработке и сопряженному анализу; картографировать.

– Методы полевых эколого-географических исследований, в том числе топо-экологическое инструментальное профилирование с заложением трансект и точек ключевых почвенных и геоботанических исследований, с описанием состава и структуры растительности и учетом наземной фитомассы, выявлением индикаторов современного гидроморфизма, используются для получения современных данных, характеризующих состояние природных комплексов, специально отмечается наличие индикаторов гидроморфизма. Все точки топо-экологического профиля через положение уровня водохранилища на дату проведения съемки «привязываются» к абсолютным и относительным высотным отметкам побережья.

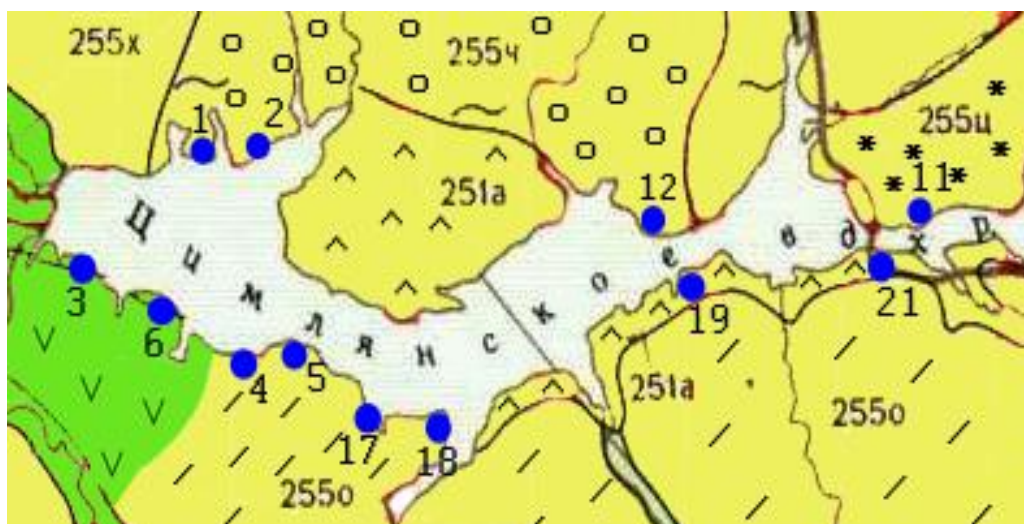
Существующие теоретические представления о трансформации природных комплексов разных ландшафтов на побережьях под влиянием водохранилищ были проверены на примере водохранилищ, созданных в середине прошлого века в степной зоне на юге европейской части России (рис. 1, табл. 1). Их расположение представлено на рисунке 2.

– Оценка гидрогенной трансформации природных комплексов проводится на основании комплекса индикаторов. Ответные реакции и трансформация компонентов комплексов отличаются друг от друга, поэтому разработаны показатели и экологические критерии их количественных значений. По ним оцениваются *глубина и степень* трансформации природных комплексов.

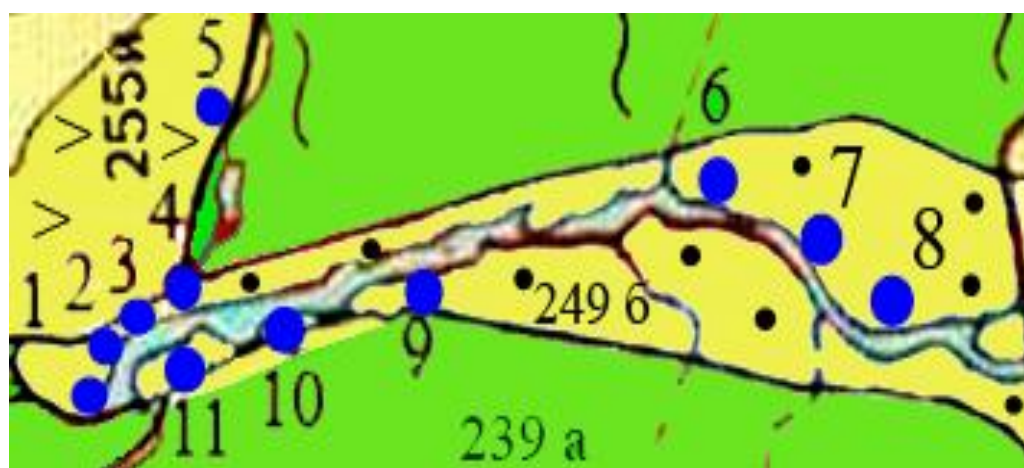
– Методы математической статистики для обработки и анализа данных направлены на выявление связи показателей биоты с водным фактором (длительностью и частотой заливания или глубиной залегания уровня грунтовых вод) или с блоками экотонной системы «вода-суша», отражающими разный характер воздействия водохранилища.

Алгоритм работы в соответствии с разработанной методикой рассмотрен на конкретных примерах по данным для водохранилища на юге европейской части России. Он включает несколько этапов (шагов), последовательно решающих основные задачи метода.

Первый шаг решает задачу выявления пространственной организации природных комплексов побережий водохранилищ: установления участков, подверженных его разному воздействию (длительности заливания, наличия подтопления). С этой целью используется ландшафтно-экологический подход, в основу которого положено рассмотрение побережья как блоковой системы экотонной системы «вода-суша» в понимании В.С. Залетаева (1997).



Цимлянское водохранилище



Веселовское водохранилище



Пролетарское водохранилище

Рис. 1. Расположение точек наблюдений на четырех водохранилищах. **Fig. 1.** The watch points locations at the four reservoirs.

Продолжение рисунка 1.



Краснодарское водохранилище

Рис. 1. Расположение точек наблюдений на четырех водохранилищах. Условные обозначения к рис. 1: синие точки – топо-экологические профили; ландшафты указаны в приведенной ниже таблице (Ландшафтная ..., 1987; Рыльщикова, 2009). **Fig. 1.** The watch points locations at the four reservoirs. Legend to the fig. 1: blue points – topo-ecological profiles; the landscapes are listed in the following table.

Типы	Подтипы	Виды
Степной	Очень засушливый, аллювиальный аккумулятивный	(239 б) Надпойменные террасы крупных рек, плоские и волнистые, местами с балками, с с/х землями
	Умеренно засушливый, аллювиальный аккумулятивный	(239 в) Равнины плоские, волнистые, в придолинных частях с многочисленными оврагами и балками, с/х землями
	Умеренно засушливый, аллювиальный аккумулятивный	(239 е) Равнины плоские и волнистые, местами слабо террасированные, с озерами, болотами, с с/х землями, участками лугов, разнотравно-злаковых степей
Сухостепной	Сухой, аллювиальный аккумулятивный	(251 а) Поймы и низкие террасы, плоские, местами гривисто-западинные, с руслами, протоками, озерами-старицами, с лугами
	Сухой, лессовый аккумулятивный	(255 о) Равнины плоские и пологоволнистые, с широкими балками, в придолинных частях с оврагами
	Сухой, лессовый аккумулятивно-денудационный	(255 ц) Равнины пологоувалистые, в придолинных частях с глубокими балками, оврагами, с западным микрорельефом
	Сухой, лессовый аккумулятивно-денудационный	(255 ч) Равнины преимущественно плоские, с глубокими балками и короткой сетью оврагов
	Сухой, лессовый аккумулятивный	(255 и) Равнины плоские и плосковолнистые, слабо наклонные, с каналами, балками, злаковыми степями
	Сухой, морской аккумулятивный	(249 б) Равнины плоские, местами с блюдцами-«подами» и полынно-злаковой растительностью

Таблица 1. Основные характеристики рассматриваемых водохранилищ (Авакян, Шарапов, 1977; Цимлянское, водораздельные..., 1977). **Table 1.** The main characteristics of the considered reservoirs.

Характеристики	Водохранилище			
	Краснодарское*	Цимлянское	Весёловское	Пролетарское****
Год заполнения	1973-1975 (1941)	1952-1953	1933***	1939-1941
Река, на которой образовано	Кубань (Кубань, Белая)	Дон	Западный Маныч	Западный Маныч
Высота над уровнем моря		35		
Длина, км	40	260	98	190
Ширина, км	15	38	7	13
Средняя глубина, м	5	8.8	4.3	2.6
Наибольшая глубина, м	18	30	9	7
Площадь водного зеркала при НПУ, км ²	420 (76)	2702	246	798
Объем полный, км ³	2.35 (0.35)	23.86	0.89	2.03
Объем полезный, км ³	2.15 (0.32)	11.54	0.06	0.76
НПУ	32.75**	36	>17	12.84
УМО		31		
Назначение*****	И, Н, Р, С, От	С, И, Р, Э, Н, В	С, Э, И, Р	С, Э, Р

Примечания к таблице 1: Краснодарское* – в 1973-1975 гг. объединилось с построенным ранее (1941 г.) Тшикским водохранилищем, в скобках показаны параметры Тшикского водохранилища, не вошедшие в параметры Краснодарского; 32.75** – произошло изменение НПУ с 33.65 на 32.75 м БС; 1933*** – летом 1942 г. плотина была взорвана и восстановлена только в 1944 г., к 1959 г. водохранилище было полностью наполнено (необходимость обеспечения подачи в Азовский канал воды для орошения и навигации на водохранилище исключают возможность падения уровня ниже отметки 10.0 м БС); Пролетарское**** – данные приведены для всего водохранилища, в работе рассматривается западная часть водохранилища; Назначение***** – И – ирригация, Н – борьба с наводнениями, Р – рыбное хозяйство, С – судоходство, От – отдых, Э – гидроэнергетика, В – хозяйственно-питьевое водоснабжение. **Note to the table 1:** *– in 1973-1975 merged with the previously built (1941) Tshikskiy reservoir, shown in brackets options of Tshikskiy reservoir, not included in the parameters of Krasnodar; ** – there has been a change of NHRIs at 33.65 to 32.75 m BS; ***– in the Summer of 1942 the dam was blown up and restored only in 1944, to 1959 was fulfilled to NHRIs (the Need to ensure that flow in the Azov canal water for irrigation and navigation on the reservoir rule out the possibility of a decline below 10.0 m BS); **** – Data are given for the entire reservoir, this paper considers the West compartment of the reservoir. *****– И – irrigation, Н – flood control, Р – fisheries, С – shipping, От – recreation, Э – hydropower, В – potable water supply.

Согласно этому подходу, выделяются пять типов участков (функциональных блоков), испытывающих различное воздействие водохранилища (рис. 3). Первый из них – аквальный блок (рис. 3, №1) – глубоководная часть водохранилища, расположенная ниже УМО.

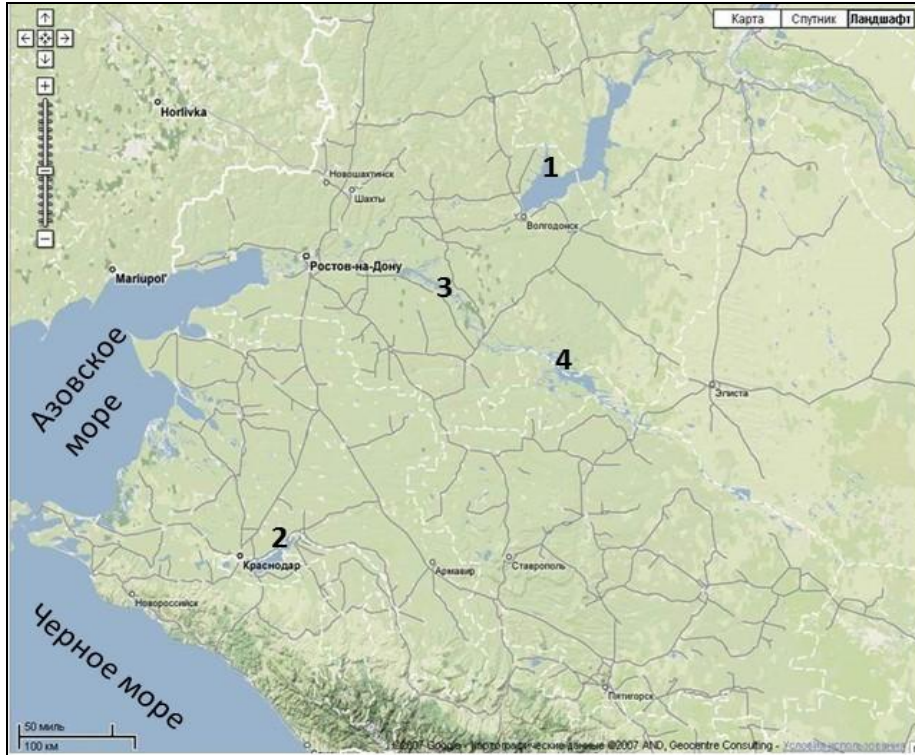


Рис. 2. Схема расположения водохранилищ. *Условные обозначения.* Водоохранилища: 1 – Цимлянское, 2 – Краснодарское, 3 – Веселовское, 4 – Пролетарское. **Fig. 2.** The arrangement of reservoirs. *Legend.* Reservoirs: 1 – Tsimlyansk, 2 –Krasnodarsk, 3 – Veselovsky, 4 – Proletarskiy.

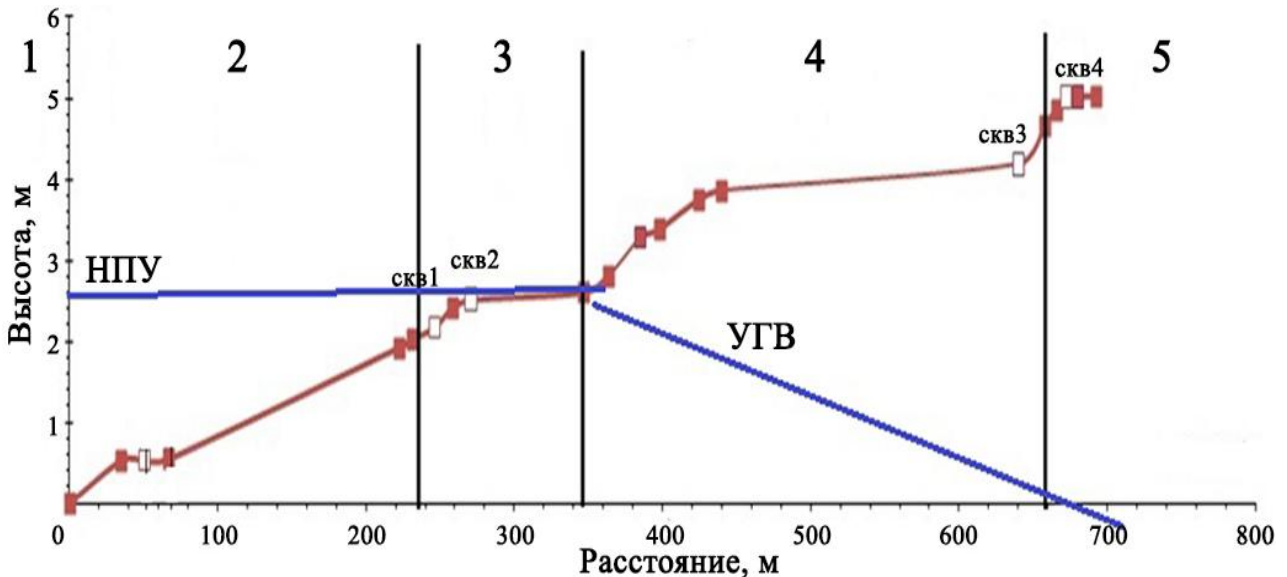


Рис. 3. Схема блоковой структуры экотона «вода-суша». *Условные обозначения:* 1-5 – блоки экотона, НПУ – нормальный подпорный уровень, УГВ – уровень грунтовых вод (Новикова и др., 2014). **Fig. 3.** The block structure of water-terrestrial ecotone. *Legend:* 1-5 – ecotone blocks, FRL – full reservoir level, GWL – groundwater level (Новикова и др., 2014).

Второй – амфибиальный блок (рис. 3, №2) – заливаемое дно водохранилища, обнажающееся при сработке уровня, где на открытом побережье ведущую роль играет волноприбойная деятельность водных масс, а в лагунах – аккумуляция наносов. Этот участок располагается на высотных отметках от УМО до береговой линии. Третий участок – динамический блок (рис. 3, №3) – территория побережья, подверженная кратковременному заливанню в весенний период с близким стоянием уровня грунтовых вод в вегетационный период. Этот участок побережья протягивается от береговой линии до максимально возможного подъема уровня водохранилища (НПУ). Четвертый участок – дистантный блок (рис. 3, №4) – незаливаемая подтопленная (по сравнению с исходным ландшафтом) территория побережья с грунтовыми водами на глубине до 3-х (5) м. Этот участок располагается от высотных отметок НПУ до территорий, где глубина уровня грунтовых вод залегает на 3(5) м ниже поверхности. Последний, пятый блок – маргинальный (рис. 3, №5) – не подвержен гидрологическому влиянию водохранилища. Здесь природные комплексы испытывают его влияние через биотические связи. Внешняя граница воздействия водохранилища определяется эмпирически, во время полевых исследований, на основании глубины залегания грунтовых вод ниже 3 м от поверхности в весенний период. Знание высотных отметок перечисленных стандартных параметров водохранилищ позволяет однозначно выделять функциональные блоки экотонной системы. Экспериментальным путем (Природные комплексы ..., 2014) получено, что высотная отметка береговой линии водохранилища соответствует 50% обеспеченности заливания, рассчитанной на основании среднегодовых значений уровня водохранилища за весь период его существования.

Второй шаг. Определение параметров режима затопления. Эти характеристики вычисляются на основе стандартных гидрологических формул по значению уровневого режима водохранилища (Лучшева, 1983) и далее интерпретируются как экологические критерии заливания побережья по трем показателям.

– *Частота* (обеспеченность) заливания определяется как количество случаев достижения уровнем вод данной высотной отметки за весь период наблюдений по формуле: $P = (n - 0.3) / (D + 0.4) \times 100\%$, где P – обеспеченность уровня в %, n – номер в ранжированном ряду, D – количество дат наблюдений. Полученный результат следует представлять в виде графика (рис. 4, А).

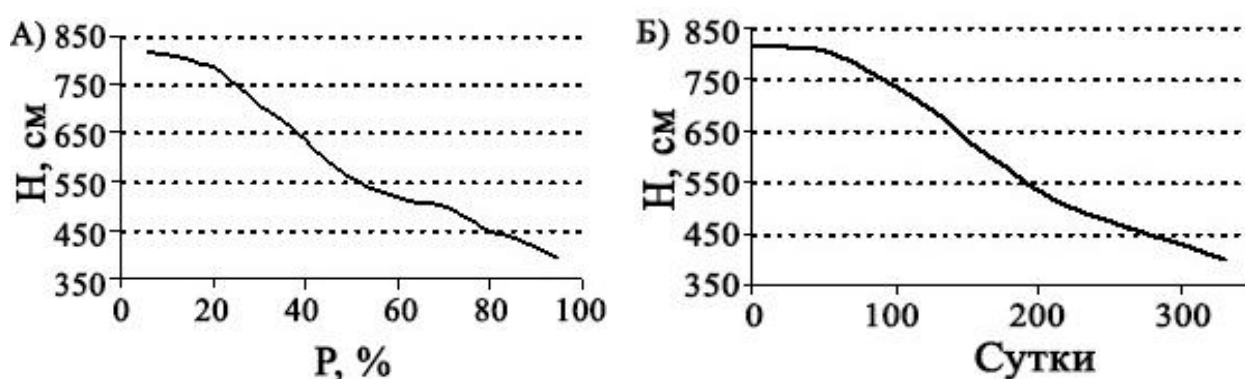


Рис. 4. Частота (А) и длительность (Б) паводкового заливания высотных отметок на Краснодарском водохранилище (Природные комплексы ..., 2014). **Fig. 4.** Frequency (А) and duration (Б) of the elevation points flooding in the Krasnodar reservoir (Природные комплексы ..., 2014).

– *Длительность* заливания определяют как время стояния вод водохранилища на данной отметке в течение года по формуле: $A = m/N$, где А – продолжительность в сутках, m –

количество дней стояния воды на данной отметке (за период наблюдений), N – период наблюдений в годах. Длительность заливания также может быть отображена на графиках в виде кривых стояния воды на разных высотных отметках за каждый год и в виде обобщенной кривой, показывающей обеспеченность длительности заливания за длительный промежуток времени (рис. 4, Б).

Подтопление территории определяется через глубину залегания грунтовых вод. Этот показатель может быть определен только экспериментальным путем в ходе специальных полевых работ, с проведением топо-экологического инструментального нивелирования в период максимального наполнения водохранилища.

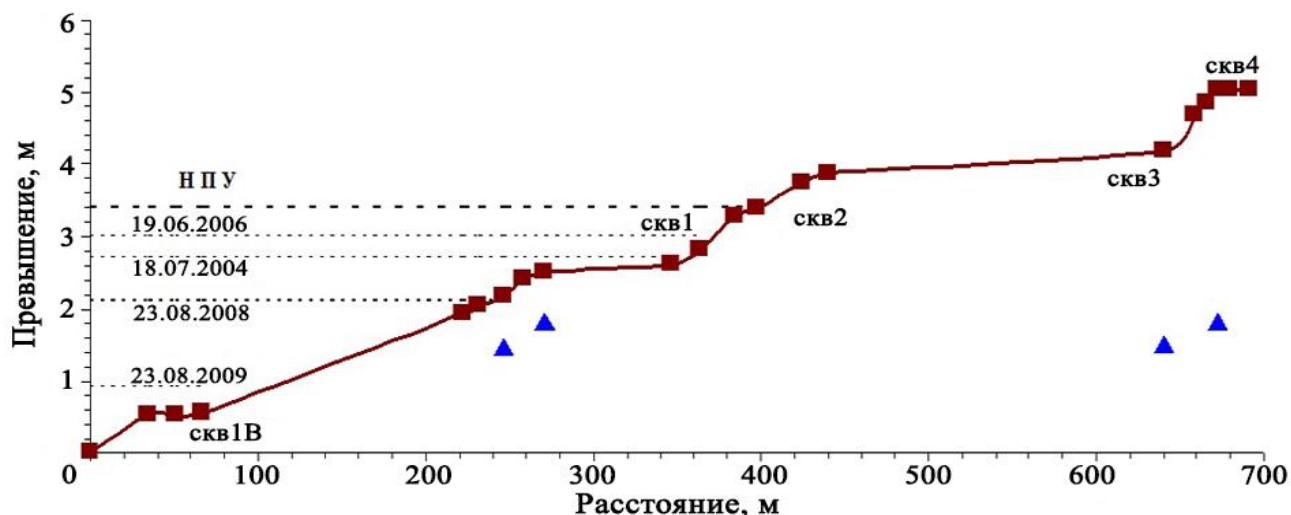
Третий шаг связан с получением дополнительной эколого-географической информации при проведении полевых экспериментальных исследований. Топо-экологическое инструментальное профилирование позволяет связать между собой в единую систему полученные теоретические данные по высотным отметкам, как границам воздействия водохранилища, и все данные реальных высотных отметок на местности, полученные при полевых наблюдениях на ключевом участке (рис. 5).

Топо-экологические профили прокладываются от уреза воды «вкрест» рельефа с помощью нивелирного хода с целью связать между собой точки наблюдений и получить их относительные и абсолютные высотные отметки, а затем, исходя из высотных отметок границ, выделить участки с разным водным режимом – функциональные блоки экотона «вода-суша». Профиль заканчивается там, где глубина уровня грунтовых вод располагается ниже 3-х метров в весенний или раннелетний период, соответствующий наиболее высокому стоянию грунтовых вод, – на местности этому обычно соответствуют природные комплексы либо с коренной растительностью, либо с пашней. Вдоль хода прокладывается трансекта – полоса сбора данных. В каждом растительном контуре закладывается геоботаническая площадка с полным описанием, почвенным разрезом (или бурением) до грунтовых вод. Каждая точка отбора проб и описаний фиксируется с помощью прибора дистанционного геопозиционирования. Для определения солевых характеристик почв и грунтовых вод отбираются образцы из почвенных разрезов или почвенных кернов. Пробы воды из водохранилища отбираются для определения их минерализации. Высотное положение «нуля» профиля определяется по положению уровня воды в водохранилище на день его заложения с поправкой на расстояние от плотины (средневзвешенный уровень). Этой информацией располагает Управление водными ресурсами каждого водохранилища.

Благодаря геопозиционированию все точки наблюдений находят плановое отображение в виде «треков»: точек и связывающих их отрезков маршрутов в системе географических координат. Эта система может быть наложена на материалы дистанционного зондирования и рассмотрена в ландшафтном окружении.

Каждый раз после проведения полевых работ при обработке данных вычерчиваются профили, а к ним в соответствии с расположением точек стационарных наблюдений в блоках экотона прикладываются развернутые легенды, отражающие состояние всех изученных компонентов на дату исследования (рис. 5). В легенду рекомендуется включать данные по каждой обследованной точке в виде тематических слоев о химизме и засолении почв, минерализации и химическом составе поверхностных и подземных вод, проективном покрытии и запасах наземной и подземной фитомассы растительности, данные учетов зверей, птиц и другой биоты. Такие развернутые легенды позволяют рассмотреть участок побережья как единую систему взаимодействия водоема и прилегающей суши – экотонную систему «вода-суша» – и оценить действие водного и других факторов в совокупности.

Данные по грунтовым водам исследуются и анализируются самостоятельно и включают рассмотрение положения внутри блоков, изменение внутри года, по годам разной водности.



А	1	2			3	4			5
Б	1	2			3				
В	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Рис. 5. Распределение компонентов природных комплексов на топо-экологическом профиле на побережье в сухостепном аллювиально-аккумулятивном ландшафте Цимлянского водохранилища в 2011 г. *Условные обозначения:* пунктир – уровень воды в разные годы исследований, красные квадраты – точки наблюдений, синие треугольники – УГВ в 2004 г., А – блоки экотона (1 – аквальный, 2 – амфибиальный, 3 – динамический, 4 – дистантный), Б – почвы (1, 2 – отсутствуют, 3 – темно-каштановая среднесильная среднесуглинистая на лессовидном суглинке), В – растительные сообщества (1 – водоросли, 2 – обнажившееся дно без сосудистых растений, 3 – первичное зарастание с доминированием проростков ивы, тополя, горца земноводного с остатками давно отмершего тростника, 4 – сообщества макрофитов с полосой из куртин рогоза (*Typha* sp.), которые сменяются высокими плотно стоящими тростниками, те перемежаются тремя полосами старых экземпляров ивы белой (*Salix alba*), которые тянутся вдоль берега, 5 – тростниковое сообщество с участием молодых кустарниковых ив (*Salix viminalis*, *S. triandra*), 6 – злаково-разнотравное осоко-ивовое сообщество (*Salix viminalis*+*S. Triandra*–*Populus nigra*–*Glycyrrhiza echinata*–*Elytrigia repens*+*Poa angustifolia*), 7 – наземнейниково-вязовое (*Ulmus laevis*–*Calamagrostis epigeios*) сообщество, 8 – разнотравно-злаковые сообщества (*Calamagrostis epigeios*, *Poa angustifolia*, *Cichorium intybus*, *Artemisia absinthium*), 9 – пашня). **Fig. 5.** The distribution of the natural complexes components on the topo-ecological profile on the dry, alluvial-accumulative Tsimlyansk reservoir’s coast in 2011. *Legend:* dotted lines – water’s level during the different years of observations, red squares – watchpoints, blue triangles – ground water table in the spring 2004, А – ecotone blocks (1 – aquatic, 2 – amphibial, 3 – dynamic, 4 – distant), В – soils (1, 2 – no soils, 3 – dark-chestnut medium-deep, medium-denuded, medium-loamy on the loesslike loam), С – plant communities (1 – seaweed, 2 – denuded bottom without vascular pants, 3 – primary weediness with dominant sprouts of willow, poplar, *Persicaria amphibia* and with remains of long-withered reed, 4 – macrophyte communities with a belt of *Typha* sp. beds, which thick and high bushes of reeds replace, alternated with three belts of old *Salix alba*, stretched along the shore, 5 – reed community with young *Salix viminalis* and *S. triandra*, 6 – grass-mixed sedge-willow community (*Salix viminalis*+*S. Triandra*–*Populus nigra*–*Glycyrrhiza echinata*–*Elytrigia repens*+*Poa angustifolia*), 7 – above-ground woodreed-elm community (*Ulmus laevis*–*Calamagrostis epigeios*), 8 – mixed-grass communities (*Calamagrostis epigeios*, *Poa angustifolia*, *Cichorium intybus*, *Artemisia absinthium*), 9 – crop land).

Выявляются тенденции пространственно-временных изменений, устанавливается связь их колебания с изменением уровня водохранилища. Данные представляются в виде графиков и таблиц (рис. 6).

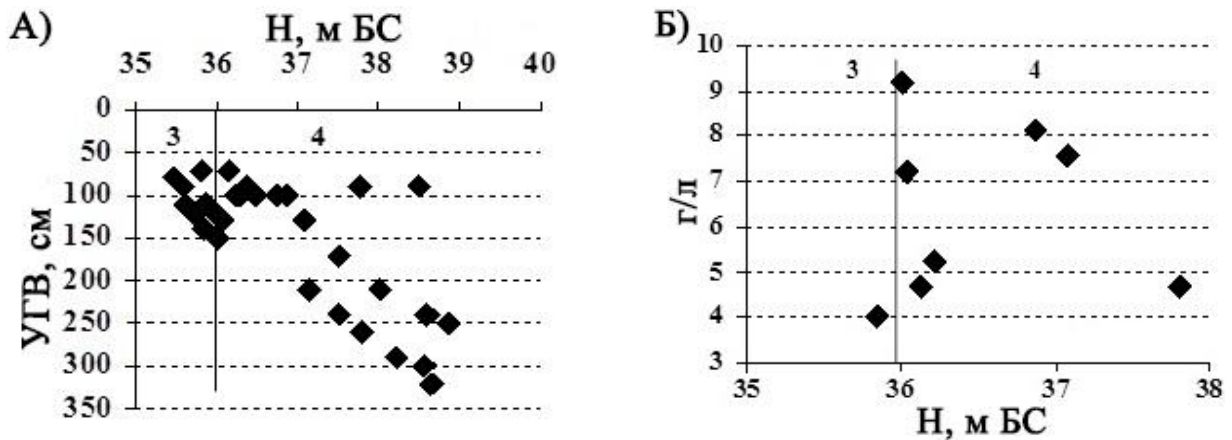


Рис. 6. Глубина залегания (А) и минерализация грунтовых вод (Б) на разных участках воздействия водохранилища в разных блоках экотона: 3 – динамическом, 4 – дистантном (Природные комплексы ..., 2014). **Fig. 6.** The depth (А) and groundwater salinity (Б) in the different parts of the reservoir's impact in different ecotone blocks: 3 – dynamic, 4 – distant (Природные комплексы ..., 2014).

Протяженность отдельных блоков, характеризующих то или иное воздействие водохранилища на разных типах побережья, зависит от особенностей ландшафта конкретного участка. При наличии инструментально проложенных топо-экологических профилей в разных типах примыкающих к берегу (вмещающих) ландшафтов следует получить сравнительную характеристику представленности и протяженности блоков экотона в каждом из них и, таким образом, оценить расположение, а затем и площади территорий, подверженных тому или иному воздействию водохранилища (рис. 7).

Четвертый шаг. Оценка трансформации природных комплексов проводится на основании разработанной системы индикаторов современного гидроморфизма – биологических и экологических критериев: заливания, подтопления, грунтовых вод, почв, растительных сообществ и показателей его проявления (табл. 2).

Оценку можно проводить *методом прямого сопоставления* индикаторов через рассмотрение и описание того, «что было и как стало» путем сопоставления характеристик актуального состояния природных комплексов блоков экотонной системы с характеристиками вмещающего ландшафта до создания водохранилища. Этот метод доступен для восприятия экологов и сложен для специалистов водного хозяйства. Поэтому для расширения возможности проведения оценки разными специалистами был разработан *метод оценки на основании условных баллов*. С этой целью для основных индикаторов гидроморфизма (грунтовых вод, почв и растительности) были разработаны шкалы, оценивающие в баллах степень их трансформации на основании сопоставления актуального состояния с тем, которое было до создания водохранилища. При этом учитывается и положение индикатора в блоке экотона. Установленный показатель предложено считать *степенью* его гидрогенной трансформации, а совокупность баллов каждого индикатора во всех блоках экотона дает представление о *глубине* гидрогенной трансформации ландшафта, как совокупный показатель продвинутости процесса гидроморфизма в почвах, растительности и грунтовых водах в настоящее время. Использование метода балльной

оценки гидрогенной трансформации было апробировано на примере наиболее крупных водохранилищ, расположенных в степной зоне на Европейской части России.

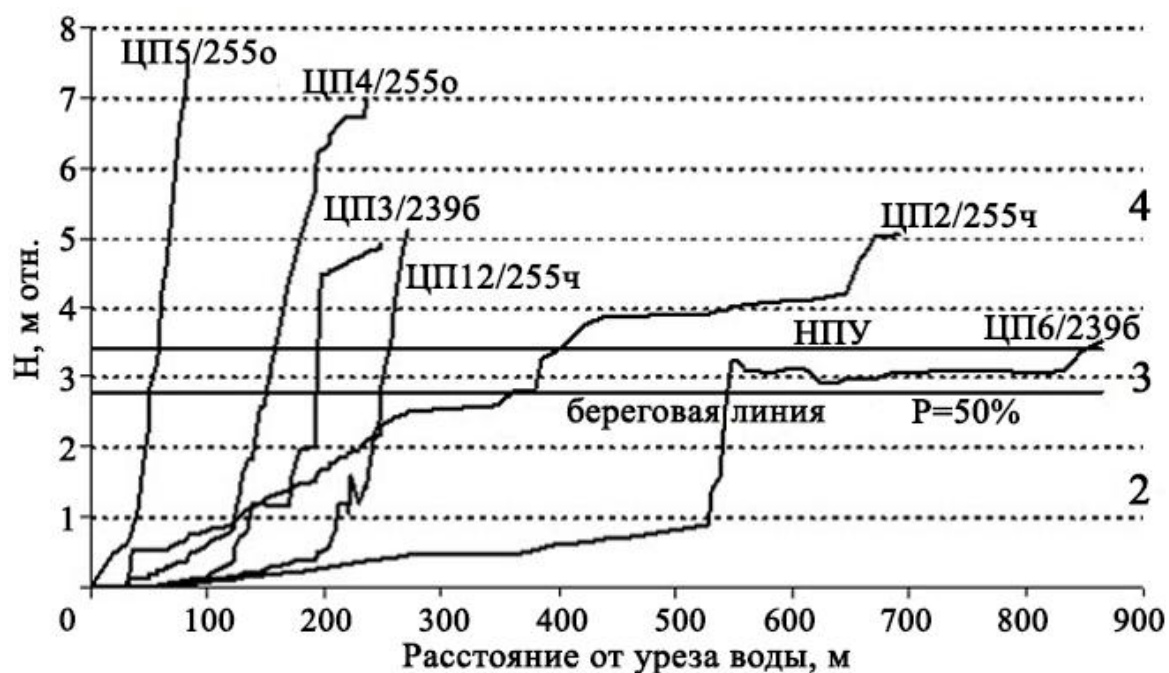


Рис. 7. Рельеф побережий на топо-экологических профилях и протяженность блоков экотона. **Fig. 7.** Shores relief on the topo-environmental profiles and the ecotones blocks length. *Условные обозначения.* Кривые – рельеф поверхности топо-экологических профилей на Цимлянском водохранилище, числитель – номер профиля, знаменатель – номер ландшафта, нижняя горизонтальная линия – значение высотной отметки с заливанием обеспеченностью $P=50\%$ (также соответствует высотной отметке положения границы дна и берега), верхняя линия – НПУ, 2 – амфибиальный блок экотона (обнажившееся дно), 3 – динамический блок (заливаемый), 4 – дистантный блок (подтопленная территория). Окончание профилей определяется глубиной залегания грунтовых вод глубже 3 м. За ноль по оси Y принято значение уровня воды (32.6 м БС) в период наблюдений в августе 2011 г.; по оси X ноль соответствует положению уреза воды в период наблюдений. *Legend:* Curves – surface topography of the topo-ecological profiles in Tsimlyansk reservoir, numerator – profile number, denominator – landscape number, bottom horizontal line on – value of the elevations of the flood security ($P=50\%$), and also it shows the altitude position of the bed and banks border, top line – normal headwater level, 2 – amphibial ecotone block (denuded bottom), 3 – dynamic block (flooded), 4 – distant (waterlogged area). The profiles end is determined by the depth of the watertable, deeper than 3 m. On Y-axis 0 stands for the reservoir water level during the observation period in August 2011, equal to 32.6 m BS. On X-axis 0 stands for the water edge position during the observation period.

Результаты и обсуждение

Глубина залегания уровня грунтовых вод во многом определяет условия современного гидроморфизма. В свою очередь колебание грунтовых вод на побережье сопряжено с изменением уровня воды в водохранилище и так же, как на водохранилище, их максимальный подъем к поверхности приходится на ранневесенний период: конец апреля – начало мая.

Таблица 2. Индикаторы гидроморфизма и их показатели.
Table 2. Hydromorphism indicators and their ecological indices.

№ п.п.	Критерии	Показатели
1	Заливание, длительность и частота	слабое – от 10 до 15 дней, не ежегодное среднее – 16-40 дней, ежегодное сильное – более 40 дней, ежегодное
2	Подтопление по глубине залегания ГВ	сильное – на глубине 0.3-1 м умеренное – на глубине 1.25 м слабое – на глубине от 2.5 до 5 м
3	Уровень грунтовых вод, развитие гидроморфных процессов	Гидроморфный режим – 0-1.5 м Полугидроморфный режим – 1.5 (3м) Автоморфный режим > 3 м
4	Проявления в почвенном профиле	– повышенная мощность гумусового горизонта (А+В): для луговато- и луговых почв – более 130 см, для влажно-луговых – более 100 см; – признаки современных окислительно-восстановительных процессов в виде гидроокисных пленок железа (охристых пятен), сизоватости, включения марганцево-железистых новообразований: слабое проявление лугового процесса – от 1 до 2 м, активный луговой процесс (под гумусовым горизонтом) – от 50 до 80 см; – признаки глеевого процесса; – глубина наличия первичного и вторичного гипса (для степной зоны), который свидетельствует об уровне поднятия/опускания капиллярной каймы ГВ; – присутствие карбонатной плесени или размытых палевых пятен белоглазки (CaCO ₃)
5	Изменения в растительности	– смена экологического типа растительности на основе представленности (% соотношения) видов разных экологических групп по отношению к водному фактору (гигрофиты, гидрофиты, мезофиты, ксерофиты), доминированию, типу водного питания (фреатофиты, трихогидрофиты, омброфиты) и засолению почв (мезофиты, мезогалофиты, галофиты) – доминирование или присутствие видов-индикаторов изменений водного режима (подтопления и затопления)
6	Изменения в животном населении	преобразование численности, плотности популяций индикаторных групп видов животных

Проведенные исследования на водохранилищах показали (рис. 6, табл. 3, последний столбец справа), что в амфибиальном блоке грунтовые воды весной обычно располагаются на

Таблица 3. Почвы, грунтовые воды и индикаторы гидроморфизма в функциональных блоках в зоне влияния водохранилищ. **Table 3.** Soils, ground waters and hydromorphism indicators in the functional blocks in the area under the reservoirs' impact.

Под-зона	Ландшафт*, профиль	Блок**	Характеристика почвы	Морфологические признаки гидроморфизма, глубина в см							УГВ, см
				A+ABв см	Вскипание	Вторичный гипс	Охристовость	Сизоватость	Fe+Mn	CaCO ₃ (плесень)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
КРАСНОДАРСКОЕ водохранилище											
Степная (настоящие степи)	(239 в) КП 1	II	Чернозем обыкновенный среднемощный тяжелосуглинистый вторично-гидроморфный на голубой глине	0-50	– ***	–	80-170	–	20-50 Fe	–	180
		III	Чернозем обыкновенный намывтый сверхмощный гидрогенно трансформированный на голубой глине	0-160	–	150-120 160-250	160-220	–	160-220	–	250
	(239 е) КП 8	II	Слоистая наносная толща с погребенной оглеенной почвой	–	–	–	–	10-100	–	–	210
		III	Слоистая наносная толща с погребенной оглеенной почвой	–	320-350	–	–	60-180	–	–	250
		IV	Чернозем слитой сверхмощный глинистый на желто-бурой коричневой глине	170	–	–	–	–	–	–	450
ЦИМЛЯНСКОЕ водохранилище											
Сухостепная	(251 а) ЦП 21	III	Каштановая остаточно-луговая карбонатная намывтая средне-мощная-мощная средне-суглинистая на желто-бурой глине	30-80	60	–	5-20	70-100	–	–	80
		IV	Каштановая остаточно-луговая карбонатная среднемощная среднесуглинистая на желто-буром суглинке	0-30	–	–	–	–	–	–	140
Сухостепная	(251 а) ЦП 21	III	Каштановая маломощная вторично-гидроморфная среднесуглинистая на желто-бурой глине, перекрытая наносом	30-40	–	20-30	20-30	–	–	40-50	80
		IV	Каштановая средне-мощная, среднесуглинистая на желто-бурой глине	0-50	30	100-120	–	–	–	140-150	180

Продолжение таблицы 3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Сухостепная	(255 о) ЦП 18	III	Каштановая мало-мощная сильносмытая карбонатная средне-суглинистая на желто-буром суглинке	10-15	–	–	–	30-40	0-30	–	90	
		IV	Каштановая средне-мощная средне-суглинистая на желто-буром суглинке	0-40	50	–	–	–	–	–	240	
	(255 ч) ЦП 1	III	Лугово-каштановая карбонатная глееватая мощная средне-суглинистая на лессовидном суглинке	0-70	–	–	40-70	120	40-70	70-80	120	
		IV	Темно-каштановая карбонатная средне-мощная средне-суглинистая на лессовидном суглинке	0-30	–	200	–	–	130-190	40-60	300	
		V	Темно-каштановая средне-мощная средне-смытая глубоко солончаковатая средне-суглинистая на лессовидном суглинке	0-30	60	170-370	–	–	–	–	410	
	(255 ц) ЦП 11	III	Лугово-каштановая сильно-смытая оглеенная на зеленой глине	30	–	–	–	30	–	40-110	110	
		IV	Темно-каштановая опесчаненная подстилаемая зеленой глиной, техногенно нарушенная	–	–	60-90	–	–	90-170	60-110	180	
	ПРОЛЕТАРСКОЕ водохранилище											
	(249 б) ПП 5	II	Лугово-каштановая выщелоченная мощная глееватая на гидрогенно трансформированном покровном суглинке	0-90	50	–	–	90-110	50-70	–	110	
		III	Темно-каштановая глубоко вскипающая мощная среднесуглинистая на желто-буром суглинке	0-90	80	–	–	–	40-50	130-160	160	
		IV	Темно-каштановая мощная среднесуглинистая на желто-буром суглинке, подстилаемом погребенной почвой, подстилаемой опесчаненной глиной	0-80	50	430-450	–	–	440-450	140-190; 240-250	450	

Продолжение таблицы 3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ВЕСЕЛОВСКОЕ водохранилище											
	(249 б) ВП 1	II	Лугово-болотная иловатая карбонатная	0-50	20-40	–	–	–	–	–	50
		III	Чернозем обыкновенный среднетощий солончаковатый на лессовидном суглинке	0-90	–	20-90	–	0-10	80-90	–	90
		IV	Чернозем обыкновенный маломощный сильноосмытый глубокозасоленный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке	0-40	–	160-180	–	–	–	–	320
Сухостепная	(255 и) ВП 5	III	Чернозем обыкновенный карбонатный маломощный высоко-загипсованный тяжелосуглинистый, вторично гидроморфный	0-20	30	70-100	0-20	–	50	–	170
		IV	Лугово-черноземная среднетощая солончаковатая	0-90	–	–	–	150	–	–	270

Примечания к таблице 3: ландшафт* – характеристика ландшафтов в соответствии с номерами в табл. 1; блок** – функциональные блоки (I – аквальный, II – амфибиальный, II – динамический, III – дистантный, IV – маргинальный); –*** – проявление отсутствует. **Notes to table 3:** landscape* – landscape features according to the table 1; block** – functional ecotone blocks (I – aquatic, II – amphibial, II – dynamic, III – distant, IV – marginal); –*** – no display.

глубине от 0 до 50 см; в заливаемом динамическом – от 0.5 до 1.5 м и в дистантном – от 1.5 до 3 м (по определению); и далее они заглубляются ниже 3 м.

В оценочных исследованиях грунтовые воды выступают в качестве важного показателя возможности развития того или иного процесса, поскольку при глубине от 0 до 1.5 м они индицируют возможность развития почв гидроморфного ряда: болотных (0-0.5 м) и луговых (0.5-1.5 м), а при залегании на глубине от 1.5 до 3 м создаются условия для формирования полугидроморфных почв, с признаками луговости. Опираясь на эти закономерности для оценки изменения грунтовых вод разработана шкала с градациями, отражающими их экологическое значение (табл. 4). Пример: подъем грунтовых вод на один шаг – с глубины 3(5) м до 1.5 м и с глубины 3-1.5 м до 0.5 м оценивается по 2 балла. Максимальное значение в 3 балла присваивается при подъеме грунтовых вод с вод с глубины 3 (5) м практически до дневной поверхности (0.5-0.0 м).

Почвы и особенности их трансформации в разных условиях влияния водохранилищ. В качестве индикаторов гидрогенной трансформации почв ландшафтов побережий использовались морфологические признаки почв: 1 – глубина залегания первичного и вторичного гипса первичный гипс (перв. гипс) наследуется от породы, в то время, как вторичный гипс (вт. гипс, фото 1 А, Е) маркирует уровень поднятия капиллярной каймы почвенно-грунтовых вод; 2 – присутствие карбонатной плесени или размытых палевых пятен белоглазки (CaCO₃ плес, фото 1 Д); 3 – наличие железистых и марганцевых новообразований

и их форма (Fe+Mn): а) гидроокисные пленки железа (охристые пятна, фото 1 А, Б) – признаки современных процессов смены окислительно-восстановительных условий; б) сизоватость (сиз.) – признак устойчивых восстановительных условий и интенсивного выноса железа может иметь современное происхождение, если зафиксирован в верхнем гумусовом горизонте или унаследован от прежних гидрогенных условий почвообразования, если диагностируется в горизонте В или ВС; в) бобовинки Fe и Mn – могут быть унаследованы от прежних условий формирования почвенно-грунтовой толщи.

Таблица 4. Шкала для балльной оценки изменения положения грунтовых вод при возрастании гидроморфизма. **Table 4.** Scale for the scoring evaluation of the changes in groundwater depth during hydromorphism increasing.

Глубина грунтовых вод в исходном ландшафте до затопления, м	Актуальная глубина грунтовых вод на данный момент, м			
	>3 (5)	3-1.5	1.5-0.5	0.5-0
>3 (5)	0	1	2	3
3-1.5	1	0	1	2
1.5-0.5	2	1	0	1
0.5-0	3	2	1	0

Рассмотрение современных почв в зоне влияния водохранилищ подтвердило результаты наблюдений, которые были проведены в начале их создания в 1960-1980-х гг., и показало, что исходно зональные почвы претерпели глубокую трансформацию в направлении формирования гидроморфных и полугидроморфных почв. Использование индикаторов развития гидрогенных процессов в почвенном профиле позволило выявить зонально и регионально обусловленные особенности в каждом из блоков экотона (табл. 3).

