ISSN 1993-3916

Том *Volume* **16** **Номер** Number **3 (43)** **Сентябрь** September **2010**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ
ARID ECOSYSTEMS

Журнал освещает фундаментальные исследования и результаты прикладных работ по проблемам аридных экосистем и борьбы с антропогенным опустыниванием в региональном и глобальном масштабах. Издается с 1995 года по решению Бюро Отделения общей биологии Российской академии наук.

The journal is published by the decision Department of Biological Sciences of Russian Academy of Sciences (RAS). The results of fundamental and applied investigations on the problems of arid ecosystems and on struggle against anthropogenic desertification are published on its pages. Principles of system study of arid territories and the dynamics of their biology potential changes in global and regional aspects are put into basis.

МОСКВА: Товарищество научных изданий КМК
MOSCOW: KMK Scientific Press Ltd.

2010

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOLOGICAL SCIENCES
DAGHESTAN SCIENTIFIC CENTER
PRICASPIYSKIY INSTITUTE OF BIOLOGICAL RESOURCES
WATER PROBLEMS INSTITUTE

SECTION "Problems of arid ecosystems and combat against desertification"
Scientific council "Problems of ecology and biological systems"

ARID ECOSYSTEMS

Vol. 16, No. 3 (43), 2010, SEPTEMBER
Journal is founded in January 1995
Issued 4 times per year

Editor - in - chief Prof., Dr. biol. Z.G. Zalibekov**

Deputy editor Prof., Dr. geogr. N.M. Novikova*

Editorial Board:
B.D. Abaturov, S.-W. Breckle (Germany), M.G. Glants (USA), P.D. Gunin, Zhigang Jiang (China), L.A. Dimeeva (Kazakhstan), I.S. Zonn, R.V. Kamelin, Zh.V. Kuz'mina, G.S. Kust, E. Lioubimtseva (USA), V.M. Neronov, L. Orlovsky (Israel), U. Safriel (Israel), I.V. Springuel (Egypt), A.A. Tishkov, A.A. Chibilev, P. Shafroth (USA), Z.Sh. Shamsutdinov, A.K. Ustarbekov, T.V. Dikariova (*executive secretary*)

Responsibilities for issue:
V.M. Neronov*, Zh.V. Kuz'mina*

Editorial council:
R.G. Magomedov** (*vice-editor-in-chief on organizational questions*), P.M.-S. Muratchaeva**, M.B. Shadrina*, M.Z. Zalibekova**

Addresses of Editorial Offices:
*Russia, 119333 Moscow, Gubkina str., 3, WPI RAS
Tel.: (499) 135-70-41. Fax: (499) 135-54-15
E-mail: arid.journal@yandex.ru

**Russia, 367025 Makhachkala, Gadjieva str., 45, PIBR DSC RAS
Tel./Fax: (872-2) 67-60-66
E-mail: pibrdncran@iwt.ru

MOSCOW: KMK Scientific Press Ltd.
2010

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
ДАГЕСТАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ПРИКАСПИЙСКИЙ ИНСТИТУТ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ

СЕКЦИЯ "Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием"
Научного совета по проблемам экологии биологических систем

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Том 16, № 3 (43), 2010, сентябрь
Журнал основан в январе 1995 г.
Выходит 4 раза в год

Главный редактор
доктор биологических наук, профессор
З.Г. Залибеков**

Заместитель главного редактора
доктор географических наук, профессор
Н.М. Новикова*

Редакционная коллегия:
Б.Д. Абатуров, С.-В. Брекле (Германия), М.Г. Глянц (США), П.Д. Гунин, Джиганг Джанг (Китай), Л.А. Димеева (Казахстан), И.С. Зонн, Р.В. Камелин, д.г.н. Ж.В. Кузьмина, Г.С. Куст, Е. Любимцева (США), В.М. Неронов, Л. Орловская (Израиль), У. Сафриель (Израиль), И.В. Спрингель (Египет), А.А. Тишков, д.б.н. А.К. Устарбеков, А.А. Чибилев, П. Шафрот (США), З.Ш. Шамсутдинов,
Т.В. Дикарева (*Ответственный секретарь*)

Ответственные за выпуск:
В.М. Неронов*, Ж.В. Кузьмина*

Редакционный совет:
Р.Г. Магомедов** (*Заместитель главного редактора по оргвопросам*), М.З. Залибекова**, М.Б. Шадрина*, П.М.-С. Муратчаева**

Адреса редакции:
*Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, 3, ИВП РАН
Телефон: (499) 135-70-41, Fax: (499) 135-54-15
E-mail: arid.journal@yandex.ru

**Россия, 367025 Махачкала, ул. Гаджиева, 45, ПИБР ДНЦ РАН
Телефон: (872-2) 67-09-83
E-mail: pibrdncran@iwt.ru

Москва: Товарищество научных изданий КМК

2010

© Журнал основан в 1995 г.
Издается при финансовой поддержке
Прикаспийского института биологических ресурсов
Дагестанского научного центра Российской академии наук,
Института водных проблем Российской академии наук,
Регионального благотворительного фонда им. А.М. Солтанмута,
и содействии региональных отделений секции
"Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием"
Научного совета "Проблемы экологии биологических систем"
отделения биологических наук Российской академии наук

© The journal has been founded in 1995.
It is published under financial support of
Pricaspian Institute of Biological Resources
Dagestan Scientific Center of Russian Academy of Sciences,
Water Problems Institute of Russian Academy of Sciences,
A.M. Soultanmut Regional Charitable Foundation,
with assistance of regional departments of the section:
"Problems of Arid Ecosystems and Desertification Control",
Scientific Council "Problems of Biosystems Ecology"
Department of General Biology of Russian Academy of Sciences

Журнал включен в список Реферируемых журналов и
Базы данных ВИНИТИ, входит в Перечень изданий,
рекомендованных ВАК РФ. Сведения о журнале ежегодно
публикуются в международной справочной системе
по периодическим и продолжающимся изданиям
«Ulrich’s Periodicals Directory»

The journal is included in the list of reviewed journals,
database of VINITI and in the list editions, recommended
by Higher Attestation Commission of Russian Federation.
Information about the journal is annually published in the
International inquiry system of the
«Ulrich’s Periodicals Directory»

СОДЕРЖАНИЕ

Том 16, номер 3 (43), 2010 сентябрь

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Оценка современной динамики пожаров в аридных экосистемах по материалам космической съемки (на примере Черных Земель)

М.Ю. Дубинин, А.А. Лущекина, Ф.К. Раделоф 5-16

Геоэкотоны в топоэкологических профилях северо-западного Прикаспия

З.У. Гасанова, М.И. Джалалова 17-24

Биоразнообразие и структура сообществ макробентоса соленых рек аридной зоны юга России (Приэльтонье)

Т.Д. Зинченко, Л.В. Головатюк 25-33

Экологические проблемы западных подстепных ильменей дельты р. Волги *З.Ш.*

В.Ф. Бреховских, П.П. Бухарицын, З.В. Волкова, Е.Н. Лабунская 34-48

Изменение речной сети и обводненности территории бассейна верхнего и среднего Дона на фоне современных климатических и хозяйственных условий

В.А. Дмитриева 49-56

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

Система особо охраняемых природных территорий Монголии и перспективы ее развития

Б. Оюунгерел 57-66

Влияние климатических флуктуаций и способов посадки галофитных кустарников на результаты фитомелиорации солончаков Приаралья

Ж.В. Кузьмина, С.Е. Трешкин 67-76

РЕЦЕНЗИИ

Первый атлас охраняемых территорий Ирана

В.М. Неронов 77-80

CONTENTS

Volume 16, Number 3 (43), 2010 SEPTEMBER

SYSTEMATIC STUDY OF ARID TERRITORIES

Assessment of modern burning dynamics in arid ecosystems using remote sensing data (case study of Chernye zemli)

M.Yu. Dubinin, A.A. Lushchekina, V.C. Radeloff 5-16

The geoecotones at topoecological profiles of the north-west Caspian region

Z.U. Gasanova, M.I. Dzhalalova 17-24

Biodiversity and macroinvertebrate community structure of saline streams of arid region of the South Russia (lake Elton's plain)

T.D. Zinchenko, L.V. Golovatyuk 25-33

Ecological problems of western near-steppe lakes in the Volga river delta

V.F. Brekhovskikh, P.I. Bukharitsin, Z.V. Volkova, E.N. Labunskaya 34-48

Changes in the river net and in the water quantity in the regions of the upper and middle stream of the Don river in result of current climatic changes and economic development

V.A. Dmitriyeva 49-56

APPLIED PROBLEMS OF ARID LANDS DEVELOPMENT

System of strictly protected natural areas of Mongolia and perspectives of its development

B. Oyungerel 57-66

Influence of climatic fluctuations and ways of planting halophytic bushes on results of phytomelioration of solonchaks in Priaral'e

Zh.V. Kuz'mina, S.Ye. Treshkin 67-76

REVIEWS

The first atlas of protected areas of Iran

V.M. Neronov 77-80

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2010, том 16, № 3 (43), с. 5-16

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 574.4:629.785[470.47]

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ПОЖАРОВ В АРИДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРНЫХ ЗЕМЕЛЬ)[1]

© 2010 г. М.Ю. Дубинин*, А.А. Лущекина, Ф.К. Раделоф***

**Университет Висконсин-Мэдисон*
США, 53705, Linden Drive 1630, Madison, WI. E-mail: dubinin@wisc.edu
***Учреждение Российской академии наук*
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Россия, 119071 Москва, Ленинский проспект, д. 33. E-mail: rusmabcom@gmail.com

Реферат. Процессы горения растительности – важный компонент динамики травянистых аридных экосистем. Понимание влияния пожаров на различные компоненты аридных экосистем необходимо для научных, природоохранных и управленческих задач и требует подробной оценки процессов горения с высоким пространственным и временным разрешением. Это исследование представляет метод и описание данных, которые можно использовать для проведения подобной оценки динамики пожаров. Описана пространственно-временная динамика пожаров района Черных земель. Показана сильная распространенность пожаров, их сильную межгодовую изменчивость, кластеризацию в пространстве и доминирование больших пожаров.
Ключевые слова: аридные экосистемы, пожары, дистанционное зондирование, Черные земли.