Анализ материалов экспериментальных исследований, выполненных в данной работе, показал, что и в степных умеренно засушливых аллювиальных аккумулятивных ландшафтах (табл. 1, 3, 239е) в условиях избыточного увлажнения, присущего весенне-летнему периоду, в исходных зональных автоморфных почвах развивается глеевый процесс, что выявляется на основе индикаторов – по наличию гидроокислов железа и присутствию сизоватых тонов в почвенном профиле. В сухостепных сухих аллювиальных аккумулятивных (табл. 1, 3, 251а) и сухостепных сухих лесовых аккумулятивных (табл. 1, 3, 255о) ландшафтах проявляются все индикаторы вторичного гидроморфизма. Наибольшей степени гидрогенной трансформации подверглись сухостепные сухие морские аккумулятивные ландшафты (табл. 1, 3, 249б).

Краснодарское водохранилище. Почвенный покров территорий, прилегающих к Краснодарскому водохранилищу, в большинстве из заложенных профилей представлен черноземами обыкновенными и черноземами слитыми. Черноземы слитые представляют собой один из видов черноземов обыкновенных. Развита они на иловато глинистых породах. Характерна исключительная плотность (слитость) горизонта В, его слабая водопроницаемость и глыбисто-призмовидная структура. Почвы не солонцеватые. Выделяются в теплых фациальных подтипах. Основные процессы трансформации морфологических свойств почв на Краснодарском водохранилище зависят от длительности затопления и глубины залегания почвенно-грунтовых вод, вследствие чего при кратковременном залипании и относительно глубоких грунтовых водах в исходных почвах основные процессы трансформации проявились в формировании охристых пятен гидроокислов железа, сформировавшихся вследствие поверхностного затопления, оглеения в

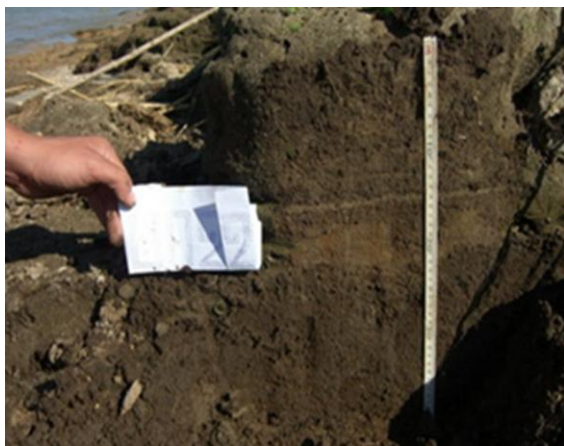
амфибиальном и динамическом блоках и формирования прослоек вторичного гипса в динамическом блоке (ландшафт 239 в, КП 1², табл. 3).



А



Б



В



Г



Д



Е

Фото 1. Зональные почвы и показатели гидроморфизма в них: А, Е – вторичный гипс; Б, В – охристовость; Г – карбонаты; Д – карбонатная плесень. **Photo 1.** Zonal soils and indicators of their hydromorphism: А, F – secondary gypsum; С – ochre; D – carbonates; E – carbonate mold.

² КП, ЦП, ВП, ПП – обозначения топо-экологических профилей на Краснодарском, Цимлянском, Веселовском и Пролетарском водохранилищах соответственно. Их расположение указано на рисунке 1.

Для открытой части Краснодарского водохранилища характерен смыв верхнего гумусового горизонта почв на обширных обнажающихся пространствах при сработке уровня в амфибиальном блоке. В то же время на отдельных участках побережья (ландшафт 239 е, КП 8, табл. 3) гумусовый горизонт отсутствует по причине погребения и оглеения исходных почв под наносами водохранилища. Признаком вторичного гидроморфизма почв является отсутствие гидроокислов железа, а также сизоватость отложений, что подтверждает длительность нахождения грунтовых вод на данной отметке. В одном из профилей (КП 2) поднятие почвенно-грунтовых вод (180 см) маркирует карбонатная плесень.

Цимлянское водохранилище. Почвенный покров территорий, прилегающих к Цимлянскому водохранилищу, представлен темно-каштановыми и каштановыми почвами. Трансформация почв здесь связана с развитием признаков вторичного гидроморфизма в исходных почвах, а также с трансформацией исходно автоморфных почв в полугидроморфные лугово-каштановые. На Цимлянском водохранилище, воздействие которого распространяется на разные типы степных ландшафтов, в исходных почвах отмечены все индикаторы вторичного гидроморфизма (табл. 3). Здесь, как и на Краснодарском водохранилище, на открытых участках побережья в амфибиальном и динамическом блоках происходит смыв гумусового горизонта почв и отложение на поверхности наносного песчаного слоя. В почвах в динамическом блоке проявляется охристовость, сизоватость, новообразования железа, присутствие карбонатной плесени в верхних горизонтах. Для дистантного блока характерны новообразования вторичного гипса, карбонатной плесени над горизонтом белоглазки, на глубине стабильного положения грунтовых вод развивается оглеение.

Пролетарское водохранилище. Почвенный покров территорий, прилегающих к водохранилищу, представлен темно-каштановыми и лугово-каштановыми почвами. Почвы, вскрытые наиболее близко к урезу воды, практически по всем профилям подвержены высокой степени гидрогенной трансформации. По морфологическому строению лугово-каштановые почвы близки к каштановым, но отличаются от них большим содержанием гумуса. Каких-либо иных специфических и постоянных морфологических и химических признаков для непосредственной диагностики лугово-каштановых почв не отмечается; их диагностика по отношению к автоморфным каштановым почвам производится на основе анализа условий водного режима почв с учетом рельефа, общей гидрогеологической обстановки. В ландшафтных условиях, близких к условиям Веселовского водохранилища (239 б, ПП 5, табл. 3), индикаторы современного гидроморфизма свидетельствуют о глубокой трансформации почв практически во всех блоках экотонной системы: наличие в почвенном профиле гидроксидов железа на всем его протяжении, а также присутствие сизоватых тонов на границе устойчивого уровня грунтовых вод. Это указывает на присутствие и длительность нахождения почвенно-грунтовых вод на этих глубинах. Признаки гидрогенной трансформации подтверждаются и наличием карбонатной плесени в нижних и средних горизонтах почвенного профиля. Вторичный гипс обнаружен только в дистантном блоке, он располагается на уровне поднятия грунтовых вод в весенний период.

Веселовское водохранилище. Почвенный покров территорий, прилегающих к Веселовскому водохранилищу, в большинстве из проложенных профилей представлен черноземами обыкновенными и лугово-черноземными почвами. Генетический профиль черноземов (в обобщенном «типоморфном» виде) характеризуется ясно выраженной верхней толщей (той или иной мощности) с накоплениями гумуса, обменных оснований и биогенных зольных элементов, глубже которой находится карбонатно-иллювиальная (или карбонатно-гипсово иллювиальная) толща, постепенно переходящая в не измененную почвообразованием материнскую породу. Почвы лугово-черноземного типа являются полугидроморфными аналогами черноземов и формируются в отличие от последних в

условиях повышенного увлажнения, которое может создаваться за счет местных временных скоплений влаги поверхностного стока, или за счет питания почвенно-грунтовыми водами, или в результате их совместного действия.

Морфологическое строение лугово-черноземных почв сходно со строением автоморфных черноземов; отличительные признаки: повышенная гумусность и наличие глубинной глееватости. Важным показателем служит сравнительно небольшая глубина залегания грунтовых вод или сезонной верховодки (3-7 м), что при глинистых и тяжелосуглинистых породах обеспечивает пленочно-капиллярное поднятие влаги до средней части почвенного профиля.

На побережье Веселовского водохранилища (ландшафт 249 б, ВП 1, табл. 3), согласно почвенным индикаторам, высокой степени гидрогенной трансформации подверглись почвы, испытывающие периодическое поверхностное затопление в динамическом блоке. Признаками вторичного гидроморфизма является наличие вторичного гипса на глубине 100 см и железисто-марганцевые порошковидные конкреции на глубине, близкой к уровню грунтовых вод. О воздействии поверхностного затопления свидетельствуют гидроокислы железа на глубине 0-10 см. В дистантном блоке современный гидроморфизм проявляется в формировании горизонта с включением вторичного гипса на глубине 160-180 см, где, он, по-видимому, соответствует уровню поднятия грунтовых вод в весенний период.

В сухостепном ландшафте Веселовского водохранилища (255 и, ВП 5, табл. 3) трансформация почвенного покрова под влиянием водохранилища проявляется в присутствии практически всех индикаторов вторичного гидроморфизма. Уровень залегания почвенно-грунтовых вод в пределах динамического блока колеблется от 160 до 180 см. Наличие ржавых пятен и железистых конкреций в верхнем слое почвы, скорее всего, является признаками поверхностного затопления этой территории. Вторичный гипс, вскрытый здесь на глубине 70-100 см, а в трех соседних скважинах на глубине от 40 до 120 см, указывает на поднятие почвенно-грунтовых вод до этой отметки. В дистантном блоке морфологические признаки влияния водохранилища не обнаружены, но наличие сизоватости на глубине 150 см свидетельствует об исходном луговом режиме этих почв.

Проведенные исследования подтверждают данные, полученные в первые годы создания водохранилищ: на прилегающих территориях происходит гидрогенная трансформация почв. Зависимость гидрогенных процессов от типа воздействия четко проявляется при рассмотрении связи индикаторов почвенного гидроморфизма с разными блоками: смывость гумусового горизонта – характерный признак амфибиального блока; для динамического блока характерно наличие охристых пятен и железисто-марганцевых конкреций, сизоватость, что свидетельствует о застаивании поверхностных вод. Для дистантного блока характерны сизоватость и наличие железисто-марганцевых конкреций, которые означают застаивание грунтовых вод, формирование вторичного гипса.

Полученная информация о гидрогенной трансформации почв в разных блоках экотонных систем побережий позволила разработать шкалу, связавшую критерии, показатели и оценочные значения (табл. 5). При этом принят разный «вес баллов»; отсутствие индикаторов гидроморфизма в почвенном профиле означает отсутствие гидрогенной трансформации в почвах и оценивается нулем баллов. Присутствие каждого из них оценивается в один балл. При условии, если нашими наблюдениями подтверждается, что произошла трансформация автоморфной почвы исходного ландшафта в луговой подтип присваивается 6 баллов, а переход в луговую почву – 8 баллов. При дальнейшей трансформации в подтип и тип болотной почвы присваивается каждый раз еще по одному баллу в итоге – 9 и 10 соответственно.

Засоление почв в степных ландшафтах. Засоление почв – признак, характерный для ландшафтов, испытывающих недостаток атмосферного увлажнения. В степной зоне степень

трансформации почв тех территорий, которые подвержены влиянию крупных водохранилищ, во многом зависит от пород, слагающих дно и берега водоема, а также химического состава и степени минерализации поверхностных и грунтовых вод в том или ином ландшафте. Наши исследования показали (табл. 6), что засоление практически отсутствует во всех ландшафтах подзоны настоящих степей (табл. 6, 239 б, в, е), достигает средней степени в ландшафтах сухих степей и резко возрастает в особых условиях – в ландшафтах, сложенных морскими отложениями Манычской ложбины (табл. 6, 249 б). Самая высокая степень почвенного засоления (2.26%), по результатам анализа, отмечена в пределах Веселовского водохранилища, что характеризует почвы как очень сильнозасоленные. В то же время в подзоне сухих степей (табл. 6, 255 ч) в условиях влияния пресных вод Цимлянского водохранилища почвы также не засолены, что можно отнести к проявлению региональных особенностей.

Таблица 5. Шкала для балльной оценки гидрогенной трансформации почв.
Table 5. Scale for the scoring evaluation of hydrogenic soils transformation.

Показатель	Индикаторы современного гидроморфизма в почвенном профиле						Луговой процесс		Болотный процесс	
	Векипание	Вторичный гипс	Охристовость	Сизоватость	Бобовинки Fe+Mn	СаСО ₃ плесень	Подтип	Тип	Подтип	Тип
Исходный тип – автоморфные зональные	1	1	1	1	1	1	6	8	9	10

Примечания к таблице 5: в амфибиальном блоке в условиях открытого побережья почвы смыты, присваивается максимальный балл, оценивающий наивысшую степень трансформации – 12. **Notes to table 5:** in amphibial block on the open shores soils are washed away, so the maximum score is assigned to estimate the highest rate of transformation, which is 12.

Химизм засоления почвенного покрова изученной территории различен (табл. 7). Следует отметить, что высокая степень засоления и хлоридно-сульфатный химизм характерны для большинства топо-экологических профилей на побережье Веселовского водохранилища. При этом максимальная величина сухого остатка соответствует горизонтам, насыщенным новообразованиями мелкокристаллического гипса.

В пределах Пролетарского водохранилища, находящегося в том же подтипе ландшафта, степень засоления почвенного покрова также достигает высоких значений, однако проявляется в меньшем количестве заложенных профилей и характеризуется более низкими значениями величины сухого остатка. Но засоление более токсичное, т.к. химизм засоления – хлоридный; подобная ситуация может быть объяснена тем, что воды Пролетарского водохранилища имеют самую высокую минерализацию (1.80-9.30 г/л; табл. 7).

Иными словами, рассмотрение засоления почв обнаруживает, что региональные условия перекрывают зональные. Наиболее засоленными оказываются почвы на побережьях водохранилищ, в которых самая высокая минерализация воды и засоленные грунты.

Таблица 6. Засоление почв в динамическом блоке на побережьях водохранилищ в разных ландшафтных условиях. **Table 6.** Soils salinization in the dynamic block on the reservoirs' shores under different landscape conditions.

Ландшафт*	Степень засоления по сухому остатку, % (почвы хлоридно-сульфатного типа засоления)				Водохранилище
	нет засоления (0-0.25)	слабое (0.25-0.5)	среднее (0.5-1)	высокое (>1.1)	
(239 б)	–	0.08-0.34	–	–	Цимлянское
(239 в)	0.05-0.12	–	–	–	Краснодарское
(239 е)	0.03-0.23	–	–	–	
(249 б)	–	–	–	0.06-2.26	Веселовское, Пролетарское
(251 а)	–	–	0.04-0.72	–	Цимлянское
(255 и)	–	–	0.17-1.15	–	Пролетарское
(255 о)	–	–	0.05-1.12	–	Цимлянское
(255 ц)	–	–	0.02-0.67	–	
(255 ч)	0.06-0.12	–	–	–	

Примечание к таблице 6: ландшафт* – характеристика ландшафтов приведена в таблице подписей к рисунку 1. **Note to table 6:** landscape* – the landscapes features are shown in the table-legend for figure 1.

Таблица 7. Степень и химизм засоления почв в динамическом блоке.

Table 7. Soils salinization degree and chemism in the dynamic block.

Характеристика	Водохранилище			
	Цимлянское	Веселовское	Пролетарское	Краснодарское
Засоление почвы, %	0.02-1.12	0.11-2.26	0.01-1.25	0.03-0.23
Тип засоления почвы	Cl-SO ₄	Cl-SO ₄	Cl	–

Засоление почв побережий под влиянием водохранилища оценивается на основании содержания водорастворимых солей в сухом остатке водной вытяжки. Этот показатель изменяется в диапазоне от <1% до 3%. При построении шкалы выбран шаг в 0.25% для двух нижних ступеней (отсутствия и слабого засоления) и 0.5% – для верхних ступеней (среднего и высокой степени засоления).

Растительность ландшафтов побережий. Растительность побережий водохранилищ также рассматривалась в границах основных функциональных блоков. Анализ научных публикаций показывает (Вендров, Дьяконов, 1976; Назаренко и др., 2008; и др.), что на берегах водохранилищ спустя несколько лет после их создания наблюдается дифференциация экологических условий, улучшающих или ухудшающих произрастание древесной растительности. Соотношение площадей положительного и отрицательного влияния меняется в зависимости от географического положения водохранилища и местных геолого-геоморфологических условий побережья. Наиболее неблагоприятным воздействием

на растительность считается подтопление, приводящее к ухудшению лесорастительных условий в лесной зоне. Общая площадь подтопленных земель на побережьях водохранилищ Волжско-Камского каскада к началу 1970-х годов составила 160-170 тыс. га, из них на площади не менее 60 тыс. га наблюдалось сильное подтопление, где прирост древостоя снизился (Белавская, 1958). Проведенные исследования и анализ научной литературы позволяют представить наиболее широко распространенные растительные сообщества, индицирующие развитие современного гидроморфизма в каждом из блоков экотонной системы рассматриваемых водохранилищ (табл. 8, фото 2).

Таблица 8. Доминанты растительных сообществ, индицирующих развитие современного гидроморфизма на побережьях водохранилищ в разных подзонах. **Table 8.** Dominants of plant communities, displaying the modern hydromorphism development on the reservoirs shores in different climatic subzones.

Природные подзоны	Растительные сообщества – индикаторы гидроморфизма в функциональных блоках			
	амфибиальный	динамический	дистантный	маргинальный
степная	Заросли высоких гигрофитов (<i>Phragmites australis</i> , <i>Typha angustifolia</i> , <i>T. latifolia</i>)	Древесные и древесно-травянистые сообщества (<i>Salix album</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>Phalaris canariensis</i> , <i>Stachys palustris</i> , <i>Carex</i> spp.)	Настоящие незасоленные злаковые луга (<i>Bromopsis inermis</i> , <i>Lycopus europaeus</i>), засоленные луга (<i>Puccinellia gigantea</i> , <i>Juncus jerardi</i>)	Остепненные злаковые и разнотравные луга (<i>Elytrigia repens</i> , <i>Potentilla reptans</i> , <i>Lotus corniculatus</i>)
сухо-степная		Сообщества древесно-кустарниковых видов (<i>Tamarix ramosissima</i> , <i>T. hispida</i> , <i>Elaeagnus angustifolia</i> , <i>Salicornia europaea</i>)	Засоленные луга (<i>Aeluropus littoralis</i> , <i>Calamagrostis epigeios</i> , <i>Limonium gmelinii</i> с участием <i>Elaeagnus angustifolia</i>)	(<i>Artemisia santonica</i> , <i>Alhagi pseudalhagi</i> , <i>Calamagrostis epigeios</i>)

Изучение современного состояния растительности в зоне временного затопления показывает, что многие деревья и кустарники, в первую очередь различные виды тополя, ив, сумели приспособиться к новым условиям, особенно в тех случаях, когда увлажнение увеличивалось не резко, а постепенно. На Цимлянском водохранилище в первые годы его создания вдоль береговой линии с 50% обеспеченностью заливания сформировалась лесополоса шириной от 5 до 20 м с доминированием тополя черного (*Populus nigra*).

Рассматриваемые водоемы степной зоны располагаются в одном Нижне-Донском флористическом районе, поэтому растительный покров прибрежных территорий близок и его выраженность и структура зависят от конкретных ландшафтно-экологических условий. Растительность района Цимлянского водохранилища относится к сухим степям, представленным типчаково-ковыльными с участием бедного разнотравья и полынными сообществами. На правобережье местами сохранились белопопынно-житняковые степи с пятнами чернопопынников, ромашниковых и прутняковых сообществ. На левобережье еще встречаются участки белопопынно-ромашниковых степей со значительным участием пятен чернопопынных и камфоросмовых группировок.



А)



Б)



В)



Г)



Д)



Е)

Фото 2. Растительные сообщества на открытом побережье абразионно-аккумулятивного берега, показатели современного гидроморфизма. Условные обозначения: А – лишенный растительности амфибиальный блок; Б – *Populus nigra-Phragmites australis-Calamagrostis epigeios* сообщество динамического блока; В – *Populus nigra-Elytrigia repens-Poa angustifolia* сообщество дистантного блока; ряд растительных сообществ на аккумулятивном побережье: Г – *Phragmites australis* сообщества амфибиального блока; Д – *Ulmus glabra-Calamagrostis epigeios* сообщество динамического блока; Е – *Calamagrostis epigeios-Mixteherbosa* сообщество дистантного блока. **Photo 2.** Plant communities on the open abrasion-accumulative shores, the indicators of modern hydromorphism. Legend: А – amphibial block, bald of vegetation, В – *Populus nigra-Phragmites australis-Calamagrostis epigeios* community in dynamic block, С – *Populus nigra-Elytrigia repens-Poa angustifolia* community in distant block; series of plant communities on the alluvial shore: D – *Phragmites australis* community in amphibial block, E – *Ulmus glabra-Calamagrostis epigeios* community in dynamic block, F – *Calamagrostis epigeios-Mixteherbosa* community in distant block.

В процессе работы на топо-экологических профилях был составлен полный список встреченных видов растений. Он включает в себя 115 видов высших сосудистых растений из 29 семейств. Ведущими семействами являются характерные для степной зоны Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Chenopodiaceae, Labiatae и Polygonaceae.

Анализ представленности и частоты встречаемости видов в экологических группах по увлажнению выявил наибольшее разнообразие в группе мезофитов, ксерофитов и мезоксерофитов (рис. 8).

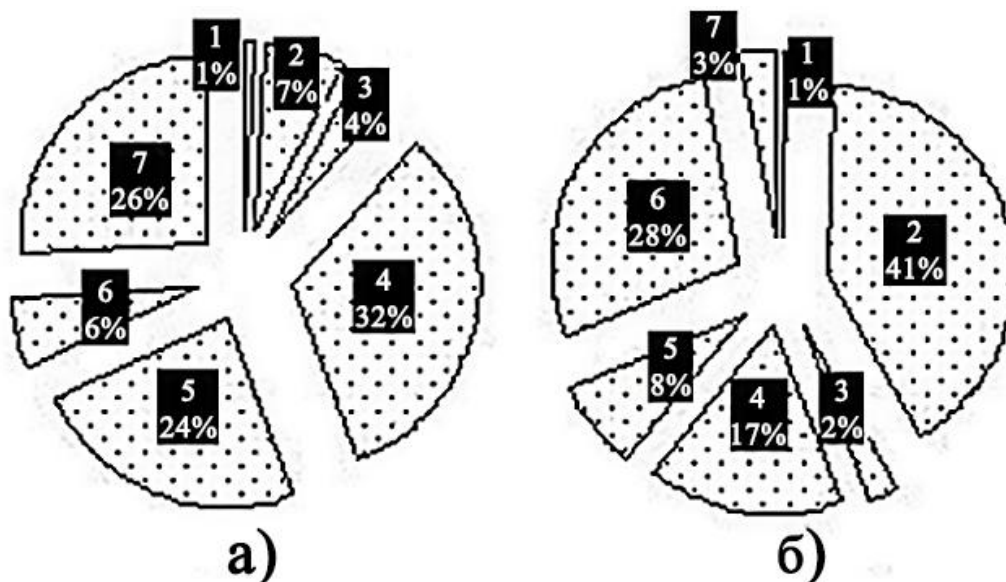


Рис. 8. Представленность (а) и частота встречаемости (б) видов растений экологических групп по отношению к водному фактору на Веселовском водохранилище. Условные обозначения: 1 – мезофиты, 2 – ксерофиты, 3 – мезоксерофиты, 4 – гигрофиты, 5 – ксеромезофиты, 6 – гигромезофиты, 7 – гидрофиты. **Fig. 8.** Representation (a) and frequency of occurrence (b) of plant species, belonging to ecological groups, compared to the water factor in the Veselovskoye reservoir. Legend: 1 – mesophytes, 2 – xerophytes, 3 – mezokserophytes, 4 – hygrophytes, 5 – xeromesophytes, 6 – gigromezophytes, 7 – hydrophytes.

В растительном покрове на участках побережья, располагающегося в заливах, наиболее широкое распространение имеют в амфибиальном блоке сообщества тростника южного (*Phragmites australis*) и рогоза длиннолистного (*Typha angustifolia*). В динамическом блоке на границе с амфибиальным в условиях абразионно-аккумулятивного типа берега на Цимлянском водохранилище преобладают сообществ тополя черного (*Populus nigra*) с вейником наземным (*Calamagrostis epigeios*).

На Краснодарском водохранилище наиболее широкое значение имеет ива белая (*Salix alba*), а тополь черный почти не встречается. В данном случае подобное явление можно объяснить тем, что ива лучше, чем тополь, переносит длительное заливание. На отдельных участках выживают ивы, переживающие заливание почти 3-х метровой толщей воды в течение 4-5 месяцев. Однако габитус ив заметно улучшается при сокращении длительности заливания. Взрослые деревья образуют систему дыхательных корней, по которой можно судить о высоте паводкового затопления. В условиях ландшафтов Веселовского и Пролетарского водохранилищ древесные виды в гидроморфных условиях не встречены, что можно объяснить повышенной минерализацией вод.

На участках открытого побережья искусственных водоемов постоянная растительность

часто отсутствует, а зарастание происходит видами, семена и проростки которых поступают с прилегающего берега. На Краснодарском и Цимлянском водохранилищах преобладают проростки древесных видов, на Веселовском и Пролетарском – однолетние галофиты.

Изменения в растительности от коренного берега к урезу воды в связи с увеличением влагообеспеченности биотопов, как видим, идут в направлении смены влагоустойчивых видов и растительных сообществ влаголюбивыми.

При составлении оценочной шкалы для облегчения ее восприятия приведены не конкретные сообщества, а условный экологический ряд, отражающий суть изменений при усилении гидроморфизма биотопов от зонального к околководному и водному (фото 2, табл. 9). Однако реально на местности действует не только водный фактор: к нему присоединяются абразия, аккумуляция и засоление. Поэтому в динамическом блоке нередко наряду с гидрофитами-фреатофитами (*Phragmites australis*, *Glycyrrhiza echinata*, *Populus nigra* и др.) широкое распространение получает мезофит вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*). Это объясняется тем, что вейник – показатель нарушенных биотопов, и в данном случае он появляется в связи с тем, что при затоплении частично смывается горизонт А и на поверхности почвы аккумулируются песчаные отложения. В таблице 9 блоки экотона и степень гидрогенной трансформации растительных сообществ расположены таким образом, что от крайнего правого столбца (маргинальный блок с растительностью исходного ландшафта в отсутствие изменения гидроморфизма) возрастание увлажнения идет в направлении ко второму слева (амфибиальный блок с гидрофильной и гигрофильной растительностью) и при каждом шаге изменения к предыдущему присваивается еще два балла. Таким образом, весь возможный диапазон изменений гидроморфизма укладывается от 0 до 6 баллов.

Таблица 9. Шкала для оценки гидрогенной трансформации растительности в направлении возрастания увлажнения. **Table 9.** Scale for evaluation of the plants hydrogenic transformation towards the growing moisture.

Исходная неизменная растительность	Измененная растительность в результате воздействия водохранилищ			
	Интразональная растительность в блоках экотона			
Зональная растительность	амфибиальный блок	динамический блок	дистантный блок	маргинальный блок
Степная растительность	гидрофильная и гигрофильная растительность	гигрофильная и мезофильная растительность	мезофильная, мезоксерофильная, ксерофильная растительность	ксерофильная и мезоксерофильная растительность
Баллы при изменении зональной растительности на интразональную	6	4	2	0

Примечания к таблице 9: при отсутствии сомкнутой надземной растительности в амфибиальном блоке изменению присваивается еще 2 балла; итоге присваивается 8 баллов.
Notes to table 9: in the absence of above-ground vegetation density in the amphibial block, the change is given 2 more points; eventually, 8 points are given.

Разработанные шкалы (табл. 4, 5, 9) были использованы для оценивания *степени трансформации* компонентов природных комплексов (грунтовых вод, почв и растительности) в блоках экотонной системы вмещающих ландшафтов побережий исследованных водохранилищ степной зоны на европейской территории России (табл. 10).

Глубина трансформации первоначально была рассчитана отдельно для каждого блока экотона вмещающего ландшафта (табл. 10, правый столбец) как сумма баллов по всем критериям. Чем выше значение балльной оценки, тем более глубокой трансформации подвергся природный комплекс данного блока. Используя полученные значения по блокам, была рассчитана глубина трансформации природных комплексов в среднем по водохранилищу как среднее арифметическое сумм балльных оценок по всем блокам (табл. 10, горизонтальные строки, цифры у названия водохранилища).

Как видим, самое низкое значение среднего балла (6.6) оказалось у Краснодарского водохранилища, и оно возрастает по градиенту аридизации среды в направлении на юг, где в Кума-Маньчской впадине на Пролетарском и Веселовском водохранилищах засоление почв дополнило трансформацию экосистем, и оно оказалось самым высоким – 11.3 и 12.4 соответственно.

Заключение

В разработанной методике оценки гидрогенной трансформации исходных природных комплексов на побережьях под влиянием водохранилищ в качестве индикаторов используются изменения, произошедшие в основных компонентах ландшафта – почвах, и растительности. Изучение изменений в грунтовых водах, как одного из факторов этих изменений, необходимо, т.к. позволяет объяснить их причину.

Преимущество предлагаемой методики в том, что она не требует длительных стационарных наблюдений и может быть использована для экспрессной оценки трансформации природных комплексов и определения территории гидрогенного влияния водохранилища при проведении исследований в течение одного года при повторном обследовании экотонных систем в весенний и позднелетне-осенний периоды.

Методика количественной оценки гидрогенных изменений природных комплексов на основе предложенных шкал разработана на примере степной зоны, и поэтому область ее применения ограничена, но методическое решение и алгоритм работы применимы и могут быть использованы для работы на водохранилищах и в других природных зонах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авакян А.Б., Шаранов В.А. 1977. Водоохранилища электростанций СССР. М.: Издательство «Энергия». 399 с.
- Авакян А.Б., Широков В.М. 1994. Рациональное использование и охрана водных ресурсов. Екатеринбург: Виктор. 320 с.
- Балюк Т.В., Кутузов А.В. 2006. Методы выявления состава и структуры экотонной системы «вода-суша» на побережье Цимлянского водохранилища // Аридные экосистемы. Т. 12. № 30-31. С. 68-78.
- Белавская А.П. 1958. Изменения высшей растительности Рыбинского водохранилища в связи с колебанием его уровня (1954-1955 гг.) // Труды Биологической станции «Борок». Вып. 3. М.-Л.: Издательство АН СССР. С. 98-135.
- Вендров С.Л., Дьяконов К.Н. 1976. Водоохранилища и окружающая природная среда. М.: Наука. 136 с.
- Емельянов А.Г. 1994. Комплексный геоэкологический мониторинг. Тверь: ТГУ. 89 с.

Таблица 10. Сводная таблица итоговой оценки трансформации экосистем в зоне влияния водохранилищ на основании индикаторов современного гидроморфизма в функциональных блоках. **Table 10.** Summary table of the final evaluation of ecosystem transformation in the area of the reservoirs' impact, based on the indicators of modern hydromorphism in functional blocks.

Подзона	Индекс ландшафта, номер профиля*	Блок экотона**	Грунтовые воды	Мощность гумусового горизонта	Включения	Растительность	Засоление	Сумма баллов
Степная (настоящие степи)	КРАСНОДАРСКОЕ водохранилище – 6.6							
	(239 в) КП	II*	1	0	2	6	0	9
		III	1	0	3	4	0	8
	(239 е) КП 8	II	1	0	1	6	0	8
		III	1	0	1	4	0	6
		IV	0	0	0	2	0	2
	ЦИМЛЯНСКОЕ водохранилище – 8.5							
	(239 б) ЦП 6	III	2	0	2	4	1	9
		IV	2	0	0	2	0	4
	(251 а) ЦП 21	III	2	0	3	4	2	11
IV		1	0	2	2	1	6	
(255 о) ЦП 18	III	2	0	2	4	3	11	
	IV	1	0	0	2	1	4	
(255 ч) ЦП 1	III	2	6	4	4	0	16	
	IV	1	0	3	2	0	6	
	V	0	0	1	2	0	3	
(255 ц) ЦП 11	III	2	6	2	4	2	16	
	IV	1	0	3	2	1	7	
ПРОЛЕТАРСКОЕ водохранилище – 11.3								
(249 б) III 5	II	2	6	2	4	3	17	
	III	1	0	2	4	3	10	
	IV	0	0	3	2	2	7	
ВЕСЕЛОВСКОЕ водохранилище – 12.4								
(249 б)	II	3	10	0	6	3	22	
	III	2	0	3	4	3	12	
ВП1								
	IV	0	0	1	3	2	5	
(255 и) ВП 5	III	1	6	3	4	3	17	
	IV	1	0	1	2	2	6	

Примечания к таблице 10: индекс ландшафта, номер профиля* – индексы по Ландшафтной карте (1987) и номера топо-экологического профиля на каждом водохранилище; блок экотона** – II – амфибиальный, III – динамический, IV – дистантный, V – маргинальный.
Notes to table 10: index of landscape, number of profile* – the indices, according to the Landscape map (1987), and the numbers of the topo-ecological profile for each reservoir; ecotone block** – II – amphibial, III – dynamic, IV – distant, V – marginal.

- Залетаев В.С. 1997. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. М.: РАСХН. С. 11-29.
- Ландшафтная карта СССР. 1987. Масштаб 1:2 500 000. М.: Министерство геологии.
- Лучшева А.А. 1983. Практическая гидрометрия. Л.: Гидрометеиздат. 424 с.
- Назаренко О.Г., Новикова Н.М., Рыльцов А.Ю. 2008. Сравнительная характеристика морфологических свойств почв подтопленных территорий Цимлянского водохранилища // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. № 12. С. 34-40.
- Новикова Н.М., Волкова Н.А., Назаренко О.Г. 2014. Функционирование экотонных систем побережья Цимлянского водохранилища // Аридные экосистемы. Т. 20. № 4 (61). С. 24-35.
- Новикова Н.М., Волкова Н.А., Уланова С.С., Шаповалова И.Б., Вышивкин А.А. 2011. Ответные реакции экосистем на изменение водного режима территорий в степной зоне // Аридные экосистемы. Т. 17. № 3 (48). С. 38-48.
- Новикова Н.М., Назаренко О.Г. 2013. Природные комплексы побережий искусственных водоемов на юге европейской части России // Аридные экосистемы. Т. 19. № 3. С. 35-62.
- Новикова Н.М., Назаренко О.Г. 2007. Современный гидроморфизм: процессы, формы, проявления, признаки // Аридные экосистемы. Т. 13. № 33-34. С. 70-82.
- Новикова Н.М., Уланова С.С. 2012. Искусственные водоемы Калмыкии: режим, использование, природоохранное значение // Изменение природной среды России в XX веке. М.: Молнет. С. 288-306.
- Плисак Р.П. 1981. Изменение растительности дельты реки при зарегулировании стока. Алма-Ата: Наука. 215 с.
- Природные комплексы побережья Цимлянского водохранилища. 2014 / Ред. Н.М. Новикова. М.: Агронаучсервис. 152 с.
- Рыльцов А.Ю. 2009. Оценка степени трансформации природных ландшафтов под влиянием искусственных водоемов. Автореферат дисс. ... канд. геогр. наук. Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет. 22 с.
- Цимлянское, водораздельные и Манычские водохранилища. 1977 / Ред. В.А. Знаменский, В.М. Гейтенко. Л.: Гидрометеиздат. 203 с.
- Широков В.М. 1985. Конструктивная география рек: основы преобразования и природопользования. М.: Издательство «Университетское». 189 с.
- Экотонные экосистемы «вода-суша»: методика исследований, структурно-функциональная организация и динамика. 2011 / Ред. Н.М. Новикова. М.: Товарищество научных изданий КМК. 272 с.

EVALUATION TECHNIQUES OF THE HYDROGENIC TRANSFORMATION OF THE NATURAL COMPLEXES ON THE SHORES OF RESERVOIRS

© 2017. N.M. Novikova*, N.A. Volkova*, O.G. Nazarenko**

*Water Problems Institute RAS

Russia, 119333, Moscow, Gubkina Str., 3.

E-mail: nmnovikova@gmail.com, natalyvolkova@gmail.com

**Rostov State Center of Agrochemical Service

Russia, 346493, Rostov Region, Aksayskii District, Rassvet. E-mail: nazarenkoo@mail.ru

In this work we substantiated the indicators and criteria, which are used for studying and assessing of the transformation of components of natural coast complexes, due to the changes in the water regime, caused by the large reservoirs impact. The main factors are: flooding (parameters – duration and frequency), underflooding (parameters – changes of the groundwater level depth in different periods of

the growing season). The estimation of the ecosystems response is based on the indicators of hydromorphism changes, groundwater, soils, correlation between different plant species and water factor, amount of the aboveground phytomass. The algorithm of this method includes the identification of the coastal areas, affected by the different types of reservoir impact (flooding, underflooding), and assessment of the actual natural complexes transformation on each of every selected area. The two valuation approaches of the natural complexes transformation are presented: 1 – the qualitative evaluation, provided by comparing the indices of the modern natural complexes components with the indices of the same components of the original landscape, which have been existed before the reservoir creation, and 2 – the quantitative evaluation, provided by obtaining the transformation under the use of the hydrogenic transformation scales, developed for each of the indicators (factors and biota). The estimates for each index describe the "degree" of their transformation in the particular landscape and the entire reservoir coast, the set of estimated indices describes the "depth" of transformation. The usage of this method is illustrated by the example of lowland reservoirs (Krasnodar, Tsimlyansk, Veselovsky and Proletarsky) in steppe zone of the European Russia.

Keywords: reservoir, coast, evaluation technique, water level of the reservoir, flooding, groundwater, soils, vegetation, topo-ecological profiling, hydromorphism, indicators, criteria, scales.

ОРОБИОМЫ КАК БАЗОВЫЕ ЕДИНИЦЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

© 2017 г. Г.Н. Огуреева, М.В. Бочарников

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
географический факультет*

Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 1

E-mail: ogur02@yandex.ru, maxim-msu-bg@mail.ru

Обсуждаются принципы экосистемной организации биоразнообразия гор на разных пространственных уровнях в соответствии с типологией высотных поясов и ботаническим разнообразием горных территорий. Дано обоснование оробиемов как базовых единиц выявления биоразнообразия гор на основе полных высотно-поясных спектров растительности. На примере гор Южной Сибири показано выделение оробиемов и их географических вариантов, используя классификацию типов поясности растительности, и раскрыты закономерности пространственной дифференциации ботанического разнообразия горных территорий.

Ключевые слова: биоразнообразиие, биом, оробиеом, тип поясности, высотно-поясной спектр.

Биологическое разнообразие включает многообразие всех форм жизни на Земле: биологических видов, сообществ и экосистем – и является одним из фундаментальных свойств биотического покрова планеты, определяющих его пространственную структуру и характер взаимодействия с абиотическими компонентами окружающей среды. Структура биоты природных экосистем сложна и представлена растительными и животными организмами различного функционального значения. Базируясь на генетических свойствах живых организмов, биоразнообразиие принимает различные формы в зависимости от уровня организации (популяционный, видовой, экосистемный), на каждом из которых оно обладает мерами, показателями, параметрами, используемыми для его выявления и характеристики. В процессе разработки концепции географии биоразнообразииа накоплен определенный опыт оценки видового богатства на разных уровнях его изучения, начиная от локальных и конкретных флор (Толмачев, 1974; Шмидт, 1980; Юрцев, 1992; Морозова, 2008) до флористических царств и фаунистических областей (Тахтаджян, 1978; Жирков, 2017; Абдурахманов и др., 2014). При этом оценка флористического разнообразииа, проводимая, как правило, для видов, с успехом применяется в разномасштабных исследованиях. Разнообразиие биоты показывает богатство эволюционных и экологических адаптаций видов к различным средам и рассматривается как основной показатель устойчивости всей экосистемы. Анализ видового богатства может быть проведен как с выявлением топологических факторов пространственной дифференциации биоразнообразииа, так и общих географических закономерностей его формирования на локальном, региональном и планетарном уровнях (Wittaker, 1972; Rosenzweig, 1995; Лебедева и др., 1999; Olson et al., 2001; Малышев и др., 2000; Морозова, 2008; Тишков, 2015).

Представление о ценотическом разнообразиии природных регионов разработано значительно слабее (Моложников, 1986). Оценка ценотического разнообразииа имеет более тесные связи с уровнем пространственной организации растительного покрова. Имеется богатый опыт картографирования ценотического разнообразииа растительности и животного населения для многих регионов страны и мира (Емельянова, Огуреева, 2017). Карты растительности содержат определенную информацию о ценотическом богатстве

растительного покрова, исходя из масштаба карты и размеров изученной территории. География синтаксономических единиц наиболее широкая для высших уровней (типы растительности, формации), при анализе которых возможно выявление региональных закономерностей биоты. Факторы топологического порядка определяют структуру ценотического разнообразия на низших уровнях – для ассоциаций, их групп и частично классов. При этом видовой состав и ценотическая структура могут выступать в качестве региональной специфики опорных единиц анализа разнообразия, выходя за пределы топологической размерности.

Методически менее всего разработаны подходы к оценке разнообразия экосистем крупных природных подразделений биотического покрова, особенно это касается горных территорий (Ecosystems of Mongolia, 1995; Olson et al., 2001; Огуреева, 2016). Исследования, посвященные оценке биоразнообразия на экосистемном уровне, связаны с проведением сравнительного анализа разнообразия, позволяющего выявлять закономерности пространственной организации объектов, процессов и явлений на земной поверхности (Огуреева и др., 2016). Несмотря на определенный опыт оценки биоразнообразия, проблема не теряет своей актуальности, а наоборот приобретает все большее звучание, требует новых решений в региональном аспекте, опираясь на основные базовые концепции в биогеографии и новые развивающиеся методы, которые могут быть использованы для решения широкого спектра задач, связанных с географией и оценкой биоразнообразия.

Концепция биома в биогеографии

При изучении географии биоразнообразия и его оценке первостепенное значение приобретает вопрос о базовых (опорных) территориальных единицах, которые наиболее репрезентативно отразят пространственные закономерности биотического покрова. Выбор данных единиц важен в связи с необходимостью проведения сравнительного анализа разнообразия, который возможен на основе территориально и типологически сопоставимых данных. Решение вопроса предлагается на основе подходов, принципиально различающихся с позиций критериев, которые положены в основу выделения базовых единиц.

В предлагаемой работе среди возможных путей регионального анализа биоразнообразия выбраны концепция экосистемной организации биосферы и классификация наземных экосистем Г. Вальтера и С. Брекля (Walter, Breckle, 1991), которая включает три основных категории – зонобиомы и высотно-поясные спектры в горах (оробиомы I порядка) и педобиомы там, где встречаются крупные эдафические варианты зональных типов экосистем. Биом рассматривается как сочетание экосистем, биота которых наиболее эффективно использует абиотические компоненты среды вследствие определенной, исторически обусловленной к ним адаптации. Представление о биомах, развивается также на основе концепции географической размерности геосистем, то есть иерархически соподчиненных структур планетарного, регионального и локального уровней (Сочава, 1978), и эколого-географического подхода к интерпретации их биологического разнообразия.

Развитию экосистемного подхода способствует стремление к более глубокому пониманию взаимосвязей компонентов растительного покрова и животного населения с условиями их развития и историей формирования природно-территориальных комплексов. Экосистемный подход при выделении опорных единиц оценки и анализа биоразнообразия в наибольшей степени отвечает природному потенциалу территории, который раскрывается, как правило, через первичный компонент экосистем – биоту и растительный покров (Огуреева и др., 2016). Растительность играет большую и разностороннюю роль в становлении, развитии и устойчивости экосистем. Это позволяет применять картографический метод при оценке и анализе биоразнообразия, используя преимущества

опорных единиц, выделенных в соответствии с природным потенциалом территории.

Исследования биоразнообразия могут проводиться без привязки к конкретным территориальным подразделениям или в пределах произвольных границ. Часто они связаны с инвентаризацией компонентов биоты и предоставляют данные, независимые от каких-либо опорных единиц оценки разнообразия (Малышев, 1994; Секретарева, 2004; Морозова, 2008; Тишков, 2016). В зависимости от целей дальнейших исследований эти данные могут быть интерпретированы и соотнесены с определенными территориальными единицами. Биогеографическое картографирование здесь выступает в качестве важнейшего способа выявления пространственных закономерностей дифференциации разнообразия, возможностью применения на разных уровнях организации биоты: локальном (Королюк, 1998), региональном (Огуреева и др., 2003), планетарном (Olson et al., 2001) за счет составления и анализа карт разного масштаба.

Уровни организации наземных экосистем. Концепция экосистемной организации биосферы (Walter, Breckle, 1991) основывается на иерархичной структуре экосистем, на каждом уровне которой составляющая ее биота наиболее полно отражает взаимодействие с биоклиматическими условиями, ландшафтной структурой территории и историческими факторами развития (табл. 1).

Таблица 1. Уровни организации наземных экосистем биосферы (Walter, Breckle, 1991, с добавлением авторов). **Table 1.** Levels of organization of terrestrial ecosystems of the biosphere (Walter, Breckle, 1991, with the author addition).

БИОСФЕРА		
Геобиосфера: биомы		
горные	равнинные	азональные
Оробиом I порядка	Зонобиом Субзонобиом	Лито- и псаммобиом
Оробиом II порядка	Группа региональных биомов	–
Региональный оробиом (группа типов поясности)	Биом регионального уровня	Биом (компонент)
Географический вариант	Географический вариант	Географический вариант
Горный пояс	Комплекс биогеоценозов	Локальный азональный
Биогеоценоз	Биогеоценоз	Биогеоценоз

На основе классификации экосистем для территории России разработана система естественных биогеографических единиц, *региональных биомов*, составляющих интегральное единство биоты (флоры и фауны), сохраняющей единый характер взаимосвязей биотического и абиотического компонентов экосистем. В качестве опорных единиц оценки биоразнообразия и выявления факторов его пространственной дифференциации определены региональные биомы, которые нашли отображение на карте «Биомы России», М. 1:7500000 (2015). Региональные биомы выделены с учетом специфики растительного покрова, являющегося базовым компонентом экосистем, во многом определяющим экологический потенциал территории, и его связей с биоклиматической обстановкой. Границы между биомами отражают их комплексные географические различия, которые проявляются в составе и структуре биотического компонента, детерминируются природными условиями, а также спецификой исторического развития.

Особенности состава, структуры, разнообразия и пространственной дифференциации биоты по-разному проявляются для равнинных и горных территорий. Для равнинных территорий закономерности дифференциации биотического покрова, прежде всего, связаны с зональностью, в соответствии с которой происходит выделение единиц высших уровней – зообиомов и субзообиомов. Они характеризуются господством одного или нескольких зональных типов растительности, которые соответствуют зональным биоклиматическим условиям, отражая субширотные изменения биотического покрова по широтному биоклиматическому градиенту. Зональным закономерностям подчинена дифференциация биоты и на более низких уровнях биомной организации, выражаясь в изменении биоразнообразия в соответствии с региональными различиями природных комплексов, что дает основание для выделения 35 региональных биомов для равнинных территорий страны (Карта «Биомы России», 2015).

Сложные взаимоотношения биотического покрова и комплекса факторов, связанных с орографической структурой, отражаются в системе биомной организации горных территорий. Пространственная структура биоты гор определяется высотно-поясными закономерностями как интегральными факторами дифференциации абиотических условий в соответствии с абсолютной высотой и сопряженных с нею биоклиматическими условиями по высотному градиенту, исходя из особенностей горного рельефа. Важнейшими детерминирующими факторами оробиомов выступают биоклиматические условия, через среднегодовую температуру воздуха, сумму активных температур, годовое количество осадков и другие показатели. Целостность оробиома как совокупности высотно-поясных спектров проявляется в сходстве флористических и ценологических признаков высотных поясов растительности (Куваев, 2006; Бочарников, Исмаилова, 2011; Tsujino, Yumoto, 2013).