Динамика пожаров является неотъемлемой составляющей функционирования аридных экосистем. Меньшая, по сравнению со степными и лесными экосистемами сомкнутость и биомасса растительного покрова ведет к относительно меньшей интенсивности пожаров, количество парниковых газов, выделяемых при горении сравнительно невелико (Van der Werf et al., 2006). Однако пожары оказывают значительное влияние на растительность и фауну аридных экосистем, в частности, на состав и численность населения грызунов (Шилова и др., 2007), распространение чужеродных видов (Brooks et al., 2004). Активные процессы горения травянистых экосистем и сопутствующее задымление могут стать причиной изменения путей миграции птиц (например, гусеобразных, Северный Казахстан (Koshkina, 2009), на несколько порядков повышать содержание диоксида и монооксида углерода в воздухе и за счет атмосферных переносов влиять на прозрачность атмосферы – вплоть до Шпицбергена (Stohl et al., 2007; Warneke et al., 2009).

Частота и широта распространения пожаров обуславливаются наличием и доступностью горючего материала и источников возгорания. Засушливые экосистемы, как правило, менее фрагментированы, чем степные и лесные, за счет относительно слабого развития хозяйственной инфраструктуры и менее значительных площадей сельскохозяйственных угодий. Меньшее количество искусственных и естественных преград (например, дорог, водотоков) способствует значительным по площади пожарам. Другим важным фактором,

[1] Работа выполнена при поддержке проектов: NASA – ”Land-Cover and Land-Use Change Program” и NASA – “Earth System Science Dissertation Fellowship” (07-Earth07F-0053), а также в рамках проекта П.10 по программе фундаментальных исследований ОБН РАН "Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга".

способствующим распространению обширных пожаров, является запас и сомкнутость травостоя (Иванов, 1952; Родин, 1981). Сокращение пастбищной нагрузки вызывает постепенное увеличение сомкнутости травостоев и биомассы, которая, в свою очередь, является основным ресурсом горения. Таким образом, увеличение сухой биомассы в связи со сниженной пастбищной нагрузкой может приводить к росту сгоревших площадей. В то же время роль климата в объяснении пожарной динамики в сезонно-засушливых экосистемах, как правило, вторична (Meyn et al., 2007). Увеличение площадей пожаров после смен землепользования не одномоментно. Восстановление экосистемы до уровня, когда могут возникать и повторяться масштабные пожары, может занять 5 и более лет, и требует особого сочетания растительности, особенностей климата и динамики природопользования (Dubinin et al., 2010; Зонн, 1995).

Комплексные исследования растительности в сухих степях и полупустынях невозможны без понимания пространственно-временной пожарной динамики (Опарин, Опарина, 2003). Системное изучение влияния пожаров на компоненты экосистем требует данных о распространении пожаров с высоким пространственным и временным разрешением. При отсутствии подробных оценок горимости достаточно сложно говорить насколько типичны связанные с горением процессы, такие как смены растительности пирогенного характера. Исследования влияния пожаров на растительность предоставляют важную экспериментальную информацию, но из-за их трудоемкости часто ограничиваются одним или несколькими участками (Малышева, Малаховский, 2000) и в связи с этим, не позволяют произвести адекватной статистической оценки и склонны к неоправданной генерализации (Козлов, 2003).

Растительность Северо-Западного Прикаспия, в частности, Черных земель – района, где мы проводили свои исследования, в последние двадцать лет претерпевает существенные изменения, в основном, выражающиеся в увеличении доли злаков и сокращении площадей, занятых полынниками (Маштыков, Очирова, 2005; Шилова и др., 2007). Активные процессы горения, так же имеющее место на данной территории, могут свидетельствовать о существовании положительной обратной связи между ними и изменением растительности. Виды, неустойчивые к пожарам, уступают место видам, более к ним устойчивым. Помимо этого изменения растительности также зависят от частоты пожаров, охватывающих одну и ту же территорию (Опарин, Опарина, 2003).

Несмотря на важную экосистемную роль процессов горения, происходящих на территории Черных земель, подробных численных оценок их пространственных и временных характеристик до сих произведено не было. Научная оценка пожарной динамики этого района ограничивается единственной работой (Буваев, 2002), имеющей ряд серьезных недостатков, в том числе, ограниченный временной интервал (только за 2002 г.), за который была произведена оценка. Столь узкое временное разрешение работы не позволяет делать выводы о долгосрочных изменениях динамики пожаров. Также в статье не приводится методология, в соответствии с которой производилось картирование пожаров, а результаты анализа (ГИС-слои) отсутствуют в открытом доступе. Тем не менее, методология, представленная в работе Д.А. Буваева (2002), отражает широко используемые подходы к оценке пожарной динамики экосистем по всему миру (Arino et al., 2001), которые могут быть применены для создания адекватных наборов данных о пожарной динамике аридных экосистем.

Современные средства дистанционного зондирования земной поверхности позволяют достаточно быстро и эффективно получать и обрабатывать данные дистанционного зондирования для восстановления временной и пространственной пожарной динамики практически любой территории земного шара. Средства дистанционного мониторинга пожаров разделяются на две группы: мониторинг активно горящих участков (оперативный) и

мониторинг уже сгоревших территорий. Каждая из этих групп характеризуется своими особенностями выделения участков, охваченных пожарами, имеет свои достоинства и недостатки, использует различные базовые данные. Для идентификации пожарных явлений могут использоваться автоматические, полуавтоматические методы, а также визуальное или ручное дешифрирование, применение которого позволяет получить качественный результат (Bowman et al., 2002).

В данной работе мы рассматриваем временной и пространственный режимы горения региона Черных Земель на территории Республики Калмыкия и Астраханской области. Задачи данной работы: 1) восстановить динамику пожаров региона Черных Земель с 2000 по 2009 гг., 2) оценить общую и межгодовую изменчивость появления пожаров, 3) оценить пространственное распределение частоты горения (интервал возврата пожара). Особо отметим, что целью данной работы не является выявление движущих факторов оцениваемой динамики пожаров, однако, мы планируем остановиться на этом вопросе в следующих публикациях.

Методы исследования

Территория исследования расположена в Северо-Западном Прикаспии на правобережье р. Волга и охватывает регион Черных земель (три административных района Республики Калмыкия: Черноземельский, Яшкульский, Юстинский, а также степные участки Енотаевского и Наримановского районов Астраханской области). Общая площадь территории исследования составляет 4.5 млн га. и полностью включает степной участок Государственного природного биосферного заповедника (ГПБЗ) «Черные земли» и его буферную зону, а также пограничный с заповедником заказник «Степной» / «Тингута». Район исследования представляет собой суббореальную пустыню на песках морского происхождения, где доминирующими растительными группировками являются лерхополынные, тырсовые, осочково-тырсовые сообщества. Выбранный район работ в целом соответствует контуру растительного региона «Пустыни равнинные северные», согласно карте Растительности СССР (1990) с масштабом 1: 4000000.

Период исследования. Оценка пожарной динамики была произведена за 2000-2008 гг. Выбор периода исследования обоснован доступностью за этот период данных дистанционного зондирования. Картирование сгоревших территорий производилось ежегодно с начала мая до конца сентября, охватывающий период сезонного минимума осадков (летняя засуха), когда в районе работ отмечается основное количество пожаров (Carmona-Moreno et al., 2005).

Данные. Для восстановления пожарной динамики территории исследования нами были использованы архивные данные дистанционного зондирования, полученные с помощью камеры MODIS ИСЗ TERRA, а также три продукта на базе данных MODIS: продукты первого уровня обработки, получаемые в автоматическом режиме на базе исходного потока данных MOD2QM и MOD1KM – данные отражения 250 и 1000 метрового разрешения, соответственно, а также производный продукт второго уровня обработки MOD14A1 – данные о локализации очагов активного горения. Данные MOD2QM представлены двумя спектральными диапазонами: 620-670 нанометров (красный), 841-876 (ближний инфракрасный). Данные MOD1KM содержат информацию в 28 спектральных диапазонах. Все данные MODIS доступны на бесплатной основе через интернет. Источником данных первого уровня обработки является Система Архивирования и Распространения Данных Первого Уровня Обработки и Атмосферных Данных (Level 1 and Atmosphere Archive and Distribution System – LAADS, http://gis-lab.info/qa/laadsweb.html), второго уровня обработки - Поисковая Система Инвентаризации (Warehouse Inventory Search Tool – WIST, http://gis-

lab.info/qa/wist.html). Данные обоих уровней обработки доступны практически ежедневно, за исключением дней с сильной облачностью. Для каждого года в течение периода исследования было получено в среднем 75 изображений (от 50 до 103 изображений).

Использование свободно доступных данных обуславливает достаточно легкое продолжение временной серии динамики пожаров района исследования в последующие годы, а при необходимости также и расширение района исследования.

Проверка данных картирования осуществлялась с помощью данных об очагах горения, полученных с помощью радиометра MODIS, базирующегося на спутниках TERRA и AQUA – MOD14A1/MYD14A1. Этот продукт представляет площади высокотемпературных аномалий («очагов» горения), к которым чувствительны 3960 и 11000 нанометровые спектральные диапазоны съемки (21, 22, 31 каналы) радиометра MODIS (Justice et al., 2002). Несмотря на то, что эти данные не дают четкого представления о площади сгоревших территорий, они могут использоваться для проверки последних. Данные MOD14A1 позволяют идентифицировать очаги пожаров с достаточной высокой (до 80%) степенью достоверности (Hawbaker et al., 2008). Опосредованная проверка результатов также производилась с помощью официальных данных по пожарам, полученных из Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Калмыкия, Официальные данные не позволяют произвести точную проверку полученной со спутников информации по причине того, что не все пожары были учтены, однако они дают возможность оценить тенденции.

Подготовка данных. Для последующего дешифрирования были отобраны безоблачные снимки. На основе продуктов MODIS и MOD1KM были созданы композитные трехканальные изображения RGB. В качестве синего и зеленого канала были использованы 250-метровые красный и ближний инфракрасный каналы MOD2QKM, а для красного канала был выбран один из тепловых каналов MODIS из продукта MOD1KM (31 канал, 10780-11280 нм). Использование теплового канала позволило произвести более точное разделение водных объектов, теней от облаков и сгоревших территорий.