В биомной концепции наравне с зообиомами выделяются самостоятельные подразделения экосистем горных территорий трех уровней: оробиомы I порядка, оробиомы II порядка и оробиомы регионального уровня.

Типы поясности и их классификация

В этой статье мы делаем акцент на раскрытие содержания оробиома как базовой единицы для оценки биотического разнообразия горных территорий. Оробиомы выделяются на основе классификации типов поясности (Карта «Зоны...», 1999). Неоднородность пространственной структуры растительного покрова в горах обусловлена, в первую очередь, положением горного массива в системе общей циркуляции атмосферы, зональных подразделений, ландшафтных особенностей территории, связанных с величиной горных массивов, барьерной ролью хребтов, степенью и характером расчленения поверхности, определяющими неравномерное распределение тепла и влаги по горным склонам разной формы, крутизны и экспозиции (Павлов, 1948; Гребенщиков, 1957; Станюкович, 1973; Шумилова, 1962; Лавренко, 1964; Огуреева, 1991). С горными поднятиями связано также интегральное выражение широтных и высотно-поясных закономерностей распределения растительности. Центральное место в ряду структурных подразделений растительного покрова гор занимают региональные высотно-поясные ряды или *типы поясности*, включающие последовательный ряд высотных поясов.

Пояс растительности. Основная единица дифференциации растительного покрова в горах – пояс растительности. Он представляет собой макрокомбинацию взаимосвязанных сообществ одного или нескольких типов растительности. Взаимообусловленность и связь составных частей этого природного единства обуславливают его внутреннюю организацию и составляют содержание самой поясной системы. Единого подхода к выделению растительных, как и ландшафтных поясов, в настоящее время нет. Сколь многолики

определения и многочисленны критерии выделения поясов растительности в горах можно судить по отечественной и зарубежной литературе (Огуреева, 1980; Павлов, Онипченко, 1987; Mountain regions ..., 2000).

Специфика высотно-поясных подразделений растительного покрова наиболее часто раскрывается через смену формационного состава сообществ и спектров их ценоотического разнообразия, состава жизненных форм, господствующих и сопутствующих синузидных сообществ, как реакция на изменения условий среды и роли эколого-флороценоотических комплексов (Лавренко, 1964; Сочава, 1972; Станюкович, 1973; Поликарпов и др., 1986; Назимова и др., 2004). Наиболее традиционным является выделение поясов по преобладанию в их растительном покрове сообществ отдельных типов растительности.

Растительный покров горного пояса неоднороден и имеет пространственную дифференциацию. Это обусловлено, прежде всего, изменением природных режимов по высотным градиентам (светового, теплового, радиационного, увлажнения, давления), соответственно которым идет постепенная смена растительного покрова. При их значительных изменениях происходит переход от одного высотного пояса к другому, при менее значительных – в пределах одного высотного пояса происходит смена высотных полос (Еленевский, 1938; Сочава, 1978). Небольшие различия растительности, часто позиционного или экспозиционного порядка, нарастают по мере перехода в новые географические районы, отличающиеся в климатическом отношении, и приводят к существенным изменениям характера растительного покрова пояса, и в конечном итоге, к смене всей поясной структуры с переходом в другой тип поясности. При вертикальной дифференциации растительных поясов выделяются *подпояса*, которые в свою очередь могут расчленяться на высотно-климатические полосы следующего порядка, обусловленные также высотно-климатическими условиями. Существует достаточно высокая коррелятивная связь биоклиматических показателей поясных подразделений согласно высотным градиентам (Поликарпов и др., 1986). Термический фактор контролирует границу между поясами и подпоясами (например, между темнохвойными таежными и черневыми лесами в горах Южной Сибири), тогда как от степени увлажнения зависит во многом разнообразие формаций в пределах пояса (например, увлажнение определяет смену лиственных лесов темнохвойными в горнотаежном поясе гор Южной Сибири). *Высотно-климатические полосы* выделяются с учетом фитоценоотического оптимума растительных сообществ основных местообитаний. В пределах полос характер растительности определяется помимо рельефа, как ведущего фактора дифференциации местообитаний, также литологией, каменистостью субстрата, биоценоотическими и антропогенными факторами.

Сложная природная обстановка с многообразием местообитаний на горных склонах определяет высокую степень гетерогенности растительного покрова. Сообщества горного склона представляют, как правило, единую пространственно-динамическую экосистему, которая является частью фитоценоотического комплекса высотного пояса (Смагин и др., 1980; Егорова, 1983; Катенин, 1988; Холод, 1991; Тишков, 1994; Огуреева, 1994). В отечественном картографировании горной растительности накоплен определенный опыт отображения фитоструктур внутрипоясной дифференциации на уровне микро- и мезокомбинаций в различных горных системах (Холод, 1991; Намзалов, 1994; Огуреева, 1980, 1998; Бочарников, 2015), однако опыт картографирования макроструктур растительного покрова гор сравнительно небольшой (Карта «Зоны ...», 1999).

Типы поясности. При рассмотрении пространственной структуры растительного покрова гор на региональном уровне ведущее место принадлежит представлению о типах высотной поясности. Совокупности отрезков растительных поясов в пределах определенного сектора горной страны образуют высотно-поясные системы, обусловленные широтно-климатическими и провинциальными особенностями горного макроклимата.

К одному типу поясности относятся однотипные ряды растительных поясов (высотнопоясные спектры) с единым формационным составом поясных макрокомбинаций растительных сообществ, чередующихся в определенном порядке по горному профилю (Станюкович, 1973; Гребенщиков, 1957; Назимова, 1975; Огуреева, 1980). Тип поясности представляется как обобщенный ряд конкретных высотнопоясных рядов, проявляющихся в определенных биоклиматических условиях горного региона. В тоже время он является результатом формирования совокупности фитоценозов, тесно связанной с развитием природных комплексов всей горной системы в процессе горообразования. Иногда тип поясности включает пояса, сформировавшиеся в различное историческое время, но в современном растительном покрове существующие в едином высотнопоясном спектре сообществ (Камелин, 1998).

Тип поясности как макроструктура растительного покрова обладает целым рядом индивидуальных особенностей.

1. Обусловлен широтно-климатическими и провинциальными особенностями горного макроклимата.

2. Характеризуется сложившейся морфологической структурой и выраженностью поясов, что находит отражение в его названии, которое включает основные особенности поясной структуры с указанием специфики формационного состава сообществ и уточнением географического положения (например, Центральноалтайский нивально-альпийско-субальпийско-таежно-лесостепной).

3. Обладает характерным биоразнообразием каждого пояса, включая его высотнопоясные подразделения; имеет специфический набор флороценогенетических комплексов с определенным составом фоновых и активных видов для каждого пояса.

4. Включает географические варианты и подтипы поясности.

5. Границы типов поясности являются синтетическими и зависят от комплекса факторов, определяющих различные типы фитоструктур, при этом они часто совпадают с геоморфологическими границами, например, с перегибами водораздельных склонов, определяющих изменения климатических режимов, или могут определяться особенностями гидрографической сети.

В пределах типа поясности различаются *географические варианты и подтипы*. *Географические варианты типа поясности* (Гребенщиков, 1957; Лавренко, 1964; Огуреева, 1980, 1999) определяются особыми климатипами поясов и различаются между собой особенностями флористического состава, ценотического разнообразия формаций, типов структур растительного покрова внутри поясов; например, на горных склонах в пределах варианта могут быть выражены отличные от основного типа полосы растительности. Наиболее ярко это проявляется при экспозиционных различиях горных макросклонов. В характеристике вариантов приводится их региональное название, указываются особенности и отличия растительного покрова от основного типа поясности. *Подтип поясности* характеризуется определенным отрезком высотнопоясной колонки в зависимости от положения в координатах абсолютной высоты местности. Этот элемент структуры типа поясности ранее не рассматривался. Его выделение диктуется структурно-геоморфологическими и литологическими особенностями горных территорий. Горные массивы представляют сложные орографические системы, включающие как хребты, так и многочисленные плато и нагорья, тектонические впадины и межгорные котловины. В растительном покрове в таких случаях проявляется не весь высотнопоясной спектр, а лишь его часть, обладающая к тому же определенной спецификой в составе растительных сообществ поясов и их флористического разнообразия (рис. 1).

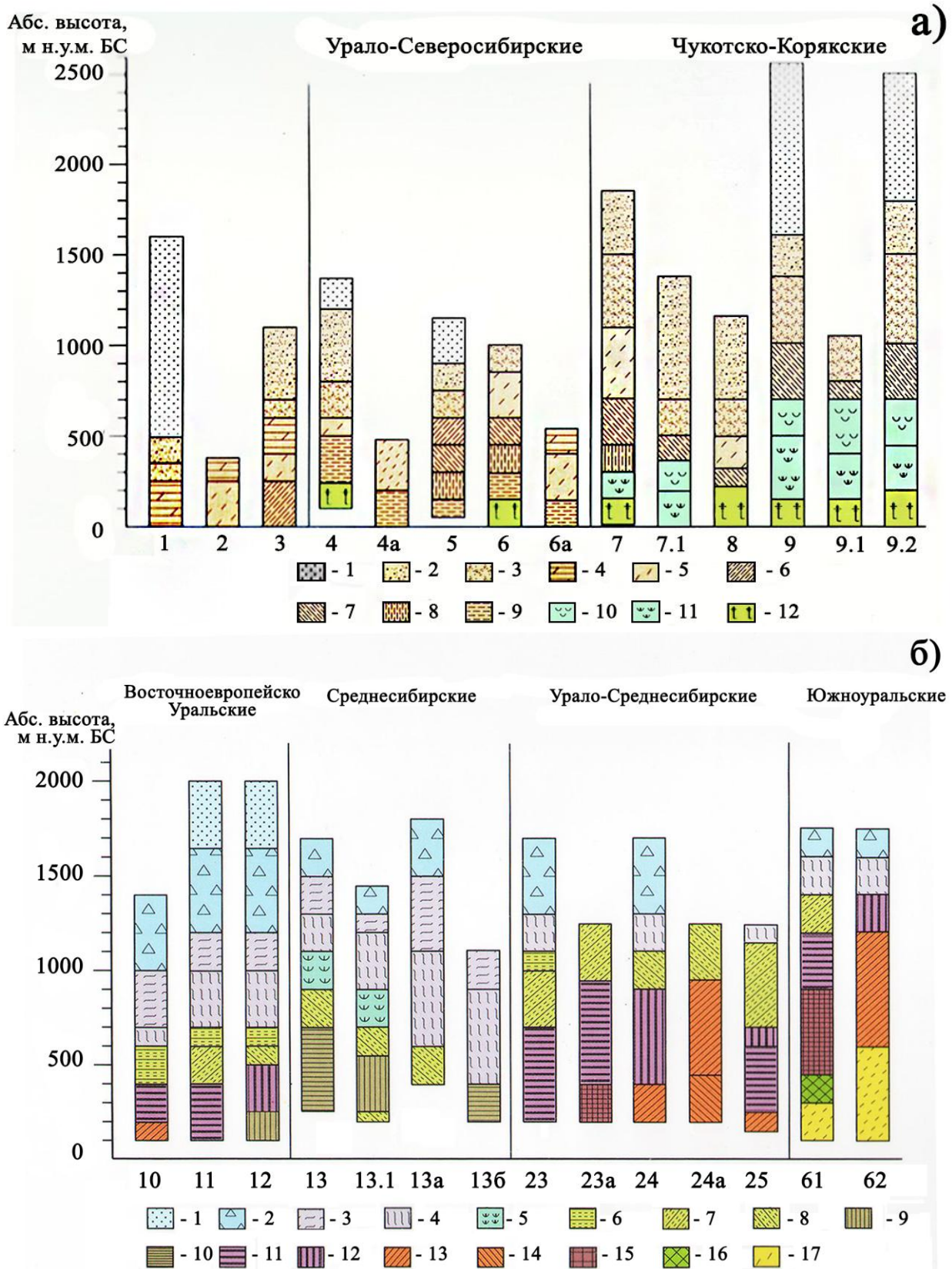


Рис. 1 а, б. Группы и типы поясности растительности. Фрагмент легенды Карты «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий» (1999).

Fig. 1 a, b. Groups and altitudinal zonality types of vegetation. A fragment of the legend of the map "Zones and altitudinal zonality types of vegetation of Russia and adjacent territories".

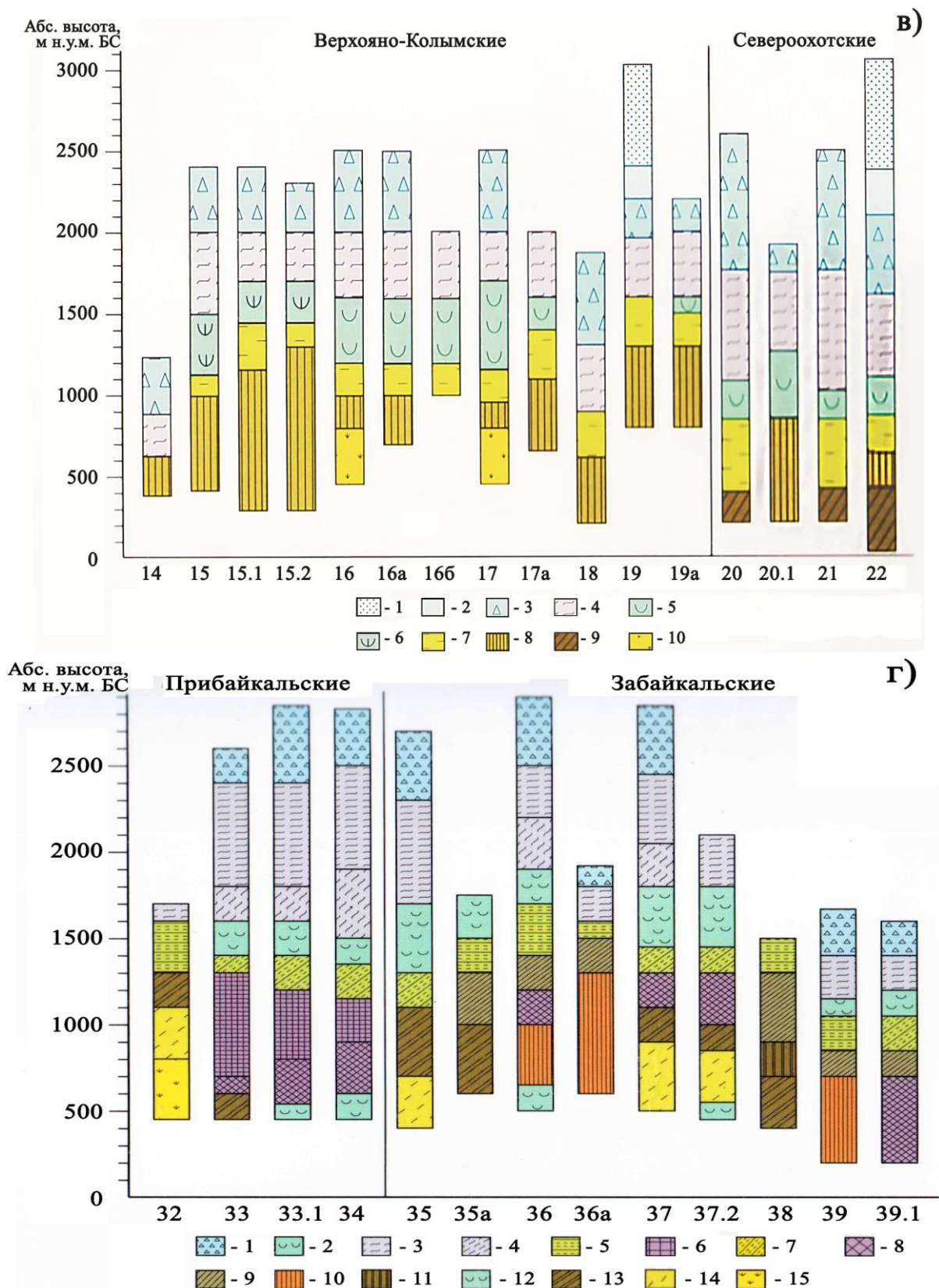


Рис. 1 в, г. Группы и типы поясности растительности. Фрагмент легенды карты «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий» (1999).

Fig. 1 c, d. Groups and altitudinal zonation types of vegetation. A fragment of the legend of the map "Zones and altitudinal zonation types of vegetation of Russia and adjacent territories".

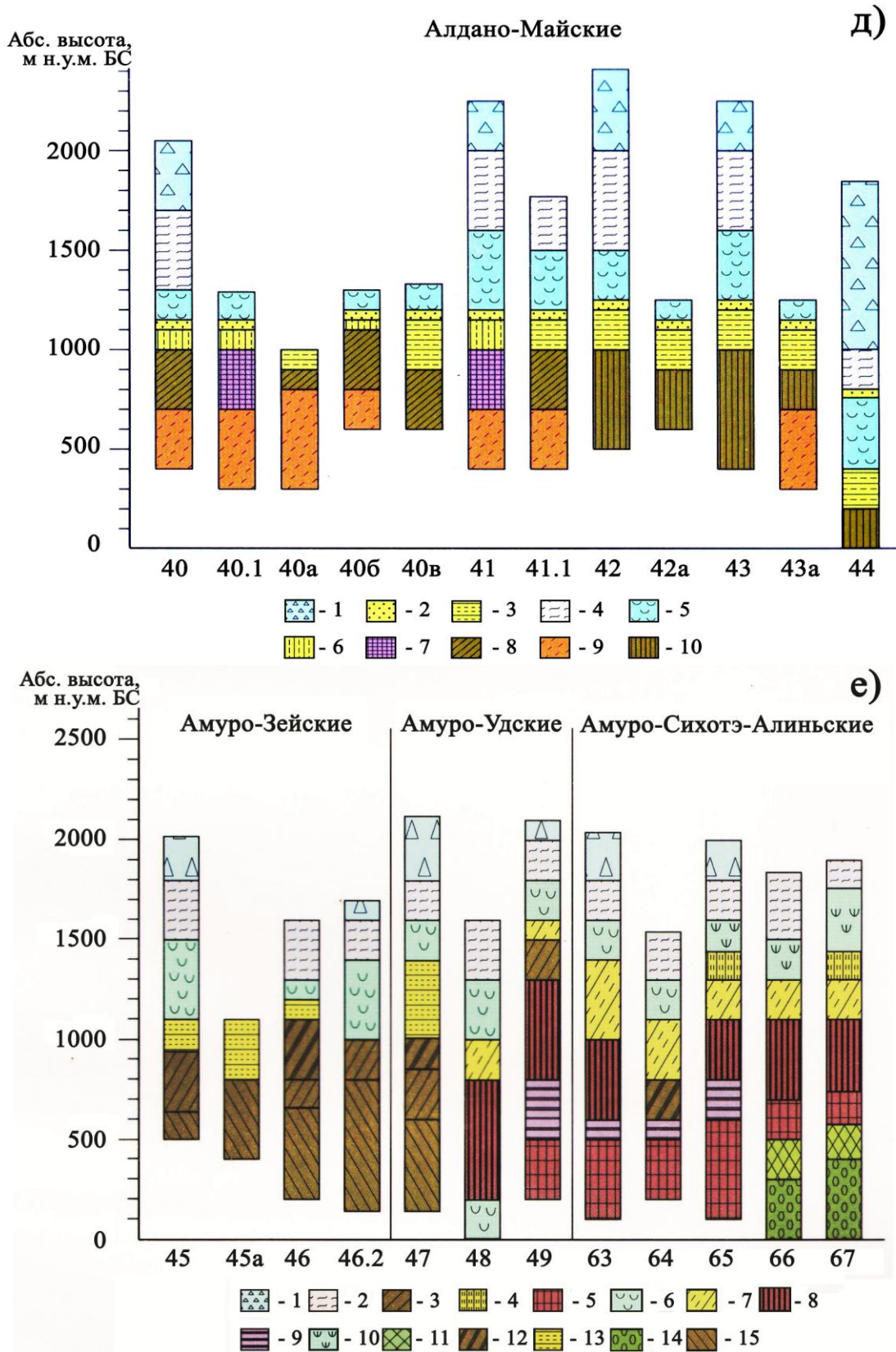


Рис. 1 д, е. Группы и типы поясности растительности. Фрагмент легенды карты «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий» (1999).

Fig. 1 e, f. Groups and altitudinal zonation types of vegetation. A fragment of the legend of the map "Zones and altitudinal zonation types of vegetation of Russia and adjacent territories".

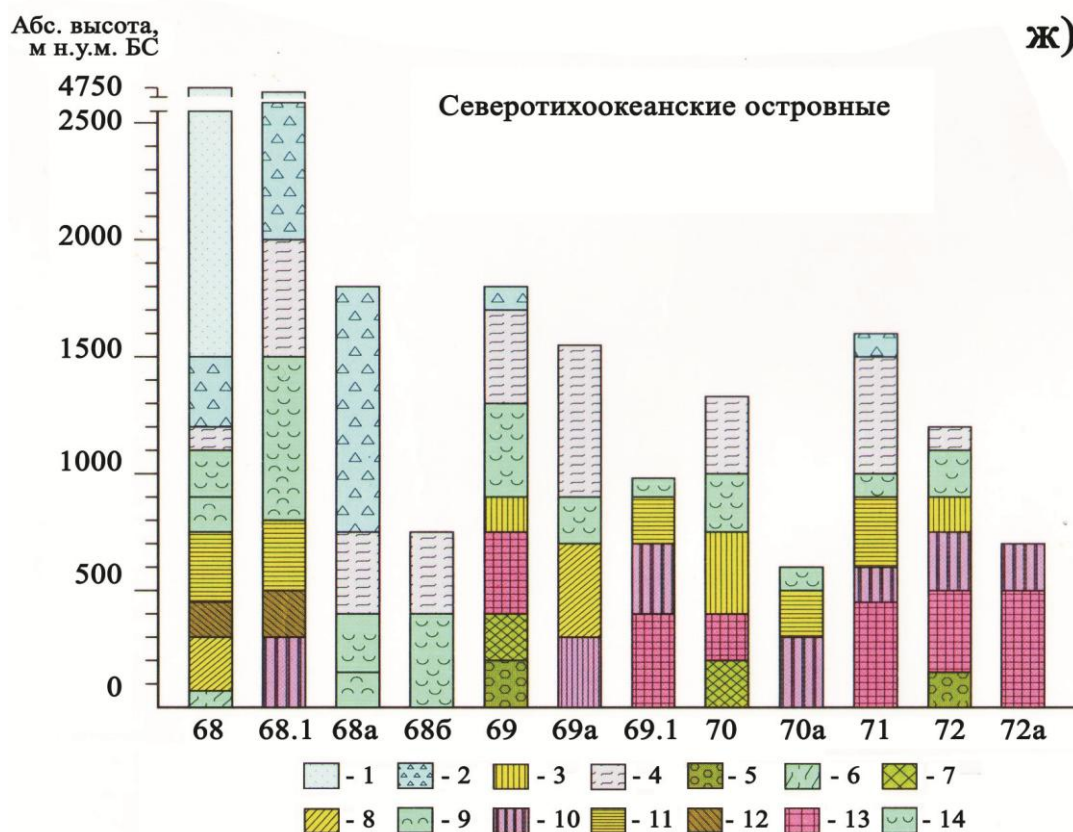


Рис. 1 ж. Группы и типы пояности растительности. Фрагмент легенды Карты «Зоны и типы пояности растительности России и сопредельных территорий» (1999). Условные обозначения к рисунку 1 а-ж: а) 1 – нивальный, высокоарктических тундр (полосы: 2 – верхняя, 3 – нижняя); арктических тундр (полосы: 4 – верхняя, 5 – нижняя); субарктических тундр (полосы: 6 – верхняя, 7 – нижняя); кустарниковый (подпояса: 8 – кедрового стланика, 9 – крупностланиковый: кедровый стланик, ольха, ерники); 10 – редколесий: лиственничных, березовых; б) 1 – нивальный; 2 – гольцовый; горнотундровый (полосы: 3 – верхняя, 4 – нижняя); подгольцовый (подпояса: 5 – ольхового стланика, 6 – березовых редколесий, 7 – еловых, кедровых, пихтовых редколесий и парков, 8 – лиственничных реди и стлаников); горнотаежный (подпояса: 9 – лиственничных лесов, 10 – лиственничных редколесий, 11 – темнохвойных лесов, 12 – темнохвойных лесов с участием лиственницы, 13 – сосновых, лиственнично-сосновых лесов, 14 – сосновых с неморальными элементами лесов); 15 – хвойно-широколиственных лесов; 16 – широколиственных лесов; 17 – лесостепной; в) 1 – нивальный; 2 – субнивальный; 3 – гольцовый; 4 – горнотундровый; подгольцовый (подпояса: 5 – кедрового стланика, 6 – ольхового стланика, 7 – реди и стлаников; 8 – лиственнично-редколесный; 9 – горнотаежный; 10 – лесостепной; г) 1 – гольцовый; горнотундровый (полосы: 2 – верхняя, 3 – нижняя); подгольцовый (подпояса: 4 – кедрового стланика, 5 – лиственничных редколесий, 6 – лиственничных редколесий с темнохвойными породами); горнотаежный (подпояса: темнохвойных лесов (полосы: 7 – верхняя, пихтово-кедровых лесов, 8 – нижняя, кедрово-пихтовых лесов), 9 – лиственничных лесов, 10 – сосновых лесов; лиственничных, сосново-лиственничных лесов (полосы: 11 – верхняя, 12 – нижняя); 13 – ложноподгольцовый; 14 – лесостепной; 15 – степной; д) 1 – гольцовый; 2 – горнотундровый; подгольцовый (подпояса: 3 – кедрового стланика, 4 – березовых криволесий, 5 – стланика и редколесий с участием темнохвойных пород, 6 – лиственничных редколесий); горнотаежный (подпояса: 7 – темнохвойных и лиственничных с участием

темнохвойных пород, лиственничных лесов (полосы: 8 – верхняя, 9 – нижняя), 10 – сосновых, сосново-лиственничных пород; е) 1 – гольцовый; 2 – горнотундровый; подгольцовый (подпояса: 3 – кедрового стланика, 4 – микробиоты; редколесий (5 – лиственничных, березовых, 6 – пихтовых, березовых, 7 – шерстистой березы); горнотаежный (подпояса: 8 – лиственничных, 9 – сосново-лиственничных, 10 – елово-лиственничных лесов); 11 – темнохвойнотаежный; хвойно-широколиственных лесов (подпояса: 12 – кедрово-еловых с широколиственными породами, 13 – кедрово-широколиственных лесов); 14 – полидоминантных широколиственных лесов; 15 – дубовых лесов; ж) 1 – нивальный; 2 – гольцовый; 3 – горнотундровый; подгольцовый (подпояса: 4 – кедрового стланика, 5 – кустарниковой ольхи и редколесий, 6 – каменной березы, стланика, ольхи, 7 – каменной березы, 8 – каменной березы с широколиственными породами); горнотаежный (подпояса: 9 – темнохвойных лесов с березой каменной, 10 – темнохвойных лесов с широколиственными породами, 11 – лиственничных лесов); 12 – широколиственнолесной; 13 – дубовых лесов; 14 – ложноподгольцовый. **Fig. 1 ж.** Groups and altitudinal zonality types of vegetation. A fragment of the legend of the map "Zones and altitudinal zonality types of vegetation of Russia and adjacent territories". *Legend to the fig. 1 а-ж:* а) 1 – nival, high-arctic tundra (zones: 2 – upper, 3 – lower); arctic tundra (zones: 4 – upper, 5 – lower); subarctic tundra (zones: 6 – upper, 7 – lower); shrubland (subbelt: 8 – cedar scrub, 9 – cedar scrub, alder, dwarf birches); 10 – sparse wood: larch, birch; б) 1 – nival; 2 – loach; mountain-tundra (zones: 3 – upper, 4 – lower); sub-goletz (subbelts: 5 – alder scrub, 6 – birch sparse wood, 7 – spruce, cedar, fir sparse wood and parks, 8 – larch open crop and scrub); mountain-taiga (subbelts: 9 – larch woods, 10 – larch sparse woods, 11 – dark coniferous woods, 12 – dark coniferous woods with larch, 13 – pine, larch-pine woods, 14 – pine with nemoral woods elements); 15 – coniferous-deciduous woods; 16 – deciduous woods; 17 – forest-steppe; в) 1 – nival; 2 – subnival; 3 – loach; 4 – mountain-tundra; sub-goletz (subbelts: 5 – cedar scrub, 6 – alder scrub, 7 – open crops and scrub; 8 – larch-sparse woods; 9 – mountain-taiga; 10 – forest-steppe; г) 1 – goletz; mountain-tundra (zones: 2 – upper, 3 – lower); sub-goletz (subbelts: 4 – cedar scrub, 5 – larch sparse woods, 6 – larch sparse woods with dark coniferous woods); mountain-taiga (subbelts: dark coniferous woods (zones: 7 – upper of fir-cedar woods, 8 – lower of cedar-fir woods), 9 – larch woods, 10 – pine woods; larch, pine-larch woods (zones: 11 – upper, 12 – lower); 13 – pseudo-sub-goletz; 14 – forest-steppe; 15 – steppe; д) 1 – loach; 2 – mountain-tundra; sub-goletz (subbelts: 3 – cedar scrub, 4 – birch krummholzes, 5 – scrub and sparse woods with dark coniferous woods, 6 – larch sparse woods); mountain-taiga (subbelts: 7 – dark coniferous and larch with dark coniferous woods, larch woods (zones: 8 – upper, 9 – lower), 10 – pine, pine-larch woods; е) 1 – loach; 2 – mountain-tundra; sub-goletz (subbelts: 3 – cedar scrub, 4 – microbiota; sparse woods (5 – larch, birch, 6 – fir, birch, 7 – *Betula lanata*); mountain-taiga (subbelts: 8 – larch, 9 – pine-larch, 10 – spruce-larch woods); 11 – dark-coniferous-taiga; coniferous-deciduous woods (subbelts: 12 – cedar-spruce with deciduous woods, 13 – cedar-deciduous woods); 14 – polydominant deciduous woods; 15 – oak woods; ж) 1 – nival; 2 – goletz; 3 – mountain-tundra; sub-goletz (subbelts: 4 – cedar scrub, 5 – *Alnus fruticosa* and sparse woods, 6 – *Betula ermanii*, scrub, alder, 7 – *Betula ermanii*, 8 – *Betula ermanii* with deciduous woods); mountain-taiga (subbelts: 9 – dark coniferous woods with *Betula ermanii*, 10 – dark coniferous woods with deciduous woods, 11 – larch woods); 12 – deciduous woods; 13 – oak woods; 14 – pseudo-sub-goletz.

Таким образом, тип поясности с его географическими вариантами и подтипами представляет сложившуюся макроструктуру растительного покрова, которая поддерживается современными природными условиями. Он служит интегральным показателем природных условий горной территории, отражением местных различий радиационного баланса, тепла и влаги на региональном уровне.

Впервые для страны типы поясности и их варианты показаны на карте «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий», М. 1:8000000 (1999). Здесь нашли отображение 77 типов поясности с 35 вариантами и 64 подтипами, т.е. всего более 180 макроструктур растительного покрова гор России и сопредельных территорий. Этот первый опыт обращения к картографируемой единице – типу поясности – дал хорошие результаты при ботанико-географическом анализе горных территорий (рис. 1).

Классификация типов поясности. В основу классификации типов поясности положен географо-генетический принцип. Типы поясности подчинены более крупным категориям в иерархии высотно-поясных систем и объединяются в группы, подклассы и классы типов поясности. *Классы типов поясности* отражают структурно-генетические особенности растительного покрова горной территории на субпланетарном уровне и их связь с географическими зонами и ботанико-географическими областями. Они выделяются на основе высотно-поясных и структурно-генетических особенностей горной растительности. Как наиболее крупные единицы типологического обобщения, они включают группы типов поясности, определяющим компонентом которых выступает тип растительности в широкой эколого-динамической трактовке, как комплекс генетически связанных формаций, объединенных единством эколого-географических связей и структурно-динамических свойств (Сочава, 1964). *Подклассы* типов поясности несут основную флорогенетическую информацию о высотно-поясных системах, в структуре которых ведущее место принадлежит сообществам определенной фратрии формаций. Формации фратрии четко обособлены флористически, структурно и хорологически, но связаны сукцессионными отношениями, представляя единую сукцессионную систему. Классы и подклассы типов поясности отражают современные эколого-географические связи и динамические свойства растительного покрова, вскрывая тем самым экологический потенциал горной территории. *Группы типов поясности* объединяют сходные по преобладающим классам формаций поясные системы в пределах единых в географическом отношении регионов. В составе группы типы поясности различаются по фитоценологическому составу формаций поясов, но они едины в флороценогенетическом и структурно-морфологическом отношении. Отличия типов поясности в группах не затушевывают многообразных черт их единства, что обусловлено длительным совместным историческим развитием в существующих сходных климатических, эдафических, биотических условиях при наличии тесного флористического обмена. Различаются группы по преобладающим классам формаций отдельных поясов и поясных подразделений (Огуреева, 1999).

Арктический класс типов поясности характеризуется господством горных высокоарктикотундровых (полярно-пустынных) и арктикотундровых сообществ в высотно-поясных спектрах. Арктические типы поясности отличаются предельно низким уровнем биоразнообразия и упрощенной структурой поясности. На территории России выделено три типа на островах Северного Ледовитого океана. *Гипоарктический класс* типов поясности включает поясные системы, для растительного покрова которых характерно господство гипоарктического флороценологического комплекса, сложившегося в процессе формирования природных ландшафтов с начала плейстоцена (Юрцев, 1966). Различаются два подкласса гипоарктических тундровых и таежных поясных систем. К первым относятся типы поясности с дробной дифференциацией горных тундр с преобладанием типичных и южнотундровых кустарниковых формаций, в некоторых случаях отмечается наличие фрагментов редуцированного пояса редин. В подклассе гипоарктических таежных типов поясности в высотно-поясных спектрах ландшафтная роль принадлежит редколесьям и рединам, гипоарктическим олиготрофным кустарниковым и кустарничковым ерниковым, ивовым тундрам; эдификаторное значение в нижних ярусах сообществ имеют микротермные группы мхов и лишайники. При этом важно отсутствие или малая роль сомкнутых лесных

сообществ. Различаются 4 группы типов поясности.

Бореальный класс типов поясности представлен наиболее разнообразно. Для него характерны горнотаежные системы с определяющей ролью хвойных сибирских лесов. Высотная дифференциация растительности бореального класса шла в трех основных центрах; урало-южносибирском (темнохвойных лесов), восточно-сибирском (ангаридском, светлохвойных лесов) и охотском (темнохвойных лесов; Сочава, 1980). По формационному составу растительности поясов в Урало-Южносибирском подклассе выделяются 4 группы типов поясности; в Ангаридском – 2 группы высотно-поясных спектров внутренних континентальных гор Байкало-Джугджурской природной области с преобладанием формаций ангаридской фратрии в растительности поясов. Для Охотского подкласса характерны высотно-поясные системы, относящиеся к 2 группам типов поясности притихоокеанских территорий Дальнего Востока. Берингийский подкласс включает группу Северотихоокеанских островных высотно-поясных систем.

Неморальный класс типов поясности отличается участием в высотно-поясных спектрах хвойно-широколиственных и широколиственных лесов. В пределах Восточноевропейского подкласса различаются 2 группы типов поясности, в составе которых преобладают леса восточноевропейской фратрии формаций. По специфике растительного покрова нижних поясов выделяются кавказские субтропические поясные системы. Маньчжурский подкласс представлен группой типов поясности с преобладанием лесов маньчжурской фратрии формаций.

Типы поясности *Субаридного класса* развиваются в условиях засушливого климата, когда сумма годовых осадков ниже суммы потенциальной испаряемости. Типы поясности характеризуются отсутствием в высотных колонках или сильной редукцией лесного пояса, а также общей ксерофитностью растительности всех поясов. Выделяется Кавказская группа, для которой характерно участие нагорно-ксерофитного типа растительности в составе высотно-поясных спектров. На территории Сибири представлен один тип поясности, относящийся к Монголо-Алтайской группе центрально-азиатских типов поясности (Огуреева, 1999).

Оробиомы

Природа горной растительности достаточно сложна и разнообразна. Разработанная генетическая классификация типов поясности растительности гор взята за основу выделения оробиомов на территории России. Становление высотно-поясных спектров происходит в условиях взаимопроникновения элементов биоты и компонентов растительности и животного населения между поясами, что связано как с историческим развитием гор, так и современной биоклиматической и ботанико-географической ситуацией, имеющей интегральное выражение через региональную специфику высотно-поясного спектра в целом (табл. 2).

Планетарный уровень определяет дифференциацию биоты горных территорий на *оробиомы I порядка*. Они выделяются в соответствии с принадлежностью к классам типов поясности растительности, которые отражают разнообразие конкретного типа растительности в интерпретации географо-генетической классификации (Сочава, 1980). *Оробиомы II порядка* определяются региональными флорогенетическими особенностями высотно-поясных спектров растительности. В иерархии типологических единиц растительности гор они соответствуют подклассам типов поясности. Подклассы несут основную флорогенетическую информацию о высотно-поясных системах, в структуре которых ведущее место принадлежит сообществам определенной фратрии формаций (Огуреева, 1991). *Региональный оробиом* (оробиом регионального уровня) – опорная единица

биомного разнообразия горных территорий. Она отражает разнообразие биоты и ее пространственную дифференциацию в пределах группы типов поясности, которая объединяет близкие по составу и структуре типы поясности – узловые комплексы в ботанической географии горной территории. Общность типов поясности в пределах группы определяется различными аспектами единства: историей происхождения растительности (*генетический аспект*), развитием в пределах конкретной горной территории (*географический аспект*) и выражается через состав высотно-поясных подразделений растительности, последовательность их высотной смены (*флороценотический аспект*). Для регионального оробиома системообразующим началом служит единство растительного покрова во взаимосвязи с биоклиматическими условиями, сохраняющееся на всем его протяжении в пределах высотно-поясных спектров.

Таблица 2. Соответствие системы уровней биомной организации и типологии высотно-поясных структур растительного покрова гор. **Table 2.** The ratio of levels of biome organization and typology of high-belt structures of the mountain vegetation.

Уровень биомной организации	Уровень высотно-поясных спектров гор	Уровень типологического разнообразия растительности (на основе географо-генетической классификации)
Оробиом I порядка	Класс типов поясности	Тип растительности
Оробиом II порядка	Подкласс типов поясности	Фратрия формаций
Оробиом (региональный оробиом)	Группа типов поясности	Группа формаций, определяющих высотно-поясной спектр
Географический вариант оробиома	Тип поясности / подтип, географический вариант типа поясности	Формации и их географические варианты, классы ассоциаций
–	Высотный пояс	–
	Высотный подпояс	
	Высотно-климатическая полоса	

Типологическое разнообразие оробиомов регионального уровня раскрывается на основе анализа состава и структуры растительности в пределах фоновых групп формаций, которые носят региональный характер и непосредственно связаны с формированием растительного покрова конкретных высотно-поясных спектров. Выделение *географических вариантов оробиомов* обусловлено спецификой исторического развития горной территории и его отражением в современной орографической структуре. Уровень типов поясности, их подтипов и географических вариантов служит в типологии высотной поясности основным критерием выявления данного уровня биомной организации гор. Ботаническое разнообразие географических вариантов оробиомов раскрывается через структуру растительных формаций. Подразделения внутри типа поясности характеризуют структуру компонентов фонового растительного покрова, отражающего региональную специфику. Она выражается через высотный спектр поясов, подпоясов и высотно-климатических полос (рис. 2).

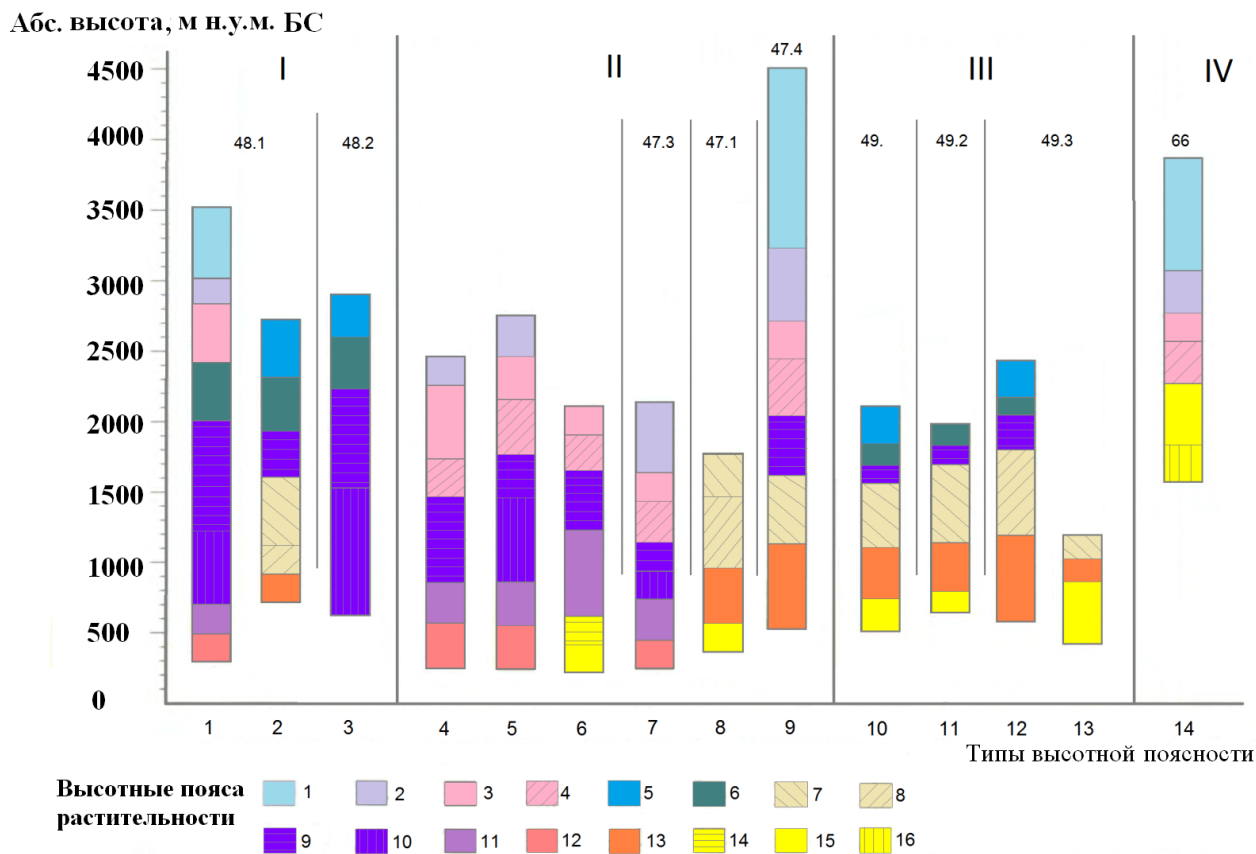


Рис. 2. Типы высотной поясности растительности: *Условные обозначения.* ТИПЫ ВЫСОТНОЙ ПОЯСНОСТИ: 1 – Нивально-гольцово-тундрово-таежно-подтаежный (Восточно-Саянский), 2 – Нивально-гольцово-тундрово-таежно-лесостепной (Саяно-Тувинский), 3 – Нивально-гольцово-тундрово-таежно-черневой (Хамар-Дабанский), 4 – Альпийско-субальпийско-таежно-подтаежный (Северо-Алтайский), 5 – Альпийско-субальпийско-таежный (Северо-Восточноалтайский), 6 – Альпийско-субальпийско-таежно-кустарниково-лесостепно-степной (Западно-Алтайский), 7 – Альпийско-субальпийско-таежно-подтаежный (Западно-Востоchnосаянский), 8 – Таежно-лесостепной (Минусинская котловина), 9 – Нивально-альпийско-субальпийско-таежно-лесостепной (Центральноалтайский), 10 – Гольцово-тундрово-таежно-лесостепно-степной (Центрально-Тувинский), 11 – Тундрово-таежно-лесостепной (Джидинский), 12 – Гольцово-тундрово-таежно-лесостепной (Западнозабайкальский), 13 – Таежно-лесостепно-степной (Селенгинского среднегорья), 14 – Альпийско-пустошнотундрово-степно-лесостепной (Тувино-Юго-Востоchnоалтайский). ВЫСОТНЫЕ ПОЯСА РАСТИТЕЛЬНОСТИ: 1 – Нивальный, 2 – Субнивальный, 3 – Альпийско-тундровый, 4 – Субальпийский, 5 – Гольцовый, 6 – Подгольцовый (горнотундровый), 7 – Горнотаежный верхний подпояс светлохвойных лесов, 8 – Горнотаежный нижний подпояс светлохвойных лесов, 9 – Горнотаежный верхний подпояс темнохвойных лесов, 10 – Горнотаежный нижний подпояс темнохвойных лесов, 11 – Горнотаежный, подпояс черневой тайги, 12 – Подтаежно-лесостепной, 13 – Лесостепной, 14 – Кустарниковых степей, 15 – Настоящих дерновиннозлаковых степей, 16 – Опустыненных степей. ОРОБИОМЫ: I – Востоchnосаяно-Прибайкальский, II – Алтае-Саянский, III – Саяно-Южнозabayкальский, IV – Юго-Востоchnоалтайско-Тувинский. Номера (48.1-66) соответствуют номерам и вариантам оробиомов в тексте статьи. **Fig. 2.** Altitudinal zonation types of vegetation. *Legend.* ALTITUDINAL ZONALITY TYPES: 1 – East Sayan: nival-goltzy-high mountain tundra-taiga and subtaiga, 2 – Sayan-Tuva: nival-goltzy-high mountain tundra-taiga-forest-steppe, 3 – Hamar-Daban: nival-goltzy-high

mountain tundra-taiga with chern forests subbelts, 4 – North Altai: alpine-subalpine-taiga and subtaiga, 5 – North-East Altai: alpine-subalpine-taiga, 6 – West Altai: alpine-subalpine-taiga-shrub-forest-steppes, 7 – West-East Sayan: alpine-subalpine-taiga and subtaiga, 8 – Minusinsk basin: taiga-forest-steppes, 9 – (Central Altai): nival-alpine-subalpine-taiga-forest-steppes, 10 – Central Tuva: high mountain tundra-taiga-forest-steppe-steppes, 11 – Jida: tundra-taiga-forest-steppes, 12 – West Transbaical: high mountain tundra-taiga-forest-steppes, 13 – Selenga middle mountains: taiga-forest-steppe-steppes, 14 – Tuva-South-Eastern Altai: alpine-tundra-steppe-steppe-forest-steppes. VEGETATION BELTS: 1 – nival, 2 – subnival, 3 – alpine tundras, 4 – subalpine, 5 – goltzy/subnival, 6 – subnival (mountain tundras), 7 – upper light coniferous forests, 8 – lower light coniferous forests (mountain taiga), 9 – upper dark coniferous forests (mountain-taiga), 10 – lower dark coniferous forests (mountain-taiga), 11 – Chern taiga (subbelt of mountain-taiga), 12 – subtaiga-forest-steppes, 13 – forest-steppes, 14 – shrub-steppes, 15 – dry feather-grass steppe, 16 – desert steppes. OROBIOMES: I – Eastern Sayan-Baikal, II – Altai-Sayan, III – Sayan-Southern Transbaical, IV – South Transbaical, V – South-Eastern Altai-Tuva. The numbers (48.1-66) correspond to the numbers and orobium variations in the article.