Для проверки из MOD14A1/MYD14A1 были извлечены данные о дате и величине активного очага пожара. Все данные были географически привязаны в равновеликую проекцию Альберса с помощью программных пакетов MODIS Reprojection Tool Swath и MODIS Reprojection Tool (https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/tools/modis_reprojection_tool).

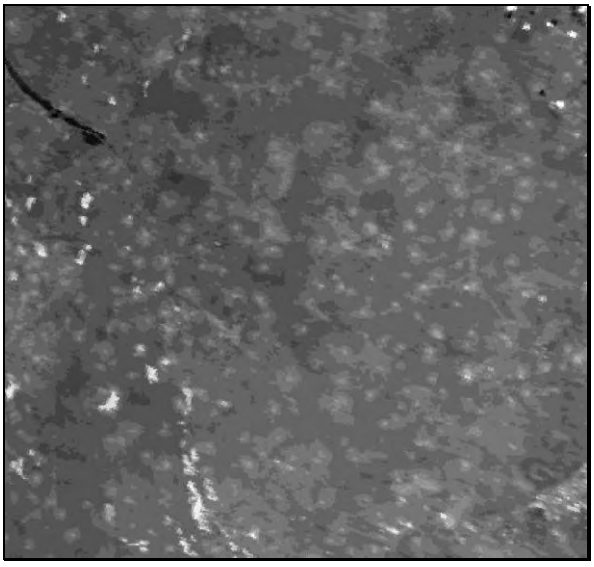
Дешифрирование. Восстановление границ сгоревших территорий производилось по временным сериям данных MODIS. Высокое временное разрешение (практически ежедневная съемка), позволило с высокой степенью точности идентифицировать сгоревшую территорию по следующим признакам: а) наличие послепожарной сажи, поглощающей солнечную радиацию во всех диапазонах и выражающейся визуально, как темные пятна, б) наличие поверхности без растительности там, где она присутствовала несколько дней назад, в) четкое ограничение области пожара объектами линейной инфраструктуры, часто останавливающими распространение огня (рис. 1). В ряде случаев сгоревшие территории не могут быть идентифицированы только по наличию послепожарной сажи, т.к. она может быть удалена за счет выветривания или вымывания.

Несмотря на хорошее спектральное и временное разрешение данных MODIS, дешифрирование пожаров в этом и других районах может быть связано с некоторыми сложностями. Главными препятствиями являются сильная облачность, сложность выделения пожаров слабой интенсивности, не приводящих к удалению растительности на значительной площади.

Результаты дешифрирования были проверены с помощью полигонального слоя активных пожаров. Для определения точности использовались центроиды полигонов с высоким уровнем достоверности температурных аномалий. Было рассчитано процентное отношение попадания очагов горения в контур сгоревшей территории. Данный способ проверки дает

представление об ошибке из-за пропущенных пожаров (ошибка недооценки), но не дает возможности оценить возможную переоценку.

Анализ. Полученные границы сгоревших территорий использовались для расчета площадей и временного распределения пожаров по годам и за весь период. Площади территорий рассчитывались в равноплощадной проекции Альберса (стандартный меридиан 45, первая стандартная параллель 52, вторая стандартная параллель 64). Для определения распределения территорий по площади и числу пожаров, сгоревшие территории были разбиты на восемь размерных классов от территорий меньше 10, до территорий больше 250 тыс. га. Для определения периодичности горения территории за период исследования все полигоны были разбиты по границам на уникальные (непересекающиеся) и произведена выборка по их центроидам уникальных полигонов из исходных границ сгоревших территорий в Arcinfo Workstation/Arcview GIS для получения информации о том, сколько раз горел конкретный контур за период исследования.


а)

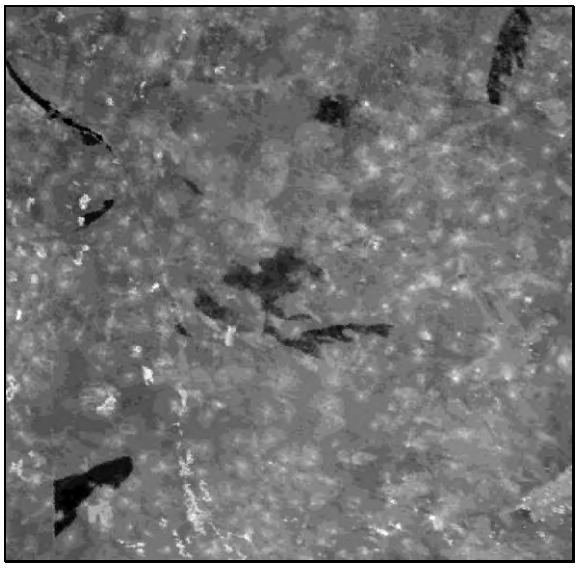

б)

Рис. 1. Пример сгоревших территорий в период с 16 июля по 5 августа 2005 г.: а) изображение камеры MODIS до (6 июня 2005 г.) и б) – после пожара (7 августа 2005 г.). Участок Яшкульского и Юстинского районов Республики Калмыкия. **Fig. 1.** Example of burned area burned during July, 16th – August, 5th period: a) – before (June 6th, 2005), б) – after fire (August 7th, 2005) MODIS image. Showing portion of Yashkulsky and Ustinsky region of Republic of Kalmykia.

Мы также сравнили общую тенденцию изменения расчетных площадей с официальными данными МЧС России.

Результаты

В период с 2000 по 2008 гг. в районе исследования в общей сложности сгорело 2790 тыс. га; с учетом повторяемости пожаров общая сгоревшая площадь составила 1288 тыс. га или 27% территории исследования. Максимальное выгорание достигало 16% территории (547 тыс. га, 2006 г.), в среднем – 310 тыс. га ежегодно (6.9% территории). В пяти из девяти лет сгоревшая площадь составила более чем 5% территории исследования, в трех из десяти лет – более 10% (табл. 1). Значительные по величине пожары происходили практически каждый год, за исключением 2003 г., когда сгорела относительно небольшая площадь (59 тыс. га или 1.3% территории, рис. 2). Наибольшие площади сгоревших территорий отмечались в Черноземельском районе, затем в Яшкульском и Юстинском

районах Республики Калмыкия и их доля составила 54, 27, 11%, соответственно, от общей сгоревшей территории (табл. 2). Официальные данные, хотя и показали совпадающую тенденцию роста количества пожаров, коррелировали с оценкой слабо (ρ=54%, табл. 1).

Таблица 1. Площадь территории, ежегодно охваченной пожарами в период 2000-2008 гг. (тыс. га). **Table 1**. Total annual area burned from 2000 to 2008 (thousands ha).

Год	Площадь (оценка исследования)	% территории	Площадь (официальные данные)
2000	279.7	6.2%	
2001	160.1	3.5%	
2002	547.3	12.1%	55.0
2003	58.8	1.3%	2.9
2004	205.2	4.5%	56.1
2005	250.7	5.6%	89.7
2006	731.3	16.2%	167.3
2007	453.5	10.0%	176.8
2008	107.3	2.4%	

Таблица 2. Площадь территории, охваченной пожарами, суммарно по районам и годам (тыс. га), процент от площади района (в скобках). **Table 2.** Area burned summarized by regions and years (thousands ha), and percentage of total region area (in brackets).

Район Год	Енотаевский	Наримановский	Черноземельский	Яшкульский	Юстинский
2000	1 (0.2)	5 (0.9)	169 (12.0)	90 (7.6)	14 (1.8)
2001	54 (9.4)		12 (0.8)	48 (4.1)	46 (5.7)
2002	36 (6.2)		313 (22.2)	115 (9.7)	83 (10.4)
2003			4 (0.3)	52 (4.4)	3 (0.3)
2004	14 (2.3)	5 (0.9)	97 (6.9)	69 (5.8)	21 (2.7)
2005	8 (1.4)		143 (10.2)	64 (5.4)	35 (4.5)
2006	74 (12.8)	1 (0.2)	375 (27.1)	193 (16.3)	82 (10.3)
2007	12 (2.1)		318 (22.6)	109 (9.2)	14 (1.8)
2008			77 (5.5)	25 (2.1)	5 (0.6)
Всего:	200	11	1514	765	303

Распределение частоты горения характеризовалось высокой степенью кластеризации (рис. 3). Анализ пространственного распределения позволяет выделить 3 очага кластеризации. Основным очагом является, безусловно, территория ГПБЗ «Черные земли», а так же территория непосредственно к западу от его границы (окрестности п. Тавн-Гашун, горевшая 7 из 9 лет периода исследования. Вторым очагом горения является область на границе Яшкульского и Юстинского районов (окрестности пос. Молодежный). Третья область – север Енотаевского района Астраханской области и Юстинского района Республики Калмыкия. Второй и третий очаги горения повторно горели в 4 из 9 лет.

Несмотря на то, что площадь сгоревших территорий значительно менялась из года в год, общая тенденция за 9 лет была положительной. Резкие увеличения сгоревшей площади происходили в 2002 и 2006 гг., значительная площадь могла также выгореть и сразу на следующий год (например, как это случилось в 2007 г.).

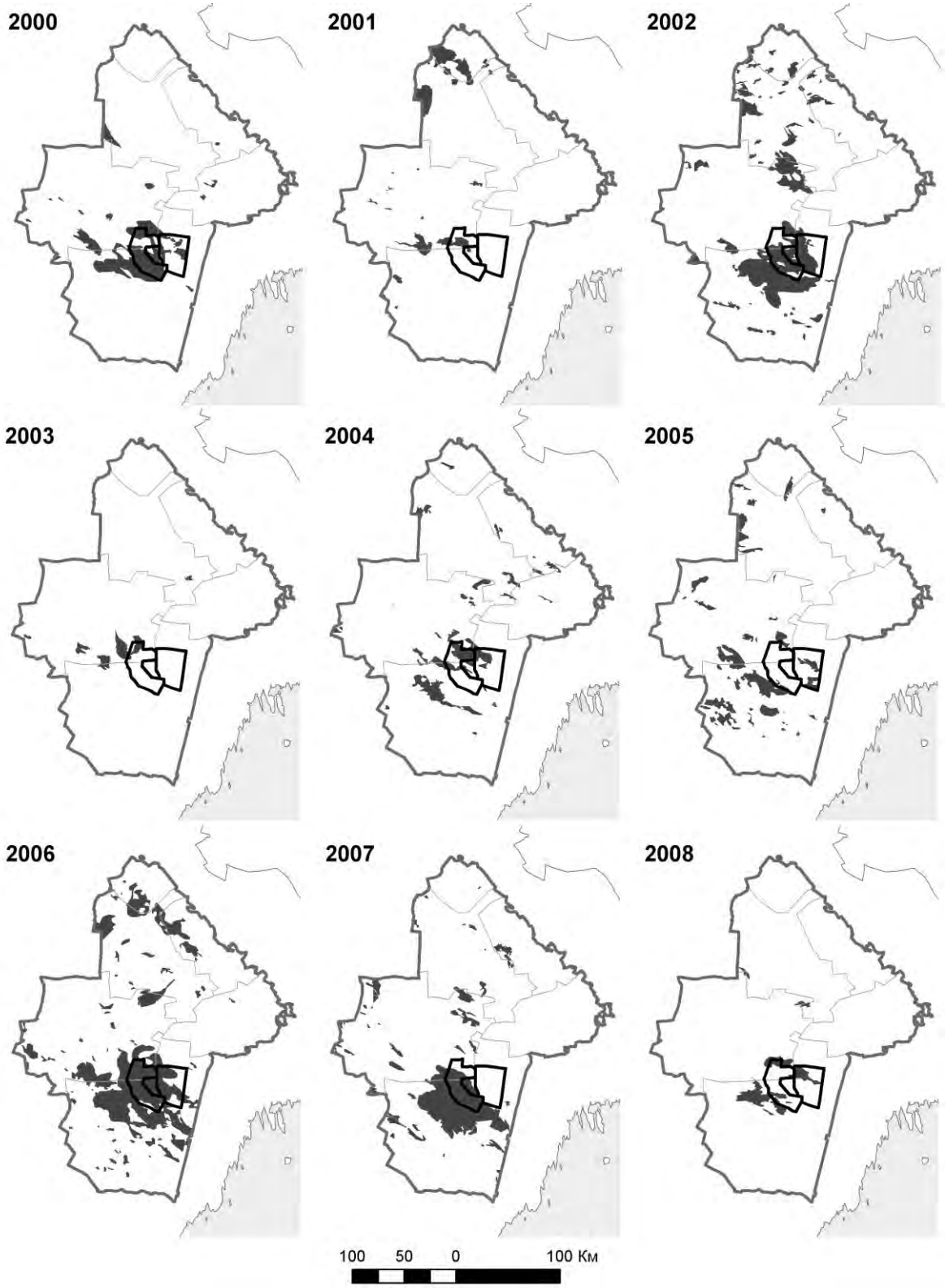


Рис. 2. Территории, затронутые пожарами ежегодно в период с 2000 по 2008 гг. (черная линия – границы ГПБЗ «Черные земли» и заказника «Степной» / «Тингута», темно серый – сгоревшие территории, тонкая серая линия – границы районов, толстая серая линия – граница территории исследования, светло серый – Каспийское море). **Fig. 2.** Annual total area burned from 2000 to 2008. (black line – Chernye Zemli Zapovednik and nature preserve «Stepnoy» / «Tinguta», dark gray – burned areas, thin gray line – regions boundaries, thick gray line – study area, light gray polygon – Caspian Sea).

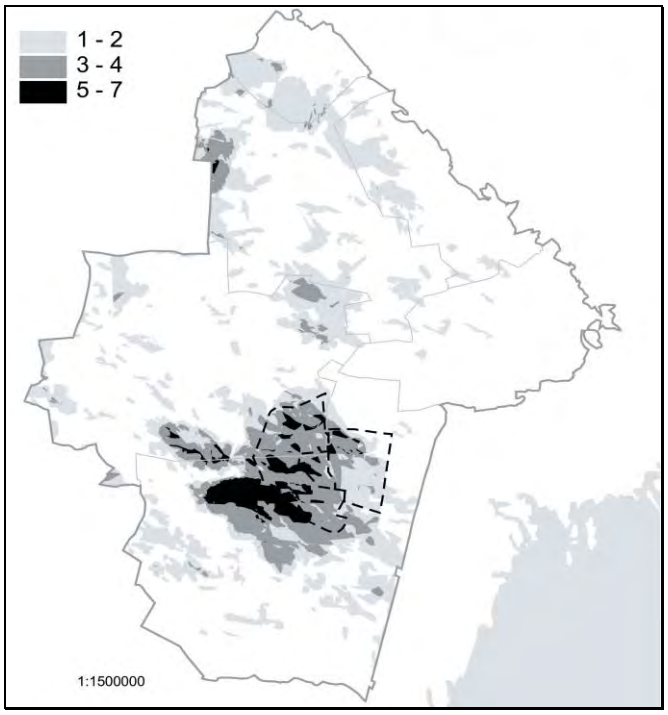


Рис. 3. Количество пожаров за весь период исследования (градации серого – количество пожаров за период исследования, черный пунктир – границы ГПБЗ «Черные земли» и заказника «Степной/Тингута», толстая темно серая линия – граница территория исследования, тонкие светло серая линия – границы районов, светло серый – Каспийское море). **Fig. 3.** Distribution of number of fires (gray scales – number of fires, see legend, black dashed line – Chernye Zemli Zapovednik and nature preserve «Stepnoy» / «Tinguta», thick gray line – study area, thin gray line – regions boundaries, light gray polygon – Caspian Sea).

С точки зрения размерного класса, подавляющая часть сгоревшей территории была представлена сравнительно небольшим количеством пожаров. Более 45% всей сгоревшей территории относилось к 20 крупнейшим пожарам, относящихся к размерному классу более 25 тыс. га: в среднем 65 тыс. га каждый (табл. 3).

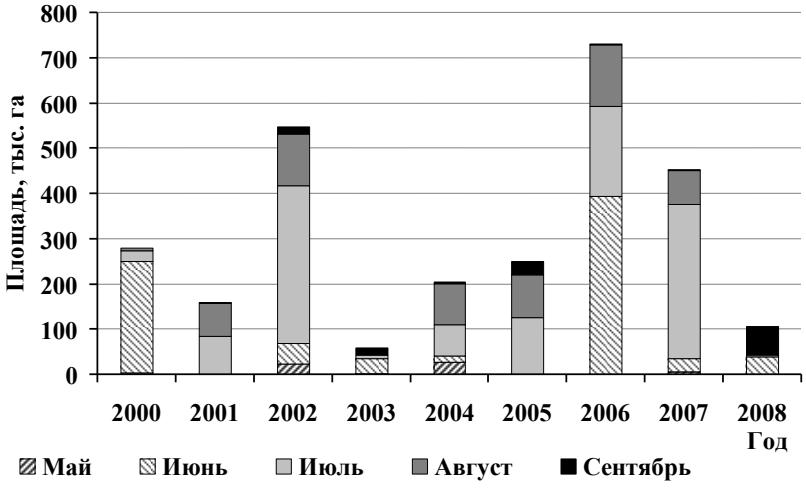
Таблица 3. Распределение площадей и числа пожаров по размерным классам (площадь в тыс. га). **Table 3.** Size class distribution of area and number of fires (areas in thousands ha).

Размерный класс	Количество пожаров	Общая площадь	Удельная площадь пожара	Доля от общей площади, %
<1	159	77.6	0.5	3
1-2	86	124.7	1.5	4
2-3.5	67	181.9	2.7	7
3.5-6	49	221.8	4.5	8
6-10	32	255.7	8.0	9
10-15	26	312.6	12.0	11
15-25	18	364.0	20.2	13
>25	21	1255.9	59.8	45

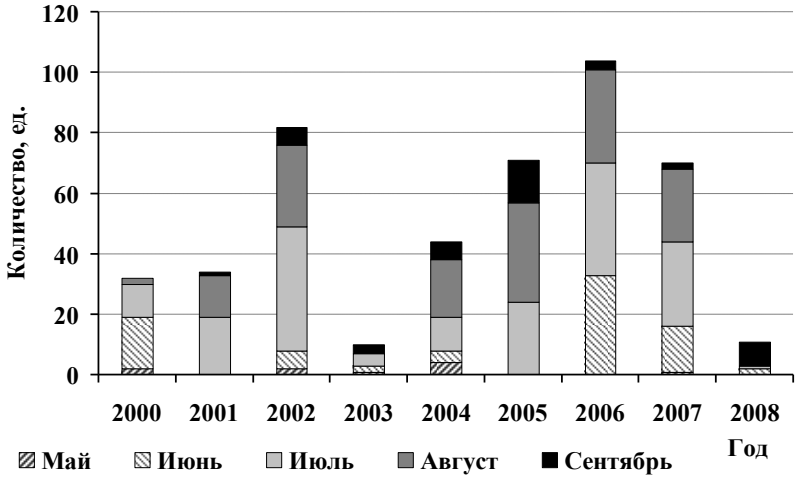
Временной промежуток, в который имело место большинство пожаров (95%), совпадает с периодом летней засухи с июня по август. Доля пожаров имевших место вне основного пожарного сезона была невелика и составила 2.3% площади в мае и 4.8% в сентябре (рис. 4). Основная доля пожаров по площади и количеству пришлась на июль, на втором месте по площади был июнь, а по количеству – август месяц. В целом площадь сгоревших территорий была распределена на 2-3 месяца. Сгоревшая площадь за отдельно взятый месяц никогда не составляла более половины от общей сгоревшей площади за год.

Использованная методология выделения сгоревших территорий показала достаточно высокую точность. Из 1136 температурных аномалий MOD14A1 совпали с дешифрированными границами 70% очагов пожаров. Остальные сгоревшие территорий

было пропущены из-за малой площади возгораний, не дешифрируемых на использованном масштабном уровне.



а)



б)

Рис. 4. Временное распределение пожаров за весь период исследования: а) площадь, тыс. га, б) количество, в единицах. **Fig. 4.** Temporal distribution of fires for the whole period of study: a) top – area, thousands ha, б) bottom – number.