Оробиомы России

Оробиомы отражают высотно-поясную дифференциацию биоты в системе единиц, принятых на Карте «Биомы России» (2015). На карте отображен 31 оробиом в соответствующих разделах легенды (табл. 3). Иерархические уровни оробиомов России на карте соответствуют уровням типологических подразделений растительного покрова горных территорий, выделенных на базе концепции высотной поясности. Это позволяет оперировать единицами типологических подразделений растительности: типом поясности – группой типов поясности – классом типов поясности (табл. 2). Единица более низкого уровня данной системы подразделений – высотный пояс – является составной частью высотно-поясного спектра и в структуре биомной организации ради выявления региональных особенностей биоты может рассматриваться в качестве составного элемента подразделений регионального уровня и их анализа в целях выявления региональных особенностей биоты.

Исходя из отмеченных особенностей горных территорий, система оробиомов разного уровня, должна отражать целостность высотно-поясных спектров растительности. Принятая концепция биомного разнообразия обуславливает необходимость выделения опорных единиц оценки разнообразия гор на основе *полного высотно-поясного спектра* растительности. Он характеризует структуру биоты, отражает специфику ее разнообразия интегрально в системе разных поясов, единство которых обусловлено ходом исторического развития горной биоты и несет в себе региональные черты.

Региональные различия в ботаническом разнообразии горных территорий России рассматриваются для 31 оробиома, отражающих структуру высотной поясности растительного покрова в пределах тундрового, бореального, неморального, субаридного классов типов поясности (Карта «Биомы России», 2015). Растительность гор наиболее представительного бореального класса характеризуется фоновым участием горнотаежных лесов в высотно-поясном спектре со значительной географической спецификой состава ниже- и вышележащих поясов. Предложенная система оробиомов России является составной частью классификации горных биомов мира.

Оробиомы Южной Сибири

Региональные оробиомы гор Южной Сибири. На примере высотно-поясной структуры гор Южной Сибири приводим характеристику двух оробиомов, для которых проведен сравнительно-географический анализ биоразнообразия (рис. 2, 3).

Таблица 3. Часть легенды Карты «Биомы России», М. 1:7500000 (2015). **Table 3.** A part of the legend of the map "Biomes of Russia", M 1:7500000 (Карта «Биомы России», 2015).

№	Название оробิโอма	Географические варианты биома
БИОМЫ ГОР (ОРОБИОМЫ)		
ТУНДРОВЫЕ		
Высокоарктические		
36	Горных тундр высокоарктических о-вов	–
Арктические и гипоарктические тундровые		
37	Острова Врангеля	–
38	Среднесибирский	38.1 – Полярноуральский, 38.2 – Таймырский, 38.3 – Хара-Улахский
39	Чукотский	39.1 – Западнчукотский, 39.2 – Восточнчукотский
40	Корякский	40.1 – Западнокорякский, 40.2 – Восточнокорякский
БОРЕАЛЬНЫЕ (ТАЕЖНЫЕ)		
Гипоарктические таежные		
Восточноевропейские		
41	Хибино-Североуральский	41.1 – Хибинский, 41.2 – Североуральский
Северосибирские		
42	Путоранский	42.1 – Путоранский, 42.2 – Анабарский
43	Верхояно-Колымский	43.1 – Полоусный, 43.2 – Верхояно-Яно-Индигирский, 43.3 – Омолонский
44	Североохотский	–
Таежные		
Среднесибирские		
45	Среднеуральский	45.1 – Западноуральский; 45.2 – Восточноуральский
Южносибирские		
46	Енисейского края	–
47	Алтае-Саянский	47.1 – Минусинской котловины, 47.2 – Алтайский, 47.3 – Саянский
48	Восточносаяно-Прибайкальский	48.1 – Восточносаянский, 48.2 – Хамар-Дабанский
49	Саяно-Южнозабайкальский	49.1 – Тувинский, 49.2 – Джидинский, 49.3 – Бурятский

Продолжение таблицы 3.

№	Название оробиома	Географические варианты биома
50	Прибайкальско-Момский	50.1 – Верхнеленский, 50.2 – Баргузинский
З а б а й к а л ь с к и е		
51	Кодаро-Коларский	51.1 – Северобайкальский, 51.2 – Кодаро-Каларский, 51.3 – Патомский
52	Южнозabayкальский	52.1–Витимский, 52.2–Шилкинский
А л д а н о – А м у р с к и е		
53	Алдано-Майский	53.1 – Верхнеалданский, 53.2 – Токинский, 53.3 – Джугджурский
54	Тукурингро-Джагдинский	54.1 – Верхнегилюйский, 54.2 – Тукурингра-Джагдинский, 54.3 – Верхнезейский
55	Южноохотский	–
К а м ч а т с к и е		
56	Камчатско-Курильский	56.1 – Камчатский, 56.2 – Командорских островов, 56.3 – Северокурильских островов
НЕМОРАЛЬНЫЕ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННО- И ШИРОКОЛИСТВЕННОЛЕСНЫЕ		
С е в е р о к а в к а з с к и е		
57	Северо-Западнокавказский	–
58	Эльбрусский	–
59	Дагестанский	–
60	Крымско-Новороссийский	60.1 – Северокрымский, 60.2 – Южнокрымский, 60.3 – Утришско-Туапсинский
61	Сочинский (субтропический)	–
Ю ж н о у р а л ь с к и е		
62	Южноуральский	–
Ю ж н ы е д а л ь н е в о с т о ч н ы е		
63	Сахалино-Сихотэ-Алиньский	63.1 – Сахалинский, 63.2 – Среднесихотэ-Алиньский
64	Сихотэ-Алиньский южный	–
65	Дальневосточный южный островной	65.1 – Южносахалинский, 65.2 – Южнокурильских островов
СТЕПНЫЕ		
М о н г о л о – А л т а й с к и е		
66	Юго-восточноалтайско-Тувинский	–

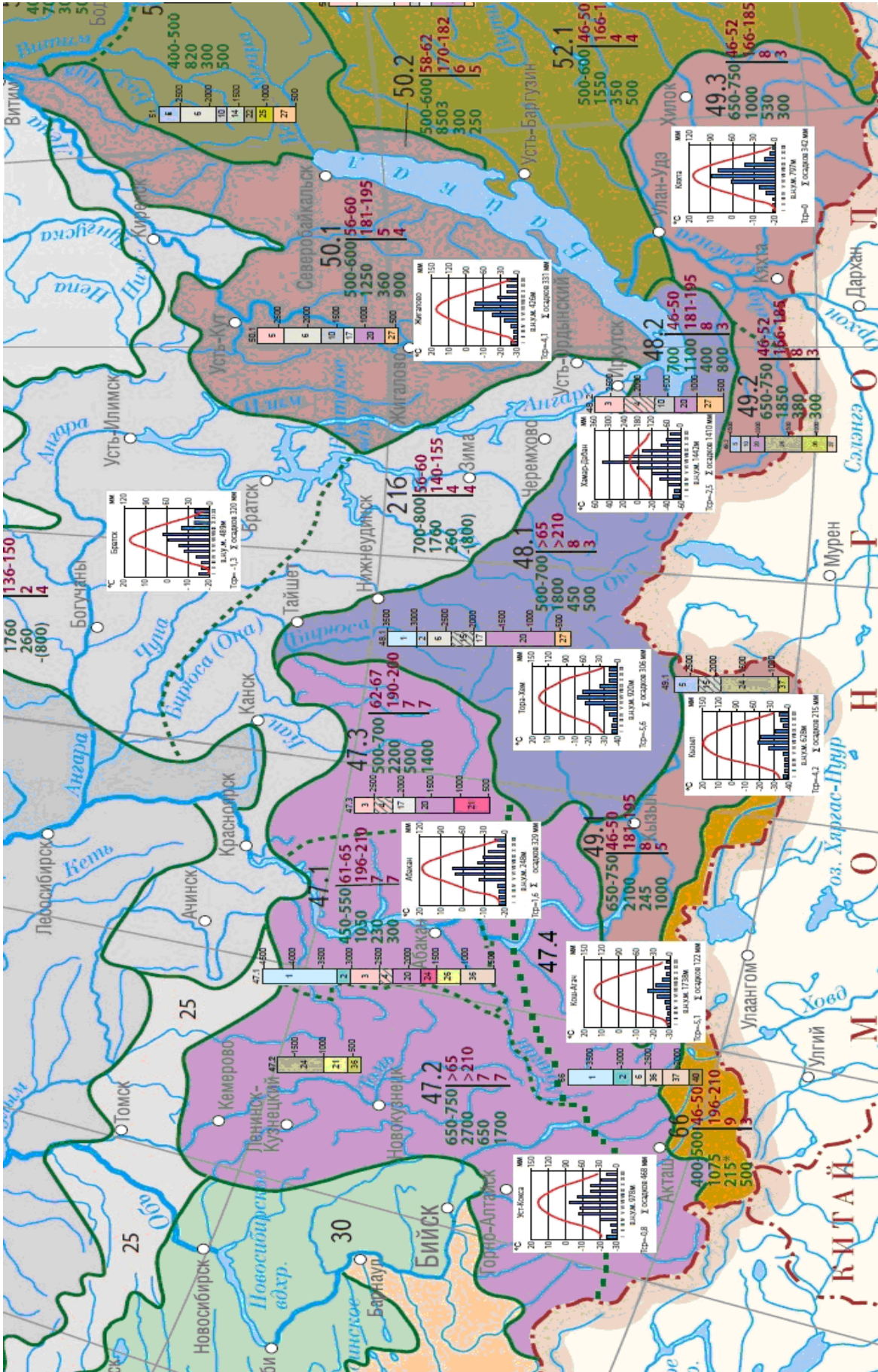


Рис. 3. Фрагмент карты «Биомы России», М. 1:17500000 (Карта «Биомы России», 2015). Fig. 3. Fragment of the map "Biomes of Russia", M. 1:17500000 (Карта «Биомы России», 2015).

Продолжение подписей к рисунку 3. *Легенда к карте:* 47 – Алтае-Саянский оробиом, варианты: 47.1 – Минусинской котловины, 47.2 – Северо-Западноалтайский, 47.3 – Западносаяно-Алтайский, 47.4 – Центральноалтайский; 48 – Восточносаяно-Прибайкальский оробиом, варианты: 48.1 – Восточносаянский, 48.2 – Хамар-Дабанский; 49 – Саяно-Южнозбайкальский оробиом, варианты: 49.1 – Тувинский, 49.2 – Джидинский, 48.3 – Бурятский; 66 – Юго-Восточноалтайско-Тувинский оробиом. Для каждого оробиома приведены климадиаграммы, высотно-поясные спектры; разнообразие биоты указано при номере оробиома: количество видов (зеленым цветом) сосудистых растений /100 км², общее количество видов для биома, видов мохообразных (мхи и печеночники) и видов лишайников (по экспертной оценке); количество видов наземных позвоночных животных (красным цветом): млекопитающих, птиц, пресмыкающихся и земноводных. *Legend to the Map:* 47 – The Altai-Sayan orobiom, the variants are: 47.1 – Minusinsk basin, 47.2 – North-West Altai, 47.3 – West Sayan-Altai, 47.4 – Central Altai; 48 – Eastern Sayan-Baikal orobiom, the variants are: 48.1 – East Sayan, 48.2 – Hamar-Daban; 49 – The Sayan-Southern Transbaical orobiom, the variants are: 49.1 – Tuva, 49.2 – Jida, 48.3 – Buryat; 66 – South-Eastern Altai-Tuva orobiom.

Горы Южной Сибири выделяются высоким уровнем ботанического разнообразия, сложная структура которого неоднократно анализировалась в работах на локальном и региональном уровнях. Длительная история развития, характер орографической структуры и пространственной дифференциации современных биоклиматических условий территории, определяют экосистемное разнообразие горной территории.

Разнообразие оробиомов Южной Сибири раскрыто в соответствии со сложной высотно-поясной структурой растительного покрова территории, отражая разнообразие биоты на разных уровнях организации в пределах высотно-поясных спектров. На карте «Биомы России» для гор Южной Сибири показано 5 оробиомами регионального уровня. Внутри них сложная структура растительного покрова, связанная со спецификой орографического строения территории и ее ландшафтной структуры, обуславливает выделение нескольких высотно-поясных спектров растительности, нашедших отражение в 10 географических вариантах оробиомов. Для раскрытия концепции биомного разнообразия гор на конкретных примерах, оценки специфики их разнообразия и обоснования границ на карте приведена характеристика и сравнительный анализ двух оробиомов Южной Сибири: Алтае-Саянского и Восточносаяно-Прибайкальского. Оба оробиома характеризуются развитием типов высотной поясности растительности, относящихся к бореальному классу и фоновым участием сообществ Урало-Южносибирского географо-генетического комплекса формаций (рис. 3).

Алтае-Саянский оробиом, охватывающий обширную территорию горных систем Алтая, Западного Саяна, Кузнецкого Алатау и западной части Восточного Саяна, объединяет Алтае-Саянская группа типов поясности растительности. Для нее характерно господство в структуре растительного покрова сообществ горнотаежных лесов Урало-Южносибирской фратрии формаций (пихтовых из *Abies sibirica*, кедровых из *Pinus sibirica*, еловых из *Picea obovata* и лиственничных из *Larix sibirica*), формирование черневой тайги во влажно- и теплообеспеченных низкогорьях наветренных частей хребтов, развитие альпийской системы высокогорий с субальпийскими лугами и темнохвойными редколесьями. Региональное разнообразие сложного по структуре Алтае-Саянского оробиома представлено на карте четырьмя географическими вариантами, состав и структура высотно-поясных спектров растительности которых различны.

Полный высотно-поясной спектр растительности характерен для *Северо-западноалтайского варианта*, который наилучшим образом выражен в северо-восточной части Алтая, Западном Саяне, западной части Восточного Саяна, а также в Кузнецком

Алатау и на Салаирском кряже. Для высотно-поясного ряда характерно развитие сосново-лиственничных лесов и пояса лиственнично-березовой лесостепи с участием предгорных луговых степей (600-800 м н.у.м.), горнотаежных кедрово-пихтовых лесов (500-1700 м н.у.м.) с выраженным подпоясом черневой тайги (500-900 м н.у.м.), наличие широкой полосы высокогорных сообществ – субальпийских и альпийских лугов, горных тундр, а также нивальных группировок, характерных для наиболее высоких хребтов. Для *Саянского варианта* характерен развитый горнотаежный пояс кедрово-пихтовых лесов (500-1600 м н.у.м.) с хорошо выраженным в нижней части подпоясом черневой тайги. С учетом низкого положения верхней границы леса (1600-2000 м н.у.м.) разнообразно представлен растительный покров высокогорий, сложенный сообществами темнохвойных субальпийских редколесий и парков, лугов, ерников, горных тундр и фрагментов группировок субнивального пояса. Распределение растительного покрова горных котловин характеризуется асимметричностью и проявлением “концентрической зональности” (Александрова, Преображенский, 1964). Поэтому наиболее своеобразен *вариант Минусинской котловины*, который развит в условиях обширной межгорной депрессии и представлен неполночленным поясным спектром растительности с преобладанием березово-лиственничной лесостепи (400-600 м н.у.м.) и пояса горнотаежных лиственничных лесов (600-1000 м н.у.м.). *Центральноалтайский вариант* оробиома отличается наиболее хорошо развитым современным оледенением хребтов, широко представленным разнообразием субнивальных, альпийских и субальпийских экосистем, развитыми подпоясами горнотаежного пояса с подпоясом темнохвойных и лиственничных лесов и преимущественно лиственничной горнодолинной лесостепи.

Ботаническое разнообразие Алтае-Саянского оробиома раскрывается на основе особенностей состава и структуры растительности высотно-поясных подразделений (табл. 4). В пределах оробиома хорошо проявляется региональная специфика как отражение пространственной дифференциации структуры поясности. В целом по оробиому доминируют горные темнохвойнотаежные леса, наряду с сообществами черневой тайги занимающие около 1/3 территории. Они формируют фоновую растительность для горнотаежного пояса Кузнецкого Алатау, Западного Саяна, Северо-Восточного Алтая. Лиственничные леса образуют высотные пояса в Центральном Алтае, участвуют в сложении лесостепного пояса Минусинской котловины. В целом для Алтае-Саянского оробиома характерно низкое положение верхней границы леса (1800-2000 м н.у.м.), в формировании которых, наряду с кедром, участвует лиственница, а в наиболее увлажненных высокогорных районах – пихта. Высока роль в оробиоме мелколиственных лесов, формирующих подтаежно-лесостепной пояс в низкогорьях Алтая, Кузнецкого Алатау и Западного Саяна. Высокогорья оробиома представлены растительными формациями разнотравных и злаковых альпийских лугов, петрофитных группировок, переходящих с высотой в альпийско-тундровый комплекс формаций; субальпийский пояс характеризуется разнообразным составом субальпийских низкотравных и высокотравных лугов, ерников, редколесий и парков.

Важную роль в ценотическом анализе разнообразия играет спектр синтаксонов на разных иерархических уровнях с показателями их пространственной структуры в пределах высотных поясов растительности. Ценотический состав, для каждого оробиома генетически обусловленный, служит отражением экологической и ботанико-географической специфики развития растительного покрова. Характеристика высотно-поясной структуры растительности оробиомов выявлена на основе интерпретации карты растительного покрова России, созданной по данным космической информации (Барталев и др., 2011) и других картографических источников (табл. 4).

Восточносаяно-Прибайкальский оробиом охватывает большую часть Восточного Саяна

и Хамар-Дабана, включает межгорные котловины северо-восточной части Тувы. Для него характерно господство лесов Урало-Сибирского географо-генетического комплекса: темнохвойнотаежных пихтовых и кедровых сообществ с участием лиственницы, которые формируют фоновую растительность оробиома. У высокогорной растительности переходные черты от альпийского к гольцовому типу, выраженность которых зависит от региональной специфики. В пределах оробиома выделяются *Восточносаянский* и *Хамар-Дабанский варианты*, специфика которых связана с особенностями разнообразия высотных спектров.

Таблица 4. Структура разнообразия Алтае-Саянского и Восточносаяно-Прибайкальского оробиомов (соотношение фоновых растительных формаций и классов формаций, в % от общей площади, занимаемой оробиомами). **Table 4.** The structure diversity of the Altai-Sayan and Eastern Sayan-Baikal orobiomes (the ratio of the background vegetation formations and classes of formations, in % of the total area occupied by orobiomes).

Оробиомы	Алтае-Саянский и его варианты				Восточносаяно – Прибайкальский и его варианты		
	Оробиом в целом	Алтайский	Саянский	Минусинской котловины	Оробиом в целом	Восточно-саянский	Хамар-Дабанский
Кедровые (<i>Pinus sibirica</i>) и пихтовые (<i>Abies sibirica</i>) горнотаежные леса	20	17	27	–	29	24	35
Осиново (<i>Populus tremula</i>)-кедрово-пихтовые черневые леса	13	14	15	2	–	–	5
Березовые (<i>Betula pendula</i>) и осиновые леса (<i>Populus tremula</i>)	12	20	16	9	8	8	5
Лиственничные (<i>Larix sibirica</i>) леса и редколесья	13	11	4	20	13	16	3
Сосновые (<i>Pinus sylvestris</i>) леса	3	2	5	4	8	8	5
Высокогорные пихтовые и кедровые редколесья и парки	1	1	1	–	1	1	1
Заросли кедрового стланика	–	–	–	–	1	–	1
Луга, в том числе субальпийские	14	15	9	18	9	11	7
Горные степи	5	4	1	25	1	1	1
Кустарниковые тундры	2	3	1	–	3	3	3
Кустарничковые тундры	1	1	2	–	3	2	5
Травяные тундры	6	6	8	–	11	12	15

Первый вариант характеризуется выраженным гольцовым типом высокогорий с развитием пихтово-кедровых редколесий, ерниковых (*Betula rotundifolia*, *Salix glauca*, *S. lanata*, *S. krylovii*) сообществ. Выражен горнотундровый пояс (2400-3000 м н.у.м.) с дриадовыми (*Dryas octopetala*), кустарничково-мохово-лишайниковыми тундрами. На хребтах, превышающих 3000 м н.у.м., формируется разреженная растительность субнивального и нивального поясов. Субальпийские и альпийские луга имеют

фрагментарное развитие в структуре высотной поясности. Хамар-Дабанский вариант характеризуется развитием стланикового (*Pinus pumila*; 1400-1600 м н.у.м.), субальпийского (1600-2200 м н.у.м.) и альпийско-тундрового (2200-2600 м н.у.м.) поясов. Положение в циклоническом секторе за счет влияния Байкала также определяет развитие обособленного от основных центров разнообразия обедненного варианта черневой тайги в низкогорьях Хамар-Дабана с выраженными пацифическими флороценотическими связями и практически полным отсутствием неморальных видов атлантического комплекса, характерного для алтайских черневых лесов.

Важнейшие региональные ботанико-географические особенности гор Южной Сибири выявляются при сравнительном анализе типологического разнообразия оробиомов. В растительном покрове оробиомов высока роль темнохвойных лесов (около 1/3 территории), однако в Алтае-Саянском оробиоме наиболее широко представлена черневая тайга в нижней полосе горнотаежного пояса, особенно на наветренных склонах хребтов. В Восточносаяно-Прибайкальском оробиоме сообщества черневых лесов локализованы в нижней части высотного спектра Хамар-Дабана, обращенного в сторону оз. Байкал. Развитие пояса лиственничной тайги в среднегорных частях Алтая, хребтов южного макросклона Восточного Саяна, в северо-восточной части Тувы, находящихся в ветровой тени, определяет значительно большее участие лиственничных лесов в составе горнотаежного пояса Восточносаяно-Прибайкальского оробиома.

Структура высотных поясов высокогорий служит важным критерием обоснования и выделения оробиомов. Наиболее яркие различия в растительном покрове высокогорий обуславливают выделение двух оробиомов. Алтае-Саянский и Восточносаяно-Прибайкальский оробиомы хорошо разграничиваются по развитию альпийской и гольцовой систем высокогорий, по особенностям состава растительных сообществ и их пространственного разнообразия в пределах высокогорных поясов (Толмачев, 1948; Сочава, 1980; Седельников, 1988). Для Алтае-Саянского оробиома характерен альпийский тип высокогорий с формированием субальпийского и альпийско-тундрового, субнивального и нивального поясов. В Восточносаяно-Прибайкальском оробиоме выражена гольцовая система высокогорий с высотным рядом подгольцового и гольцово-тундрового поясов; субальпийские и альпинотипные луга имеют фрагментарное распространение.

Региональная специфика биоты, свойственная каждому оробиому, выявляется на основе ключевых параметров флористического и фаунистического разнообразия. По отношению к флоре она отражается в показателях общего флористического богатства, числа видов на единицу площади (уровень конкретной флоры), соотношения географо-генетических элементов. В количественную оценку разнообразия животных включены только наземные позвоночные. Для оценки биотического разнообразия использованы многочисленные литературные данные о пространственной организации флористического и ценотического разнообразия гор Южной Сибири во взаимосвязи со структурой оробиомов (табл. 5).

Специфика ботанического разнообразия оробиома может быть охарактеризована количественно по ценотическим показателям в границах высотных поясов растительности. Имеющиеся литературные данные с характеристикой растительного покрова отдельных регионов позволяют дать разностороннюю характеристику биоты одного оробиома в сравнении с другими (табл. 6). Однако в полной мере их специфика диагностируется особенностями состава и структуры всего поясного ряда.

Значительный охват территории, в пределах которых выделены рассматриваемые оробиомы, определяет существенные региональные различия ботанического разнообразия. Выделение географических вариантов тесно связано с отражением на региональном уровне данных различий, принимающих комплексный характер в структуре флористического и ценотического разнообразия и его высотно-поясной дифференциации. Закономерности

пространственной дифференциации показателей биоразнообразия оробиомов характеризуются более или менее плавными градиентами на всем протяжении территории их развития, которые имеют наиболее тесную связь с высотно-поясной структурой растительности на уровне типов высотной поясности и конкретных высотных поясов в пределах данных типов. На основе эколого-географического сравнительного анализа флоры и растительности прослеживается роль Восточносаяно-Прибайкальского оробиома как связующего звена регионального уровня в процессах флоро- и ценогенеза между горными системами Алтая и Западного Саяна с Забайкальем.

Таблица 5. Показатели биотического разнообразия Алтае-Саянского и Восточносаяно-Прибайкальского оробиомов. **Table 5.** The indicators of biodiversity of the Altai-Sayan and Eastern Sayan-Baikal orobiomes.

Оробиомы	Алтае-Саянский и его варианты					Восточносаяно-Прибайкальский и его варианты		
	Оробиом в целом	Минусинской котловины	Северо-западно-алтайский	Саянский	Центрально-алтайский	Оробиом в целом	Восточно-Саянский	Хамар-Дабанский
Номер оробиома и его вариантов	47	47.1	47.2	47.3	47.4	48	48.1	48.2
Кол-во сосудистых растений	2700	1050	2500	2200	2700	1800	1800	1100
Кол-во сосудистых растений/100 км ²	600-700	450-550	650-750	500-700	600-700	700	500-700	700
Кол-во мохообразных	650	230	650	500	600	400	450	400
Кол-во лишайников	1700	300	1700	1400	1600	800	500	800
Кол-во позвоночных животных:								
млекопитающих	65-70	61-65	65-70	62-67	–	>65	>65	46-50
птиц	до 300	196-210	250	190-300	–	>210	210	181-195
пресмыкающихся	7	7	7	7	–	8	8	8
земноводных	7	7	7	7	–	3	3	3

Для Алтае-Саянского и Восточносаяно-Прибайкальского оробиомов отмечаются эколого-географические градиенты распространения конкретных видов и сообществ, а также выражена пространственная дифференциация комплексных показателей флористического и ценотического разнообразия, что проявляется в субширотном и субмеридиональном направлениях. Приведем по одному примеру для каждого из них.

Кедровый стланик (Pinus pumila) – подгольцовый вид океанической группы, имеющий высокую значимость в растительном покрове горнотундрового и горнотаежного поясов Восточной Сибири и Дальнего Востока (Юрцев, 1968). Ценозообразующая роль вида приходится на области с явно выраженным муссонным климатом, где в горах формируется

пояс кедрового стланика (Сочава, Лукичева, 1953). В горах Южной Сибири, являющихся юго-западным форпостом распространения вида, ценотическая роль вида крайне различна. В пределах рассматриваемых оробиомов кедровый стланик играет ведущую роль только в высокогорьях Хамар-Дабана, где его сообщества образует самостоятельную полосу в подгольцовом поясе (2000-2300 м н.у.м.), что является одним из показателей для выделения Хамар-Дабанского географического варианта Саяно-Прибайкальского оробиома. В западном направлении резко падает ценотическая роль вида, и он практически сразу исчезает из растительного покрова пояса, встречаясь только в высокогорьях крайней юго-восточной части Восточного Саяна. Его западная граница распространения связана с возрастанием степени континентальности климата при удалении от оз. Байкал.

Таблица 6. Разнообразие сосудистых растений в пределах высотных поясов для Алтае-Саянского и Восточносаяно-Прибайкальского оробиомов. **Table 6.** Diversity of vascular plants within the altitude belts of the Altai-Sayan and Eastern Sayan-Baikal orobiomes.

Показатели биоразнообразия		Оробиомы	
		Алтае-Саянский	Восточносаяно-Прибайкальский
Общее количество высших сосудистых растений		2700	1800
в том числе	в лесостепном и подтаежно-лесостепном поясах	1300	1250
	в горнотаежном поясе	900	600
	в высокогорьях (субальпийский, альпийско-тундровый, субнивальный пояса)	850	650
Количество эндемичных и субэндемичных видов		130	60
Уровень флористического богатства: видов / 100 км ²		500-800	500-800
Уровень флористического богатства: видов/ 10 000 км ²		900-1500	800-1300

Второй пример связан с комплексом неморальных реликтовых видов. Участие третичных видов в составе травяного покрова гемибореальных черневых кедрово-пихтовых лесов является одним из важнейших показателей их специфики как реликтовых сообществ, сохранившихся в нижней полосе горнотаежного пояса в условиях хорошей теплообеспеченности и увлажнения наветренных макросклонов хребтов в западном секторе гор Южной Сибири (Куминова, 1960; Лавренко, 1967; Огуреева, 1980; Nazimova et al., 2014). Большая часть неморальных видов имеет евро-сибирский дизъюнктивный ареал, в сибирской его части ограниченный рядом хребтов Алтае-Саянских гор. За их пределы они либо не выходят (*Festuca altissima*, *Asarum europaeum*, *Galium odoratum*), либо встречаются локально, не играя ценообразующей роли в сообществах (*Festuca gigantea*, *Stachys sylvatica*). Кедрово-пихтовые леса с комплексом неморальных видов черневого подпояса характерны для Северо-Западноалтайского варианта, встречаются в Саянском варианте Алтае-Саянского оробиома, где имеют значительно сокращенный состав неморальных видов. Для Хамар-Дабанского варианта Восточносаяно-Прибайкальского оробиома характерны черневые леса, в составе травяного покрова которых участвуют несколько видов неморального комплекса дальневосточного происхождения. Развитие подпояса черневой тайги в составе горнотаежного пояса сопряжено в высотно-поясном спектре с развитием поясов альпийской системы высокогорий: субальпийского и альпийского поясов с высоким ценотическим разнообразием, а также с более сложной пространственной структурой растительного покрова в пределах всех высотных поясов.

Приведенные примеры специфических компонентов растительного покрова оробиемов отражают различия в характере их пространственной организации. В случае распространения кедрового стланика четко выражено резкое сокращение ценотической роли вида и предел его распространения, который использован в качестве одного из ведущих параметров биомной организации (выделение Хамар-Дабанского географического варианта). Плавный характер имеет региональное изменение комплекса неморальных реликтов, связанных с черневыми лесами. В целом, уменьшение видового богатства прослеживается для видов восточноевропейских лесов в направлении с запада на восток (22 вида неморальных реликтов в черневых лесах Северо-Восточного Алтая, 12 – Западного Саяна) и с востока на запад – для видов с палеоазиатским происхождением (2 вида в лесах Хамар-Дабана). При этом развитие черневых лесов в нижнем подпоясе горнотаежного пояса служит важнейшим признаком региональной специфики разнообразия биоты оробиемов в целом.

Заключение

Подытоживая характеристику биомного подхода при оценке биоразнообразия горных территорий, отметим общие ключевые положения.

Система биомной организации горных территорий отражает тесные взаимосвязи со структурой высотной поясности и типологией растительных сообществ в горах. Пространственная структура биотического покрова в горах на региональном уровне находит интегральное выражение в оробиемах, в пределах которых становление биоты, ее развитие и современное состояние определяется комплексом факторов.

Основными системообразующими факторами формирования оробиемов выступают биоклиматические условия, характеризующие уровень тепло- и влагообеспеченности через ключевые биоклиматические показатели (среднегодовая температура воздуха, сумма активных температур выше 10°C, среднее годовое количество осадков), определяющие формирование высотно-поясной структуры растительного покрова и характер их высотно-поясной дифференциации.

Пояса могут быть определены по качественным и количественным характеристикам как видового разнообразия, так и разнообразия растительных сообществ, а также по комплексным ботанико-географическим показателям.

Пространственная дифференциация высотных поясов, характер их смены с абсолютной высотой детерминируется биоклиматическими условиями. С высотным градиентом находят связи многие флористические и ценотические характеристики, в том числе, количественные показатели разнообразия флоры и растительности.

Оробиемы регионального уровня наиболее полно отражают экологический потенциал горной территории, который выражен через высотно-поясные спектры растительности. Такой ряд растительных поясов является базисом, с учетом полного состава и соотношения поясов которого возможна оценка биоразнообразия горных территорий на региональном уровне.

Это позволяет рассматривать оробиемы в качестве опорных единиц оценки разнообразия на уровне видов и сообществ, анализ которого может быть проведен с учетом всех поясов, формирующих высотно-поясной ряд. Региональная специфика выявляемых закономерностей делает правомочным оценку биоразнообразия горных территорий на основе оробиемов как региональных единиц в иерархии подразделений экосистемного разнообразия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абдурахманов Г.М., Мяло Е.Г., Огуреева Г.Н. 2014. Биogeография: учебник для учреждений высшего образования. М.: Издательский центр «Академия». 448 с.

ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА, 2017, ТОМ 1, № 2

- Агаханянц О.Е.* 1986. Ботаническая география СССР. Минск: Высшая школа. 173 с.
- Александрова Т.Д., Преображенский В.С.* 1964. Ландшафты малых котловин горной тайги. М. 88 с.
- Барталев С.А., Егоров В.А., Ершов Д.В., Исаев А.С., Луян Е.А., Плотников Д.Е., Уваров И.А.* 2011. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т. 8. № 4. С. 285-302.
- Бочарников М.В.* 2015. Эколого-фитоценотическая структура лесного покрова северного макросклона Западного Саяна // Лесоведение. № 1. С. 10-19.
- Бочарников М.В., Исмаилова Д.М.* 2011. Высотная поясность растительного покрова восточного макросклона Кузнецкого Алатау // Вестник Московского университета. Серия 5: География. № 6. С. 76-85.
- Гребенщиков О.С.* 1957. Вертикальная поясность растительности в горах восточной части Западной Европы // Биологический журнал. Т. 42. № 6. С. 834-854.
- Егорова Г.Н.* 1983. Морфолитосистемы и ландшафтная структура. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 164 с.
- Еленевский Р.А.* 1938. Динамика ландшафтных смен от Алтая к Тянь-Шаню // Бюллетень МОИП. Т. LXVII. Вып. 3. С. 56-72.
- Емельянова Л.Г., Огуреева Г.Н.* 2017. Биогеографическое картографирование. Учебное пособие. М.: Юрайт. 130 с.
- Жирков И.А.* 2017. Биогеография. Общая и частная: суши, моря и континентальных водоемов. М.: Товарищество научных изданий КМК. 568 с.
- Камелин Р.В.* 1998. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна). Барнаул: издательство Алтайского государственного университета. 240 с.
- Карта «Биомы России» (М. 1:7500000) в серии карт природы для высшей школы. 2015 / Ред. Г.Н. Огуреева М.: ООО «Финансовый и организационный консалтинг».
- Карта «Зоны и типы пояса растительности России и сопредельных территорий». 1999 / Ред. Г.Н. Огуреева. Карта М. 1:8000000. Пояснительный текст и легенда к карте. М. 64 с.
- Катенин А.Е.* 1988. Классификация неоднородных территориальных единиц растительного покрова на примере растительности тундровой зоны // Ботанический журнал. Т. 73. № 2. С. 186-197.
- Королюк А.Ю.* 1998. Геоботаническая карта как основа оценки биологического и экотопологического разнообразия территории // Чтения памяти Ю.А. Львова. Материалы II Межрегиональной экологической конференции. Томск. С. 3-4.
- Куваев В.Б.* 2006. Флора субарктических гор Евразии и высотное распределение ее видов. М.: Товарищество научных изданий КМК. 577 с.
- Куминова А.В.* 1960. Растительный покров Алтая. Новосибирск. 450 с.
- Лавренко Е.М.* 1964. Типы вертикальной поясности растительности в горах СССР // Современные проблемы географии. М. С. 189-195.
- Лавренко Е.М.* 1967. О термофильных лесных реликтах на русской равнине, Южном Урале и в Сибири и о перигляциальной растительности // Ботанический журнал. Т. 52. № 3. С. 405-412.
- Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А.* 1999. Биоразнообразие и методы его оценки. М.: издательство МГУ. 94 с.
- Мальшев Л.И.* 1994. Флористическое богатство СССР // Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. Материалы III рабочего совещания по сравнительной флористике. Кунгур, 1988. С-П.: Наука. С. 34-87.
- Мальшев Л.И., Байков К.С., Доронькин В.М.* 2000. Флористическое деление Азиатской России на основе количественных признаков // Krylovia. Т. 2. № 1. С. 3-16.

- Моложников В.Н.* 1986. Растительные сообщества Прибайкалья. Новосибирск: Наука. 271 с.
- Морозова О.В.* 2008. Таксономическое богатство Восточной Европы: факторы пространственной дифференциации. М.: Наука. 328 с.
- Назимова Д.И.* 1975. Горные темнохвойные леса Западного Саяна (опыт эколого-фитоценотической классификации). Л.: Наука. 118 с.
- Назимова Д.И., Ермаков Н.Б., Андреева Н.М., Степанов Н.В.* 2004. Концептуальная модель структурного биоразнообразия зональных классов лесных экосистем Северной Евразии // Сибирский экологический журнал. Т. 13. № 5. С. 745-756.
- Намзалов Б.Б.* 1994. Степи Южной Сибири. Новосибирск – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН. 309 с.
- Огуреева Г.Н.* 1980. Ботаническая география Алтая. М.: Наука. 190 с.
- Огуреева Г.Н.* 1991. Ботанико-географическое районирование СССР. М.: Издательство Московского университета. 78 с.
- Огуреева Г.Н.* 2016. Биоразнообразии оробиомов Северного Кавказа на карте Биомы России // Юг России: экология, развитие. Т. 11. № 1. С. 21-34.
- Огуреева Г.Н., Даниленко А.К., Котова Т.В., Румянцев В.Ю., Жеребятьева Н.В.* 2003. Концепция региональных биомов в биоэкологическом картографировании // География и окружающая среда. Геоинформатика и картографирование. С-П.: Издательство АН. С. 626-645.
- Огуреева Г.Н., Котова Т.В., Емельянова Л.Г.* 2016. Экологическое картографирование. Учебное пособие для академического бакалавриата. М.: Юрайт. 155 с.
- Павлов Н.В.* 1948. Ботаническая география СССР. Алма-Ата: Издательство АН КазССР. 711 с.
- Павлов В.Н., Онипченко В.Г.* 1987. Растительность высокогорий // Итоги науки и техники (ВИНИТИ). Ботаника. Т. 7. С. 3-38.
- Поликарпов Н.П., Чебакова Н.М., Назимова Д.И.* 1986. Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение. 225 с.
- Растительный покров Хакасии. 1976 / Ред. А.В. Куминова. Новосибирск: Наука. 424 с.
- Седельников В.П.* 1988. Высокогорная растительность Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука. 222 с.
- Секретарева Н.А.* 2004. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий. М.: Товарищество научных изданий КМК. 129 с.
- Смагин В.Н., Ильинская С.А., Назимова Д.И., Новосельцева И.Ф., Чередникова Ю.С.* 1980. Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука. 336 с.
- Сочава В.Б.* 1964. Классификация и картографирование высших подразделений растительности Земли // Современные проблемы географии. М.: Наука. С. 167-173.
- Сочава В.Б.* 1972. Классификация растительности как иерархия динамических систем // Геоботанические картографирование. Л.: Издательство «Наука», Ленинградское отделение. С. 3-18.
- Сочава В.Б.* 1978. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука. 319 с.
- Сочава В.Б.* 1980. Географические аспекты сибирской тайги. Новосибирск: Наука. 256 с.
- Сочава В.Б., Лукичева А.Н.* 1953. К географии кедрового стланика // Доклады АН СССР. Т. 90. № 6. С. 1163-1166.
- Станюкович К.В.* 1973. Растительность гор СССР (ботанико-географический очерк). Душанбе: Дониш. 411 с.
- Тахтаджян А.Л.* 1978. Флористические области Земли. Л.: Наука. 248 с.
- Тишков А.А.* 1994. Географические закономерности природных и антропогенных сукцессий. Автореферат диссертации на соискание ... докт. геогр. наук. М.: Институт географии РАН. 81 с.
- Тишков А.А.* 2015. Биогеография антропоцена северной Евразии // Известия Российской

академии наук. Серия географическая. № 6. С. 7-23.

- Тишков А.А.* 2016. «Характерное пространство» и «характерное время» как ключевые категории биогеографии // Известия Российской академии наук. Серия географическая. № 4. С. 20-33.
- Толмачев А.И.* 1948. Основные пути формирования растительности высокогорных ландшафтов северного полушария // Ботанический журнал. Т. 33. № 2. С. 161-180.
- Толмачев А.И.* 1974. Введение в географию растений. Л.: Наука. 244 с.
- Холод С.С.* 1991. Фитокатены в растительном покрове горных территорий (на примере тундровой зоны северо-востока СССР) // Ботанический журнал. Т. 76. № 1. С. 42-51.
- Шмидт В.М.* 1980. Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Издательство ЛГУ. 176 с.
- Шумилова Л.В.* 1962. Ботаническая география Сибири. Томск: издательство Томского университета. 440 с.
- Юрцев Б.А.* 1966. Гипоарктический ботанико-географический пояс и происхождение его флоры // Комаровские чтения. М.-Л.: Наука. Т. 19. 94 с.
- Юрцев Б.А.* 1968. Флора Сунтар-Хаята: Проблемы истории высокогорных ландшафтов Северо-Востока Сибири. Л.: Наука. 234 с.
- Юрцев Б.А.* 1992. Эколого-географическая структура биологического разнообразия и стратегия его учета и охраны // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. Материалы конференции БИН РАН и ЗИН РАН 14-15 февраля и 14-15 мая 1990 г. С-П. С. 7-21.
- Ecosystems of Mongolia. Map. Scale 1:1000000. 1995. M.: Accord. 15 p.
- Nazimova D.I., Danilina D.M., Stepanov N.V.* 2014. Biodiversity of Rain-Barrier Forest Ecosystems of the Sayan Mountains // Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation. № 3 (1). Pp. 39-47.
- Olson D.M., Dinerstein E., Wikramanayake E.D., Burgess N.D., Powell G.V.N., Underwood E.C., D'Amico J.A., Itoua I., Strand H.E., Morrison J.C., Loucks C.J., Allnutt T.F., Ricketts T.H., Kura Y., Lamoreux J.F., Wettengel W.W., Hedao P., Kassem K.R.* 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth // Bioscience. № 51 (11). P. 933-938.
- Mountain regions: a research subject. 2000. International Mountain Research Workshop. Autrans, France, June. 234 p.
- Rosenzweig M.L. 1995. Species Diversity in Space and Time. Cambridge University Press, 436 p.
- Tsujino R., Yumoto T.* 2013. Vascular plant species richness along environmental gradients in a cool temperate to sub-alpine mountainous zone in central Japan // Journal of Plant Research. Vol. 126. Is. 2. P. 203-214.
- Walter H., Breckle S.-W.* 1991. Okologische Grundlagen in globaler Sicht. Stuttgart: G. Fischer. 586 p.
- Wittaker R.H.* 1972. Evolution and measurement of species diversity // Taxon. Vol. 21. P. 213-251.

OROBIOMES AS THE BASIC UNITS OF THE REGIONAL EVALUATION OF THE MOUNTAIN REGIONS BIODIVERSITY

© 2017. G.N. Ogureeva, M.V. Bocharnikov

*M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography
Russia, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1, Building 1
E-mail: ogur02@yandex.ru, maxim-msu-bg@mail.ru*

The article presents the principles of the ecosystem organization of the mountain biodiversity on the different spatial levels, according to the botanical diversity and the typology of the altitudinal belts. We prove the orobiomes to be the basic units of the mountain biodiversity detection, made on the

ground of the full altitude-belted vegetation ranges. We show the orobiomes and their geographical variations selection taking the South Siberia mountains as an example, using the classification of the zonal vegetation types, and reveal the regularity of the spatial differentiation of the botanical diversity in the mountain region.

Keywords: biodiversity, biom, orobiom, zonality type, altitude-belted spectrum.

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕКИ ВОЛГУШИ

© 2017 г. А.И. Иванова*, Н.В. Кузнецова*, Г.А. Лазарева**

**Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт
Россия, 141821, Московская обл., Дмитровский р-он, пос. Рыбное, д. 36*

E-mail: natashak.82@mail.ru

***Университет «Дубна» Московской области
Россия, 141982, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19*

E-mail: aii-95@yandex.ru

В данной работе представлены результаты исследований реки Волгуши, проведенные в вегетационный период 2015 года. Дана физико-географическая характеристика бассейна реки Волгуши, описаны элементы гидрологического режима, приведена гидрохимическая оценка реки на содержание в воде, донных отложениях и макрофитах сульфатов, фосфатов, хлоридов, соединений азота, а также тяжелых металлов (Cu, Cd, Ni, Pb и Zn, Mn). Впервые выполнена гидрохимическая оценка экосистемы реки Волгуши в пространственно-временной динамике в условиях разной степени антропогенного воздействия.

Ключевые слова: река, тяжелые металлы, вода, донные отложения, макрофиты, коэффициент корреляции, биогенные элементы, гидрохимический анализ.

Малые реки являются начальными звеньями крупных речных систем и определяют особенности их гидрологического и гидрохимического режимов.

На берегах малых рек проживает значительная часть населения России. В силу своей природной уязвимости в первую очередь малые реки реагируют на результаты хозяйственной деятельности, в том числе на поступление загрязнения с водосборной территории. Загрязнение реки проявляется в изменении физических и органолептических свойств воды: нарушение прозрачности, окраски, запахов, вкуса.

Наиболее распространенные загрязняющие вещества – тяжелые металлы (ТМ), а также сульфаты, фосфаты, хлориды и азотные соединения.

Тяжелые металлы изменяют гидрохимические показатели реки, тем самым оказывая отрицательное воздействие на гидробионтов. При повышенных концентрациях они проявляют высокую токсичность. Тяжелые металлы могут перемещаться по пищевым цепям, включаясь в метаболический цикл и вызывая различные физиологические и генетические нарушения. Содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях является одним из главных показателей токсикологического состояния водоема (Манихин, Никаноров, 2001).

Для малых рек источником биогенных элементов служат хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды, а также ливневый сток с водосборной площади. Значимым источником поступления всех форм азота и минерального фосфора в реку является сброс воды из очистных сооружений городской канализации.

Материалы и методы

Река Волгуша целиком протекает с юго-востока на северо-запад по территории Дмитровского района Московской области и относится к бассейну Верхней Волги. Берет свое начало из озера Нерского (рис. 1), расположенного на юге Дмитровского района, является левым притоком р. Яхромы, которая впадает в р. Сестру, впадающую в р. Дубну, а та в свою очередь впадает в р. Волгу (Вагнер, 2006).



Рис. 1. Схема расположения станций на реке Волгуши. **Fig. 1.** Locations of observation stations on the river Volgusha.

В соответствии со Схемой развития и размещения особо охраняемых природных территорий в Московской области (2009) на территории бассейна р. Волгуши планируется к организации государственный природный заказник «Долина реки Волгуши и Парамоновский овраг» (Генеральный план городского поселения Деденево ..., 2012). Материалы исследований р. Волгуши могут послужить экологической оценке территории водосбора реки, входящей в планируемый природный заказник.

В данной работе представлены результаты исследований, проведенные в вегетационный период 2015 года и направленные на выявление в воде, донных отложениях и макрофитах реки Волгуши содержания сульфатов, фосфатов, хлоридов, соединений азота, а также тяжелых металлов (Cu, Cd, Ni, Pb и Zn, Mn). Впервые представлена гидрохимическая оценка экосистемы реки Волгуши в пространственно-временной динамике в условиях разной степени антропогенного воздействия.

1 станция располагается в 5 км от истока реки Волгуши (рис. 1). В среднем ширина русла составляет 1.3-1.8 м, глубина колеблется от 0.6 до 0.9 м, скорость течения – 0.01 м/с, дно илистое. Водная растительность представлена рдестом плавающим (*Potamogeton natans*), стрелолистом (*Sagittaria* sp.). Зарастаемость составляет 30%, вода имеет мутный вид и желтоватый оттенок (фото 1).



Фото 1. Река Волгуша, станция № 1. **Photo 1.** The Volgusha river, station № 1.

2 станция расположена в зоне влияния автотрассы А 107 Московского малого кольца (рис. 1). Ширина реки здесь составляет 1.5-1.7 м, глубина – 0.6-0.7 м, скорость течения – 0.5 м/с, дно илистое. Водная растительность представлена горцем земноводным (*Polygonum amphibium*), осокой обыкновенной (*Carex nigra*). Зарастаемость так же составляет 30%, а вода имеет мутно-коричневый цвет (фото 2).



Фото 2. Река Волгуша, станция № 2. **Photo 2.** The Volgusha river, station № 2.

3 станция находится в нескольких километрах от деревни Парамоново (рис. 1). Ширина реки в этом месте составляет 3.5-3.7 м, глубина – 0.4-0.5 м, скорость течения – 3-3.5 м/с, дно каменистое. Водная растительность представлена элодеей канадской (*Elodea canadensis*), рдестом курчавым (*Potamogeton crispus*), стрелолистом (*Sagittaria* sp.). Зарастаемость здесь значительно выше – 70%, а вода прозрачная (фото 3).



Фото 3. Река Волгуша, станция № 3. **Photo 3.** The Volgusha river, station № 3.

4 станция расположена в месте впадения р. Икشانки и сточных вод с очистных сооружений п. Деденево в реку Волгушу (рис. 1). Ширина реки составляет 4.1-4.5 м, глубина – 0.6-0.8 м, скорость течения – 0.06 м/с, дно илистое. Водная растительность представлена многокоренником обыкновенным (*Spirodela polyrhiza*), рдестом гребенчатым (*Potamogeton pectinatus*) камышом озерным (*Schoenoplectus lacustris*), рдестом курчавым (*Potamogeton crispus*). Зарастаемость здесь ниже – 45%, а вода имеет мутный вид и сильный запах (фото 4).



Фото 4. Река Волгуша, станция № 4. **Photo 4.** The Volgusha river, station № 4.

5 станция расположена в устье реки, где р. Волгуша впадает в р. Яхрому (рис. 1). Ширина реки здесь составляет 2.5-3 м, глубина – 0.7-0.8 м, скорость течения – 0.03 м/с, дно илистое. Водная растительность представлена рдестом курчавым (*Potamogeton crispus*), стрелолистом (*Sagittaria* sp.), элодеей канадской (*Elodea canadensis*). Зарастаемость здесь чуть ниже – 40%, доминирует рдест курчавый (*Potamogeton crispus*; фото 5).



Фото 5. Река Волгуша, станция № 5. **Photo 5.** The Volgusha river, station № 5.

На месте отбора проб проводили определение рН воды и общую минерализацию с помощью портативного рН-метра Hanna, температуру воды и содержание растворенного кислорода измеряли термооксиметром МАРК 2.

Химические анализы воды по показателям: азот аммонийный, нитриты, нитраты, фосфаты, перманганатная окисляемость, хлориды, общая жесткость, сульфаты – проводили по аттестованным методикам (Новиков, 1990; табл. 1).

Таблица 1. Методики определения гидрохимических показателей. **Table 1.** Methods of hydrochemical indices measuring.

Показатель	Шифр методики	Название методики	Диапазон, мг/дм ³
Азот аммонийный	ПНД Ф 14.1.1-95	Методика выполнения измерений массовой концентрации аммонийного азота в природных и сточных водах с реактивом Нesslerа	0.05-1 1-4
Нитриты	ПНД Ф 14.1:2.3-95	Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах с реактивом Грисса	0.02-0.05 0.05-0.09 0.09-0.2 0.2-0.3
Нитраты	ПНД Ф 14.1:2.4-95	Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрат-ионов в природных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой	0.1-0.3 0.3-10
Фосфаты	ПНД Ф 14.1:2.112-97	Методика выполнения измерений фосфат-ионов в пробах природных и сточных вод фотометрическим методом	0.05-0.50 0.5-1
Перманганатная окисляемость	ПНД 10.1:2.27-96	Методика выполнения измерений перманганатной окисляемости в природных и очищенных сточных водах титриметрическим методом	0.25-1 1-10 10-100
Хлориды	ПНД Ф 14.1:2.96-97	Методика выполнения измерений содержания хлоридов в пробах природных и сточных вод аргентометрическим методом	10-25 25-50 50-250
Сульфаты	РД 52.24.401-2006	Массовая концентрация сульфатов в водах. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с нитратом свинца	30-300

Пробы воды, донных отложений и макрофитов для анализа на загрязненность отбирали по 5 станциям в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 ... (2010). Отбор и хранение донных отложений проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.01-80 ... (2010). Анализ образцов воды, донных отложений и макрофитов на содержание тяжелых металлов

проводился на атомно-абсорбционном спектрофотометре «КВАНТ-2А».

Полученные результаты сравнивали с ПДК_в (предельно допустимая концентрация – санитарно-гигиенический норматив) и ОДК (ориентировочно допустимая концентрация – временный гигиенический регламент максимального допустимого содержания экзогенного химического вещества в донных отложениях, определяемый расчетным путем (Постановление ..., 2009)).

Результаты и обсуждение

Режим растворенных в реке газов обусловлен изменением в течение года температуры воды, интенсивности процессов фотосинтеза и окисления органического вещества, питания реки, скорости течения, объема водного стока.

Для р. Волгуши характерен благоприятный кислородный режим. Весной в половодье на большинстве участков реки содержание кислорода в воде не опускалось ниже 7.6 на 2 станции, в зоне влияния автотрассы, а максимальное значение достигало 9.3 мг О₂/дм³ в районе устья, на 5 станции.

Летом показатели кислорода незначительно снижаются до 6.9-8.6 мг О₂/дм³, что происходит в основном за счет развития водной растительности. Осенью содержание растворенного кислорода в воде почти такое же, как и весной, и колеблется в пределах 7.5-9.2 мг О₂/дм³.

Перманганатная окисляемость характеризует содержание в воде легко окисляемых органических веществ и позволяет судить о степени органического загрязнения вод. Перманганатная окисляемость равнинных рек, не подверженных сильному органическому загрязнению, колеблется в пределах 5-12 мг О₂/дм³ (Никаноров, Посохов, 1985).

За время исследований перманганатная окисляемость воды в р. Волгуше в вегетационный период колебалась в широких пределах от 1.2 мг О₂/дм³ до 6.7 мг О₂/дм³. Максимальные значения перманганатной окисляемости наблюдали на 2 и 4 станциях, в районах с повышенной антропогенной нагрузкой, они составили 6.5 и 6.7 мг О₂/дм³ соответственно. На 3 станции в условиях повышенного течения и в устье реки на 5 станции наблюдали минимальные значения перманганатной окисляемости – 1.2 и 1.4 мг О₂/дм³ соответственно. Существенных различий перманганатной окисляемости по сезонам не прослеживалось.

Вода р. Волгуши по соотношению основных ионов к гидрокарбонатному классу группы кальция относится к водам со средней минерализацией.

За время исследований минерализация воды в р. Волгуше колебалась незначительно – 400-480 мг/дм³ (табл. 2). Минимальная величина характерна для истока – 400 мг/дм³, далее по течению минерализация возрастает, но незначительно. Сильных изменений минерализации по сезонам нет.

В процессе исследований водородный показатель воды на всем протяжении реки Волгуши держался в пределах 7.3-8.8, что характерно для малых рек Подмосковья. Вода в реке Волгуше имеет тенденцию незначительного увеличения рН во время осенних паводков (табл. 2).

Сезонная динамика биогенов в воде. Воздействие факторов, определяющих содержание минерального азота и фосфора в реке, изменчиво во времени и пространстве, поэтому в период исследований режим биогенов в р. Волгуше различался, особенно в зоне сильной антропогенной нагрузки. Содержание в природной воде нитратных ионов обычно невелико, для незагрязненных рек оно составляет 0.1-0.5 мг/дм³. В малых реках, куда стекают воды с пашен и сточные воды из населенных мест, содержание нитратов может достигать 5-10 мг/дм³ при ПДК_{рв}=40 мг/дм³ (Брызгалова, 2005).

Содержание нитритных ионов в речной воде более низкое, чем нитратных (до 0.01 мг/дм^3), и только в загрязненных реках оно может повыситься до 0.05 мг/дм^3 , редко выше ($\text{ПДК}_{\text{рв}}=0.08 \text{ мг/дм}^3$). Для водных объектов рыбохозяйственного ПДК ионов аммония составляет 0.5 мг/дм^3 . Увеличение концентрации аммонийного азота обычно является показателем свежего загрязнения.

Таблица 2. Физико-химические показатели воды р. Волгуши. **Table 2.** Physical and chemical indicators of the river Volgusha's water.

№ станции	Весна				Лето				Осень			
	pH	t°C	O ₂ (мг/л)	Минерализация (мг/дм ³)	pH	t°C	O ₂ (мг/л)	Минерализация (мг/дм ³)	pH	t°C	O ₂ (мг/л)	Минерализация (мг/дм ³)
1	7.9	14.3	7.7	410	7.8	20	7.3	400	8.1	4.5	7.6	425
2	7.3	16.1	7.6	470	7.7	22.2	7.1	455	8.5	4.2	7.5	485
3	8.3	13	8.5	450	8.4	18.3	6.9	440	8.8	3.2	8.2	465
4	7.7	15	8.1	465	8.5	19.1	7.8	440	8.7	3.4	8.2	450
5	7.5	3.6	9.3	475	7.9	23.5	8.6	450	8.3	8.8	9.2	480

За вегетационный период 2015 года концентрация ионов аммония в воде на всем протяжении р. Волгуши была в пределах $0.01\text{-}0.9 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 2). Минимальные значения прослеживались в районе истока (1 станция) и на участке реки с заметно повышенным течением (3 станция) – 0.01 и 0.03 мг/дм^3 соответственно. Максимальные концентрации, превышающие ПДК в 2 раза, были выявлены в зоне влияния автотрассы (станция 2). Незначительные превышения ПДК также наблюдались и на 4 станции в летний период, содержание аммонийного азота здесь составило 0.6 мг/дм^3 .

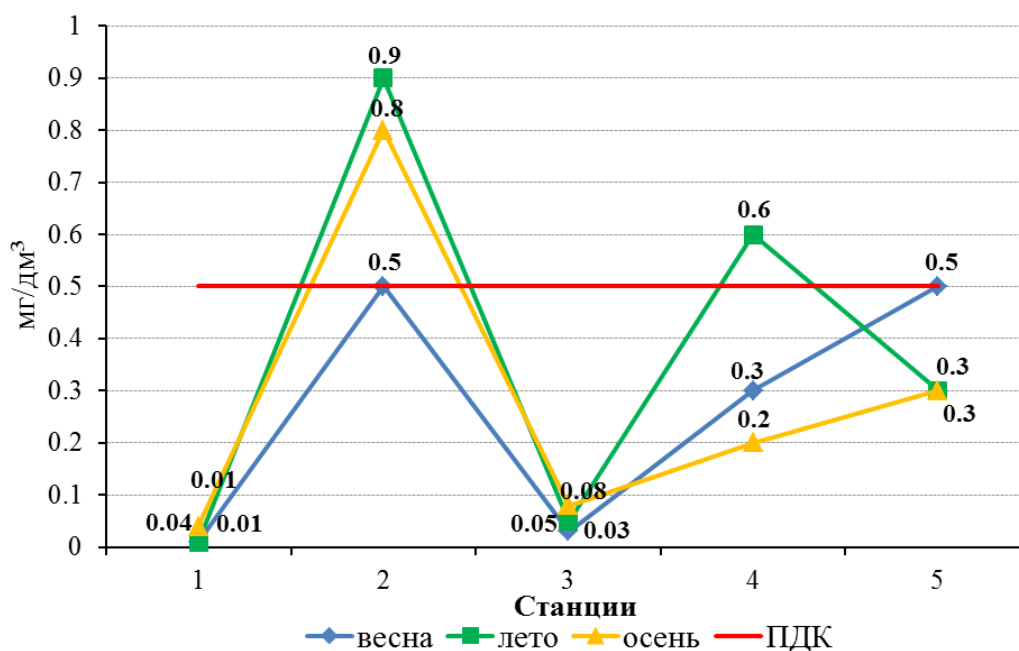


Рис. 2. Содержание аммонийного азота в воде р. Волгуши (мг/дм^3). **Fig. 2.** Content of ammonium nitrogen in the river Volgusha's water (mg/dm^3).

Концентрация нитрит-ионов в воде (рис. 3) была в пределах 0.001-0.4 мг/дм³. За весь период исследований превышение отмечалось лишь на 2 станции весной и летом – до 5 ПДК, что, вероятно, связано с локальным загрязнением реки.

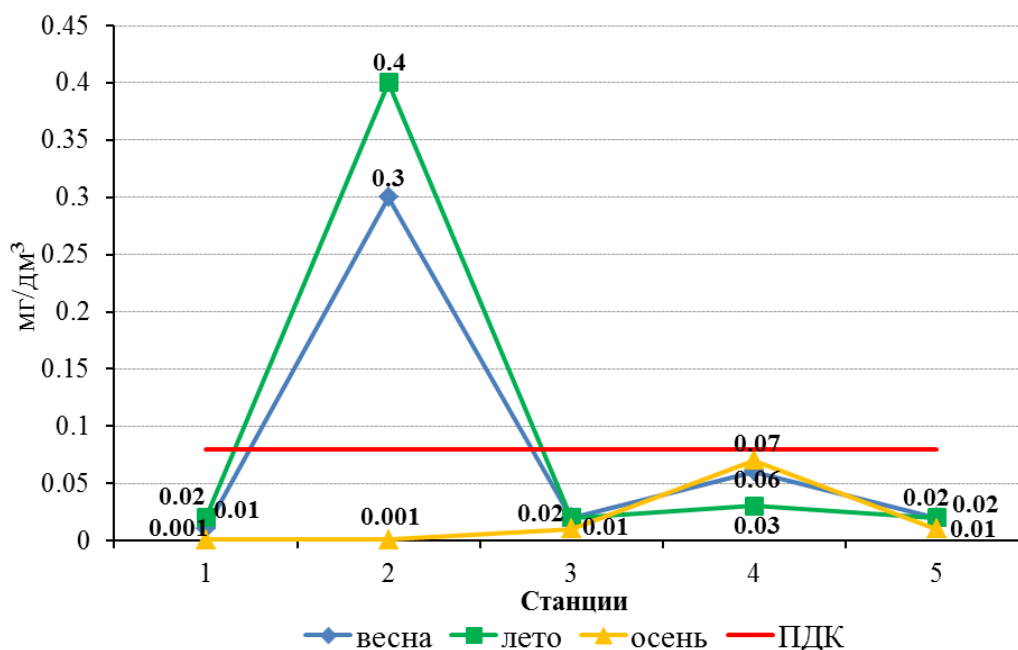


Рис. 3. Содержание нитритов в воде р. Волгуши (мг/дм³). **Fig. 3.** Nitrites content in the river Volgusha's water (mg/dm³).

Содержание нитрат-ионов в воде (рис. 4) на всех станциях реки не превышало ПДК за исключением 4 станции в осенний период, где отмечено лишь незначительное превышение ПДК (45 мг/дм³).

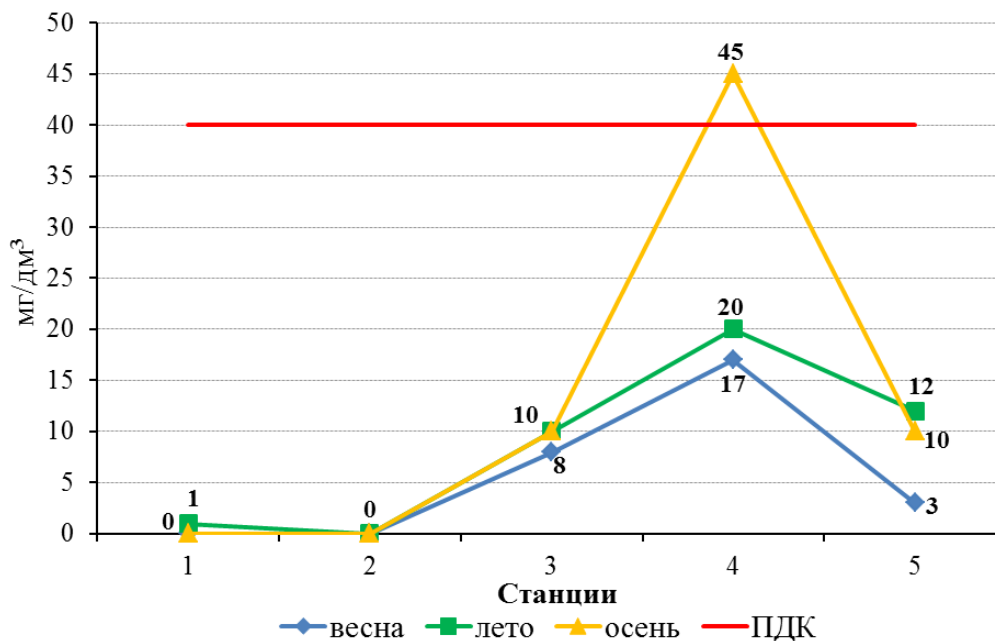


Рис. 4. Содержание нитратов в воде р. Волгуши (мг/дм³). **Fig. 4.** Nitrates content in the river Volgusha's water (mg/dm³).

Содержание фосфат-ионов было не выше 1.1 мг/дм^3 (рис. 5), концентрация неорганических соединений фосфора обычно не превышала $0.05\text{-}0.1 \text{ мг/дм}^3$ (Моржухина, 2000). Содержание фосфатов весной на 1 станции, в районе истока, незначительно превышало ПДК ($\text{ПДК}_{\text{рв}}=0.15 \text{ мг/дм}^3$) – 0.2 мг/дм^3 . Максимальные концентрации фосфат-ионов (до 7 $\text{ПДК}_{\text{рв}}$) зафиксированы в летний период в месте впадения р. Икшанки со сточными водами с очистных сооружений п. Деденево. Также превышения ПДК были в районе автодороги в весенний и летний периоды.

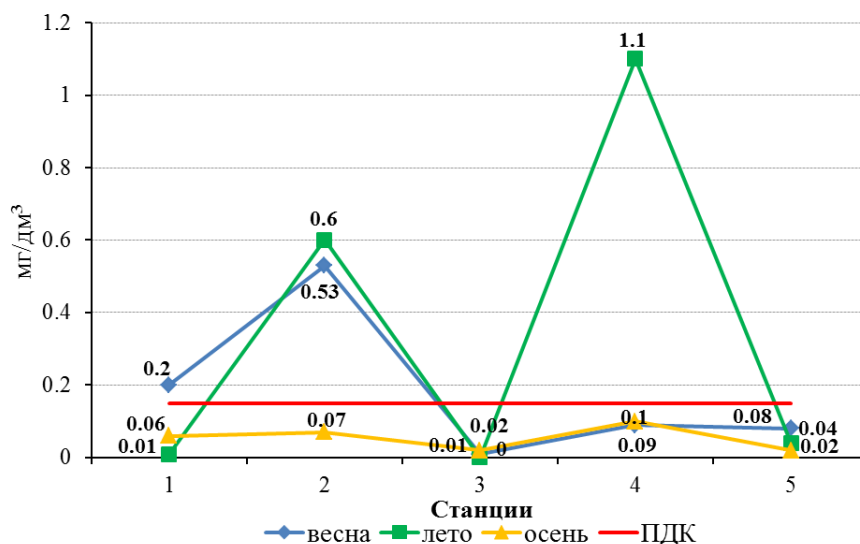


Рис. 5. Содержание фосфатов в воде р. Волгуши (мг/дм^3). **Fig. 5.** Phosphates content in the river Volgusha's water (mg/dm^3).

Содержание хлор-ионов в воде р. Волгуши было в пределах $11\text{-}124.3 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 6). Максимальные величины характерны на участке впадения р. Икшанки – 124.3 мг/дм^3 . Значительные концентрации наблюдали в районе истока, причины превышения неизвестны.

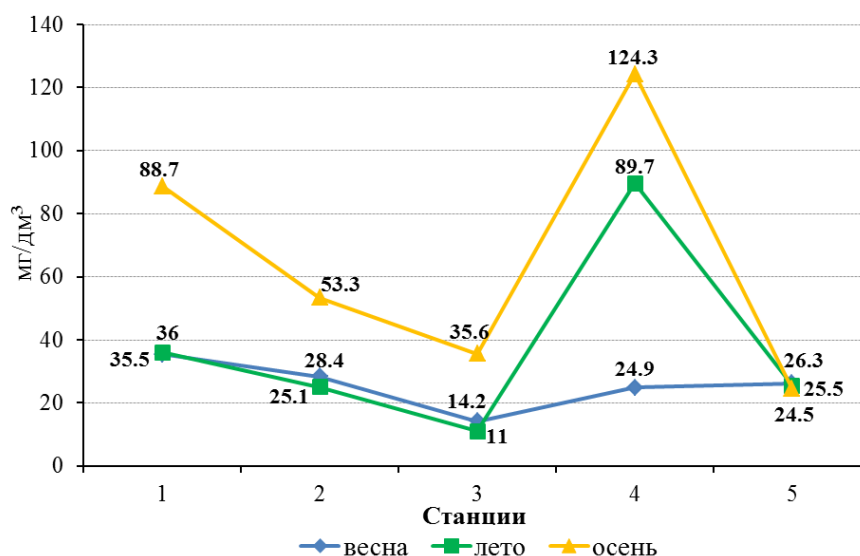


Рис. 6. Содержание хлоридов в воде р. Волгуши ($\text{ПДК}=300 \text{ мг/дм}^3$). **Fig. 6.** Chlorides content in the river Volgusha's water ($\text{MPC}=300 \text{ mg/dm}^3$).

Содержание сульфатов уже на 1 станции, в районе истока, весной и летом достигало 124 мг/дм^3 при ПДК= 100 мг/дм^3 , но осенью концентрация снизилась в 4 раза. В зоне влияния автодороги наблюдалось максимальное за весь период исследований содержание сульфатов – до 5 ПДК. Превышение ПДК по сульфатам отметили в осенние и летние периоды в районе впадения р. Икشانки. На 3 и 5 станциях значение концентраций сульфатов было незначительным (рис. 7). Таким образом, максимальные концентрации изучаемых химических элементов были выявлены на станциях 2 и 4, подверженных наибольшей антропогенной нагрузке.

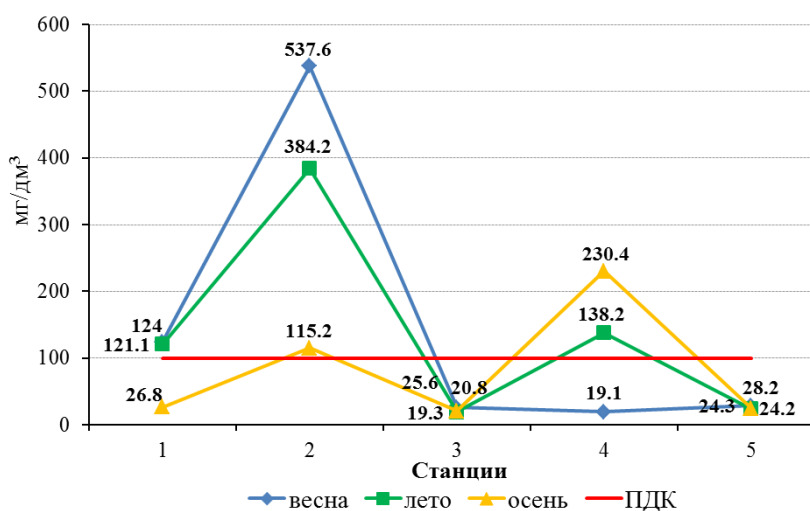


Рис. 7. Содержание сульфатов в воде р. Волгуши (мг/дм^3). **Fig. 7.** Sulphates content in the river Volgusha's water (mg/dm^3).

Сезонная динамика тяжелых металлов в воде. За весь период исследования содержание металлов (Cu, Cd, Ni, Pb и Zn, Mn; рис. 8-13), за исключением никеля и кадмия, превышало ПДК на всех станциях. Самые большие превышения наблюдались в весенний период на станциях вблизи дорог и в зоне влияния стоков с очистных сооружений: Mn – 2, Pb – 2.5-4, Zn – 10 ПДК, что связано со сходом в реку талых вод с водосборной площади и сточных вод.

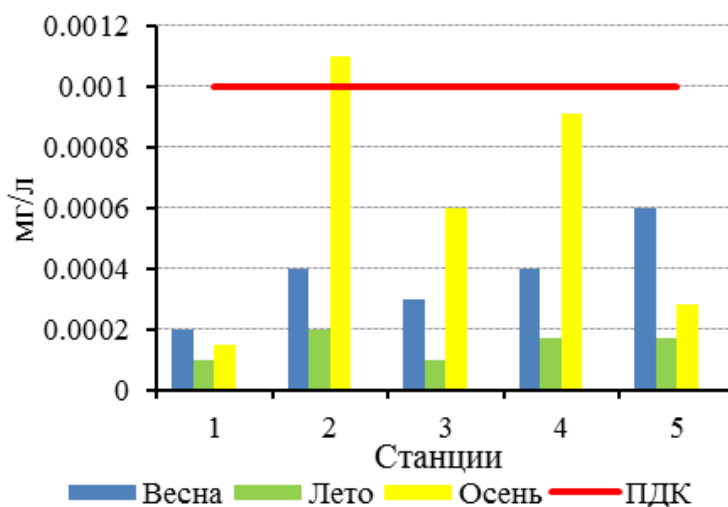


Рис. 8. Содержание меди в воде р. Волгуши. **Fig. 8.** Copper content in the river Volgusha's water.

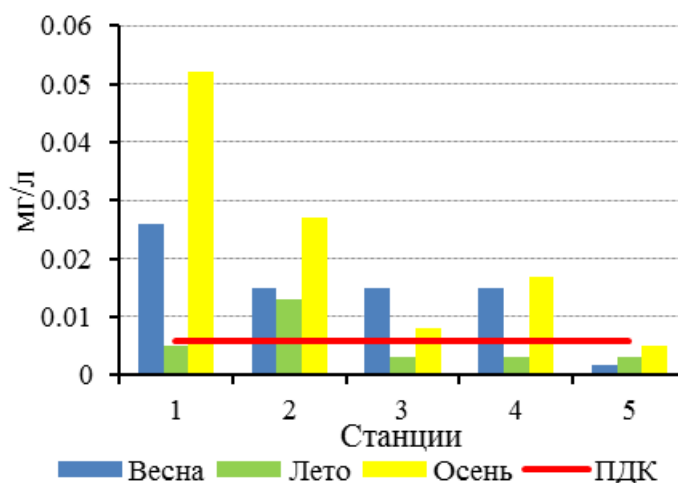


Рис. 9. Содержание свинца в воде р. Волгуши. **Fig. 9.** Lead content in the river Volgusha's water.

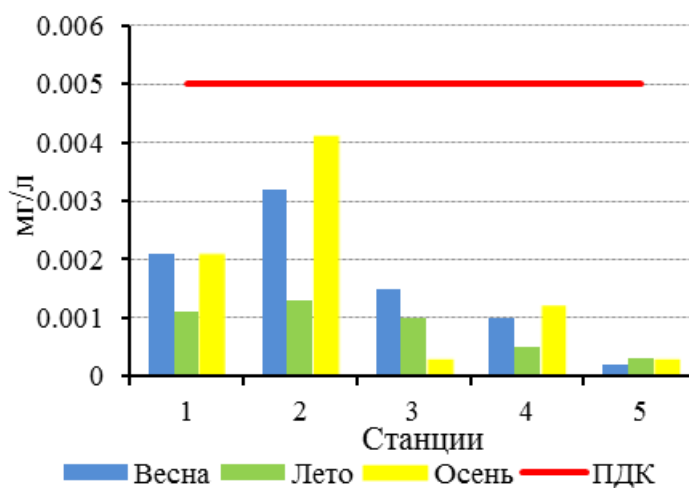


Рис. 10. Содержание кадмия в воде р. Волгуши. **Fig. 10.** Cadmium content in the river Volgusha's water.

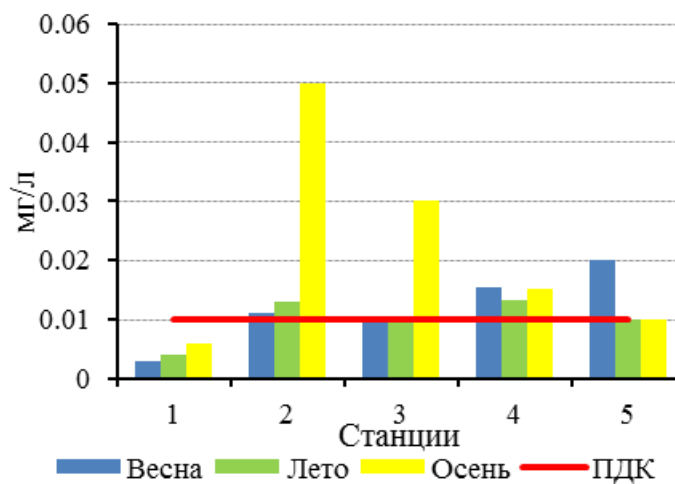


Рис. 11. Содержание марганца в воде р. Волгуши. **Fig. 11.** Manganese content in the river Volgusha's water.

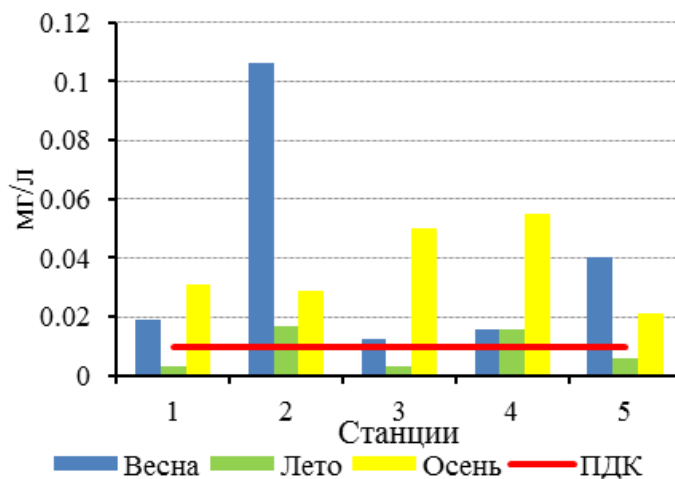


Рис. 12. Содержание цинка в воде р. Волгуши. **Fig. 12.** Zinc content in the river Volgusha's water.

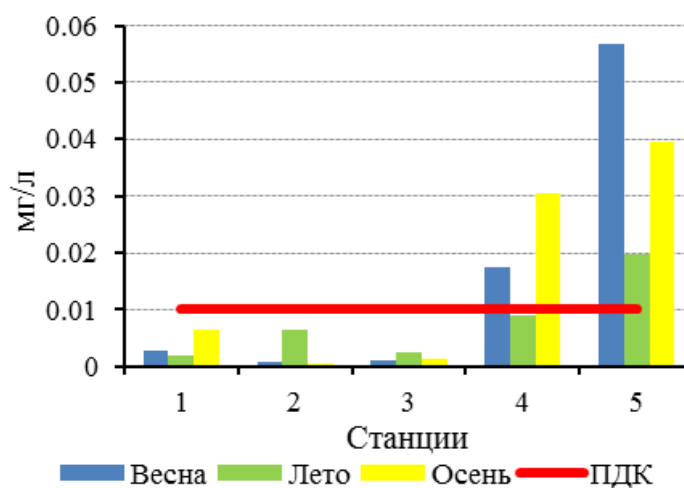


Рис. 13. Содержание никеля в воде р. Волгуши. **Fig. 13.** Nickel content in the river Volgusha's water.

Летом концентрации тяжелых металлов снизились и не превышали 2 ПДК. Осенью, в период паводков, концентрация цинка возросла до 3, марганца до 7, свинца до 8.5 ПДК.

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях на всем протяжении реки не превышало ОДК (рис. 14-19), но при этом было на порядок выше, чем в воде: марганец – 200-500 мг/кг, медь – 6.3-8.6 мг/кг, цинк – 16-20 мг/кг, никель – 4-6 мг/кг, кадмий – 0.05-0.5 мг/кг, свинец – 0.1-4.3 мг/кг.

Корреляционная связь между содержанием тяжелых металлов в воде и в донных отложениях р. Волгуши не установлена.

При этом выявлена корреляционная связь между аккумуляцией тяжелых металлов в донных отложениях и скоростью течения реки. За весь период исследований прослеживалась статистически значимая, с вероятностью 0.99, высокая обратная корреляционная связь между содержанием в донных отложениях и скоростью течения р. Волгуши у меди ($r=-0.9$) и у свинца ($r=-0.7$). У четырех металлов (Cd, Mn, Ni, Zn) за весь период прослеживалась статистически значимая, с вероятностью 0.9, средняя обратная корреляционная связь ($r=-0.6$) между содержанием данных металлов в донных отложениях и скоростью течения реки.

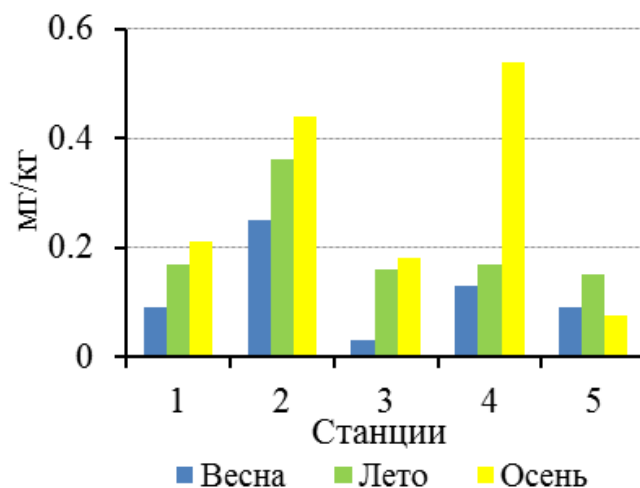


Рис. 14. Содержание кадмия в донных отложениях р. Волгуши (ОДК=1 мг/кг).

Fig. 14. Cadmium content in the river Volgusha's sediments (APC=1 mg/kg).

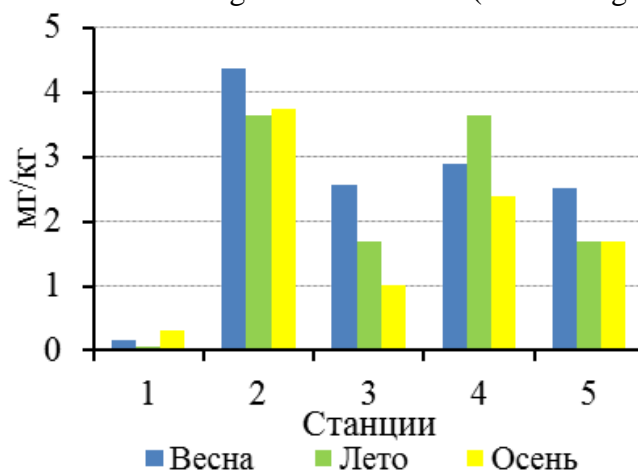


Рис. 15. Содержание свинца в донных отложениях р. Волгуши (ОДК=65 мг/кг).

Fig. 15. Lead content in the river Volgusha's sediments (APC=65 mg/kg).

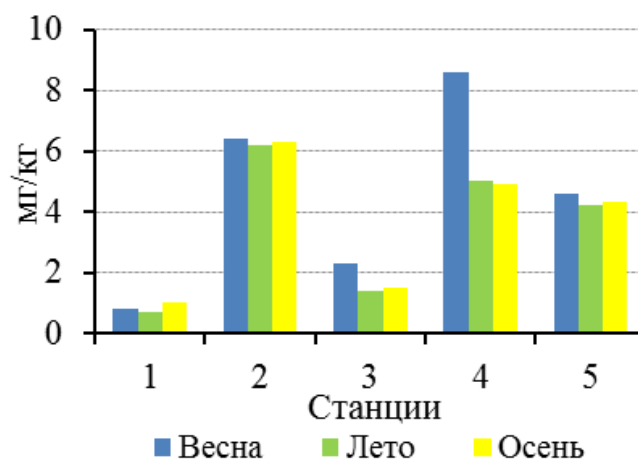


Рис. 16. Содержание меди в донных отложениях р. Волгуши (ОДК=66 мг/кг).

Fig. 16. Copper content in the river Volgusha's sediments (APC=66 mg/kg).

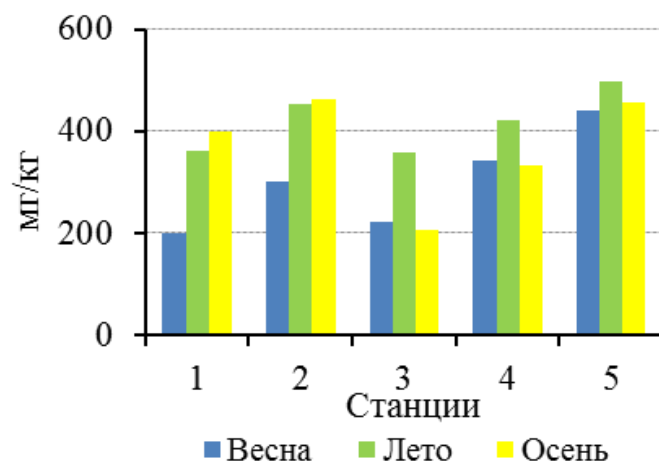


Рис. 17. Содержание марганца в донных отложениях р. Волгуши (ОДК=1500 мг/кг).

Fig. 17. Manganese content in the river Volgusha's sediments (APC=1500 mg/kg).

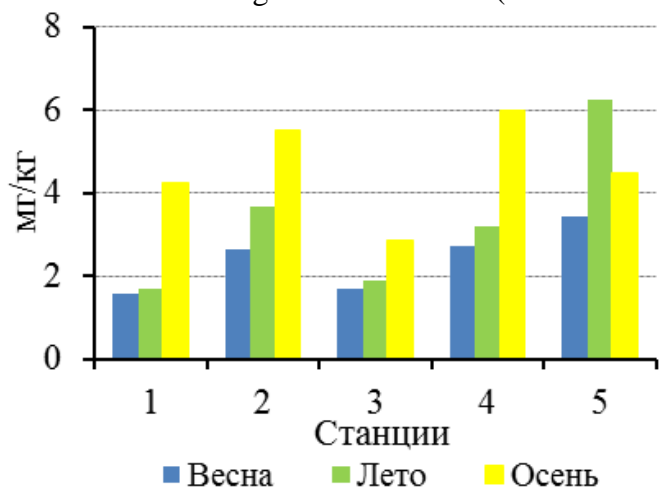


Рис. 18. Содержание никеля в донных отложениях р. Волгуши (ОДК=40 мг/кг).

Fig. 18. Nickel content in the river Volgusha's sediments (APC=40 mg/kg).

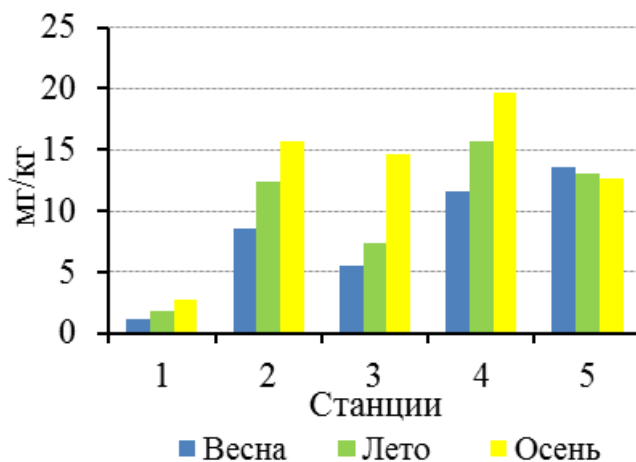


Рис. 19. Содержание цинка в донных отложениях р. Волгуши (ОДК=110 мг/кг).

Fig. 19. Zinc content in the river Volgusha's sediments (APC=110 mg/kg).

Таким образом, установлено, что чем меньше скорость течения, тем более интенсивно происходит аккумуляция тяжелых металлов в донных отложениях.

Как видно из анализа результатов, одним из основных факторов накопления тяжелых металлов в донных отложениях являются не высокие концентрации металлов в воде, а особенности гидрологического режима реки – при увеличении скорости течения интенсивность процессов седиментации и аккумуляции металлов в донных отложениях снижается.

Содержание тяжелых металлов в макрофитах. Макрофиты являются мощным фактором средообразования и при этом служат доступным показателем ряда параметров состояния водоемов и процессов, в них происходящих.

При анализе степени накопления тяжелых металлов макрофитами из разных экологических групп (рис. 20-25) выявлена следующая закономерность: погруженные макрофиты, такие как элодея канадская, рдест гребенчатый и рдест курчавый, накапливают тяжелые металлы более интенсивно (от 0.4 до 92 мг/кг). Для элодеи канадской по большинству анализируемых металлов установлены максимальные концентрации, что определяется ее высокой аккумуляющей способностью в отношении микроэлементов, особенно сильно проявляющейся в условиях доминирования в фитоценозе.

Аккумуляция тяжелых металлов в гидрофитах с плавающими листьями и гелофитах происходит с наименьшей интенсивностью.

Металлы по величине их концентрации в макрофитах располагаются в следующем порядке: $Mn > Cu > Pb > Zn > Ni > Cd$. В наибольшей степени макрофиты перехватывают марганец, что, по-видимому, обусловлено его высоким содержанием в воде и донных отложениях. В наименьшей степени аккумулируется кадмий, его концентрации и в воде и в донных отложениях за весь период исследований были незначительны.

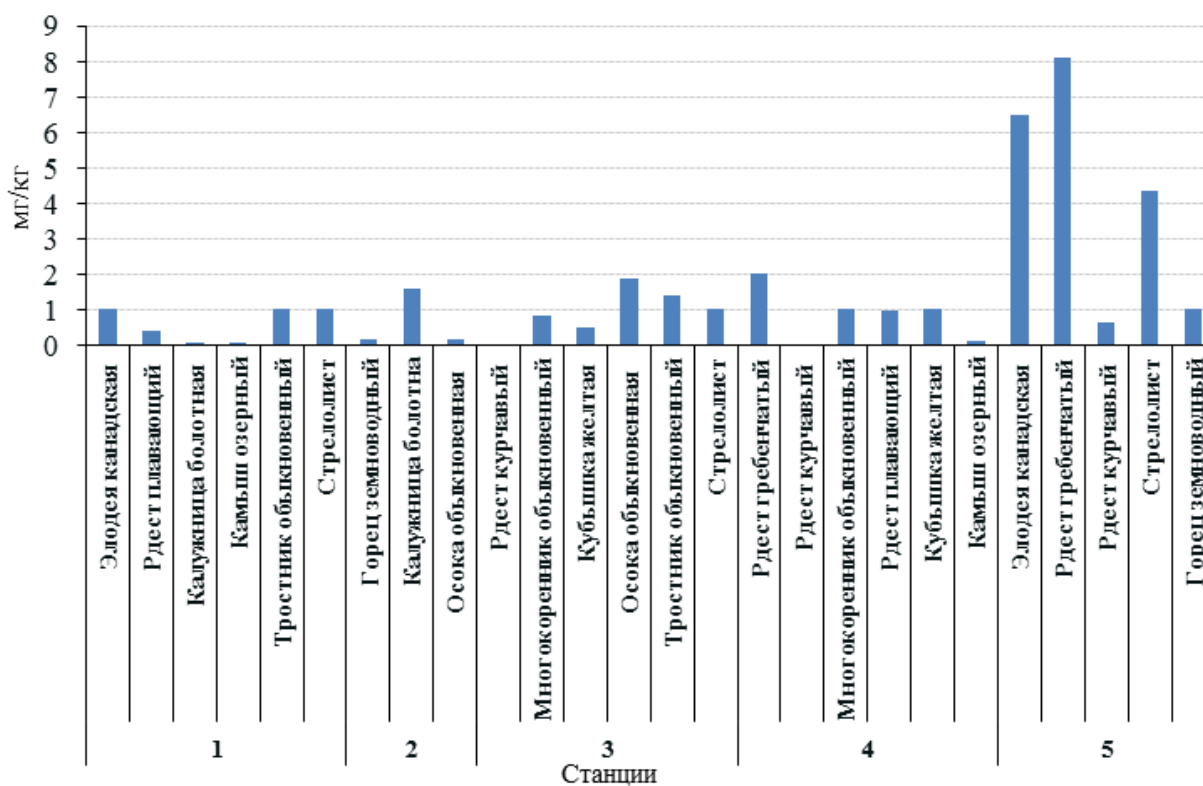


Рис. 20. Содержание кадмия в макрофитах р. Волгуши. **Fig. 20.** Cadmium content in the river Volgusha's aquatic vegetation.

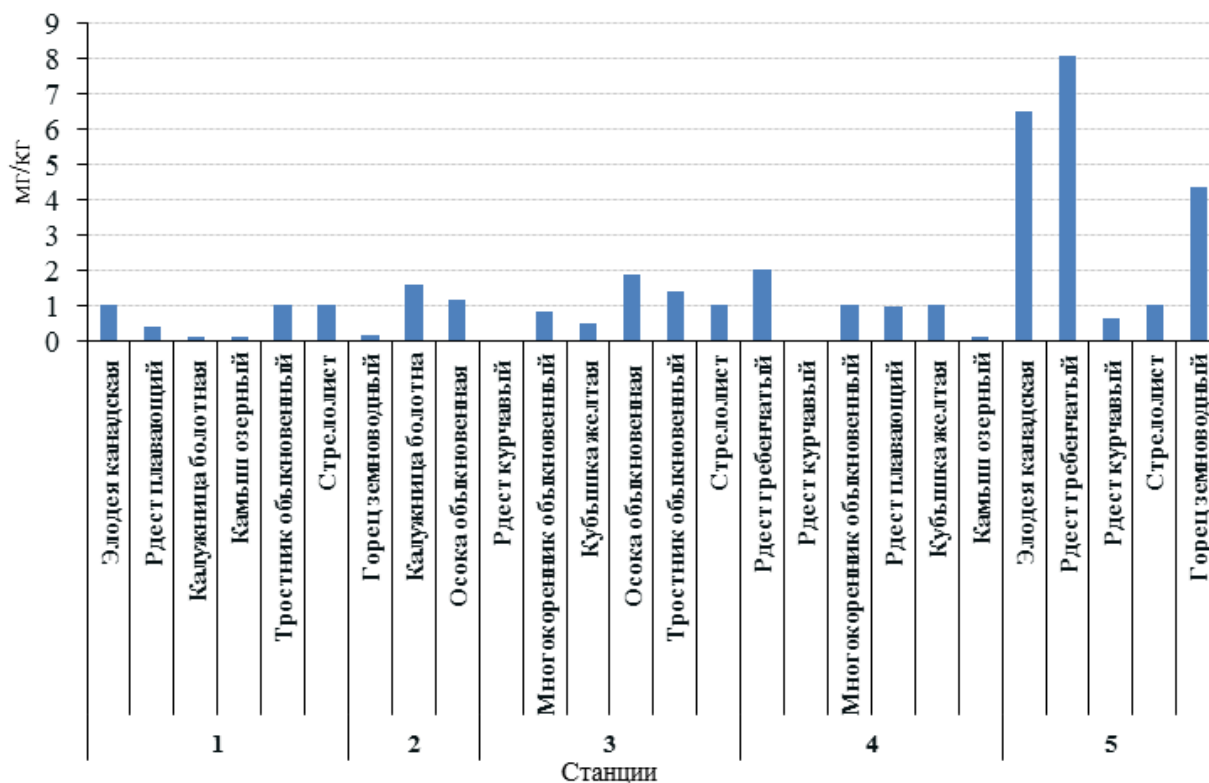


Рис. 21. Содержание никеля в макрофитах р. Волгуши. **Fig. 21.** Nickel content in the river Volgusha's aquatic vegetation.