Обсуждение и выводы

Активные степные пожары большой протяженности в экосистемах Северо-Западного Прикаспия отмечались, по крайней мере, с конца 18 века. П.С. Паллас, побывавший здесь в 1793 г., отмечает «....В июле меня остановила, против моей воли, отчасти – возрастающая жара, достигшая непереносимой температуры из-за случающихся часто на обеих сторонах Волги степных пожаров. ... Большой пожар ... выжег степь вдоль и поперёк и оттого сделал невозможным кормление лошадей, чем и расстроил мои намерения. Пожар, бушевавший приблизительно 3 недели назад, пришёл из местности вокруг озера Эльтон и, как мы вскоре, к нашей досаде, узнали, перешёл через гору Богдо и распространился на сотни вёрст. Мы вынуждены были путешествовать по сожженным дочерна полям под палящим солнцем, которое морило людей и скот» (Паллас, 2008). В более поздних литературных источниках также приводятся описания о широком распространении пожаров (Zwick, Schill, 1831).

Однако, в последние десятилетия, особенно в период с конца 1980-х до середины 1990-х годов, пожаров на территории исследования практически не отмечалось (Шилова и др., 2007), что подтверждается и исследованиями с помощью данных дистанционного зондирования (Dubinin et al., 2010; Hoelzel et al., 2002).

Анализ распространения сгоревших территорий свидетельствует о значительном пространственном и временном разнообразии пожарного режима Черных земель, связанного с эквивалентной неоднородностью растительного покрова, находящегося на разных стадиях сукцессионных смен. Пространственная кластеризация очагов горения представляет подтверждение гипотезы о неравномерном характере растительных смен. Нерегулярность горения остальной площади свидетельствует о недостаточной сомкнутости и характере травостоя, в том числе в связи с продолжающимся достаточно интенсивном выпасе, который препятствует восстановлению растительного покрова.

Расположение самого активного очага горения, являющегося причиной огромных площадей горения в районе ГПБЗ «Черные земли», свидетельствует об отрицательной обратной связи интенсивности выпаса и горения, за счет связанной с ним структурой растительных сообществ данного района. Большие площади в этом районе заняты сообществами с легко воспламеняемым, горючим материалом высокой степени сомкнутости, образованным, в первую очередь, злаками *Stipa* spp., *Anizantha tectorum*.

Доминирующий характер больших по площади пожаров является типичным для сухих степей и полупустынь Австралии, Монголии и Северо-запада США, где также, как правило, в активно горящих областях могут доминировать однолетние и многолетние злаки: *Triodia basedowii,* инвазивная форма *Anizantha tectorum* (Greenville et al., 2009; Knapp, 1998).

В отсутствие адекватных официальных данных по сгоревшим территориям, использованная методология представляет достаточно надежный и легко воспроизводимый способ оценки пространственного и временного распределения сгоревших территорий. Ошибки в их определении могут быть связаны с рядом факторов, такими как: а) сильная облачность, б) ошибка оператора, в) недооценка площадей сгоревших территорий небольшого размера в связи с низким пространственным разрешением использованных данных. Несмотря на перечисленные недостатки, метод представляет собой удобный способ экспресс-оценки горимости на обширных территориях. Результаты подобной оценки позволяют заложить базу для дальнейшего моделирования и предсказания пожарного режима и связанных с ним экосистемных процессах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Буваев Д.А. 2002. Исследование распространения степных пожаров на территории Республики Калмыкия по материалам дистанционного зондирования // Вестник Калмыцкого института социально-экономических и правовых исследований. Вып. 2. С. 168-173.

Зонн С.В. 1995. Опустынивание природных ресурсов аграрного производства Калмыкии за последние 70 лет и меры борьбы с ним // Биота и природная среда Калмыкии. Москва-Элиста: Издательство «Коркис». С. 12-52.

Иванов В.В. 1952. К вопросу о роли степных пожаров // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Том. 57. Вып 1. С. 62-69.

Карта растительности СССР для высших учебных заведений. 1990. Мб. 1: 4000000. М.: ГУГК СССР.

Козлов М.В. 2003. Мнимые повторности (pseudoreplications) в экологических исследованиях: проблема, не замеченная российскими учеными // Журнал общей биологии. № 64. С. 292-307.

Малышева Г.С., Малаховский П.Д. 2000. Пожары и их влияние на растительность сухих степей // Ботанический журнал. Вып. 85. С. 96-103.

Маштыков Н.Л.-Г., Очирова Н.Н. 2005. Состояние растительного покрова территории биосферного заповедника «Черные земли» // Экология и природная среда Калмыкии. Элиста: Издательство «Джангар». С. 23-30.

Опарин М.Л., Опарина О.С. 2003. Влияние палов на динамику степной растительности // Поволжский экологический журнал. № 2. С. 158-171.

Паллас П.С. 2008. Заметки о путешествии в южные наместничества российской империи в 1793 и 1794 годах. Том первый (избранное). Перевод с немецкого. Астрахань: Государственное предприятие Астраханской области «Издательско-полиграфический комплекс “Волга”». 300 с.

Родин Л.Е. 1981. Пирогенный фактор и растительность аридной зоны // Ботанический журнал. Вып. 66. С. 1673-1684.

Шилова С.А., Неронов В.В., Касаткин М.В., Савинецкая Л.Е., Чабовский А.В. 2007. Пожары на современном этапе развития полупустыни юга России: влияние на растительность и население грызунов // Успехи современной биологии. Вып. 127. С. 372-386.

Arino O., Piccolini I., Kasischke E., Siegert F., Chuvieco E., Martin M.P., Li Z., Fraser R., Eva H., Stroppiana D., Pereira J., Silva J.M.N., Roy D., Barbosa P.M. 2001. Methods of mapping burned surfaces in vegetation fires // Global and regional vegetation fire monitoring from space: planning a coordinated international effort / Eds. F.J. Ahern, J.G. Goldammer & C.O. Justice. The Hague SPB Academic Publishing. P. 227-255.

Bowman D., Zhang Y., Walsh A., Williams R.J. 2003. Experimental comparison of four remote sensing techniques to map tropical savanna fire-scars using Landsat-TM imagery // International Journal of Wildland Fire. No 12. P. 341-348.

Brooks M.L., D'Antonio C.M., Richardson D.M., Grace J.B., Keeley J.E., DiTomaso J.M., Hobbs R.J., Pellant M., Pyke D. 2004. Effects of invasive alien plants on fire regimes // Bioscience. No 54. P. 677-688.

Carmona-Moreno C., Belward A., Malingreau J.P., Hartley A., Garcia-Alegre M., Antonovskiy M., Buchshtaber V., Pivovarov V. 2005. Characterizing interannual variations in global fire calendar using data from Earth observing satellites // Global Change Biology. No 11. P. 1537-1555.

Dubinin M., Potapov P., Luschekina A., Radeloff V.C. 2010. Reconstructing long time series of burned areas in arid grasslands of Southern Russia by satellite remote sensing // Remote Sensing of Environment (in press).

Greenville A.C., Dickman C.R., Wardle G.M., Letnic M. 2009. The fire history of an arid grassland: the influence of antecedent rainfall and ENSO // International Journal of Wildland Fire. No. 18. P. 631-639.

Hawbaker T.J., Radeloff V.C., Syphard A.D., Zhu Z.L., Stewart S.I. 2008. Detection rates of the MODIS active fire product in the United States // Remote Sensing of Environment. No. 112. P. 2656-2664.

Hoelzel N., Haub C., Ingelfinger M.P., Otte A., Pilipenko V.N. 2002. The return of the steppe: Large-scale restoration of degraded land in southern Russia during the post-Soviet era // Journal for Nature Conservation (Jena). No. 10. P. 75-85.

Justice C.O., Giglio L., Korontzi S., Owens J., Morisette J.T., Roy D., Descloitres J., Alleaume S., Petitcolin F., Kaufman Y. 2002. The MODIS fire products // Remote Sensing of Environment. No. 83. P. 244-262.

Knapp P.A. 1998. Spatio-temporal patterns of large grassland fires in the Intermountain West, USA // Global Ecology and Biogeography. No. 7. P. 259-272.

Koshkina M. 2009. Wetlands and birds of Northen Kazakhstan // Red-breasted Goose Conservation

Workshop. Moscow: Association for the Conservation of Biodiversity of Kazakhstan (oral presentation).

Meyn A., White P.S., Buhk C., Jentsch A. 2007. Environmental drivers of large, infrequent wildfires: the emerging conceptual model // Progress in Physical Geography. No. 31. P. 287-312.

Stohl A., Berg T., Burkhart J.F., Fjaeraa A.M., Forster C., Herber A., Hov O., Lunder C., McMillan W.W., Oltmans S., Shiobara M., Simpson D., Solberg S., Stebel K., Strom J., Torseth K., Treffeisen R., Virkkunen K., Yttri K.E. 2007. Arctic smoke - record high air pollution levels in the European Arctic due to agricultural fires in Eastern Europe in spring 2006 // Atmospheric Chemistry and Physics. No. 7. P. 511-534.

Van der Werf G.R., Randerson J.T., Giglio L., Collatz G.J., Kasibhatla P.S., Arellano A.F. 2006. Interannual variability in global biomass burning emissions from 1997 to 2004 // Atmospheric Chemistry and Physics. No. 6. P. 3423-3441.

Warneke C., Bahreini R., Brioude J., Brock C.A., de Gouw J.A., Fahey D.W., Froyd K.D., Holloway J.S., Middlebrook A., Miller L., Montzka S., Murphy D.M., Peischl J., Ryerson T.B., Schwarz J.P., Spackman J.R., Veres P. 2009. Biomass burning in Siberia and Kazakhstan as an important source for haze over the Alaskan Arctic in April 2008 // Geophysical Research Letters. No. 36. P. L02813

Zwick, H.A., & Schill, J.G. (1831). Calmuc tartary or journey from Sarepta to several Calmuc Hordes of the Astrakhan Government. London: Holdsworth and Ball. 262 pp.