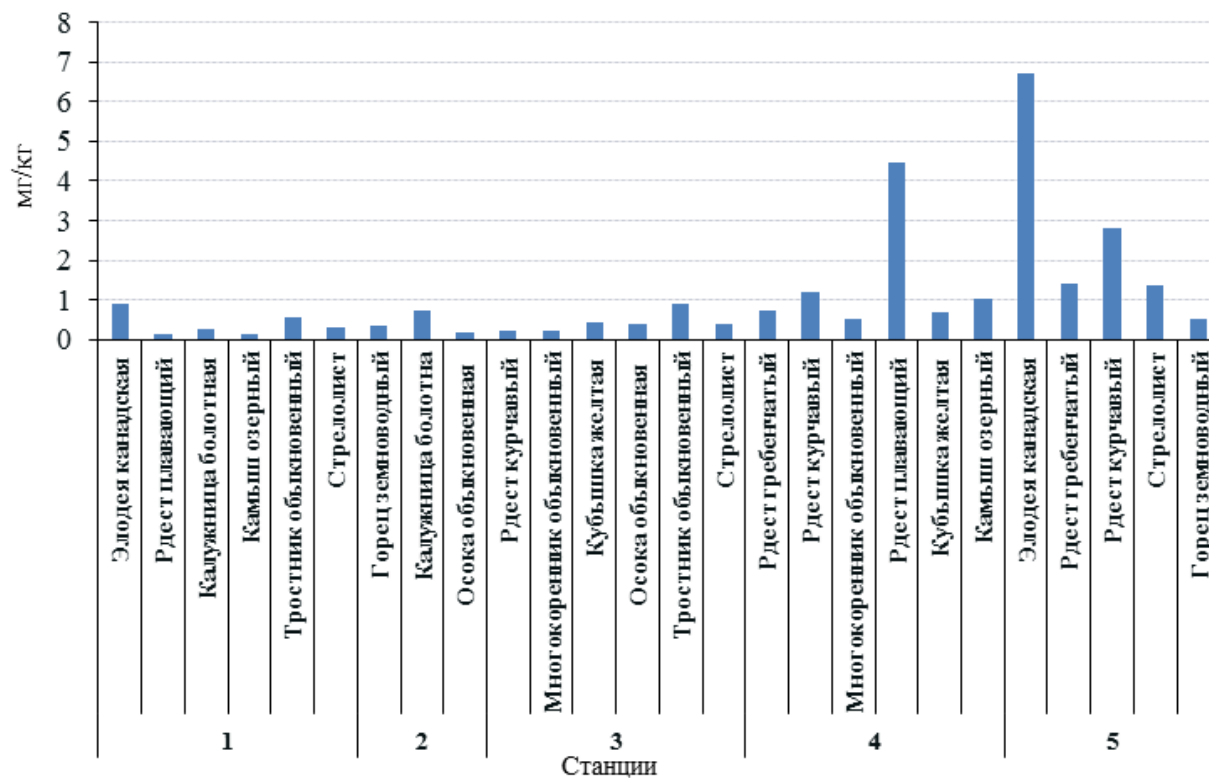


Рис. 22. Содержание свинца в макрофитах р. Волгуши. **Fig. 22.** Lead content in the river Volgusha's aquatic vegetation.

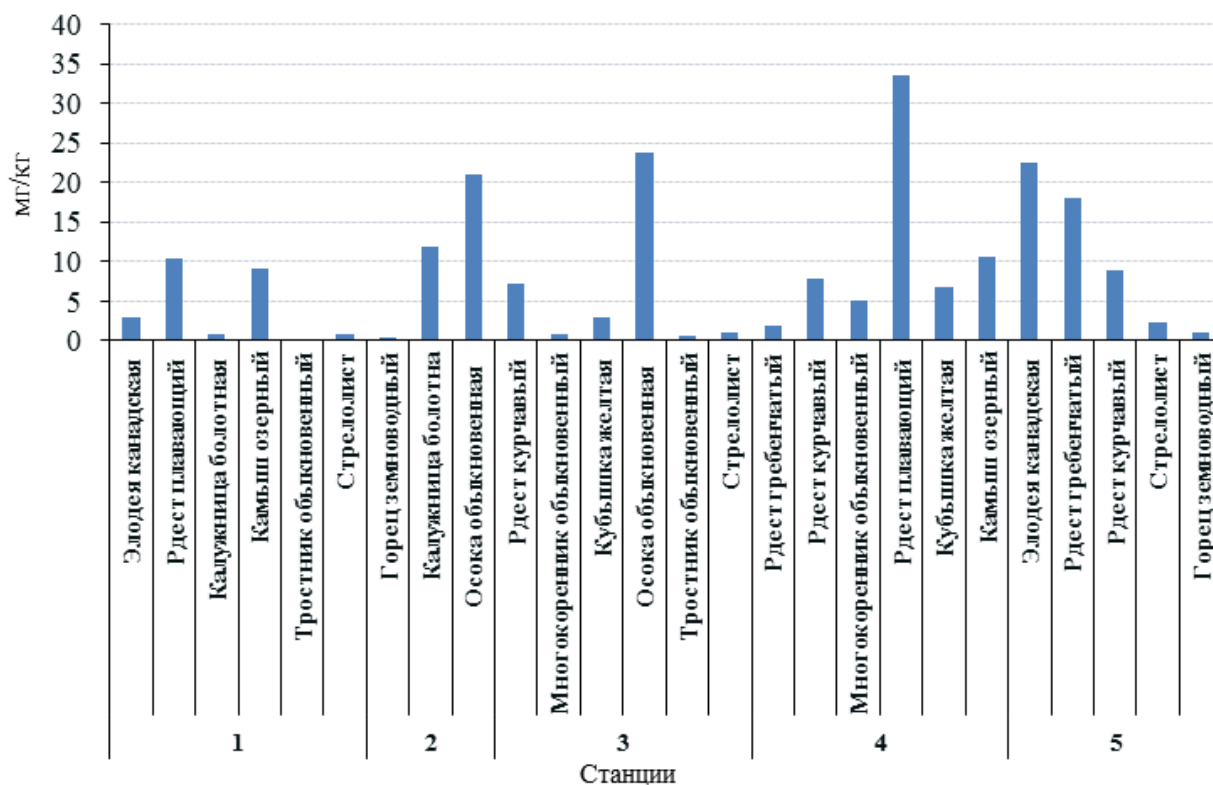


Рис. 23. Содержание цинка в макрофитах р. Волгуши. **Fig. 23.** Zinc content in the river Volgusha's aquatic vegetation.

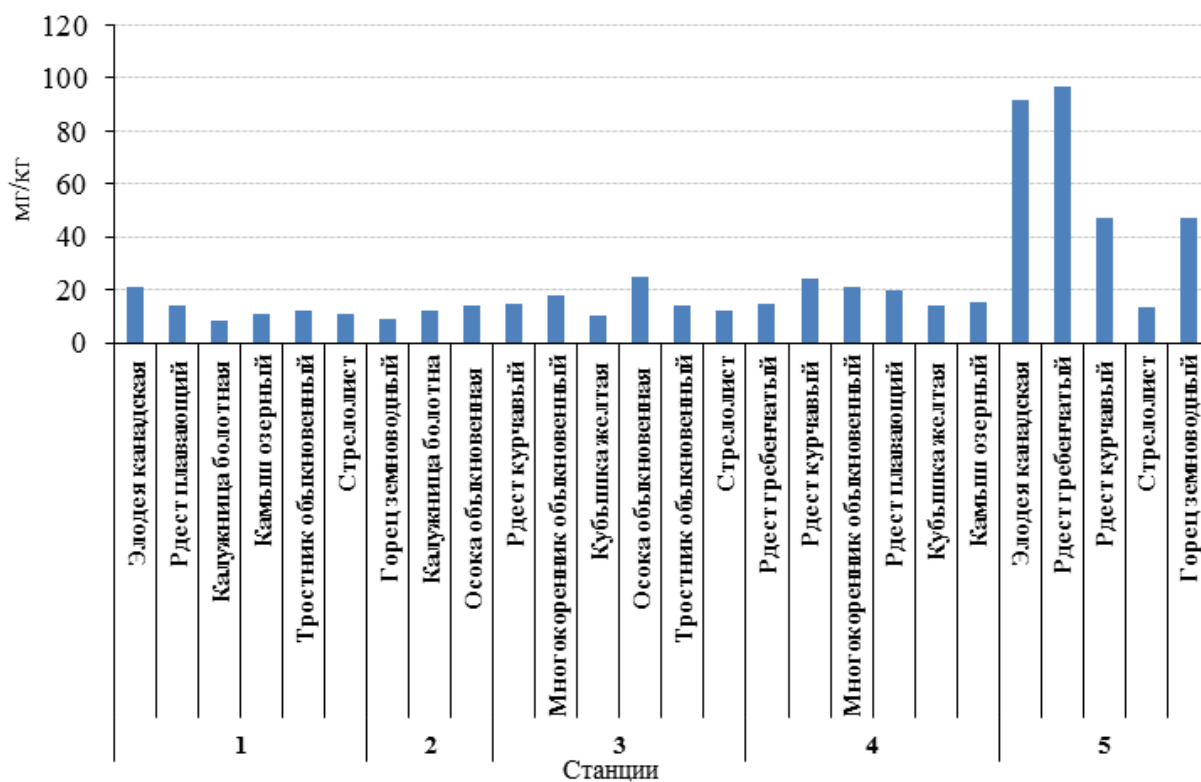


Рис. 24. Содержание марганца в макрофитах р. Волгуши. **Fig. 24.** Manganese content in the river Volgusha's aquatic vegetation.

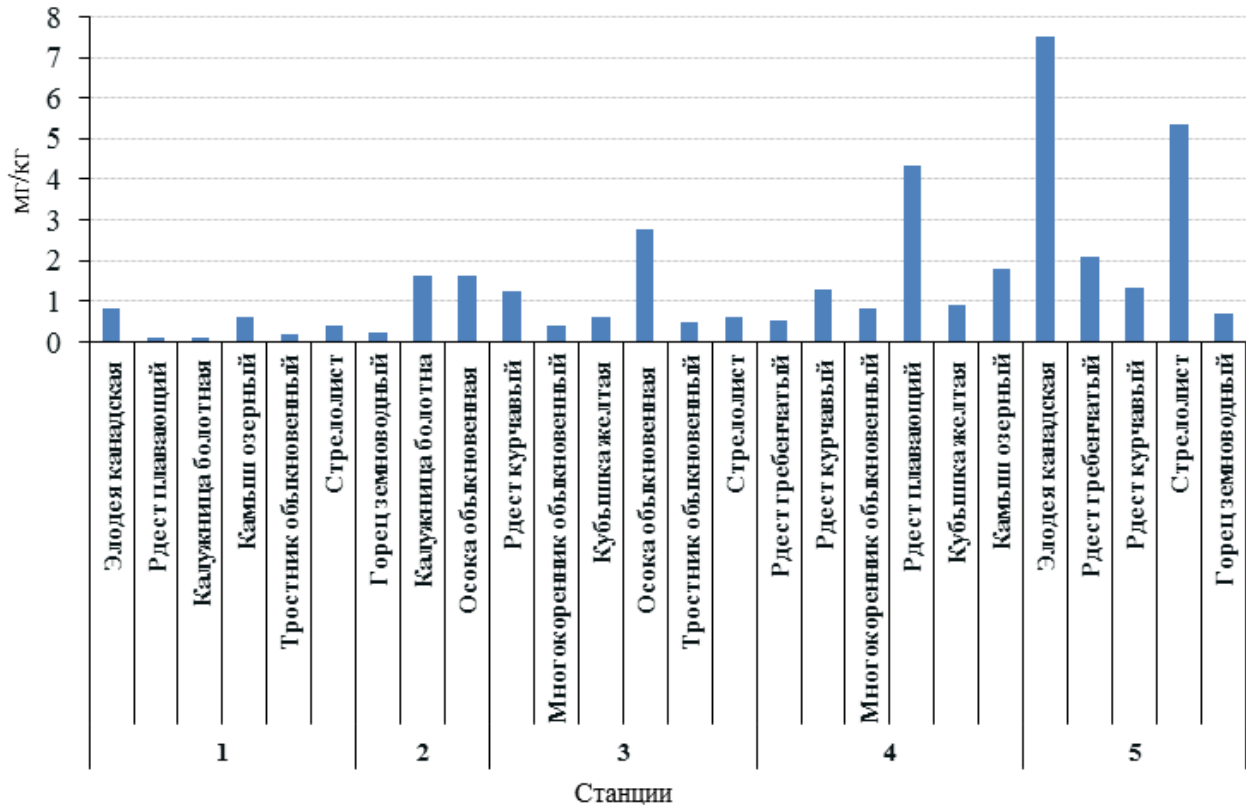


Рис. 25. Содержание меди в макрофитах р. Волгуши. **Fig. 25.** Copper content in the river Volgusha's aquatic vegetation.

В целом распределение тяжелых металлов по величине их концентрации в макрофитах аналогично распределению в донных отложениях; исключение составляет свинец, который накапливается в макрофитах в большей степени, чем в донных отложениях.

Наибольшие концентрации тяжелых металлов в макрофитах были установлены на устьевом участке реки. Он расположен в равнинной части и характеризуется замедленным течением. Это дает основание полагать, что величина аккумуляции макрофитом тяжелого металла зависит не только от его концентрации в воде, но и от условий его произрастания, скорости течения в том числе.

Заключение

Результаты гидрохимических исследований р. Волгуши показали, что максимальные концентрации биогенных элементов, сульфатов и хлоридов выявлены на станциях 2 и 4, подверженных наибольшей антропогенной нагрузке, в период весеннего половодья и осенних паводков.

Содержание всех рассмотренных тяжелых металлов в воде р. Волгуши, за исключением кадмия, за весь период исследования превышало ПДК. Самые значительные превышения наблюдались в весенний и осенний периоды, что связано с поступлением в реку талых и паводковых вод с водосборной площади. Повышенные концентрации тяжелых металлов в воде приурочены к участку реки, находящемуся в непосредственной близости от автодороги.

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях, на всем протяжении реки не превышало ОДК. Следует отметить, что их содержание в донных отложениях реки Волгуши на порядок выше, чем в воде. У двух металлов (Pb, Cu) наблюдается высокая, а у четырех (Cd, Mn, Ni, Zn) – средне выраженная значимая обратная корреляционная связь между

скоростью течения и количеством накопления тяжелых металлов в донных отложениях, то есть можно говорить о том, что с уменьшением скорости течения реки металлы в донных отложениях накапливаются более интенсивно.

Выявлена существенная роль макрофитов, в первую очередь погруженных, таких как элодея канадская и рдест гребенчатый в аккумуляции тяжелых металлов. В целом распределение тяжелых металлов в макрофитах аналогично их распределению в донных отложениях, исключение составляет свинец, который больше перехватывается макрофитами, чем аккумулируется донными отложениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Брызгалова Е.В.* 2005. Экология Подмосковья: энциклопедическое пособие. М.: Современные тетради. 5-е изд. 560 с.
- Вагнер Б.Б.* 2006. Реки и озера Подмосковья. М.: Вече. 480 с.
- Манихин В.И., Никаноров А.М.* 2001. Растворенные и подвижные формы тяжелых металлов в донных отложениях пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеоиздат. 183 с.
- Моржухина С.В.* 2000. Геохимическая оценка загрязнения малых рек (на примере реки Сестра Московской области). Автореферат диссертации на соискание ... канд. хим. наук. М. 22 с.
- Никаноров А.М., Посохов Е.В.* 1985. Гидрохимия. Л.: Гидрометеоиздат. 232 с.
- Новиков Ю.В., Ласточкин К.О.* 1990. Методы исследования качества воды водоемов. М.: Медицина. 399 с.
- Генеральный план городского поселения Деденево Дмитровского муниципального района Московской области. Положение о территориальном планировании. 2012. 61 с. [Электронный ресурс <http://www.mydedenevo.ru/?id=94>].
- ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. 2010. М.: Стандартинформ. [Электронный ресурс <http://www.docload.ru/Basesdoc/9/9212/index.htm>].
- ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб. 2010. М.: Стандартинформ. [Электронный ресурс <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51592-2000>].
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 18 мая 2009 г. № 32. «Об утверждении гигиенических нормативов» ГН2.1.7.2511-09.
- Схема развития и размещения особо охраняемых природных территорий в Московской области от 11 февраля 2009 г. № 106/5. [Электронный ресурс <http://docs.cntd.ru/document/895204165>].

HYDROCHEMICAL ASSESSMENT OF THE VOLGUSHA RIVER

© 2017. **A.I. Ivanova***, **N.V. Kuznetsova***, **G.A. Lazareva****

**Dmitrov Fish-Industry Technological Institute*

Russia, 141821, Moscow Region, Dmitrov District, Rybnoye, 36. E-mail: natashak.82@mail.ru

***Moscow Region University "Dubna"*

Russia, 141982, Moscow Region, Dubna, Universitetskaya Str., 19. E-mail: aii-95@yandex.ru

The paper presents the results of research of the Volgusha river, carried out in the growing season of the year 2015. It provides information on the hydrology of the river sections, where water, sediment and aquatic vegetation samplings were conducted. For the first time the hydrochemical assessment of the ecosystem of the river Volgusha is presented in spatial-temporal dynamics under varying degrees of human impact, as well as materials on the content of heavy metals in water, sediments and aquatic

vegetation of the river). The hydrochemical assessment of the Volgusha river's ecosystem has been made for the first time within the spatial-temporal dynamics under conditions of the different grades of anthropogenic influence.

Keywords: river, heavy metals, sediments, aquatic vegetation, hydrochemical analysis.

УДК 595.95

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ УГРОЗ ПОЗВОНОЧНЫМ ЖИВОТНЫМ ПРИ ГИДРОСТРОИТЕЛЬСТВЕ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЕГИОНЕ¹

© 2017 г. С.А. Подольский*, Д.К. Коцюк**, А.И. Антонов***, М.П. Париллов***

**Институт водных проблем РАН*

Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3. E-mail: sergpod@mail.ru

***Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр*

Россия, 680028, г. Хабаровск, Амурский бульвар, д. 13А. E-mail: tinro@tinro.khv.ru

****Хинганский государственный природный заповедник*

Россия, 676740, Амурская обл., Архаринский р-он, п. Архара, пер. Дорожный, д. 6

E-mail: antonov@hingan.amur.ru, mparilov@mail.ru

В работе проведена инвентаризация и классификация возможных угроз животному населению в случае реализации проекта Нижнезейской ГЭС. Основное внимание уделяется наземным позвоночным. Используются данные многолетних наблюдений в зонах влияния Зейского и Бурейского водохранилищ, а также результаты комплексного зоологического обследования зоны ожидаемого влияния проектируемого Нижнезейского гидроузла, полученные в 2014-2016 гг. в рамках проекта ПРООН/ГЭФ. Угрозы рассматриваются по основным факторам антропогенных воздействий последовательно для всех этапов реализации гидротехнического проекта. Оцениваются не только вероятные потери, но и возможности снижения негативного влияния на биоразнообразие.

Ключевые слова: Нижнезейская ГЭС, антропогенные угрозы, водохранилище, экологическая катастрофа, позвоночные животные.

Приамурье – первый регион нашей страны, где после глубокого кризиса 1990-х годов возобновилось интенсивное гидроэнергетическое строительство: построена Бурейская ГЭС, вводится в эксплуатацию Нижнебурейская ГЭС, проектируется Нижнезейская ГЭС. Строительство крупных гидросооружений становится одной из основных форм антропогенного воздействия на таежные и горно-таежные биогеоценозы региона. Однако до последнего времени при рассмотрении возможных экологических последствий гидростроительства не уделяли должного внимания угрозам для популяций и сообществ диких наземных животных.

По скорости изменений и глубине преобразований зоокомплексов создание крупного водохранилища сопоставимо с локальной экологической катастрофой. Однако в данном случае мы имеем дело со вполне предсказуемым набором явлений и процессов, последствия которых могут быть в некоторой степени смягчены комплексом своевременных компенсационных мероприятий.

¹Статья подготовлена на основе исследований, которые были проведены при поддержке Проекта ПРООН/ГЭФ – Минприроды России «Организация и выполнение мониторинга (включая предпроектный мониторинг) состояния биоразнообразия в зонах воздействия проектируемых, строящихся и эксплуатируемых гидроэнергетических объектов в Амурской области» (договор № 01/К/2015), а также в рамках темы НИР Института водных проблем РАН: «Разработка оценочных показателей и критериев трансформации наземных экосистем при изменении водного режима территории под влиянием природных и антропогенных факторов».

1. Угрозы, связанные с нарушением условий обитания растений и животных при строительстве плотины и подготовке ложа водохранилища

Снижение численности и видового разнообразия промысловых и редких видов наземных позвоночных вблизи строящейся плотины и участков проведения лесосводки. Во время строительства плотины и подготовки ложа водохранилища происходит снижение численности промысловых видов зверей и птиц за счет резкого усиления воздействия фактора беспокойства и прямого преследования со стороны человека. Например, в результате возросшего уровня браконьерства в районе строящейся плотины Бурейской ГЭС плотность населения изюбрей понизилась с 4.0-7.5 особей/1000 га (1989-1992 гг.) до 0.3-0.8 особей/1000 га (1999-2001 гг.). При подготовке ложа Бурейского водохранилища браконьерство отмечалось и вблизи лагерей лесорубов. Наиболее интенсивное истребление животных велось там, где на лесосоводке работали бригады, сформированные из граждан Китая и Северной Кореи, которые полностью игнорировали правила охоты. На каждой стоянке использовались сотни ловчих петель (фото 1). В радиусе 5-10 км от лагеря китайских рабочих в районе устья р. Нижний Мельгин плотность населения копытных была в 3-10 раз ниже, чем в среднем по Бурейскому каньону. Аналогичное резкое многократное снижение показателей численности изюбря, косули и кабана возможно в радиусе нескольких десятков километров от стройплощадки проектируемой Нижнезейской ГЭС (участок долины р. Зеи от устья р. Звериха до устья р. Селемжа), а также в радиусе 5-10 км от лагерей рабочих, проводящих лесосводку.



Фото 1. Кабарга, погибшая в петле китайских лесорубов в зоне влияния Бурейского водохранилища, февраль 2004 г. **Photo 1.** Musk-deer, stuck and choked in the loop of the Chinese loggers, in the area, affected by the Bureya Dam, February 2004.

Редкие, краеареальные и интразональные виды животных страдают от разрушения среды их обитания вследствие вырубок и обширных лесных пожаров. Костры в зонах лесосводки и лесочистки часто становятся причиной пожаров, далеко выходящих за границы зоны предстоящего затопления (рис. 1). Так, вблизи Бурейской ГЭС в 2001-2002 гг. полностью выгорел крупный массив хвойно-широколиственного леса. В результате с побережий нижней части водохранилища исчезли кабарга и дикуша – типичные обитатели темнохвойных лесов.



Рис. 1. Очаги лесных пожаров на берегах заполняемого Бурейского водохранилища, май 2003 г. **Fig. 1.** Wildfire seats on the banks of the filled Bureya Dam, May 2003.

Существуют реальные возможности значительно снизить негативное воздействие рассматриваемых факторов на биоразнообразие. При строительных работах и проведении лесосводки необходим постоянный строгий контроль соблюдения правил охоты и противопожарной безопасности. Особое внимание должно уделяться тому, чтобы при плановом сжигании порубочных остатков огонь не выходил за пределы участков лесосводки и лесочистки. Для контроля соблюдения правил противопожарной безопасности, помимо непосредственных наблюдений в местах рубок, необходим постоянный мониторинг космоснимков. Лесосводка должна проводиться в максимально сжатые сроки. Недопустимо проведение вырубки леса силами иностранных (китайских и корейских) рабочих. В противном случае не представляется возможным избежать массового браконьерства.

Гибель животных при земляных работах. Любая крупная стройка связана со значительным объемом земляных работ. Такие работы проведут не только в районе проектируемой плотины, но также на инфраструктурных (ЛЭП, ТЭЦ и др.) и транспортных объектах (подъездные дороги). Возможна массовая гибель мелких наземных животных (земноводные, пресмыкающиеся, насекомоядные, мышевидные грызуны) в шурфах и канавах. Вблизи створа проектируемой Нижнезейской ГЭС опасности могут подвергаться не только фоновые, но и редкие охраняемые виды: амурский полоз, сахалинская гадюка, кутора, тонконогая бурозубка, уссурийская белозубка.

Для снижения смертности наземных позвоночных основной объем земляных работ желательно проводить в зимнее время. Для спасения мелких животных из шурфов и канав в

безморозный период все они должны быть оборудованы съемными наклонными щитами из необструганных досок. По ним часть амфибий, рептилий и мелких млекопитающих сможет выбираться наверх.

Гибель животных под колесами автомашин. Строительство плотины будет сопряжено с созданием новых автодорог (участок пос. Сохатино – устье р. Граматуха) и значительным увеличением интенсивности движения транспорта по существующим (участок от федеральной трассы «Амур» до пос. Сохатино). Многократное увеличение транспортного потока может привести к значительному увеличению числа животных, погибших под колесами автомашин. Во время сезонных миграций (апрель, ноябрь-декабрь) наиболее вероятно гибель косули. В безморозный период следует ожидать массовой гибели земноводных и пресмыкающихся.

Для снижения числа случаев гибели крупных животных необходимо соответствующим образом оборудовать существующие и строящиеся дороги (очистка откосов, установка дорожных знаков). Кроме того, в периоды сезонных миграций косули (апрель, ноябрь-декабрь) следует ограничивать движение транспорта в ночное время (прекращать движение на несколько часов). Все новые и существующие подъездные пути к строящейся плотине должны быть оборудованы специальными переходами под дорожным полотном для предотвращения массовой гибели земноводных, пресмыкающихся и других мелких животных.

2. Угрозы, связанные с исчезновением наземных экосистем и кардинальным изменением водных экосистем при заполнении водохранилища

Гибель наземных животных при заполнении водохранилища. При заполнении водохранилища погибает множество мелких животных (почвенные и наземные беспозвоночные, грызуны, насекомоядные, амфибии, рептилии), не успевших уйти от прибывающей воды. В весенне-летний период гибнут кладки птиц и земноводных, оказавшиеся в зоне затопления. Но даже при самом интенсивном заполнении узких каньонных участков уровень воды повышается не более чем на 2 м в сутки. Большинству животных крупных и средних размеров удастся спастись. Однако при заполнении наиболее широких участков со сложным рельефом дна образуются временные острова и полуострова, где опасности подвергаются даже хорошо плавающие животные. Так, в мае 2003 г. на акватории формирующегося Бурейского водохранилища, в его нижней части, отмечалась гибель множества щитомордников и узорчатых полозов. При заполнении широких участков проектируемого Нижнезейского водохранилища (район устья реки Деп, урочище «Кухтерин Луг», урочище «Граматуха» и др.) на временных островах под угрозой гибели окажется немало крупных и средних наземных позвоночных.

За рубежом при заполнении больших водохранилищ (Кариба, Брокопондо, Байана) проводили крупномасштабные операции по спасению животных с временных островов (Авакян, Подольский, 2002). Возможность организации подобных мероприятий следует рассматривать и при создании Нижнезейского водохранилища. Предотвращение массовой гибели мелких наземных животных при заполнении водохранилища практически невозможно.

Уничтожение или кардинальное нарушение важнейших долинных биотопов наземных животных. Затопление Нижнезейским водохранилищем большей части долинных местообитаний приведет к значительным потерям биоразнообразия. Охарактеризуем основные прогнозируемые негативные явления и процессы.

Долинные леса и приречные заросли, а также берега и акватории пойменных озер являются важнейшими кормовыми биотопами изюбря, лося и кабана. Затопление данных

биотопов водохранилищем существенно ухудшит условия обитания диких копытных и приведет к снижению их численности.

Старые дуплистые деревья пойменных лесов (тополь Максимовича, чозения и др.) активно используются птицами-дуплогнездниками (мандаринка, гоголь и др.), летягой, рукокрылыми. Затопление пойменных лесов нанесет ущерб популяционным группировкам этих животных и приведет к снижению их численности.

На прибрежных пляжах и косах по берегам реки Зеи и ее крупных притоков в мае начинается активно вегетировать дикий лук. В связи с этим с начала мая по начало июня здесь отмечается концентрация бурых медведей и изюбрей. Затопление речных берегов искусственным водоемом приведет к прекращению весенних концентраций медведя и диких копытных на берегах Нижнезейского водохранилища.

Суходольные луга и ксерофитные редколесья являются основными местообитаниями видов даурско-монгольского фаунистического комплекса, находящихся вблизи северной границы ареала: унгорская полевка, длиннохвостый суслик, солонгой, степной хорь и др. Значительная часть рассматриваемых биотопов, расположенных на прибрежных склонах, будет затоплена Нижнезейским водохранилищем. Это приведет к значительному снижению численности или элиминации упомянутых видов, среди которых есть охраняемые (солонгой, степной хорь).

В результате создания водохранилища будет уничтожена большая часть местообитаний облигатных долинных видов (мышь-малютка, дальневосточная полевка и др.). Кроме того, в верхнем бьефе проектируемого Нижнезейского гидроузла речные долины представляют основные местообитания для «полевых» видов (полевая мышь) и видов, которые являются представителями даурско-монгольского фаунистического комплекса (унгорская полевка, длиннохвостый суслик, степной хорь, солонгой). В результате для ряда видов неизбежно резкое падение численности (мышь-малютка, полевая мышь, унгорская полевка). Для некоторых редких охраняемых видов возможно полное исчезновение с побережий водохранилища (тонконосая бурозубка, степной хорь и солонгой, занесенные в Красную книгу Амурской области (2009)).

Затопление речных долин и создание водохранилища кардинально изменит прибрежные местообитания амфибиотических видов. В зимнее время прекратится доступ к воде. Это сделает практически невозможным обитание таких видов, как выдра и кутора; резко ухудшит условия обитания ондатры и приведет к значительному снижению ее численности. Необходимо отметить, что кутора также занесена в Красную книгу Амурской области (2009).

Открытые и полуоткрытые долинные биотопы (устье р. Деп, нижнее течение р. Граматуха и др.), включающие пойменные луга и озера, представляют важные гнездовые биотопы, а также места концентраций на пролете для околоводных и водоплавающих птиц: утки, гуси, кулики, серые цапли, черные аисты (Антонов и др., 2015) Их затопление приведет к существенному снижению показателей численности упомянутых птиц.

На правом берегу р. Деп в долинных лесах и ксерофитных редколесьях обнаружена зона с повышенной численностью сахалинской гадюки (фото 2), занесенной в Красную книгу Амурской области (2009). Существенная часть упомянутых местообитаний попадет в зону затопления и колебания уровня водохранилища. Это обуславливает риск значительного снижения численности или даже исчезновения сахалинской гадюки с побережья проектируемого Нижнезейского водохранилища.

Озера и временные водоемы в поймах р. Зеи и ее крупных и средних притоков являются основными местами размножения земноводных: дальневосточной квакши, сибирской лягушки, дальневосточной лягушки, сибирского углозуба. Большинство из этих водоемов будет затоплено. Успешное массовое размножение земноводных в Нижнезейском водохранилище практически исключено. Во всяком случае, подобных фактов не отмечено ни

на Зейском, ни на Бурейском водохранилищах. Уничтожение основных мест размножения приведет к значительному снижению численности всех земноводных и, вероятно, будет способствовать элиминации некоторых видов, таких как, например, дальневосточная лягушка и дальневосточная квакша.



Фото 2. Сахалинская гадюка на правом берегу р. Деп в нижнем течении у границы зоны затопления проектируемого водохранилища, май 2015 г. **Photo 2.** *Vipera berus* on the right bank of the Dep River in its lower flow, near the flooding area of the projected dam, May 2015.

Адекватно компенсировать потерю важнейших долинных биотопов для большинства видов наземных позвоночных не представляется возможным. Для увеличения шансов сохранения редких охраняемых видов необходимо выявлять их местообитания, не попадающие под затопление, организовывать там специальную охрану или создавать ООПТ. Для частичной компенсации птицам-дуплогнезdnикам (мандаринка, гоголь и др.) потери старовозрастных пойменных лесов с дуплистыми деревьями возможно развешивание специальных дуплянок в сохранившихся пойменных лесах приустьевых участков долин притоков водохранилища.

Кардинальное нарушение условий обитания рыб. При заполнении водохранилища происходит смена речных экосистем на озерные, формирование новых зоо- и фитокомплексов. При этом неизбежно резкое снижение численности или элиминация большинства рыб-реофилов, среди которых несколько ценных промысловых видов: хариус,

ленок, таймень, сиг. Эти виды будут скапливаться на приустьевых участках крупных и средних притоков водохранилища и вершинах формирующихся заливов. Если не будет организована специальная охрана таких участков, то на них следует ожидать массового браконьерского сетевого лова. Развитие группировок рыб водохранилища будет естественно происходить из тех, которые на сегодняшний день обитают в зоне нижнего бьефа Зейской ГЭС и в бассейне средней Зеи. Температурный режим, особенно для эвритермных видов рыб, может стать исключительно благоприятным. Этот фактор, а также поступление в формирующийся водоем большого количества органики вызовет временный всплеск продуктивности лимнофильных видов рыб (амурская щука, серебряный карась, чебак и др.).

Возможности для компенсации крайне ограничены. Следует упомянуть о необходимости охраны мест концентрации рыб-реофилов в вершинах заливов крупных притоков водохранилища в период его формирования. Могут быть полезны мероприятия по дополнительному зарыблению нового искусственного водоема. Кроме того, желательно проводить строительные работы в зимний период времени, поскольку с весенним половодьем река быстрее и с меньшим ущербом для животных очистится от попавшего в нее загрязнения.

3. Угрозы, связанные с нарушением межэкосистемных связей: сезонных миграций, местных кочевок животных, трансрегиональных «экологических коридоров»

Нарушения миграционных путей диких копытных, связанные с появлением водохранилища. Появление крупных водохранилищ в той или иной степени препятствует протяженным сезонным миграциям диких копытных. Создание Зейского водохранилища, перекрывшего миграционные пути лося и косули, обусловило резкое снижение их поголовья – в 3 и 10 раз соответственно (Подольский, 1998). Популяции этих видов серьезно пострадали и в зоне влияния Бурейского гидроузла. После появления искусственного водоема в 2004 г. отмечено повсеместное резкое падение плотности населения лося – в 4-5 раз (Подольский и др., 2009). В Бурейском каньоне этот вид из разряда «многочисленный» или «обычный» перешел в разряд «редкий». Гладкий лед водохранилищ, даже занесенный снегом, представляет труднопреодолимое препятствие для лосей. В связи с нарушением сезонных миграций лося Нижнезейским водохранилищем этот вид, вероятно, перейдет из разряда «обычных» или «редких» видов в разряд «очень редких видов».

Одним из наиболее ярких примеров влияния водохранилищ на миграции копытных стала массовая гибель косуль на заливах нижней широкой части Бурейского водохранилища в ноябре 2006 г. (Игнатенко и др., 2007). Тогда только в заливе р. Чеугда погибло не менее 400 особей (фото 3).

Бассейн среднего течения р. Зея – одно из немногих мест в нашей стране, где до сих пор происходят массовые сезонные миграции сибирской косули (фото 4). Создание Нижнезейского гидроузла окажет значительное негативное воздействие на Верхне-Депскую, Норскую и, возможно, на Альдиконскую мигрирующие популяционные группировки сибирской косули (рис. 2).

По данным охотоведа В.М. Манкевича и результатам опросов местного населения, в верхнем бьефе водохранилище перекроет миграционные пути Верхне-Депской (на участках: Нововысокое – устье р. Уварихи; устье р. Аяк – устье р. Улюм) и Норской группировок (на участках: от урочища Кухтерин Луг до пос. Чагоян; от устья р. Зверихи до устья р. Граматухи). В нижнем бьефе незамерзающая полынья может резко затруднить миграции Альдиконской группировки косуль. Случаи гибели косуль неоднократно отмечались на закрайках незамерзающей полыньи Зейской ГЭС (Дарман, Колобаев, 1993).

Необходимо отметить, что массовый переход косуль через реку Зею отмечался лишь в

отдельные годы, обычно характеризующиеся повышенной величиной снежного покрова в первую половину зимы (1991, 2006, 2010, 2014 гг.). Однако известны случаи массовых миграций косули и в обычные по снежности годы. В 1991 и 2014 годах миграция косули происходила на месяц раньше обычных сроков – в октябре-ноябре. В 2015 г. в конце ноября – начале декабря на участке от устья р. Ту до пос. Чагоян на правый берег р. Зеи перешло около 3 тысяч косуль (фото 4). Следует обратить внимание на то, что в этот период высота снежного покрова не достигала критических значений. В случае создания Нижнезейского водохранилища в отдельные годы следует ожидать массовой гибели мигрирующих косуль. По разным оценкам масштабы единовременной гибели косуль при массовом переходе через водохранилище могут составить от 3 до 10 тысяч особей.



Фото 3. Останки утонувшей косули во льду Чеугдинского залива Бурейского водохранилища в декабре 2006 г. (Фото С.Ю. Игнатенко.) **Photo 3.** The remains of a drowned roe deer, frozen into the ice of the Cheugda River bay of the Bureya Dam, December 2006. (Photo by S.Yu. Ignatenko.)

Возможности компенсации нарушения миграционных путей лося крайне ограничены. Лось не сможет приспособиться к преодолению гладкой поверхности водохранилища. Однако могут возникнуть новые миграционные пути, ведущие в обход искусственного водоема выше выклинивания подпора водохранилища. В этом случае необходимо организовать охрану мест новых переходов.

Возобновление сезонных миграций и частичное восстановление Верхнезейской популяционной группировки косуль стало возможным в связи с тем, что на начальном этапе

формирования водохранилища сохранились особи, имевшие опыт миграций. Снижению смертности и, соответственно, сохранению ядра мигрирующей популяции в зоне влияния Зейского гидроузла, несомненно, способствовали ООПТ: с 1974 г. – Зейский заповедник (площадь около 100 тыс. га); с 1998 г. – региональный заказник «Бекельдеуль» (площадь около 100 тыс. га). Таким образом, главным стратегическим направлением по уменьшению ущерба косуле от создания Нижнезейского гидроузла должны стать усилия по снижению смертности и сохранению максимально возможного количества мигрирующих особей во всех популяционных группировках. Для чего можно предложить следующий комплекс мероприятий: укрепление сети особо охраняемых природных территорий регионального значения; организация биотехнии в пределах региональных и федеральных ООПТ; обеспечение надежного административного контроля за соблюдением природоохранных норм при проведении лесосводки и лесочистки; временный запрет охоты на период заполнения водохранилища и в первые годы его существования; усиление борьбы с браконьерством; обеспечение контроля численности волка.

Необходимо отметить, что в случае реализации всех предлагаемых мероприятий можно надеяться лишь на сохранение некоторой части мигрирующих популяций. Значительных потерь поголовья косуль в случае создания Нижнезейского водохранилища избежать невозможно.



Фото 4. Массовая миграция сибирской косули в зоне влияния проектируемого Нижнезейского гидроузла между н.п. Сиваки и Мухино в районе истоков р. Ту, ноябрь 2015 г. (Фото Д.В. Астафьева.) **Photo 4.** Siberian roe deer mass migration in the area, affected by the projected Lower Zeya Hydroscheme, between the human settlements Sivaki and Mukhino, near the Tu River source, November 2015. (Photo by D.V. Astafyev.)

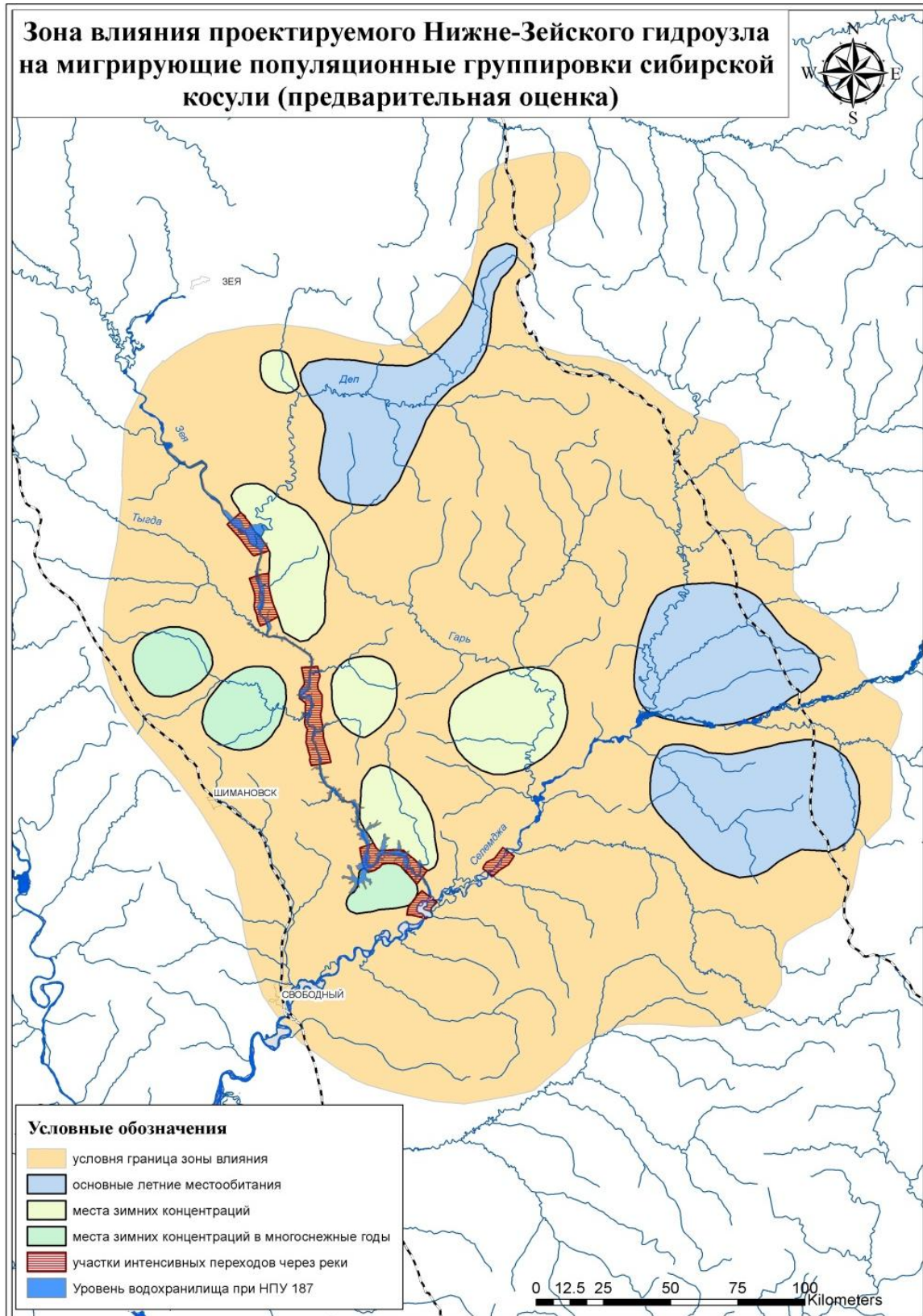


Рис. 2. Основные сезонные местообитания и места миграционных переходов косуль, попадающие под влияние проектируемого Нижнезейского гидроузла. **Fig. 2.** Roe deer main seasonal habitats and migrations, affected by the projected Lower Zeya Hydroscheme.

Нарушение миграционных путей околоводных и водоплавающих птиц. Более позднее, чем у рек, освобождение водохранилищ ото льда затрудняет весенние миграции водоплавающих птиц. Вместо водной глади, речных кос и пойменных водно-болотных угодий в апреле-мае перелетных птиц встречают обширные ледовые поля искусственных водоемов. В связи с этим в районе Зейского водохранилища весенний пролет уток и гусей практически прекратился. Аналогичное явление ожидается и на проектируемом Нижнезейском водохранилище.

На левобережье р. Зеи в нижнем течении р. Депа, на лугах, болотах и озерах между ее устьем и устьем р. Уварихи в сентябре 2015 г. нами отмечены крупные предотлетные скопления гусей (не менее 2.5 тыс. особей) и черных аистов (фото 5).



Фото 5. Черные аисты над водно-болотными угодьями в районе устья р. Деп, попадающими в зону затопления проектируемого Нижнезейского водохранилища, сентябрь 2015 г. **Photo 5.** Black storks, flying over the wetlands near the Dep River estuary in the flooding are of the projected Lower Zeya Dam, September 2015.

Изоляция прибрежных популяционных группировок наземных животных. Водохранилище, его крупные заливы и незамерзающая полынья могут представлять серьезные или даже непреодолимые препятствия для многих видов и групп наземных животных (насекомоядные, мышевидные грызуны, рептилии, отдельные виды копытных и др.). В результате создания крупного искусственного водоема популяционные группировки наземных животных могут быть в той или иной степени изолированы на разных берегах водохранилища и на его полуостровах. Такая изоляция является мощным стрессообразующим фактором. Вероятно, частичная изоляция группировок кабарги на полуостровах горной части побережий Зейского водохранилища способствовала развитию эпизоотии, охватившей впоследствии всю западную часть хребта Тукурингра (Подольский, 1996).

Не исключено, что, влияние крупных гидросооружений может запускать микроэволюционные процессы, отражающиеся на фенотипе и геноме отдельных видов. Подобные исследования, касающиеся обыкновенного щитомордника, были проведены на побережье Зейского водохранилища (Колобаев, 2000). Влияние изоляции на животное население побережий водохранилищ в настоящее время не может быть компенсировано. Этот вопрос требует дальнейшего более глубокого изучения.

Нарушение Зейского «экологического коридора». В бассейне реки Амур поймы и долины крупных рек представляют систему магистральных «экологических коридоров», по которым десятки тысячелетий, начиная с третичного периода, идет межрегиональный обмен видами животных и растений. Один из важнейших «экологических коридоров» регионального уровня связан с долиной реки Зеи. Сложное сочетание интра- и экстразональных долинных биотопов обеспечивает проникновение маньчжурских видов (дальневосточная квакша, дальневосточная лягушка, амурский и узорчатый полозы, фазан, мандаринка, амурский еж, уссурийская белозубка, дальневосточная полевка, азиатская лесная (восточноазиатская) мышь, амурский барсук, енотовидная собака, дальневосточный лесной кот, кабан и др.) далеко к северо-западу, а даурско-монгольских видов (монгольская жаба, унурская полевка, барабинский хомячок, длиннохвостый суслик, солонгой, степной хорь) – далеко к северо-востоку от основных ареалов.