ASSESSMENT OF MODERN BURNING DYNAMICS IN ARID ECOSYSTEMS USING REMOTE SENSING DATA (CASE STUDY OF CHERNYE ZEMLI)

© 2010. M.Yu. Dubinin*, A.A. Lushchekina, V.C. Radeloff***

**University of Wisconsin-Madison*
USA, 53705, 1630 Linden Drive, Madison, WI. E-mail: dubinin@wisc.edu
***A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of sciences (RAS)*
Russia, 119071 Moscow, Leninsky prospect, 33. E-mail: rusmabcom@gmail.com

Abstract. Vegetation burning is a natural component of the dynamics of grassy arid ecosystems. Understanding of influence of fire on different components of arid ecosystems is essential for conservation, science and management and requires detailed assessment of area burned in high detail, both in space and time. Here we present a method and data that can be used to assess spatio-temporal change in burned area. The assessment of burned areas dynamics in Chernye zemli (Black lands) is provided, that utilizes this method. The assessment shows widespread nature of burning, high interannual variability, clustering in space and domination of large fires.

Key words: arid ecosystems, fire, remote sensing, Chernye Zemli.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2010, том 16, № 3 (43), с. 17-24

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 631.48/581.552

ГЕОЭКОТОНЫ В ТОПОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОФИЛЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

© 2010 г. З.У. Гасанова, М.И. Джалалова

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН
Россия, 367025 Махачкала, ул. М.Гаджиева, д. 45. E-mail: zgasanova@list.ru

Реферат: В ландшафтах Северо-Западного Прикаспия в результате регрессивной деятельности Каспийского моря сформированы наземно-аквальные и континентальные локальные геоэкотоны. В ходе исследования выявлена единая структура топоэкологических профилей, различная значимость растительных и почвенных компонентов в геоэкотонах.
Ключевые слова: наземно-аквальный геоэкотон, локальный геоэкотон, растительный компонент, почвенный компонент.

Введение

Геоэкотоны, как наиболее динамичные составляющие ландшафтов, характеризуются наибольшей интенсивностью биологических процессов, наличием специфических функций – барьерной, буферной, контактной, сохранения биоразнообразия и др. Изучение и учет особенностей геоэкотонов позволяет оптимизировать использование ландшафтов и свести к минимуму возможные негативные последствия человеческой деятельности. Как правило, геоэкотоны приурочены к краевым частям ландшафтов, обладают полифункциональностью, являются переходными зонами между граничащими единицами ландшафтов. Беря начало в работе Ф. Клементса (Clements, 1905), выделившем в растительном покрове особые области – экотоны, совмещающие черты граничащих растительных ассоциаций, учение о переходных зонах нашло свое развитие в ряде отраслевых наук: в геоботанике (Келлер, 1923; Сочава, 1979; Залетаев, 1989; Fortin et al., 1996; Экотоны в биосфере, 1997; Новикова, 2005), в почвоведении (Фридланд, 1986), в ландшафтоведении (Пузаченко, 1983; Коломыц, 1987; Бобра, 2005). Т.В. Бобра (2005) определяет геоэкотон как сложную пространственно-временную географическую систему, формирующуюся на контакте разных природных сред и структур, природных геосистем разных иерархических уровней. Наиболее ярко геоэкотоны выражены на контакте принципиально разных сред – вода-суша, таких, например, как северо-западное побережье Каспийского моря. После отступания вод Каспийского моря в результате регрессивной деятельности сформированы геоэкотоны континентальных или локальных (Коломыц, 1987) ландшафтов. Последний подъем уровня моря до отметки –26.6 м произошел в 1995 г. В период с 1996 по 1999 гг. по данным гидрометеостанции (о. Тюлений) произошел небольшой спад и уровень моря доходил до отметки –27.4 м. С 2000 по 2009 гг. уровень моря стабилизировался, изменяясь в пределах 5 см: от –27.87 до –27.92 м.

Ранее прибрежная полоса Каспийского моря в пределах Республики Дагестан рассматривалась при изучении почвенно-растительного покрова в условиях динамики уровня моря (Бейдеман, 1957; Алиев и др., 1997, Кулешова, 2000, Сулейманова, 2002; Газиева, 2006; Юсуфов, 2006). Были проанализированы физико-химические (Добровольский и др., 1975; Яхияев и др., 2007) и гидрофизические свойства почв под влиянием затопления (Гарунов, 1999); дана оценка эволюции почвенного покрова приморской полосы (Федоров, Можарова, 1978; Залибеков, 1995; Стасюк, 2005). Почвенные и растительные компоненты континентальных геоэкотонов ранее специально не изучались.

В соответствии с классификационной иерархией Ф.Н. Милькова (1990), выделившем наземные и водные (аквальные) ландшафты в числе ее высших категорий, в настоящем исследовании на примере Терско-Кумской низменности рассмотрены геоэкотоны в структуре топоэкологических профилей наземного и наземно-аквального ландшафтов Северо-Западного Прикаспия. При этом следует подчеркнуть, что сама Терско-Кумская низменность представляет собой провинциальный наземно-аквальный геоэкотон между окраинной частью Восточно-Европейской равнины и акваторией Каспийского моря, являясь как зоной аккумуляции морских и речных отложений так и зоной эолового выноса солей и пыли с поверхности почвы.

Объекты и методы исследования

Исследован почвенно-растительный покров (ПРП) приморской полосы Кизлярского залива и ПРП восточной части Терско-Кумской низменности – ключевой участок в 20 км к западу от берега залива. Границы ПРП приморской полосы были определены следующим образом: с севера – по руслу р. Кума, с юга – по руслу р. Прорва (рукав р. Терек), с запада и северо-запада – по горизонтали –24 м, соответствующей границе позднейшей трансгрессии (0.5 тыс. л.н.). ПРП приморской полосы представляет собой мозаику-вариацию светло-каштановых, лугово-каштановых почв с лугово-болотными, болотными почвами и приморскими солончаками на аллювиально-морских отложениях под лугово-солянковыми ассоциациями с преобладанием гидрофильной растительности. ПРП ключевого участка в восточной части низменности представляет собой сочетание-мозаику автоморфных маломощных, среднемощных и мощных светло-каштановых почв на перевеянных морских и речных отложениях с комплексом гидроморфных солонцов-солончаков, луговых засоленных почв на фоне луговых солончаков на морских и аллювиальных отложениях под лугово-солянковыми ассоциациями с преобладанием ксерофитной растительности. Для почв изучаемой территории характерно содержание легкорастворимых солей динамичных в профилях и в пространстве в зависимости от сезонных изменений. Почвенный покров приморской полосы согласно К.Н. Федорову и Н.В. Можаровой (1978) характеризуется стадией гидроморфного развития, ключевого участка – мезогидроморфной стадией. Мониторинг почвенного покрова, проводимый начиная с конца 80-х гг. и по настоящее время, согласно исследованиям З.Г. Залибекова с соавторами (2009), выявил усиление процессов гидроморфизма для приморской полосы, в основном, за счет заболачивания во время подъема уровня моря и более интенсивные процессы антропогенной деградации почв в континентальной части. Почвы и растительность геоэкотонов рассматриваются в сравнении с элювиальной зоной (выноса) и зоной транзита, исходя из трех основных звеньев ландшафтно-геохимической системы сопряжений на земной поверхности (Полынов, 1956), детализированных М.А. Глазовской (1964).

Для более подробного анализа были использованы топоэкологические профили (ТЭП): 8-километровый ТЭП приморской полосы и 160-метровый ТЭП ключевого участка. Профили были построены по крупномасштабным картам почвенного и растительного покрова побережья (Мб. 1 : 25000) и картам детального масштаба (Мб. 1 : 1000) с использованием соответствующей топографической основы, созданным в период исследований. Морфологические описания почвенных разрезов проводились по общепринятой методике (Почвенная съемка, 1959), анализ физических свойств – по А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной (1986), химических свойств – по Е.В. Аринушкиной (1970), растительного покрова – по Л.Г. Раменскому (1971). Латинские названия растений приведены по С.К. Черепанову (1981). Исследования охватывают период с 1996 г. по 2006 г. Почвенные комбинации были определены по работе В.М. Фридланда (1986).

Результаты и обсуждение

Топоэкологический профиль (ТЭП) приморской полосы (рис. 1) можно подразделить на следующие зоны: элювиальная зона, зона транзита, переходная зона – локальный геоэкотон в системе суша-море, состоящий из двух частей: геоэкотон 1 зрелой стадии формирования, геоэкотон 2 начальной стадии формирования, аквальный ландшафт. ТЭП соотносится с гипсометрическим профилем: элювиальная зона и зона транзита приурочены к морской аккумулятивной террасе, состоящей из доминирующей плакорной поверхности, отделяемой бровкой от краевого склона – зоны транзита, геоэкотон приходится на аккумулятивный морской берег.

Элювиальная зона (преимущественного выноса веществ, в том числе легкорастворимых солей) представляет собой пологую поверхность с уклоном i=0.0007. Почва светло-каштановая солонцевато-солончаковая легкосуглинистая. Уровень грунтовых вод (УГВ) – до 3 м. Засоление профиля хлоридно-сульфатное, степень засоления средняя. Мощность горизонтов А+В=35 см. Растительность, в основном, полынно-эфемеровая в комплексе с полынно-солянковыми и многолетнесолянковыми ценозами. Общее проективное покрытие достигает 40%.

Зона транзита характеризуется максимальным уклоном – i=0.0023. Почва лугово-каштановая солончаковая среднесуглинистая. УГВ=1.0-1.2 м. Тип засоления хлоридно-сульфатный, степень засоления очень сильная. А+В=25-30 см. Растительность с общим проективным покрытием 40-50% представлена однолетне-многолетнесолянковыми ценозами с участием эфемеров.

Рассмотрим *переходную зону* (преимущественной аккумуляции) – локальный наземно-аквальный геоэкотон в системе суша-море.

Геоэкотон 1 имеет слабый наклон (i=0.0009). Почва – луговый солончак примитивный среднесуглинистый. Засоление профиля хлоридно-сульфатное, степень засоления очень сильная, а УГВ достигает 60-70 см. Через подпор грунтовых вод становится заметным влияние моря: повышается линия паритета хлоридов и сульфатов, ниже которой засоление хлоридно-сульфатное и хлоридное, определяемое морской водой, в солевом составе которой до 70% составляют хлориды (Шлямин, 1954). Основу растительности формирует лугово-солянковый комплекс, где наибольшее участие принадлежит полукустарничкам галофитам. Геоэкотон индицируется максимальным количеством видов растений (18), по сравнению с другими зонами. Общее проективное покрытие составляет 50-60%. Травостой одноярусный высотой 15-25 см.