Кроме того, с долиной Зеи связано несколько редких охраняемых видов, занесенных в Красную книгу Амурской области (2009) и не относящихся к упомянутым фаунистическим комплексам (сахалинская гадюка, кутора, амурский лемминг). До создания Зейского водохранилища некоторые виды с «южным типом ареала» проникали на север вплоть до Верхнезейской низменности и предгорий Станового хребта. После завершения строительства плотины Зейской ГЭС в 1974 г. длина Зейского «экологического коридора» существенно сократилась. Распространение «южных» видов на север стало четко ограничиваться южными предгорьями хребтов Тукурингра и Соктахан. В случае создания Нижнезейской ГЭС рассматриваемый «экологический коридор» сократится еще почти на 300 км и будет ограничен районом устья р. Граматуха. Появление Зейского каскада ГЭС приведет к существенному обеднению животного населения северной части Амурской области. Большинство видов, относящихся к маньчжурскому и даурско-монгольскому фаунистическим комплексам, испытают значительное снижение численности. Многие из них (дальневосточная квакша, дальневосточная лягушка, узорчатый полоз, дальневосточная полевка, длиннохвостый суслик, солонгой, степной хорь, некоторые редкие виды насекомых и др.) могут практически выпасть из состава животного населения побережья Нижнезейского водохранилища.

Возможности снижения потерь биоразнообразия при дальнейшем разрушении Зейского «экологического коридора» при создании Нижнезейского гидроузла крайне ограничены. Для увеличения шансов сохранения редких охраняемых и краеареоальных видов необходимо

выявлять их местообитания, не попадающие под затопление, организовывать там специальную охрану или создавать ООПТ.

Нарушение миграций рыб. После завершения строительства ГЭС, с началом заполнения водохранилища полностью прекращаются миграции рыб через створ плотины. При формировании водохранилища произойдет прерывание нерестовой миграции проходной тихоокеанской миноги, что впоследствии возможно приведет к полному исчезновению данного вида из водохранилища. Будет прекращена нерестовая и нагульная миграция из Амура в среднее течение р. Зеи таких видов осетровых, как калуга и амурский осетр Зейско-Буреинских популяций, занесенных в Красную Книгу РФ (2001). За счет прекращения нагульной миграции из Амура в летний период прекратится поступление в водохранилище и другие участки среднего течения р. Зеи таких теплолюбивых видов китайского фаунистического комплекса, как верхогляд, толстолоб, уссурийская востробрюшка, подуст, чернобрюшка и касатка-скрипун. За счет прекращения нагульной миграции из Амура сократится численность сиговых (уссурийского сига и сига-ходары), а также налима. Отдельные малочисленные группировки этих видов, оставшиеся в водохранилище, возможно, будут существовать некоторое время – в том случае, если выше плотины найдутся места для нереста. В целом в результате перекрытия плотиной путей нерестовых и нагульных миграций произойдет заметное снижение уровня биоразнообразия в среднем течении р. Зеи и в формирующемся водохранилище.

Возможности для компенсации потерь крайне ограничены. В качестве одного из мероприятий, помогающих частичному сохранению ихтиофауны, можно порекомендовать искусственное воспроизводство (путем создания сети рыбопродуктивных пунктов) оставшихся на данном участке реки аборигенных видов, для которых резко снизится эффективность естественного нереста (сокращение либо полное уничтожение нерестовых площадей). Кроме того, для повышения рыбопродуктивности следует изучить вопрос об интродукции видов, подходящих по своей экологии к создавшимся новым условиям водной среды.

4. Угрозы, связанные с колебаниями уровня водохранилища

Гибель крупных и средних растительноядных животных в местах кратковременных концентраций на прибрежном льду. В период интенсивного заполнения водохранилища при задержке подъема уровня зимой в прибрежной полосе изюбри, косули и зайцы активно поедают со льда ставшие доступными верхушки побегов, полузатопленных деревьев и кустарников: ивы, осины, ольхи и березы. Особая привлекательность таких дополнительных кормовых ресурсов объясняется еще и тем, что у полузатопленных деревьев и кустарников возобновляется сокодвижение (Ильяшенко, 1984). В местах подобных кратковременных концентраций на копытных и зайцев активно охотятся крупные хищники, в первую очередь волки, часто отмечаются и случаи браконьерства. Все это приводит к резкому увеличению смертности косули, изюбря и лося. Описанные явления отмечались при начале заполнения Зейского (1974-1979 гг.) и Буреинского (2004-2006 гг.) водохранилищ (Подольский и др., 2009). Массовую гибель косули и изюбря в местах временных концентраций у полузатопленной древесно-кустарниковой растительности от браконьерства и хищничества волков можно надежно прогнозировать и для проектируемого Нижнезейского водохранилища.

Для снижения негативных последствий этого явления необходима организация дополнительной охраны мест временных концентраций копытных на прибрежном льду у полузатопленной древесно-кустарниковой растительности в период заполнения водохранилища, а также регулирование численности волков.

Гибель копытных на ледовых склонах сработки водохранилища. В Зейском заповеднике

изюбри часто погибают от травм на ледовых склонах, карнизах и трещинах, образующихся при зимней сработке уровня водохранилища. Несколько реже такие случаи регистрировались для косули. Нередко на подобные участки копытных выгоняли волки, облегчая себе охоту. До создания Зейского водохранилища доля копытных, погибших на льду от хищников, составляла: у изюбря – 25%, у косули – 11.5%; после создания искусственного водоема соответственно: 36.1% и 25% (Подольский, 1997). Подобное явление можно прогнозировать и для проектируемого Нижнезейского водохранилища. Характерно, что результаты нашего обследования в 2014-2015 гг. указывают на повышенную численность волков в зоне влияния верхнего бьефа проектируемого гидроузла (фото 6).



Фото 6. Волк в пойме р. Зeya, сентябрь 2014 г. (Фото А.И. Антонова.) **Photo 6.** The wolf in the Zeya River floodplain, September 2014. (Photo by A.I. Antonov.)

Массовая гибель земноводных зимующих в воде. Дальневосточные лягушки зимуют в проточных водоемах. В конце сентября в средней каньонной части Бурейского водохранилища отмечалось перемещение дальневосточных лягушек вниз по склонам к воде. Учитывая большую величину зимней сработке уровня этого искусственного водоема (до 17 м), зимовка дальневосточных лягушек здесь не может быть успешной. Например, в начале июня 2004 г. в вершине залива р. Нижний Мельгин мы наблюдали сотни мертвых дальневосточных лягушек (около 150 особей на 1 га).

Массовая гибель амфибий, зимовавших в воде, произошла вследствие сезонного

снижения уровня водохранилища (фото 7). Аналогичные явления могут ежегодно повторяться вплоть до полного исчезновения дальневосточных лягушек с горных побережий водохранилищ.

Сибирские лягушки обычно зимуют в стоячих водоемах. Массовую гибель этих животных следует ожидать в старичных озерах, попадающих в полосу сезонных колебаний уровня водохранилища. Таким образом, можно с большой долей уверенности прогнозировать, что в результате колебаний уровня проектируемого Нижнезейского водохранилища (зимняя сработка) дальневосточная лягушка исчезнет с его побережий, а численность сибирской лягушки резко понизится. В случае создания водохранилища избежать массовой гибели земноводных на зимовках невозможно.



Фото 7. Дальневосточная лягушка, погибшая во время зимовки в результате сработки уровня Бурейского водохранилища в заливе р. Нижний Мельгин, июнь 2004 г. **Photo 7.** The Dybowski's frog, died of decreasing of the Bureya Dam's level in the Lower Melgin River bay, during the wintering, June 2004.

5. Угрозы, связанные с изменением условий обитания на побережье водохранилища

Обострение конкурентных взаимоотношений у мелких кунных. Мелкие куньи, покидающие зону затопления, подвергаются жесткому конкурентному давлению со стороны постоянных обитателей заселяемой территории. При заполнении Зейского водохранилища колонок был вытеснен из захламленных участков поймы на прибрежные склоны, где обитает более крупный представитель кунных – соболь. В условиях отсутствия привычных убежищ колонок не выдержал конкуренции, его численность резко снизилась. При заполнении

Нижнезейского водохранилища подобному конкурентному давлению подвергнутся: колонок, горностай, ласка, солонгой и степной хорь. Последние два вида занесены в Красную книгу Амурской области (2009). Таким образом, для побережья Нижнезейского водохранилища следует прогнозировать существенное снижение численности колонка, горностая и ласки. А солонгой и степной хорь могут выпасть из состава фауны рассматриваемой территории.

Снижение продуктивности зоокомплексов склонов побережий водохранилища. Многолетние наблюдения в зонах влияния Зейского и Бурейского водохранилищ показали, что из-за сложного взаимодействия антропогенных и природных факторов склоны их побережий становятся зонами пониженной численности многих видов и групп наземных позвоночных. Охарактеризуем основные прогнозируемые негативные явления и процессы.

Снижение численности мышевидных грызунов. В связи с изменением микроклиматических условий (снижение средних весенне-летних температур, увеличение влажности воздуха) и активизации склоновых процессов на прибрежных склонах уменьшается численность фоновых видов мышевидных грызунов. На прибрежных склонах Зейского и Бурейского водохранилищ в 2-4 раза понизились средние многолетние показатели суммарной попадаемости мышевидных в ловушки Геро. Аналогичное снижение произойдет и на берегах Нижнезейского водохранилища.

Постепенное снижение плотности населения соболя. Из-за ухудшения кормовой базы и снижения выживаемости молодняка на горном побережье Зейского водохранилища постепенно (через 10 лет после достижения нормального подпорного уровня/НПУ) в 3-4 раза снизилась плотность населения соболя. Известно, что снижение весенне-летних температур и повышение влажности воздуха, характерные для побережий крупных водохранилищ, вызывают повышенную смертность сеголетков соболя от дерматита. На побережье Бурейского водохранилища охотники все чаще сообщают о шкурках соболей, поврежденных дерматитом. Вероятно, в ближайшие годы здесь также начнется снижение численности этого ценного промыслового вида. Аналогичный процесс следует ожидать и после заполнения проектируемого Нижнезейского водохранилища.

Снижение плотности населения копытных. На склонах побережий водохранилищ ухудшатся условия обитания и резко возрастет смертность копытных. Увеличатся интенсивность браконьерства и пресс охоты волков. Появление водохранилища даст возможность почти во все сезоны использовать для охоты современные высокоскоростные виды транспорта: летом и осенью – катера и моторные лодки, зимой – автомашины и снегоходы. Это затрудняет работу охотконтроля и облегчает браконьерство.

Ледовый покров водохранилищ создает особо благоприятные условия для охоты некоторых видов хищников. Выгон копытных со склонов полуостровов на гладкий лед искусственного водоема стал основным охотничьим приемом волков в зонах влияния Зейского и Бурейского водохранилищ (фото 8).

При этом защитные свойства угодий для изюбря ухудшатся за счет затопления части прибрежных скал – «отстоев». Следует отметить, что многие участки долины р. Зеи в ее среднем течении являются местами сезонных концентраций копытных: изюбря во время гона (сентябрь – начало октября); изюбря и косули на зимовках (декабрь-март). Некоторые участки и биотопы прибрежных склонов, примыкающих к проектируемому Нижнезейскому водохранилищу (традиционные места рева изюбрей, зимних концентраций изюбря и косули в ксерофитных редколесьях с участками суходольных лугов), могут стать «экологическими ловушками», где вероятна массовая гибель копытных из-за браконьеров и волков.

Для мышевидных грызунов и соболя, у которых снижение численности связано главным образом с микроклиматическим влиянием водохранилища, снижение потерь невозможно. Для снижения негативного влияния на копытных побережий Нижнезейского водохранилища

можно предложить три направления: значительное усиление интенсивности борьбы с браконьерством; отвлечение копытных от опасных участков побережья путем организации биотехнии (подкормка, солонцы) в пределах существующих ООПТ (объекты биотехнии должны находиться не менее чем в 10 км от уреза водохранилища); регулирование численности волков.



Фото 8. Изюбрь, задавленный волками на льду Гилуевского залива Зейского водохранилища.
Photo 8. The Siberian stag, hunted by wolves on the ice of the Gilyuy River bay of the Zeya reservoir.

Снижение видового разнообразия зоокомплексов прибрежных склонов. Наблюдения в зонах влияния Зейского и Бурейского водохранилищ и обследование зоны влияния Нижнезейского гидроузла позволяют предполагать существенное снижение видового разнообразия на склонах побережий проектируемого водохранилища. Охарактеризуем основные ожидаемые явления и процессы.

Снижение численности или элиминация видов с южным типом ареала. В результате затопления долинных биотопов, частичного затопления и нарушения интра- и экстразональных склоновых биотопов (ксерофитные редколесья и суходольные луга) и кардинального нарушения Зейского трансрегионального «экологического коридора» на склонах побережий проектируемого Нижнезейского водохранилища следует ожидать резкого снижения численности или элиминации видов с «южным» типом ареала: дальневосточной лягушки, дальневосточной квакши, узорчатого полоза, фазана, длиннохвостого суслика, унградской полевки, солонгя, степного хоря (фото 9).

Смены полидоминантных сообществ на монодоминантные. В результате глубокой дестабилизации экосистем вызванной созданием водохранилища происходит смена исходных полидоминантных сообществ млекопитающих (насекомоядные, мышевидные грызуны, хищные и др.) на монодоминантные. Показательным примером является изменение

структуры доминирования у бурозубок горных побережий Зейского водохранилища.

Для увеличения шансов сохранения редких охраняемых и краеарейных видов необходимо выявлять их местообитания (суходольные луга, ксерофитные редколесья и др.), не попадающие под затопление, организовывать там специальную охрану или создавать ООПТ.



Фото 9. Длиннохвостый суслик в долине р. Деп у границы зоны затопления проектируемого Нижнезейского водохранилища. Май 2015г. **Photo. 9.** The long-tailed ground squirrel in the Dep River valley near the border of the projected Lower Zeya Hydroscheme, May 2015.

Опасность массового уничтожения промысловых видов животных на приустьевых участках притоков водохранилища. На приустьевых участках крупных притоков водохранилища в сохранившихся долинах и каньонах образуются зоокомплексы с повышенной численностью и миграционной активностью многих видов животных. Они получили условное название «живые долины» (Подольский, 1997). Здесь отмечались концентрации многих промысловых видов. В период заполнения Бурейского водохранилища в устьях его притоков скапливались ценные виды рыб-реофилов. При отсутствии специальной охраны в 2004-2009 гг. в нижнем течении р. Нижний Мельгин (правый приток Бурейского водохранилища) и в вершине Мельгинского залива велся интенсивнейший браконьерский вылов ленка и хариуса. Здесь же и в вершинах других заливов китайские рабочие, участвовавшие в лесосводке, проводили массовую добычу копытных (кабарги, косули, изюбря и лося). Экотонные сообщества «живых долин» частично восполняли потребность животного населения побережий горных водохранилищ в долинных биотопах и

потому использовались многими промысловыми видами с повышенной интенсивностью. При отсутствии специальной охраны приустьевые участки долин крупных и средних притоков проектируемого Нижнезейского водохранилища (Деп, Тыгда, Граматуха и др.) могут стать «экологическими ловушками» – местами массовой гибели промысловых видов от рук браконьеров.

Для предотвращения массовой гибели промысловых животных необходимо организовать дополнительную охрану всех «живых долин». На особо значимых участках (устье р. Депа, устье р. Тыгды, устье р. Граматухи) необходимо создать новые или укрепить существующие ООПТ. Находясь под охраной, «живые долины» принимают на себя дополнительную биотическую нагрузку и являются своеобразными «буферами», смягчающими негативные последствия создания крупных гидросооружений для животного населения.

Опасность распространения эпизоотий с побережий водохранилища. Побережья водохранилища и подзона «влияния незамерзающей полыньи» являются источниками повышенного стресса для многих видов наземных животных. Стрессобразующими факторами могут быть: частичная или полная изоляция, микроклиматическое воздействие, ухудшение кормовых и защитных условий, увеличение пресса охоты хищников, усиление интенсивности воздействия факторов беспокойства и браконьерства и др. Известно, что животные, находящиеся в состоянии стресса, в наибольшей степени подвержены воздействию инфекций. В зоне влияния горной части Зейского водохранилища в 1998-2001 гг. было отмечено резкое падение численности кабарги, вероятно, связанное с эпизоотией (Подольский и др., 2006; Подольский, 2013). Характерно, что снижение численности кабарги началось в 1996 г. именно на побережье водохранилища, откуда распространилось на всю западную часть хребта Тукурингра (рис. 3). Берега водохранилищ чаще посещаются людьми и домашними животными. Отсюда может начаться распространение бешенства и других опасных инфекций.

Возможности предотвращения возникновения эпизоотий в зоне влияния проектируемого Нижнезейского гидроузла ограничены. Стоит рассмотреть целесообразность вакцинации животных с помощью пищевых приманок.

6. Угрозы, связанные с изменением условий обитания при стабилизации природных комплексов зоны влияния гидроузла

Снижение численности рыб озерного комплекса после стабилизации гибробиоценозов водохранилища. После временного всплеска численности рыб озерного комплекса, вызванного поступлением значительного объема органики в формирующееся водохранилище, и появлением дополнительных нерестовых субстратов следует ожидать значительного падения рыбопродуктивности искусственного водоема. Снижение численности рыб озерного комплекса будет одним из проявлений стабилизации гидробиоценозов водохранилища.

Предотвратить значительное снижение численности рыб озерного комплекса невозможно. Это явление представляет стадию сукцессии гидробиоценоза водохранилища. Для некоторого повышения рыбохозяйственной ценности сформировавшегося водохранилища при всестороннем изучении стабилизировавшихся гидрологических и гидробиологических особенностей среды обитания возможно рассмотреть вопрос об акклиматизации ценных промысловых видов рыб, характерных для крупных олиготорфных озер (пелядь, омуль и др.). Кроме того, возможно рассмотреть вопрос о развитии на акватории водохранилища товарного садкового, либо пастбищного рыбоводства.

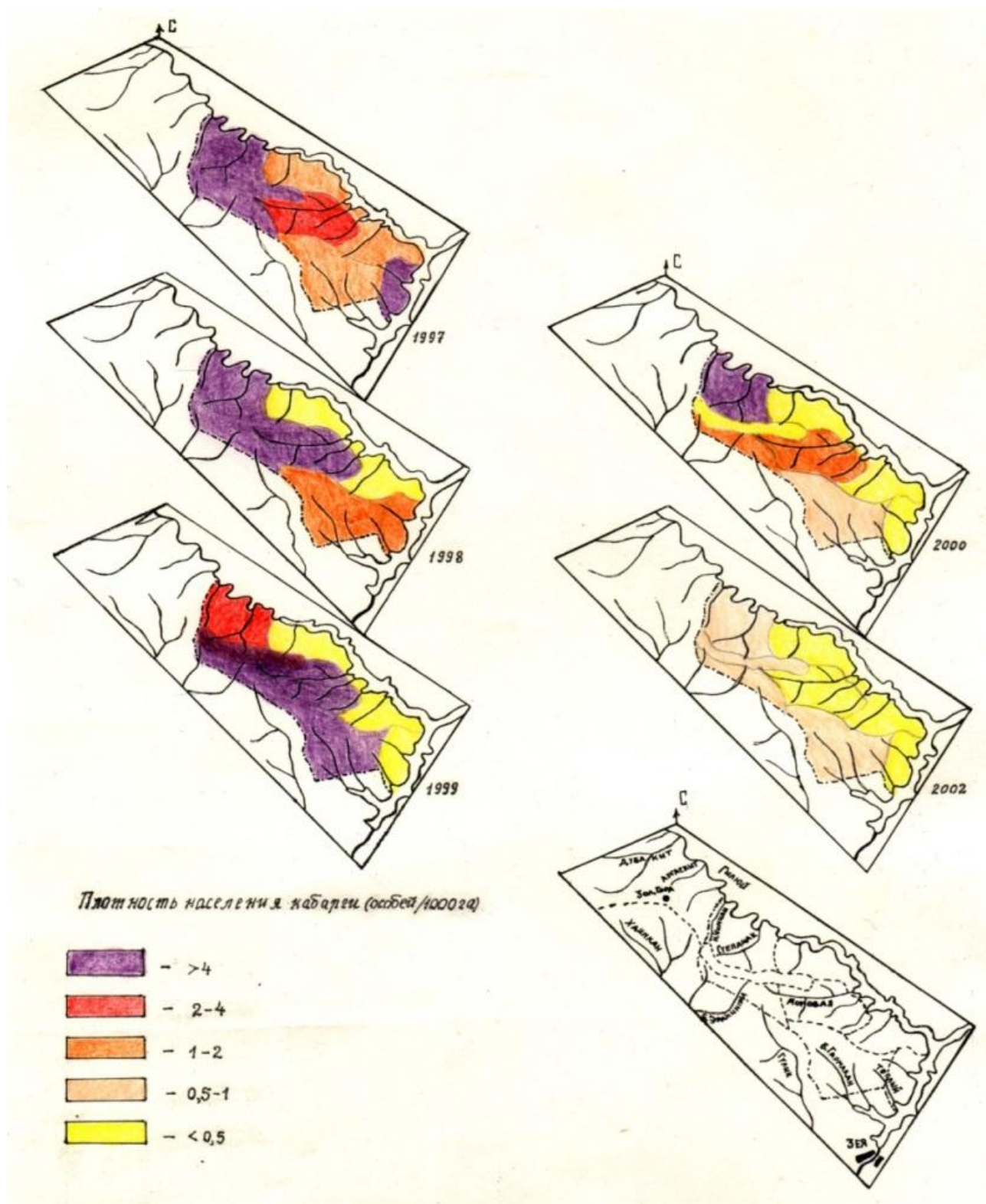


Рис. 3. Снижение плотности населения кабарги на побережье Зейского водохранилища, вероятно, связанное с эпизоотией. **Fig. 3.** The decreasing of musk-deer population on the Zeya Dam littoral, apparently, caused by epizootic.

Снижение численности рыбоядных видов птиц. После увеличения плотности населения рыбоядных видов птиц (чайки, крачки, большой баклан, серая цапля, скопа и др.), ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА, 2017, том 1, № 2

вызванного временным всплеском рыбопродуктивности формирующегося водохранилища, следует ожидать значительного снижения численности птиц, основу питания которых составляет рыба. Особое внимание следует уделить скопе – виду, занесенному в Красные книги Амурской области (2009), РФ (2001) и МСОП (2016). Условия для обитания этого вида ухудшатся не только в результате снижения рыбопродуктивности, но также за счет выппада засохших полузатопленных деревьев, пригодных для строительства гнезд.

Предотвратить снижение численности фоновых видов рыбоядных птиц на стадии стабилизации экосистем невозможно. Для улучшения условий обитания скопы можно порекомендовать установку искусственных гнездовых платформ.

Нарушение зоокомплексов вблизи песчаных пляжей, интенсивно используемых в рекреационных целях. На некоторых пологих участках берегов проектируемого Нижнезейского водохранилища будут постепенно образовываться песчаные пляжи. Некоторые из них, обладающие относительной транспортной доступностью (район устья р. Деп, урочище Кухтерин Луг, район ниже пос. Чагоян и др.), станут зонами интенсивного рекреационного использования. На подобных участках побережья Зейского водохранилища (Снежногорские и Соломатовские пески) каждое лето отдыхают тысячи амурчан и дальневосточников. По нашим наблюдениям, в июле 2011 г. близ пос. Снежногорск на участке пляжа длиной около 6 км одновременно находилось не менее 2.5 тыс. человек (фото 10). Подобные концентрации отдыхающих возможны и на берегах проектируемого Нижнезейского водохранилища.



Фото 10. Пляж на берегу Зейского водохранилища в районе Снежногорска, июль 2012 г.
Photo 10. The beach on the Zeya reservoir bank near Snezhnogorsk, July 2012.

С нерегулируемым интенсивным рекреационным использованием связан целый ряд факторов, существенно влияющих на состояние экосистем и показатели биоразнообразия: беспокойство наземных животных, браконьерство, интенсивный вылов рыбы, загрязнение

вод бытовыми отходами, замусоривание прибрежных местообитаний, незаконные рубки леса, возникновение лесных пожаров и др.

Вблизи рекреационных зон возможны следующие явления: резкое снижение численности или исчезновение редких антропофобных, в том числе охраняемых видов животных (филин, черный аист, скопа, кутора, летучие мыши); снижение численности водоплавающих и околоводных видов птиц (утки, гуси, кулики); снижение численности промысловых видов зверей и птиц (косуля, изюбрь, лось, кабан, рысь, рябчик, тетерев, глухарь и др.); снижение плотности населения наземногнездящихся видов птиц; увеличение плотности населения синантропных и одомашненных видов (большеклювая ворона, озерная чайка, серая крыса, домашняя собака) и некоторых видов, устойчивых к воздействию фактора беспокойства (черная ворона, сойка, азиатская лесная мышь, лисица, американская норка).

Наиболее эффективным комплексным методом сохранения биоразнообразия в условиях рекреационного использования побережий проектируемого Нижнезейского водохранилища является создание природного парка (Подольский и др., 2017). Проведение зонирования позволит исключить интенсивное рекреационное использование участков, особо ценных в природоохранном отношении. Организация и регулирование массового отдыха на других участках сведет к минимуму негативные последствия рекреации.

7. Угрозы, связанные с появлением незамерзающей полыньи

Опасность массовой гибели и заболеваний млекопитающих при преодолении незамерзающей полыньи. Наличие полыньи в нижнем бьефе Зейской ГЭС приводит к частой гибели животных на переправах вплоть до устья р. Деп. В марте 1990 г. полынья распространилась ниже – вплоть до устья р. Аяк, где был зарегистрирован случай массовой гибели косули (Дарман, Колобаев, 1993). В нижнем бьефе Саяно-Шушенской ГЭС часто отмечали погибших копытных с пораженными легкими. Животные заболевают при попытках переплыть полынью в сильные морозы (Завацкий, Стахеев, 1996). Подобные явления следует ожидать и в нижнем бьефе Нижнезейской ГЭС. Возможности снижения негативного влияния незамерзающей полыньи на млекопитающих практически отсутствуют.

Опасность уничтожения водоплавающих во время сезонных концентраций на незамерзающей полынье. На незамерзающей полынье Зейской ГЭС в черте города Зeya (2-3 км ниже плотины) весной периодически отмечаются скопления водоплавающих птиц (утки, белолобые гуси, черные казарки). Подобные концентрации будут и в нижнем бьефе проектируемой Нижнезейской ГЭС. При отсутствии охраны здесь возможен массовый отстрел птиц. Для предотвращения этого необходима сезонная охрана скоплений водоплавающих на незамерзающей полынье.

Опасность массового уничтожения мигрирующих рыб у слива плотины. После перекрытия плотины Бурейской ГЭС ниже ее слива весной и в начале лета 2003 г. отмечалась концентрация рыб, вынужденных прекратить миграцию вверх по реке Буреe. В этот период здесь проводился массовый вылов ленка, тайменя и других промысловых видов. Аналогичная ситуация, вероятно, возникнет и после перекрытия плотины Нижнезейской ГЭС. Необходима организация специального поста рыбоохраны близ места скопления рыбы ниже слива плотины.

8. Угрозы, связанные с зарегулированием стока рек

Снижение продуктивности зоокомплексов наземных позвоночных поймы р. Зeya. Наблюдения в зонах влияния нижних бьефов Бурейского и Зейского гидроузлов, а также

литературные данные свидетельствуют о том, что в поймах рек при регулировании стока понижаются показатели численности и успешность размножения многих видов и групп наземных животных. Охарактеризуем основные прогнозируемые негативные явления и процессы.

Снижение успешности гнездования редких видов журавлей и аистов. В пойменных угодьях подзоны влияния регулирования стока проектируемым Нижнезейским водохранилищем и Зейским каскадом ГЭС гнездятся японский и даурский журавли, а также дальневосточный аист. Эти птицы выкармливают свой молодняк преимущественно мелкой рыбой, численность которой зависит от состояния пойменных водоемов (Парилов и др., 2006). Паводки наряду с атмосферными осадками оказывают мощное средообразующее влияние на местообитания этих видов, позволяя повысить кормовую емкость угодий и способствуя как росту численности, так и успеху размножения видов. Резкое снижение частоты и продолжительности высоких паводков в нижнем бьефе гидроузла ведет к прекращению регулярной промывки старичных озер и снижению их рыбопродуктивности. Это приведет к сокращению территорий, пригодных для успешного гнездования редких видов журавлей и аистов, что особенно опасно в периоды с пониженным количеством атмосферных осадков, когда пересыхают временные водоемы и не хватает мелкой рыбы для выкармливания птенцов.

Снижение успешности размножения земноводных. Большинство земноводных размножается в стоячих или слабопроточных пойменных водоемах. Резкое снижение частоты, высоты и длительности весенних паводков в нижнем бьефе гидроузла приводит к сокращению числа «нерестовых» водоемов и значительному уменьшению их площадей; изменению оптимальных сроков размножения. Все это негативно влияет на успех размножения земноводных и может повлечь за собой направленное изменение генофонда отдельных популяций (Колобаев, 2000).

Снижение плотности населения растительноядных животных. Снижение частоты, высоты и длительности весенних паводков, а также сокращение амплитуды колебаний уровня грунтовых вод ведет к снижению продуктивности пойменных лугов и деградации пойменных лесов (Малик, 1990; Кузьмина, Трешкин, 2012). При этом сокращается кормовая база животных, основу питания которых в разные сезоны составляют травянистые растения (мышевидные грызуны, копытные) и древесно-веточные корма (копытные, зайцеобразные). За ухудшением кормовых условий может последовать снижение показателей численности многих видов растительноядных животных.

Снижение плотности населения хищников открытых и полуоткрытых биотопов. Основу питания многих хищных зверей и птиц открытых и полуоткрытых пойменных местообитаний (лисица, колонок, горностаи, ласка, пустельга и др.) составляют мышевидные грызуны. Снижение численности грызунов, обусловленное деградацией пойменных лугов, вероятно, приведет к снижению плотности населения упомянутых видов хищников.

Чтобы не допустить утраты важнейших гнездовых биотопов охраняемых видов журавлей и аистов, целесообразно разработать и провести комплекс гидротехнических мероприятий, направленных на сдерживание деградации старичных озер и создание дополнительных кормовых водоемов.

Снижение продуктивности и видового разнообразия рыбного населения в нижнем бьефе гидроузла. Ухудшение условий нереста большинства видов рыб (сокращение твердого стока, изменение паводкового режима) может привести к некоторому ухудшению условий воспроизводства фитофильных видов рыб в нижнем бьефе Нижнезейской ГЭС. Однако возможность пополнения популяций всех видов, обитающих в нижнем бьефе в период нагульных миграций из Амура, несколько компенсирует снижение эффективности естественного воспроизводства.

9. Угрозы, связанные с воздействием длительных природных циклов и редких аномалий в условиях функционирования ГЭС

В условиях влияния крупных гидросооружений животные могут по-особому реагировать на длительные природные циклы и редкие явления. Нельзя полностью исключать и вероятность техногенных катастроф, связанных с наличием большой плотины.

Снижение продуктивности и видового разнообразия зоокомплексов в периоды многолетних циклов пониженного атмосферного увлажнения. У многих видов и групп наземных животных естественная динамика численности в той или иной степени связана с количеством осадков вегетационного периода. Динамика кормовых запасов у многих видов млекопитающих зависит от многолетней динамики осадков начала вегетационного периода (Ломанов, 1995; Подольский, 2013). Так, в Зейском заповеднике отмечена прямая связь динамики численности кабарги с весенне-летними осадками за предыдущие 4-6 лет (Подольский и др., 2006). Репродуктивные показатели дальневосточного аиста в Хинганском заповеднике в значительной степени определяются летними и осенними осадками предшествующих лет. Эти птицы выкармливают свой молодняк преимущественно мелкой рыбой, численность которой зависит от состояния пойменных водоемов (Парилов и др., 2006). Для рассматриваемой территории определяющее значение имеют длительные колебания сумм осадков с периодом в 20-30 лет, единые для большей части бассейна р. Амура. Можно с уверенностью утверждать, что, как в нижнем, так и в верхнем бьефе зоны влияния проектируемого Нижнезейского водохранилища, в периоды пониженного атмосферного увлажнения негативное влияние на биоту и потери биоразнообразия от гидростроительства будут наиболее значительны. В частности, возможно полное прекращение гнездования журавлей и аистов.

Изменение негативных тенденций динамики численности фоновых видов в периоды пониженного увлажнения не представляется возможным. Чтобы не допустить утраты популяций дальневосточного аиста, даурского и японского журавлей, целесообразно разработать и провести комплекс гидротехнических мероприятий, направленных на сдерживание деградации старичных озер. В качестве меры по снижению негативного влияния зарегулирования стока реки Зея на популяции гнездящихся японских и даурских журавлей может служить разведение их в неволе с последующим выпуском в природу. Такая методика отработана на Станции реинтродукции редких видов птиц Хинганского заповедника. За почти тридцатилетнюю практику местными сотрудниками разработана методика, позволяющая инкубировать яйца редких видов журавлей, выращивать их в условиях близких к естественным и на второй год жизни выпускать в природу. Большинство выпущенных птиц успешно адаптируется и зачастую в последующие годы образует пары с дикими птицами.

Заключение

Создание крупных гидросооружений сопряжено с интенсивным воздействием на экосистемы целого ряда антропогенных факторов. В верхнем бьефе основными из них являются: затопление речных долин; появление крупного водоема озерного типа; колебание уровня водохранилища. С этими факторами связаны явления, влияющие на животное население: исчезновение большей части наиболее продуктивных пойменных биотопов; появление системы преград, нарушающих миграционные процессы, полностью или частично изолирующих популяционные группировки многих видов наземных позвоночных; подтопление; разрушение берегов; изменение водно-ледового режима; изменение микроклимата (рис. 4).

Существенное значение имеют и такие сопутствующие антропогенные факторы, как: усиление интенсивности браконьерства и беспокойства; лесосводка и лесочистка; увеличение частоты лесных пожаров. При этом животные на побережьях продолжают подвергаться воздействию природных факторов; основные из которых: многолетние колебания количества осадков и связанные с ними естественные колебания стока.



Рис. 4. Основные факторы воздействия на животное население в верхнем бьефе крупного водохранилища. **Fig. 4.** The main factors, affecting the animal population in the large reservoir upper reach.

Основными антропогенными факторами в нижнем бьефе являются: регулирования стока, сопряженные с нарушениями паводкового режима и режима колебания уровня грунтовых вод, а также с заиливанием старичных озер; появление протяженной (до 140 км) незамерзающей полыньи, представляющей труднопреодолимое препятствие и вызывающей частое образование морозных туманов; сокращение твердого стока, вызывающее нарушение русловых процессов (рис. 5). Здесь так же, как в верхнем бьефе, возрастает интенсивность воздействия фактора беспокойства, чаще происходят лесные пожары. Кроме того, во многих местах пойменные экосистемы разрушаются галечниковыми карьерами, откуда поставляют стройматериалы для возведения плотины.

Основными природными факторами, определяющими состояние популяций и сообществ наземных животных в нижнем бьефе водохранилища, являются: многолетние колебания количества осадков и связанные с ними колебания объемов стока, а также русловые процессы.

Помимо этого в зоне влияния гидроузла, как в верхнем, так и в нижнем бьефе, животные находятся под влиянием длительных направленных климатических изменений. Со второй половины XX века в Приамурье отмечается устойчивая тенденция к увеличению

среднемесячных температур, особенно в зимний период (Кузьмина, Трешкин, 2016).

В зоне влияния крупного водохранилища взаимодействие антропогенных и природных факторов создает целый ряд угроз, которые могут воздействовать на диких животных как непосредственно, так и опосредованно – через изменения условий обитания. Некоторые факторы одновременно оказывают «двойное» – прямое и косвенное влияние на фауну и животное население.



Рис. 5. Основные факторы воздействия на животное население в нижнем бьефе крупного водохранилища. **Fig. 5.** The main factors, affecting the animal population in the large reservoir lower reach.

В качестве примеров прямого воздействия можно привести гибель наземных позвоночных при заполнении водохранилища; прямое преследование промысловых видов браконьерами; гибель мелких животных во время строительных работ.

Наглядный пример «двойного» влияния гидростроительства – воздействие на мигрирующие популяционные группировки косуль. Нарушение путей сезонных миграций, связанное с появлением новых водно-ледовых преград, оказывает на косуль как прямое, так и косвенное воздействие. В качестве прямого воздействия следует рассматривать массовую гибель мигрантов, пытающихся преодолеть водохранилище. Косвенное влияние выразится в резком сокращении площадей доступных зимних пастбищ.

Большинство угроз животному населению связано с косвенным влиянием гидростроительства через изменение условий обитания: резкое сокращение площадей наиболее продуктивных долинных биотопов; подтопление; резкое изменение гидрорежима водоема (верхний бьеф); нарушение естественного режима паводков и колебаний уровня грунтовых вод (нижний бьеф); микроклиматические изменения и др.

Проведенный анализ угроз фауне и животному населению позволяет утверждать, что

создание Нижнезейского гидроузла представляет реальную экологическую опасность. Некоторые негативные последствия гидростроительства могут быть смягчены с помощью своевременных охранных и биотехнических мероприятий. Но наиболее значимые нарушения среды обитания диких животных в принципе не могут быть компенсированы. Среди них: сокращение и нарушение Зейского «экологического коридора», нарушение путей сезонных миграций косуль, уничтожение мест концентраций на пролете фоновых (утки, гуси и др.) и редких охраняемых (черный аист и др.) видов птиц. Предложенный подход к классификации угроз животному миру может быть использован при экологических исследованиях в зонах влияния других существующих и проектируемых гидросооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авакян А.Б., Подольский С.А.* 2002. К вопросу о влиянии водохранилищ на животных // Водные ресурсы. Т. 29. № 2. С. 141-151.
- Антонов А.И., Яковлев А.А., Подольский С.А.* 2015. Видовой состав птиц среднего течения реки Зeya (Амурская область) // Фауна Урала и Сибири. № 2. С. 23-43.
- Дарман Ю.А., Колобаев Н.Н.* 1993. Влияние Зейского водохранилища на копытных животных // Явления и процессы в природном комплексе Зейского заповедника. М. С. 63-85.
- Завацкий Б.П., Стахеев В.А.* 1996. Памятник природы // Ленинская искра. С. 2.
- Игнатенко С.Ю., Подольский С.А., Былков А.Ф.* 2007. Мониторинг гибели мигрирующих косуль в зоне влияния Бурейского водохранилища и расчет ущерба близлежащим ООПТ // Материалы VIII дальневосточной конференции по заповедному делу. Т. 1. Благовещенск: Издательство БГПУ. С. 151-159.
- Ильяшенко В.Ю.* 1984. Влияние Зейского водохранилища на наземных позвоночных животных горно-таежных экосистем (на примере восточной части хребта Тукурингра) // Диссертация на соискание ... канд. биол. наук. М. 202 с.
- Колобаев Н.Н.* 2000. Влияние водохранилища на фауну амфибий и рептилий // Влияние Зейского водохранилища на наземных позвоночных (амфибии, рептилии, млекопитающие). Благовещенск: Издательство «Зeya». С. 45-93.
- Красная книга Амурской области. 2009. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов: официальное издание. Благовещенск: Издательство БГПУ. 446 с.
- Красная книга Международного союза охраны природы. 2016. [Электронный ресурс <http://www.iucnredlist.org/>].
- Красная книга Российской Федерации (животные). 2001 / Ред. В.И. Данилов-Данильян и др. М.: АСТ «Астрель». 862 с.
- Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е.* 2012. Оценка последствий гидротехнического воздействия на экосистемы пойменных гидроморфных и полуавтоморфных территорий // Актуальная биогеография. Вопросы географии. Сб. 134. М.: Издательский дом «Кодекс». С. 298-313.
- Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е.* 2016. Многолетние изменения основных метеорологических характеристик в бассейне Амура // Использование и охрана природных ресурсов в России. № 4. С. 50-61.
- Ломанов И.К.* 1995. Закономерности динамики численности и размещения населения лося в Европейской части России. М.: Издательство ЦНИЛ охотничьего хозяйства и заповедников. 60 с.
- Малик Л.Г.* 1990. Географические прогнозы последствий гидроэнергетического строительства в Сибири и на Дальнем Востоке. М.: ИГ АН СССР. 317 с.
- Париллов М.П., Игнатенко С.Ю., Кастрикин В.А.* 2006. Гипотеза влияния многолетних

гидрологических циклов и глобального изменения климата на динамику численности японского, даурского журавлей и дальневосточного аиста в бассейне реки Амур // Влияние изменения климата на экосистемы бассейна реки Амур. М.: WWF России. С. 92-110.

- Подольский С.А.* 1997. Значение экотонов для млекопитающих в зоне влияния Зейского водохранилища // Экотоны в биосфере. М.: РАСХН. С. 138-145.
- Подольский С.А.* 1998. Особенности воздействия Зейского водохранилища на население млекопитающих восточной части хребта Тукурингра (грызуны, зайцеобразные, копытные, хищные). Диссертация на соискание ... канд. геогр. наук. М.: ИВП РАН. 228 с.
- Подольский С.А.* 2013. Методический подход к оценке значимости природных и антропогенных факторов динамики численности копытных на примере зоны влияния Зейского водохранилища // Поволжский экологический журнал. № 3. С. 291-303.
- Подольский С.А., Игнатенко С.Ю., Дарман Ю.А., Антонов А.И., Игнатенко Е.В., Кастрикин В.А., Былков А.Ф., Парилов М.П.* 2004. Проблемы охраны и изучения диких животных при создании горных водохранилищ на примере Бурейского гидроузла / Ред. С.А. Подольский. М.: РАСХН. 132 с.
- Подольский С.А., Кастрикин В.А., Красикова Е.К., Червова Л.В.* 2006. Естественные климатические и антропогенные факторы динамики численности и пространственного распределения кабарги в зоне влияния Зейского водохранилища // Влияние изменений климата на экосистемы реки Амур. Сборник статей по проблеме изменений климата и воздействия изменений на охраняемые виды и экосистемы. М.: WWF России. С. 82-91.
- Подольский С.А., Игнатенко С.Ю., Кастрикин В.А., Антонов А.И., Парилов М.П.* 2009. Основные закономерности динамики животного населения и особенности охраны фауны в зонах влияния крупных горных водохранилищ Дальнего Востока // Байкальский зоологический журнал. № 4. С. 98-105.
- Подольский С.А., Игнатенко С.Ю., Игнатенко Е.В., Тиунова Т.М., Павлова К.П., Коцюк Д.В., Антонов А.И., Михеев П.Б., Шмигирилов А.П., Борисова И.Г., Старченко В.М.* 2016. Методология организации и ведения мониторинга биоразнообразия в зонах влияния ГЭС на примере крупных гидроузлов Приамурья // Вестник ДВО РАН. № 1 (185). С. 15-25.
- Подольский С.А., Кастрикин В.А., Парилов М.П., Павлова К.П., Левик Л.Ю.* 2017. Возможности сравнительной оценки показателей видового разнообразия и численности животного населения на примере зоны влияния проектируемого Нижнезейского гидроузла // Экосистемы: экология и динамика. Т. 1. № 1. С. 55-73. [Электронный ресурс <http://www.ecosystemsdynamic.ru>].

**ASSESSMENT OF THE POTENTIAL THREATS TO THE VERTEBRATES
DURING THE HYDROPOWER DEVELOPMENT IN THE FAR EASTERN REGION**

© 2017. S.A. Podolskiy*, D.K. Kotsyuk**, A.I. Antonov***, M.P. Parilov***

**Water Problems Institute RAS*

Russia, 119333, Moscow, Gubkina Str., 3. E-mail: sergpod@mail.ru

***Pacific Research Fisheries Center*

Russia, 680028, Khabarovsk, Amurskiy Avenue, 13A. E-mail: tinro@tinro.khv.ru

****Khingan Nature Reserve*

Russia, 676740, Amur Region, Arkharinskiy District, Arkhara, Dorozhnyy Per., 6

E-mail: antonov@hingan.amur.ru, mparilov@mail.ru

The inventory and classification of the potential threats to the animal population in case of the Lower Zeya Hydroelectric Power Station project's realization is presented in this article. We focused on the terrestrial vertebrates mainly, used data of the perennial observations in the areas, affected by the Zeya and Bureya Dams, and considered results, received in 2014-2016 during the UNDP/GEF project, of the complex zoological researches in the area, which is expected to be affected by the Lower Zeya Hydroscheme. The threats were coherently evaluated by the factors of anthropogenic impacts for every stage of the project's realization. The potential losses and reduction of the negative impact on the biodiversity were assessed.

Keywords: Lower Zeya Hydroscheme, anthropogenic impacts, reservoir, ecocatastrophe, vertebrates.

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВИДОВ РАСТЕНИЙ КРАСНОЙ КНИГИ КАЗАХСТАНА

© 2017 г. Т.В. Дикарева

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
географический факультет*

Россия, 119992, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 1. E-mail: tvdikareva@yandex.ru

В работе представлен анализ флоры Красной книги Казахстана. Выявлено таксономическое разнообразие видового состава, эколого-ценотические спектры видов растений из Красной книги для разных природных зон и горных массивов республики, а также принадлежность упомянутых видов к различным географическим типам ареалов. На основе проведенного анализа сделан вывод о необходимости создания дополнительных охраняемых зон в горных массивах юга Казахстана. Выделены наиболее благоприятные местообитания для редких и реликтовых видов растений Казахстана.

Ключевые слова: Красная книга Казахстана, эколого-ценотические группы, географические типы ареалов, оценка биоразнообразия.

Большую роль в сохранении и изучении биологического разнообразия играют Региональные Красные книги. Они могут служить не только справочным материалом, но и источником для теоретических исследований флоры и обобщений как научного, так и практического значения.

В Казахстане Красная книга учреждена Правительством Республики от 16 января 1978 г. В первом издании предусматривались только две категории: виды, находящиеся под угрозой исчезновения (категория А), и редкие виды (категория Б). В 1981 году вышла в свет вторая часть Красной книги Казахской ССР, в которую занесено 307 видов растений (Красная книга Казахстана, 1981).

Список растений, занесенных в последнее издание Красной книги Казахстана, был утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан от 31 октября 2006 года. Список включает 374 вида растений. Именно это издание и послужило основным источником для предлагаемого в данной работе исследования.

Физико-географическая характеристика района исследования

Распределение растений на территории Казахстана во многом соответствует распределению почв и отражает закономерности широтной и высотной зональности, а также увеличение степени континентальности климата в восточном направлении, вглубь материка.

На равнинных пространствах Казахстана в растительном покрове четко прослеживается широтная зональность. К равнинным территориям относятся следующие физико-географические страны: Западно-Сибирская и Прикаспийско-Туранская (Физическая география ..., 2010).

Западно-Сибирская физико-географическая страна является слаборасчлененной, с большим количеством западин, бессточных котловин и соленых озер. На некоторых участках местности из-за затрудненности стока образуются болота, озера и заболоченные территории, что приводит в данных районах к засолению почв и формированию участков фильтрации поверхностных вод, к образованию солонцов и мозаичности природно-

территориальных комплексов (Вилесов и др., 2009).

Рассматриваемая физико-географическая страна делится на Тобол-Иртышскую и Прииртышскую физико-географические области, Приишимскую и Ишим-Кулундинскую физико-географические провинции.