Динамические свойства геоэкотона 1 обусловлены сезонными циклами погодных условий и выражаются в более интенсивной, по сравнению с элювиальной зоной и зоной транзита, вегетации растительности в весенний период.

Геоэкотон 2 – зона непосредственного прямого контакта с морской водой, где происходит аккумуляция при затоплении и вынос при отступании моря. Уклон поверхности i=0.001. Почва – солончак луговый примитивный. В составе поверхностных отложений доминируют тяжёлые фракции (глина и тяжёлый суглинок), способствующие интенсивному накоплению легкорастворимых солей. Тип засоления сульфатно-хлоридный, степень засоления очень сильная. УГВ = 0-0.60 м. Растительные сообщества характеризуются чётко выраженной двухъярусной структурой. В первом ярусе доминирует *Phragmites australis* высотой до 1.5 м, а также *Puccinellia gigantea* до 1 м с проективным покрытием до 10%. Основу травостоя во втором ярусе составляет *Salicornia europaea* с проективным покрытием 90%. При этом общее проективное покрытие достигает 35%.

Фактором, определяющим динамику геоэкотона 2, является ветровой режим: ветровой поток, имеющий два субширотных направления в зависимости от сезона года, и бризы,

дважды меняющие направление в течение суток. Динамика геоэкотона 2 выражается сгонно-нагонными явлениями в сезонных и суточных ритмах, попеременно меняя характер поверхности – то суша, то вода.

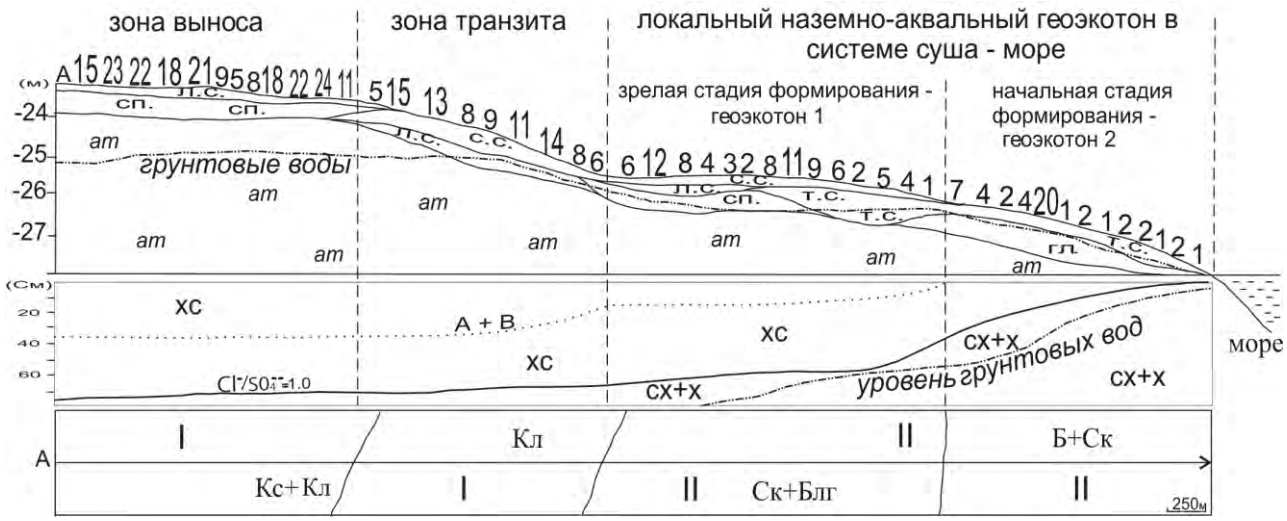


Рис. 1. Топоэкологический профиль на приморской полосе Терско-Кумской низменности (географические координаты профиля: в.д.=46° 37’30”, с.ш.=44° 32’03”, дирекционный угол α=82°). *Условные обозначения к рисункам 1 и 2.* ***Ландшафтные единицы:*** I – группа урочищ аккумулятивной морской террасы, II – группа урочищ аккумулятивного морского берега, III – урочище эоловый бугор; IV – фация солонец-солончак, V – урочище солончак луговый; ***почвы***: Б – болотные; Ск+Блг – солончаки луговые и лугово-болотные; Кл – лугово-каштановые; Кс – светло-каштановые; Ксс – светло-каштановые солонцеватые; Ксв - светло-каштановые выщелоченные; Кс+Кл – светло-каштановые и лугово-каштановые; СцСк – солонцы-солончаки; Склг+Лгзас – солончаки луговые и луговые засоленные; ***почвообразующие породы***: *ат* – аллювиально-морские; *eol* – аллювиально-морские перевеянные; ***гранулометрический состав***: *сп* – супесь; *л.с.* – легкий суглинок; *с.с.* – средний суглинок; *т.с* – тяжелый суглинок; *л.гл.* – легкая глина; *с.гл.* – средняя глина; *т.гл.* – тяжелая глина; *гл.* – глина; уровень грунтовых вод – УГВ; ***типы засоления***: хс – хлоридно-сульфатный; сх+х – сульфатно-хлоридный и хлоридный; ***растения-доминанты***: 1 – *Phragmites australis*, 2 – *Salicornia europaea*, 3 – *Puccinellia gigantea*, 4 – *Halimione verrucifera*, 5 – *Frankenia hirsuta*, 6 – *Halocnemum strobilaceum*, 7 – *Tamarix hohenackeri*, 8 – *Petrosimonia brachiata*, 9 – *Salsola dendroides*, 10 – *Salsola crassa*, 11 – *Petrosimonia oppositifolia*, 12 – *Limonium meyeri*, 13 – *Polygonum aviculare*, 14 – *Aeluropus littoralis*, 15 – *Eremopyrum orientale*, 16 – *Camphorosma monspeliacum*, 17 – *Filaga orvense*, 18 – *Artemisia taurica*, 19 – *Artemisia santonica*, 20 – *Tripolium vulgare*, 21 – *Alyssum desertorum*, 22 – *Kochia prostrata*, 23 – *Anisantha tectorum*, 24 – *Poa bulbosa*. **Fig. 1.** Topoecological profile at sea belt Terek-Kuma lowland (E=46° 37’30”, N=44° 32’03”, grid azimuth α=82°). Symbols on figures 1 and 2. ***Landscape units:*** I – stows’ group of aggradational marine terrace, II – stows’ group of accumulative marine coast, III – eolian mound stow; IV – solonetz-solonchak facies, V – solonchak meadow stow; ***soils***: Б – swamp; Ск+Блг – solonchaks meadow and meadow-swamp; Кл – meadow-chestnut soils; Кс – light-chestnut soils; Ксс – light-chestnut solonetz-like soils; Ксв – light-chestnut leached; Кс+Кл – light-chestnut and meadow-chestnut; СцСк – solonetz-solonchak; Склг+Лгзас – solonchaks meadow and meadow salinized soils; ***soil-building rocks***: *ат* – alluvial-marine; *eol* – alluvial-marine overblown; ***granulometric composition***: *сп* – loamy sand; *л.с.* – light loam; *с.с.* – medium loam; *т.с* – heavy loam; *л.гл.* – light clay; *с.гл.* – medium clay; *т.гл.* – heavy clay; *гл.* – clay; ground waters level – УГВ; ***salinization types***: хс – chlorite-sulphatic; сх+х – sulphate-chloritic and chloritic; ***plants – dominant species***: 1, … 24.

Аквальный ландшафт – область затопленной суши с размываемыми верхними горизонтами почв, гниющей наземной растительностью.

Растительный экотон приморской полосы характеризуется повышением видового разнообразия и особенностями жизненных форм растений: доминированием многолетников (до 70%) над однолетниками. В элювиальной и транзитной зонах участие многолетников ниже – 54.1% и 40% соответственно.

Континентальный ТЭП ключевого участка подразделяется на следующие зоны: элювиальная, зона транзита, переходная зона – локальный геоэкотон в системе «мезоповышение (эоловый бугор) – аккумулятивно-морская равнина» (рис. 2).

Рис. 2. Топоэкологический профиль континентального ландшафта Терско-Кумской низменности (географические координаты профиля: в.д.=46° 25’38”; с.ш.=44° 26’19”; α=223°). **Fig. 2.** Topoecological profile of continental landscape of Terek-Kuma lowland (E=46°25’38”; N=44°26’19”; α=223°). Symbols on figure 1.

Элювиальная зона расположена на верхних склонах бугра. Уклон поверхности i=0.004-0.009. Почва светло-каштановая легкосуглинистая, солончаковатая, тип засоления хлоридно-сульфатный. Степень засоления средняя. УГВ=3.5-4 м. Растительность эфемерово-полынная, доминанты *Artemisia taurica, Kochia prostrata, Camphorosma monspeliacum.* Проективное покрытие – 40%.

Транзитная зона приходится на южные склоны бугра. По сравнению с другими зонами уклон максимальный – i=0.024. Почва светлокаштановая легкосуглинистая, слабозасолённая, солончаковатая, соотношение хлоридов и сульфатов примерно одинаково. Почвенные профили выщелочены – линия кипения карбонатов заметно снижается от 20 до 40 см. УГВ достигает 1.5-2 м. Видовой состав растительности тот же, что и в элювиальной области, отличается сравнительно повышенным проективным покрытием – 60%, в основном, за счёт эфемеров.

Переходная зона – зона преимущественной аккумуляции веществ за счёт дополнительного поверхностного стока со склонов эолового бугра. Почва представлена солонцом-солончаком, конфигурация ареалов которого определена морфологией склонов мезоповышений (Гасанова, 2000). Гранулометрический состав верхней толщи почв варьирует от лёгкого и среднего суглинка до лёгкой глины. Тип засоления хлоридно-сульфатный. Степень засоления очень сильная. Существенно поднимается линия кипения карбонатов. УГВ составлянет 1.4 м. Растительность одноярусна, представлена эфемерово-полынно-однолетнесолянковым комплексом, с доминированием *Artemisia monogyna, Petrosimonia oppositifolia* и проективным покрытием 35-40%.

Свойства геоэкотона находят свое выражение в сезонной пространственной динамике засоления солонца-солончака: осеннем максимуме прироста мобильных ареалов почв относительно остального почвенного покрова по сравнению с летней ситуацией, индицируемых полями засоления (Гасанова, 1996).