Климат лесостепных и степных ландшафтов формируется в условиях континентальности, с продолжительной и суровой зимой и коротким летом. Радиационный баланс оказывает большое воздействие на климат, проявляется быстро возрастающая к югу засушливость. Годовое количество осадков для лесостепной зоны составляет около 400 мм, а для степной зоны – 350-370 мм. Средние температуры января составляют -19.5°C , а июля – $+20^{\circ}\text{C}$ (Физическая география ..., 2010).

На относительно дренированных участках и легких почвообразующих породах развиваются серые лесные почвы и черноземы, на слабодренированных равнинах формируются комплексы из лугово-черноземных почв, солонцов и солодей, нередко встречаются солончаковые луга и торфяные болота (Гвоздецкий, Николаев, 1971).

В структуре почвенного покрова черноземы и лугово-черноземные почвы занимают около 40% территории, серые лесные почвы и солоды – 20%, полугидроморфные и гидроморфные почвы – 20%, солонцы и солончаки – 20% (Фаизов, 1986).

Прикаспийско-Туранская физико-географическая страна представлена территориями Прикаспийской низменности и Туранской равнины, восточные части которой достигают Жайсанской и Илийской котловин. К полупустынной ландшафтной зоне относятся Северо-Прикаспийская и Торгайско-Центрально-Казахстанская физико-географические области (Физическая география ..., 2010).

К Северо-Прикаспийской физико-географической области относится Узень-Урало-Эмбинская провинция, которая состоит из слабохолмистой низменности Северного Прикаспия и увалисто-останцовой равнины Предуралья, Ойылской и Эмбинской возвышенности. Достаточно большие участки данной провинции представлены структурно-денудационной равниной, сложенной толщей глин, песчаников и мергелей. В результате деятельности соляной тектоники здесь сформировались соляные купола, которые встречаются преимущественно в Западном Казахстане, в Атырауской области (Гвоздецкий, Николаев, 1971).

Климат данного региона имеет определенно континентальный характер. При продвижении на восток эффект континентальности существенно увеличивается. Средние январские температуры с юго-запада на северо-восток снижаются от -13°C до -16°C . Средние температуры июля составляют $+22-23^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков колеблется от 250 мм на востоке до 360 мм на западе (Вилесов и др., 2009).

Торгайско-Центрально-Казахстанская физико-географическая область представлена Нижне-Торгайской физико-географической провинцией, которая лежит на юге Торгайского плато и с севера на юг расчленена Торгайской ложбиной. Континентальность климата и повышенная сухость провинции обусловлены ее положением между возвышенностями Мугоджар и Казахского мелкосопочника (Физическая география ..., 2010).

Климат отличается жарким засушливым летом и холодной малоснежной зимой. Среднегодовая температура января составляет $-16-17^{\circ}\text{C}$, а июля – $+22-23^{\circ}\text{C}$. Анализ атмосферных осадков показывает тенденцию уменьшения их количества с 270 мм в год до 170 мм (Вилесов и др., 2009).

Для полупустынной ландшафтной зоны в условиях нарастания засушливости к югу свойственно повышение теплообеспеченности, снижение влагообеспеченности и приумножение дефицита влаги. Для почвенного покрова зоны присуща комплексность каштановых почв (темно-каштановые, каштановые, светло-каштановые) и существенное

развитие солонцеватых, карбонатных почв и солонцов. Обширное распространение солонцов объясняется ослабленным дренажом и присутствием соленосных глин (Фаизов, 1986).

При рассмотрении пустынной ландшафтной зоны можно выделить следующие физико-географические области: Южно-Прикаспийскую и Мангышлак-Устюрт-Красноводскую (Физическая география ..., 2010).

Южно-Прикаспийская область занимает южные и восточные окраины Прикаспийской низменности и представлена Атырауской физико-географической провинцией на полого-плоской равнине.

Климатические условия провинции характеризуются большим количеством тепла. Климат данной местности континентальный, засушливый. Среднегодовые температуры января составляют от -8°C до -12°C , июля – от $+24^{\circ}\text{C}$ до $+26^{\circ}\text{C}$. Годовое распределение осадков колеблется от 150 мм до 200 мм, максимум приходится на первую половину теплого года (Вилесов и др., 2009).

Мангышлак-Устюрт-Красноводская физико-географическая область относится к юго-западной части Туранской платформы и представлена платообразными возвышенностями, приподнятыми равнинами и крупными песчаными массивами. В центральной части региона расположено слабоволнистое Мангыстауское плато, а на востоке простирается обширное плато Устюрт, которое представлено почти плоской равниной с абсолютными высотами около 300 м (Вилесов и др., 2009).

Климат формируется в условиях континентальности и засушливости. Средние январские температуры достигают -9°C на севере и -3°C на юге, средние июльские температуры колеблются от $+26^{\circ}\text{C}$ до $+28^{\circ}\text{C}$. Годовое распределение осадков составляет около 180-200 мм, а в некоторых районах не превышают 140 мм и даже 100 мм.

Пустынная зона представлена сильно-аридной территорией, с повышенной испаряемостью влаги, а также широким распространением карбонатных и засоленных почвообразующих пород. Отличительной особенностью пустынной зоны является наличие огромных площадей, занятых песчаными массивами, солончаками и такыровидными равнинами. Зона пустынь разделена на две подзоны: в северной части преобладают бурые почвы, в центральных – серо-бурые (Фаизов, 1986).

Высотная поясность горных территорий Казахстана определяет значительное разнообразие типов растительности и очень резкие флористические отличия от флор степных и пустынных равнинных провинций. Здесь сосредоточены массивы темнохвойных (более 0.5 млн. га) и лиственных (0.3 млн. га) лесов, горные степи и высокогорные луга (более 4 млн. га). На территории страны выделено 3 геоботанические области (рис. 1).

Первая область – Алтайская, которая занимает территорию южной части Алтая, располагается на границе лесной и степной зон. Данная область включает две провинции: А – Горно-Алтайскую, имеющую лиственные и пихтовые леса, высокогорные кустарники, луга и гольцы; Б – Низкогорно-Алтайскую, которая представлена набором лесостепных сообществ с кустарниками и красно-ковильными степями.

Вторая область – Тарбагатайско-Саурская, которая расположена на границе степной и пустынной зон. А – Тарбагатайская провинция характеризуется поясом лиственных лесов, реликтовых участков сосняков, выше которых распространены кобрезиевые луга. Б – Саурская провинция, где господствует полупустынная растительность на светло-каштановых почвах, а выше – степная на горных каштановых почвах и горных черноземах. Еще выше среднегорные луга и леса сменяются высокогорными лугами.

Третья область – Тяньшаньская, которая полностью расположена в пустынной зоне и состоит из трех провинций: А – Северо- Тяньшаньской, Б – Восточно- Тяньшаньской и В – Западно-Тяньшаньской.

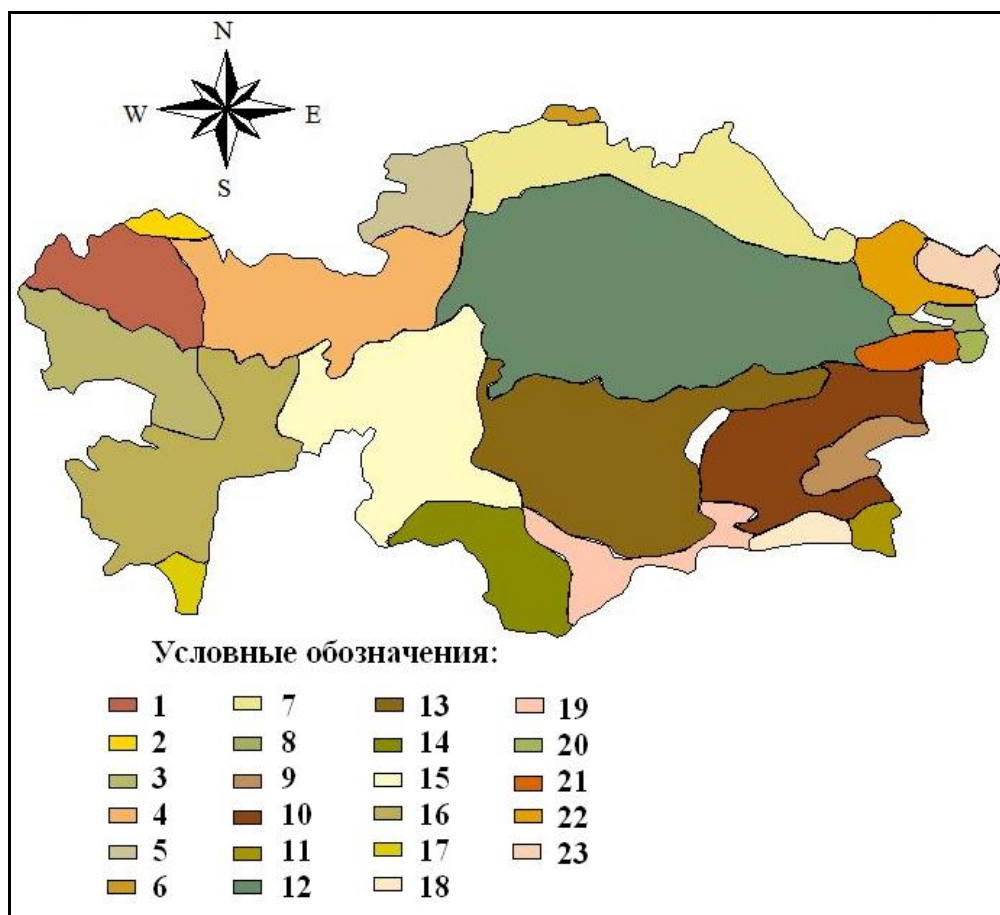


Рис. 2. Ботанико-географические провинции и области Казахстана (Быков, 1975). *Условные обозначения.* 1 – Верхне-Прикаспийская подпровинция Западно-Казахстанской степной провинции (ЗКСП), 2 – Предуральская подпровинция ЗКСП, 3 – Северо-Прикаспийская подпровинция Арало-Каспийской пустынной провинции (АКПП), 4 – Мугоджарско-Тургайская подпровинция ЗКСП, 5 – Зауральская подпровинция ЗКСП, 6 – Западно-Сибирская лесостепная провинция, 7 – Тобольско-Иртышская подпровинция Восточно-Казахстанской степной провинции (ВКСП), 8 – Зайсанская пустынная провинция, 9 – Джунгарская подпровинция Северо-Тяньшаньской провинции Тяньшаньской горной области (ТГО), 10 – Балхашская подпровинция Балхашской пустынной провинции (БПП), 11 – Восточно-Тяньшаньская подпровинция ТГО, 12 – Подпровинция Казахского мелкосопочника ВКСП, 13 – Бетпакдалинская подпровинция БПП, 14 – Шардарьинский округ Туркменской пустынной провинции (ТПП), 15 – Аральская подпровинция АКПП, 16 – Мангышлакско-Устюртская подпровинция АКПП, 17 – Южно-Устюртский округ ТПП, 18 – Северо-Тяньшаньская подпровинция ТГО, 19 – Западно-Тяньшаньская подпровинция ТГО, 20 – Саурская провинция Тарбагатайско-Саурской горной области (ТСГО), 21 – Тарбагатайская провинция ТСГО, 22 – Низкогорно-Алтайская провинция Алтайской горной области (АГО), 23 – Горно-Алтайская провинция АГО. **Fig. 2.** Botanical-geographical provinces and regions of Kazakhstan (Быков, 1975). *Legend.* 1 – Upper-Caspian province of Western-Kazakhstan steppe province (WKSP), 2 – Cis-Ural subprovince of WKSP, 3 – North-Caspian subprovince of the Aral-Caspian desert province (ACDP), 4 – Mugodzhzar-Turgai subprovince of WKSP, 5 – Trans-Ural subprovince of WKSP, 6 – Western-Siberian forest-steppe province, 7 – Tobol-Irtysh subprovince of Eastern-Kazakhstan steppe province (EKSP), 8 – Zaysan desert province, 9 – Dzungarian subprovince of the North-Tianshan province of the Tianshan

mountain region (TMR), 10 – Balkhash subprovince of the Balkhash desert province (BDP), 11 – Eastern-Tianshan subprovince of TMR, 12 – Subprovince of Kazakhstan mielkosopchnik of EKDP, 13 – Betpak-Dala subprovince of BDP, 14 – Shardarya okrug of Turkmenian desert province (TDP), 15 – Aral subprovince of ACDP, 16 – Mangyshlak-Usturt subprovince of ACDP, 17 – South-Usturt okrug of TDP, 18 – North-Tianshan subprovince of TMR, 19 – Western-Tianshan subprovince of TMR, 20 – Saoura province of Tarbagatay-Saoura mountain region (TSMR), 21 – Tarbagatay province of TSMR, 22 – Low-mountain-Altay province of Altay mountain region (AMR), 23 – Mountain-Altay province of AMR.

А. Северо-Тяньшаньская геоботаническая провинция охватывает Джунгарский Алатау, Заилийский Алатау и Кунгей-Алатау. В низкогорьях Джунгарской подпровинции широко распространены полынно-тырсовые степи, а также яблоневые и хвойные леса. К южным склонам хребтов приурочены типчаковые и бородачовые степи. Северо-Тяньшаньская подпровинция очень богата и разнообразна, здесь насчитывается около 2000 видов растений, 56 из них – эндемики. Представлена провинция низкими предгорьями с тырсовыми степями, выше – лиственными лесами, еще выше – еловыми. Для данной провинции типичны высокогорные луга (Байтенов, 1985).

Б. Восточно-Тяньшаньская геоботаническая провинция включает хребет Узынкара (Кетмень) и восточные окраины Терской Алатау. Провинция характеризуется кустарниково-разнотравно-типчаковые степями и еловыми лесами. Для высокогорий характерна разнотравно-типчаковой степь. Растительный покров области, в сравнении с предыдущей, небогат и составляет около 930 видов, из которых 11 – эндемики.

В. Западно-Тяньшаньская геоботаническая провинция относится к территории западных окраин Илийского (Заилийского) Алатау (Шу-Илийские горы) и Киргизского Алатау. Для низкогорий характерны эфемероидные и разнотравно-волосисто-пырейные степи, а также кустарники и ксерофитные редколесья, высокогорные луга (Вилесов и др., 2009).

Климат горных регионов Казахстана формируется под действием высотной зональности. Предгорные зоны, в том числе граничащие с ними равнинные регионы, находятся под воздействием одинаковых воздушных масс и циркуляционных процессов. При продвижении выше происходит обострение фронтальных процессов. Распределение атмосферных осадков в горах достаточно неравномерное. Так, в полупустынной части Заилийского Алатау, граничащей с предгорными районами, количество осадков составляет около 350 мм, а в предгорной части – 450-600 мм. На наветренные склоны северных отрогов Заилийского Алатау приходится максимум атмосферных осадков – около 800-1300 мм (Гвоздецкий, Николаев, 1971). Температура с высотой падает в январе на 0.5°C, в июле – на 0.7°C на каждые 100 м. Средние январские температуры колеблются в пределах от -17°C до -20°C, а средние июльские от +20°C до +23°C (Физическая география ..., 2010). Распределение положительных и отрицательных температур зависит от экспозиции, высоты склона и других показателей, поэтому на отдельных участках возможны небольшие погрешности.

Материалы и методы

Целью работы явился анализ видов растений Красной книги Казахстана (2006) для определения их происхождения и выявления территорий, нуждающихся в организации ООПТ.

Был проанализирован список видов из Красной книги Казахстана, в который вошли 374 вида сосудистых растений. Определялась зона их произрастания – лесостепь, степь,

пустыня и горные массивы Казахской республики, в которых встречались упомянутые виды.

Для каждого вида определялась эколого-ценотическая группа на основе определителя растений (Иллюстрированный ..., 1972), а также принадлежность к тому или иному типу ареала по классификации З.В. Карамышевой и Е.И. Рачковской (1973). Кроме того, был произведен флористический анализ для всего Казахстана в целом.

В результате выявлены регионы, в которых сосредоточено наибольшее количество и разнообразие редких растений, нуждающихся в охране, как по таксономическому составу, так и по эколого-флористическому и географическому (т.е. по составу региональных флор). Все названия растений даны по сводке С.К. Черепанова (1995).

Исследования местообитаний редких видов флоры проводились автором в горных регионах Казахстана: Каркаралинские горы, Алтай, Джунгарский Алатау.

Результаты и обсуждение

Анализ краснокнижной флоры Казахстана показал, что в таксономическом плане преобладают виды таких семейств, как Asteraceae, Fabaceae, Liliaceae, Brassicaceae и Ariaceae, что в целом характерно для степной и полупустынной флор. За ними идут семейства Alliaceae, Ranunculaceae, Rosaceae и Iridaceae, что отражает, скорее, обилие краснокнижных редких видов в горных регионах Казахстана (таблица).

Анализ эколого-ценотических групп растений производился по природным зонам, а также отдельно для горных массивов Алтая и Тяньшаня.

Так, для зоны лесостепи, территориально представленной в Казахстане на севере республики, состав эколого-ценотических групп растений в целом значительно отличается от остальной части Казахстана (рис. 2). В эколого-ценотическом спектре хорошо представлена бореальная (27%) и луговая (18%) группы растений. Также значительное место занимают неморальные и водно-болотные растения – по 9%. Безусловно, степняки составляют большую часть всех краснокнижных видов лесостепи – 37%. Среди бореальных можно отметить такие виды, как *Drosera rotundifolia*, *Orchis militaris*, а среди неморальных – *Quercus robur*. Виды водно-болотных местообитаний представлены кувшинкой белоснежной (*Nymphaea candida*).

В степной зоне эколого-ценотический спектр краснокнижных видов существенно отличается от лесостепного (рис. 3).

Подавляющее их большинство представлено степняками – 86%. Пустынная, неморальная, бореальная и водно-болотная группы представлены единичными растениями, такими как *Betula kirghisorum*, *Crambe tatarica*, *Alnus glutinosa* и *Najas popovii*.

Эколого-ценотический спектр краснокнижных видов пустынной и полупустынной областей Казахстана менее пестрый (рис. 4). Преобладают пустынная и степная группы, а неморальная и водно-болотная представлены единичными растениями. Из них отметим *Crataegus ambigua* и *Lonicera iliensis* (неморальная группа), а также *Adiantum capillus veneris* и *Aldrovanda vesiculosa* (водно-болотная).

В горах Казахстана сосредоточено основное ботаническое разнообразие редких охраняемых видов. В горах Алтая эколого-ценотический спектр очень разнообразен (рис. 5). Но преобладают степные (47%) и бореальные (30%) виды. Однако здесь среди краснокнижных видов встречаются луговые (3%) – *Erythronium sibiricum*, аркто-альпийские (3%) – *Rhodiola rosea* и водно-болотные (3%) – *Ledum palustre*. Довольно хорошо представлены неморальные виды (14%), среди которых отметим *Delphinium sauricum*, *Rheum altaicum*, *Ribes janczewskii* и *Orobanchaceae ledebourii*.

Таблица. Семейства флоры Красной книги Казахстана с указанием количества видов и родов. **Table.** Kazakhstan Red Book flora Families with indication of genera and species number.

№ п.п.	Семейство	Количество родов	Количество видов	№ п.п.	Семейство	Количество родов	Количество видов
1	Adiantaceae	1	1	40	Hyacinthaceae	1	1
2	Alliaceae	1	12	41	Iridaceae	5	12
3	Amaryllidaceae	1	1	42	Lamiaceae	6	9
4	Anacardiaceae	1	1	43	Liliaceae	5	22
5	Apiaceae	23	32	44	Lycopodiaceae	1	1
6	Araceae	2	2	45	Melanthiaceae	2	3
7	Asparagaceae	1	1	46	Menyanthaceae	1	1
8	Asphodelaceae	1	1	47	Morinaceae	1	1
9	Asteraceae	29	50	48	Nelumbonaceae	1	1
10	Berberidaceae	2	3	49	Nymphaeaceae	1	1
11	Betulaceae	3	5	50	Oleaceae	1	1
12	Bignoniaceae	1	1	51	Orchidaceae	6	8
13	Boraginaceae	7	10	52	Orthotrichaceae	1	1
14	Brassicaceae	17	21	53	Paeoniaceae	1	1
15	Campanulaceae	2	2	54	Papaveraceae	1	1
16	Caprifoliaceae	2	3	55	Peganaceae	1	1
17	Caryophyllaceae	7	11	56	Pinaceae	1	1
18	Celastraceae	1	2	57	Plumbaginaceae	4	7
19	Chenopodiaceae	5	6	58	Poaceae	3	7
20	Cladoniaceae	1	1	59	Polygonaceae	3	5
21	Convallariaceae	1	1	60	Primulaceae	2	2
22	Convolvulaceae	1	1	61	Ranunculaceae	6	13
23	Crassulaceae	2	2	62	Rosaceae	11	13
24	Cucurbitaceae	1	1	63	Rubiaceae	1	3
25	Cupressaceae	1	1	64	Salicaceae	1	2
26	Cyperaceae	2	2	65	Santalaceae	1	1
27	Droseraceae	2	2	66	Saxifragaceae	1	1
28	Dryopteridaceae	1	1	67	Scrophulariaceae	5	8
29	Ericaceae	4	4	68	Sphagnaceae	1	1
30	Euphorbiaceae	1	2	69	Tamaricaceae	1	1
31	Fabaceae	9	39	70	Thymelaeaceae	2	3
32	Fagaceae	1	1	71	Trapaceae	1	1
33	Fissidentaceae	1	1	72	Trilliaceae	1	1
34	Fumariaceae	1	1	73	Ulmaceae	1	1
35	Gentianaceae	1	1	74	Valerianaceae	1	1
36	Globulariaceae	1	1	75	Viscaceae	1	1
37	Grossulariaceae	1	1	76	Vitaceae	1	1
38	Hemerocallidaceae	1	1	77	Zygophyllaceae	1	2
39	Huperziaceae	1	1				

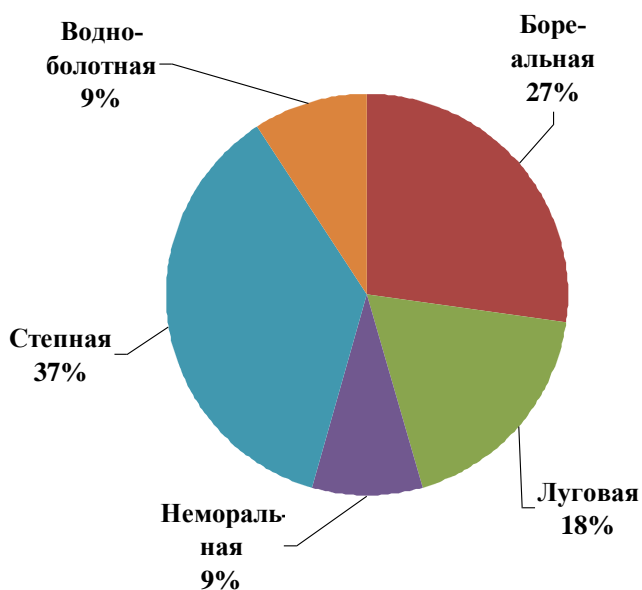


Рис. 2. Соотношение эколого-ценотических групп растений Красной книги Казахстана в зоне лесостепи. **Fig. 2.** Percentage of ecological-coenotic groups of plants included into the Kazakhstan Red Book for the forest-steppe zone.

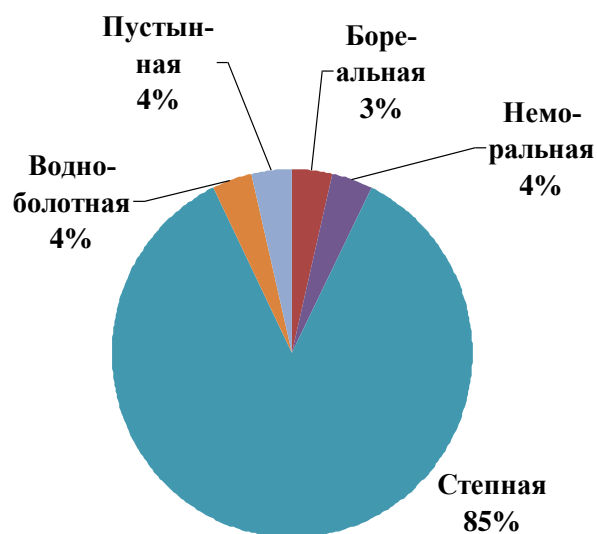


Рис. 3. Соотношение эколого-ценотических групп растений Красной книги Казахстана в зоне степи. **Fig. 3.** Percentage of ecological-coenotic groups of plants included into the Kazakhstan Red Book for the steppe zone.

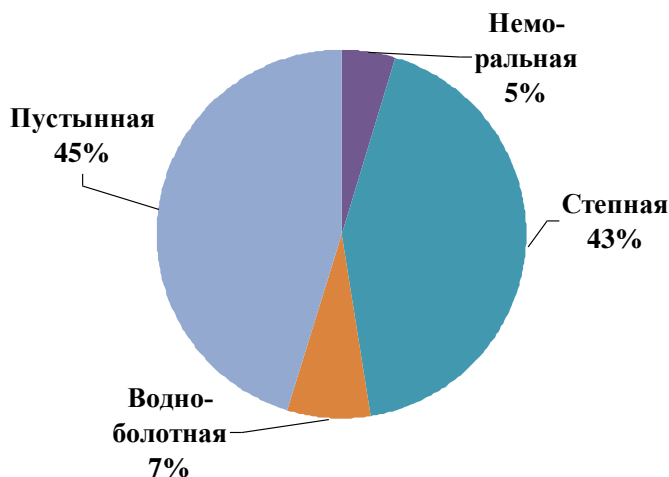


Рис. 4. Соотношение эколого-ценотических групп растений Красной книги Казахстана в зоне пустыни и полупустыни. **Fig. 4.** Percentage of ecological-coenotic groups of plants included into the Kazakhstan Red Book for the desert and semidesert zones.

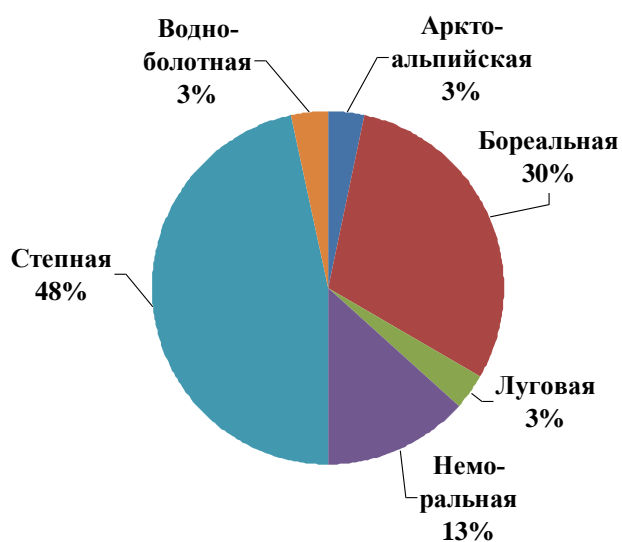


Рис. 5. Соотношение эколого-ценотических групп растений Красной книги Казахстана в горах Алтая. **Fig. 5.** Percentage of ecological-coenotic groups of plants included into the Kazakhstan Red Book for the Altai Mountains.

Ботаническое разнообразие гор южного Казахстана довольно велико (рис. 6). Однако преобладают степная (70%) и аркто-альпийская группы (15%). Немного растений неморальной, луговой, бореальной и пустынной групп. Водно-болотные растения представлены единственным видом *Nelumbo nucifera*, разводимым в водоемах Алма-Атинской области. Из неморальных отметим яблони *Malus niedzwetzkyana* и *M. sieversii*, из бореальных – *Corydalis semenovii* и *Arctostaphylos uva-ursi*. Среди луговых – водосборы (*Aquilegia vitalii* и *A. karatavica*). Пустынные виды встречаются здесь в нижних частях склонов Каратау, Тяньшаня и Джунгарского Алатау: *Heliotropium parvulum*, *Ungernia severtzovii*, а также ферулы: *Ferula xeromorpha* и *F. sugatensi*.

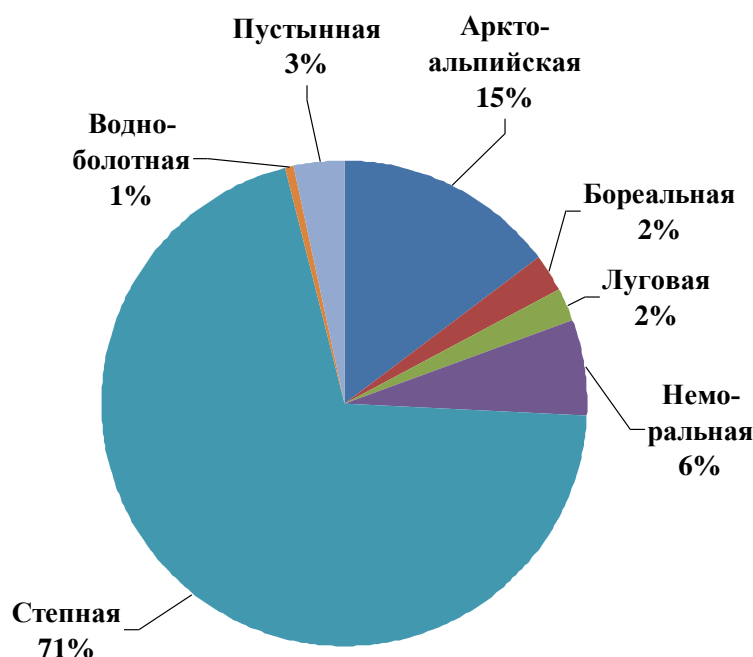


Рис. 6. Соотношение эколого-ценотических групп растений Красной книги Казахстана в Тяньшане и горах южного Казахстана. **Fig. 6.** Percentage of ecological-coenotic groups of plants included into the Kazakhstan Red Book for the Tien-Shan Mountains and mountains of the southern Kazakhstan.

Анализ растений по типам ареалов может наглядно показать связь рассматриваемого региона с окружающими флорами и отчасти поможет определить пути миграции видов в пределах региона, а также возможности для реинтродукции и сохранения того или иного таксона. Такой анализ был проведен нами для краснокнижных видов Казахстана на основе типологии ареалов, предложенной З.В. Карамышевой и Е.И. Рачковской (1973). Для определения принадлежности к тому или иному ареалу использовались данные монографии Е.П. Коровина (1934), а также В.А. Николаева (1999).

В лесостепной зоне среди охраняемых видов преобладают палеарктические, широко распространенные в гумидных областях Палеарктики и особых условиях субаридных и аридных регионов (рис. 7): *Quercus robur*, *Convallaria majalis*, *Drosera rotundifolia*, *Gladiolus imbricatus* и другие. Однако здесь отмечен один эндемичный вид – *Rosa pavlovii* и один западно-палеарктический – *Adonis vernalis*.

Для зоны степей (рис. 8) среди охраняемых видов характерно большое количество эндемичных видов (36%) с узколокальным ареалом: *Papaver tenellum*, *Juno almaatensis*, *Rubia*

cretacea и некоторые другие. В то же время доля палеарктических видов остается значительной (46%), что в целом свидетельствует о древности флоры краснокнижных видов, формировавшейся без отрыва от остальной флоры Палеарктики. Упомянем такие виды, как *Soranthus meyeri*, *Anthemis trotzkiana* и *Silene cretacea*. Но есть во флоре краснокнижных видов степной зоны и некоторое количество Заволжско-казахстанских (11%) и Казахстанско-среднеазиатских (3%), равно как и Восточно-палеарктических (4%). Назовем здесь *Erysimum perofskianum* (Заволжско-казахстанский), *Crambe tatarica* (Казахстанско-среднеазиатский) и *Betula kirghisorum* (Восточно-палеарктический).

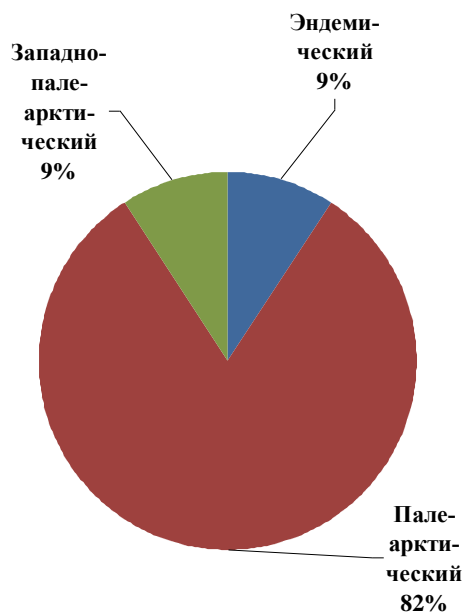


Рис. 7. Соотношение типов географических ареалов растений Красной книги Казахстана в зоне лесостепи. **Fig. 7.** Percentage of areals types of plants included into the Kazakhstan Red Book for the forest-steppe zone.

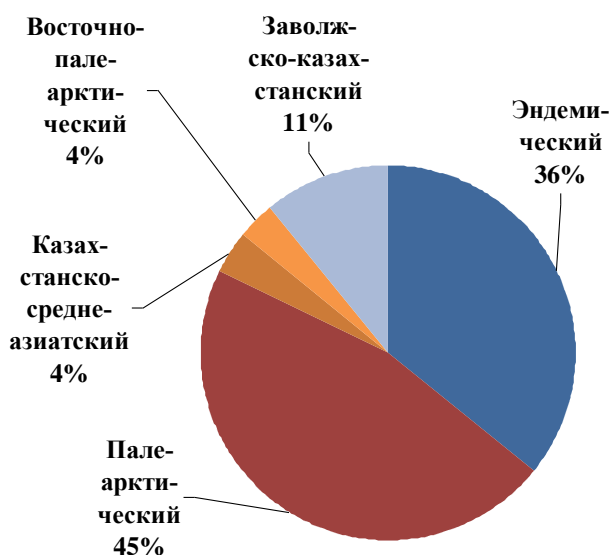


Рис. 8. Соотношение типов географических ареалов растений Красной книги Казахстана в зоне степи. **Fig. 8.** Percentage of areals types of plants included into the Kazakhstan Red Book for the steppe zone.

В зоне пустынь и полупустынь состав типов ареалов резко меняется (рис. 9). Здесь, как и в степи, среди краснокнижных много эндемичных видов (38%). Однако место палеарктических занимают Казахстанско-среднеазиатские (55%). Из эндемиков пустынь назовем *Berberis iliensis*, *Calligonum triste* и *Farsetia spathulata*. Казахстанско-среднеазиатские виды представлены *Malacocarpus crithmifolius*, *Rubia rezniczenkoana*, *Allium caespitos* и многими другими. В то же время палеарктический вид один – *Adiantum capillus-veneris*. Также по одному виду с Заволжско-казахстанским (*Crataegus ambigua*) и Восточноказахстанско-монгольским (*Trapa natans saissanica*) ареалами.

В горах Казахстана, как уже упоминалось, спектр краснокнижных видов более пестрый (рис. 10). Здесь, на Алтае, преобладают эндемичные виды (33%), такие как *Pyrethrum kelleri*, *Iris ludwigii*, *Daphne altaica* и алтайские (43%): *Erythronium sibiricum*, *Osmorhiza aristata*, *Sanicula europaea*. Небольшое количество Восточноказахстанских (*Cypripedium calceolus*, *C. macranthum*), Центрально-восточноказахстанско-джунгаро-тяньшаньских (*Rhodiola rosea*, *Rhaponticum carthamoides*), Казахстанско-турано-среднеазиатских (*Leontice altaica*) и

Казахстанско-центральноазиатских (*Rheum altaicum*). Такое распределение типов ареалов свидетельствует о том, что в целом флора Алтая довольно замкнута и пока не сильно нарушена. Но, безусловно, это суждение основано только на анализе краснокнижной флоры.

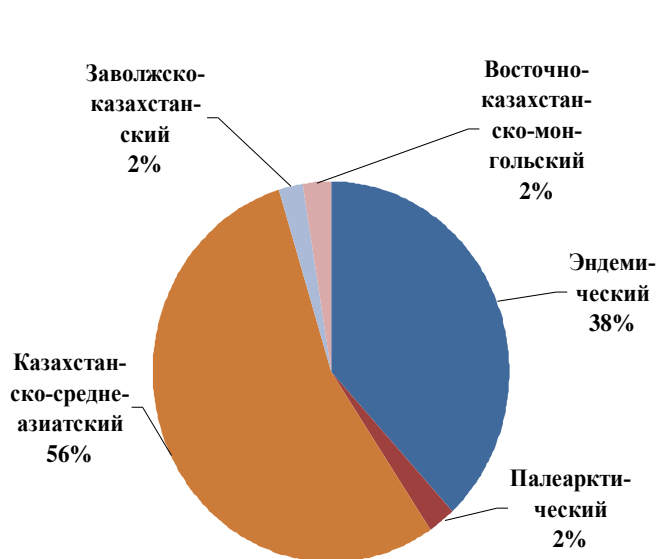


Рис. 9. Соотношение типов географических ареалов растений Красной книги Казахстана в зоне пустыни и полупустыни. **Fig. 9.** Percentage of areal types of plants included into the Kazakhstan Red Book for the desert and semi-desert zones.



Рис. 10. Соотношение типов географических ареалов эколого-ценологических групп растений Красной книги Казахстана в горах Алтая. **Fig. 10.** Percentage of areal types of plants included into the Kazakhstan Red Book for the Altai Mountains.

Горы Тяньшаня и южного Казахстана имеют краснокнижные виды, относящиеся к еще более разнообразным типам флор (рис. 11). Эндемики здесь значительно преобладают по численности (60%). Назовем лишь хорошо известные виды, такие как *Hieracium kumbelicum*, *Schrenkia kultiassovii*, *Scutellaria karatavica*, *Ferula sugatensis*, *Tulipa regelii*, *Populus berkarensis*, *Niedzwedzka semiretschenskia*. Далее идет Северотяньшаньский ареал (*Taraxacum kok-saghyz*, *Ostrovskia magnifica*), Восточноказахстанско-джунгаро-тяньшаньский (*Mertensia dshagastanica*, *Rhaponticum carthamoides*), Казахстанско-центральноазиатский (*Metastachys sagittata*, *Nepatica falconeri*) и Казахстанско-туранский (*Cryptocodon monocephalus*, *Morina kokanica*) – по 7-9% от всей флоры краснокнижных видов. Одним-двумя видами представлены ареалы Палеотропический (*Nelumbo nucifera*), Восточноказахстанско-монгольский (*Kaufmannia semenovii*), Центрально-восточноказахстанско-джунгаро-тяньшаньский (*Fritillaria pallidiflora*) и Казахстанско-турано-среднеазиатский (*Calophaca howenii*).

Анализ флоры массивов Каркаралинских гор, проведенный автором ранее, показал, что наиболее высокие показатели α - и β -разнообразия отмечены для берегов ручьев, долин временных водотоков, побережий и сплавиных озер, сфагновых болот, рямов и согров, расщелин глыб, подножий скалистых гребней гор, мшистых и мшисто-травяных сосняков склонов и шельфов высоких гор, а также черноольшаников (Дикарева, Леонова, 2014).

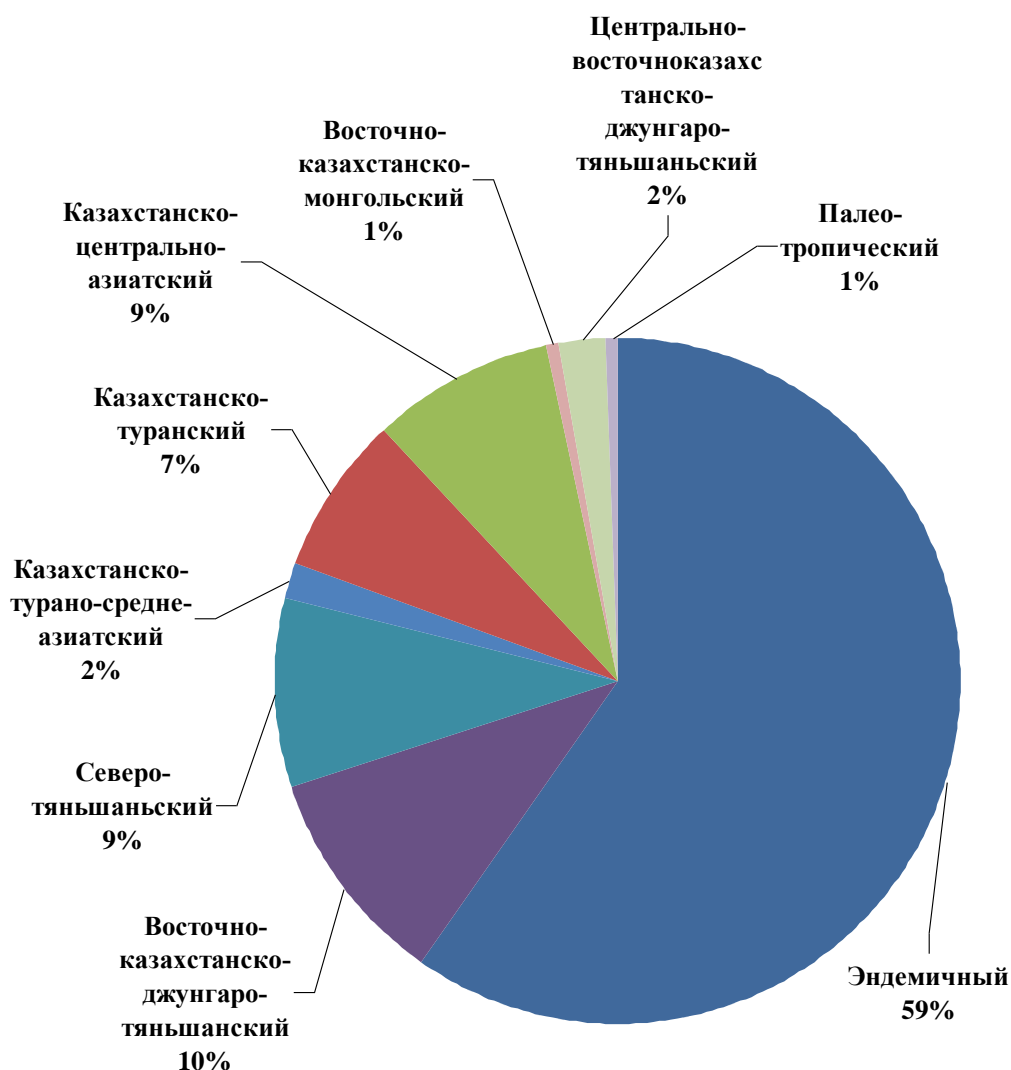


Рис. 11. Соотношение типов географических ареалов растений Красной книги Казахстана в Тяньшане и горах Южного Казахстана. **Fig. 12.** Percentage of areals types of plants included into the Kazakhstan Red Book for the Tien-Shan Mountains and mountains of the Southern Kazakhstan.

Выводы

Для решения вопросов охраны видового разнообразия необходима оценка степени сохранности флоры той или иной территории, а также степени не только таксономического разнообразия, но и эколого-ценотического, географического и структурного биоразнообразия.

На основе проведенного анализа флоры Красной книги Казахстана можно сделать следующие выводы.

В таксономическом плане в составе краснокнижных видов преобладают представители таких семейств, как Asteraceae, Fabaceae, Liliaceae, Brassicaceae и Apiaceae, что в целом характерно для степной и полупустынной флор. Более разнообразный спектр семейств (77 штук) обусловлен значительным количеством охраняемых видов в горных областях

республики.

Эколого-ценотические спектры краснокнижных видов наиболее разнообразны в лесостепной зоне и в горных областях Казахстана, особенно на Алтае, что свидетельствует в пользу организации дополнительных ООПТ в горных регионах республики и на тех небольших лесостепных территориях, которые еще сохранились на севере страны.

Анализ видового состава охраняемых видов по принадлежности к географическим флорам позволил сделать вывод о том, что на Тяньшане и в горах Южного Казахстана спектр географических флор самый разнообразный. Именно здесь нашли приют редкие виды, принадлежащие как к Западнопалеарктической и Казахстанско-среднеазиатской, то есть к северным флорам, так и к Центрально-восточноказахстанско-джунгаро-тяньшаньской и Восточноказахстанско-джунгаро-тяньшаньской, то есть к юго-восточным флорам. Еще раз подчеркнем, что именно в горах южного Казахстана целесообразно усилить охрану редких и исчезающих видов.

Наиболее благоприятными для произрастания редких и реликтовых видов являются следующие местообитания: берега ручьев, долины временных водотоков, побережья и сплавины озер, сфагновые болота, рямы и согры, расщелины глыб, подножья скалистых гребней гор, мшистые и мшисто-травяные сосняки склонов и шельфы высоких гор, а также черноольшаники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Байтенов М.С.* 1985. Высокогорная флора Северного Тянь-Шаня. Алма-Ата: Наука. 232 с.
- Быков Б.А.* 1975. Региональный анализ флоры и ботанико-географическое районирование Казахстана // Проблемы освоения пустынь. № 6. С. 3-15.
- Вилесов Е.Н., Науменко А.А., Веселова Л.К., Аубекеров Б.Ж.* 2009. Физическая география Казахстана / Ред. А.А. Науменко. Учебное пособие. Алматы: Казак университет. 362 с.
- Гвоздецкий Н.А., Николаев В.А.* 1971. Очерк природы Казахстана. М: Мысль. 291 с.
- Дикарева Т.В., Леонова Н.Б.* 2014. Фиторазнообразие сопок Каркаралинского национального парка (Республика Казахстан) // Аридные экосистемы. Т. 20. № 4 (61). С. 105-114.
- Иллюстрированный определитель растений Казахстана. 1969. 1972. Т. 1. 2. Алма-Ата: Наука. 652 с. 572 с.
- Карамышева З.В., Рачковская Е.И.* 1973. Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. Л.: Наука. 280 с.
- Коровин Е.П.* Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. 1934. М.-Ташкент: Объединение государственных издательств, среднеазиатское отделение. 480 с.
- Красная книга Казахской ССР. 1981. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Часть 2. Растения. Алма-Ата. 260 с.
- Красная книга Казахстана. 2006. Астана: Багира ЛТД. 550 с.
- Национальный атлас Республики Казахстан. 2006. Том 1. Природные условия и ресурсы. 117 карт.
- Николаев В.А.* 1999. Ландшафты азиатских степей. М.: Издательство Московского Университета. 288 с.
- Фаизов К.Ш.* 1986. Почвы Республики Казахстан. Алматы: Агропромиздат. 336с.
- Физическая география Республики Казахстан. 2010 // Учебное пособие. Астана, Евразийский Национальный университет им. Л.Н. Гумилева. «Аркас». 592 с.
- Черепанов С.К.* 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств. С-П.: Мир и семья-95. 990 с.

**ECOLOGICAL-COENOTIC ANALYSIS OF THE KAZAKHSTAN RED BOOK
VEGETATION SPECIES****© 2017. T.V. Dikareva**

*M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography
Russia, 119992, Moscow, Leninskie Gory, 1, Building 1. E-mail: tvdikareva@yandex.ru*

The analysis of flora from the Red Book of Kazakhstan republic is presented in the paper. The systematic diversity of flora, the ecological-coenotic spectrum of the Red Book species for the different natural zones and mountains of Republic as well as the geographical types of areals for all species from the Red Book are defined. The conclusion, based on the previously made analysis, reveals that additional protected areas are necessary for the conservation of rare species in the mountain regions in the south of Kazakhstan. The most favorable natural habitats for the rare and relict species are defined.

Key words: Red Book of Kazakhstan, ecological-coenotic groups, geographical types of areals, biodiversity estimation.