Аккумулятиво-морская равнина представлена солончаками луговыми в комплексе с луговыми засолёнными почвами, легко- и среднесуглинистые сульфатно-хлоридного очень сильного засоления, с УГВ 1.2 м. Почвы формируются под полынно-однолетнесолянковым комплексом (*Artemisia monogyna, Salsola crassa*): 30% – полынь, 70% – однолетние и многолетние солянки. Проективное покрытие достигает 15-20%.

На континентальном топоэкологическом профиле нет четкой дифференциации растительности по жизненным формам в отличие от приморской полосы; растительный экотон сужен, во время выпадения осадков наблюдается заметное увеличение растительной массы за счет эфемеров. В обоих случаях переходные зоны являются самыми динамичными по сравнению с зонами выноса и транзита.

Анализ почвенно-растительного покрова приморской полосы и континентального ландшафта показал их единую структуру: элювиальная зона → зона транзита → переходная зона – геоэкотон. Для геоэкотонов отмечается изменение в строении профиля: сужаются горизонты А+В в направлении от элювиальной зоны к аккумулятивной. Гранулометрический состав профилей почв приморской полосы довольно монотонен, в наземном континетальном ТЭП в литологии профилей почв переходной зоны, напротив, отмечается контрастность.

Выводы

В Западном Прикаспии сформировались наземно-аквальные геоэкотоны в системе «суша-море» и континентальные геоэкотоны в системе «мезоповышения – аккумулятивно-морская равнина». В ходе исследования выявлена единая структура топоэкологических профилей (вынос → транзит → аккумуляция) и показана различная значимость растительных и почвенных компонентов геоэкотонов: в системе «мезоповышение – морская аккумулятивная равнина» снижается влияние растительности, литология почвенных профилей становится более контрастной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алиев Н.-К.К., Абдурахманов Г.М., Мунгиев А.А., Гаджиев А.А. 1997. Экологические проблемы бассейна Каспия. Махачкала: Дагпресс. 160 с.

Аринушкина Е.В. 1970. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ. 487 с.

Бейдеман И.Н. 1957. Наблюдения над изменением растительности берегов и заселения морского дна при отступании Каспийского моря // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. Серия 3. Геоботаника. Вып. 11. С. 165-184.

Бобра Т.В. 2005. К вопросу о понятиях «граница»-«экотон»-«геоэкотон» в географии – http://www.nbuv.gov.ua/Articles/KultNar/knp79/pdf/knp79_7-12.pdf

Бутаев А.М. 1998. Каспий: загадки уровня. Махачкала. 70 с.

Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. 1986. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат. 416 с.

Газиева С.А. 2006. Эколого-биологический и фитогеографическмй анализ флоры Приморской низменности. Автореф… дис. канд. биол. наук. Махачкала. 21 с.

Гарунов А.А. 1999. Изменение гидрофизических свойств почв приморской полосы в результате подъёма уровня Каспийского моря // Биологические проблемы и перспективы их изучения в регионах Каспийского моря. Махачкала: ДНЦ РАН. С. 75-

77.
Гасанова З.У. 1996. Влияние режимов пастбищного использования на почвенный покров Терско-Кумской низменности. Автореф… дис. канд. биол. наук. М. 24 с.
Гасанова З.У. 2000. Почвенный покров Терско-Кумской низменности как отражение горизонтальных связей ландшафта // Аридные экосистемы. Т. 7. № 13. С. 61-65.
Глазовская М.А. 1964. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ. 230 с.
Добровольский Г.В., Федоров К.Н., Стасюк Н.В. 1975. Геохимия, мелиорация и генезис почв дельты Терека. М.: Издательство Московского университета. 274 с.
Залетаев В.С. 1989. Экологически дестабилизированная среда. М.: Наука.150 с.
Залибеков З.Г. 1995. Опыт экологического анализа почвенного покрова Дагестана. Махачкала: ДНЦ РАН.140 с.
Залибеков З.Г., Биарсланов А.Б., Асгерова Д.Б. 2009. О действующей системе мониторинга почв аридных территорий // Аридные экосистемы. Т. 15. № 4. С. 13-21.
Келлер Б.А. 1923. Растительный мир русских степей, полупустынь и пустынь // Очерки экологические и фитосоциологические. Вып. 1. Воронеж. 183 с.
Коломыц Э.Г. 1987. Ландшафтные исследования в переходных зонах. М.: Наука. 120 с.
Кулешова Л.В. 2000. Очаговые изменения растительности на побережье Каспийского моря как индикатор трансформации среды // Микроочаговые процессы-индикаторы дестабилизированной среды. М.: РАСХН. С. 138-149.
Мильков Ф.Н. 1990. Общее землеведение. М.: Высшая школа. 335 с.
Новикова Н.М. 2005. Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы. М.: Наука. 365 с.
Полынов Б.Б. 1956. Избранные труды. М.: Издательство АН СССР. 751 с.
Почвенная съёмка. 1959. М.: Издательство АН СССР. 346 с.
Пузаченко Ю.Г. 1983. Инвариантность геосистем и их компонентов // Устойчивость геосистем. М.: Наука. С. 32-41.
Раменский Л.Г. 1971. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избранные работы. Л.: Наука. 334 с.
Сочава В.Б. 1979. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск: Наука. 190 с.
Стасюк Н.В. 2005. Динамика почвенного покрова дельты Терека. Махачкала: ДНЦ РАН. 193 с.
Сулейманова (Джалалова) М.И. 2002. Динамика растительности приморской полосы Терско-Кумской низменности при различных циклах затопления // Аридные экосистемы. Т. 8. № 17. С. 25-30.
Федоров К.Н., Можарова Н.В. 1978. Эволюция состава почвенного покрова Терско-Кумского междуречья // Биологическая продуктивность дельтовых экосистем Прикаспийской низменности Кавказа. Махачкала: ДНЦ РАН. С. 95-100.
Фридланд В.М. 1986. Проблемы географии, генезиса и классификации почв. М.: Наука. 243 с.
Черепанов С.К. 1986. Сосудистые растения СССР. Новосибирск.: Наука. 198 с.
Шлямин Б.А. 1954. Каспийское море. М.: Географгиз. 128 с.
Экотоны в биосфере. 1997. М.: РАСХН. 329 с.
Юсуфов С.К. 2006. Изменения в береговой зоне Каспийского моря на примере биоиндикаторов // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Южного федерального округа. Махачкала: РАН ДНЦ. С. 182-183.
Яхияев М.А., Салихов Ш.К., Рамазанова Н.И., Ахмедова З.Н., Гарунов А.А. 2007. Мониторинг продуктивности пастбищных экосистем северо-западного побережья Каспийского моря // Юг России. № 4. С. 101-109.

Clements F.E. 1905. Research methods in ecology. Lincoln, Nebraska.: University Publisher. 334 p.
Fortin M.-J., Drapeau P., Jacquez G.M. 1996. Quantification of the spatial co-occurrences of ecological boundaries. Oikos. V. 77. P. 51-60.

THE GEOECOTONES AT TOPOECOLOGICAL PROFILES OF THE NORTH-WEST CASPIAN REGION

© 2010. Z.U. Gasanova, M.I. Dzhalalova

Caspian institute of biological resources of the Daghestan scientific center of Russian Academy of Sciences Russia, 367025 Makhachkala, M. Gadjiyev str., 45. E-mail: zgasanova@list.ru

Abstract. In the landscapes of the North-West Caspian region the transition zones of two types of geoecotones are formed: ground-based - aqua and ground-based continental. The united structure of topoecological profiles had been revealed: eluvial zone → transitional zone → zone of matter accumulation – geoecotone. In geoecotones the significance of plant and soil components is different. At continental geoecotone there is no clear differentiation of plant complex on the vital forms like at land-sea landscape, plant ecotone is narrow, a noticeable increase in the plant mass due to ephemerals in comparison with the zones of extension and transit is observed during the precipitation. Changes in the structure of soil profiles are noted for the geoecotone in both cases: the horizons A+B become narrower in the direction from the eluvial zone to the accumulative one. The granulometric composition of soil profiles of coastal region is monotonic, the lithology of continental soil profile at the geoecotone, on the contrary is contrasting.
Key words: ground-based – aqua geoecotone, local continental geoecotone, vegetative component, soil component.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2010, том 16, № 3 (43), с. 25-33

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 574. 587. (282. 471. 45)

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА СОЛЕНЫХ РЕК АРИДНОЙ ЗОНЫ ЮГА РОССИИ (ПРИЭЛЬТОНЬЕ)[1]

© 2010 г. Т.Д. Зинченко, Л.В. Головатюк

Учреждение Российской академии наук Институт экологии Волжского бассейна РАН Россия, 445003 Тольятти, ул. Комзина, д. 10. E-mail: gollarisa@mail.ru

Реферат. Приводятся данные результатов гидрохимических и гидробиологических исследований 5 соленых рек бассейна оз. Эльтон (2006-2008 гг.). Таксономический состав макрозообентоса включает 50 видов и таксонов рангом выше вида. Основу видового богатства составляют двукрылые (Diptera) – 28 видов и малощетинковые черви (Oligochaeta) – 12 видов. Изучены структурные показатели и динамика количественного развития сообществ макрозообентоса. Показано, что видовое богатство и разнообразие зообентоса закономерно снижаются с увеличением уровня минерализации воды в диапазоне 7-32 г/л. Приводится аутэкологическая характеристика новых для науки галофильных видов хирономид.

Ключевые слова: высокоминерализованные реки, биоразнообразие, структура сообществ макрозообентоса.

Внутренние воды с естественным высоким уровнем минерализации играют важную роль в поддержании природных процессов и систем в аридных зонах мира (Водно-болотные …, 2005). Традиционно основное внимание в экологических исследованиях уделяется соленым озерам (Vareschi, 1987; Williams, 1998, 2002; Загородняя и др., 2008; Балушкина и др., 2009). Практически не изученными остаются высокоминерализованные реки, которые являются важным источником формирования биоразнообразия галофильной фауны и в значительной степени определяют состояние водных экосистем засушливых территорий. Развитие в соленых реках узкоспециализированных видов, обычно редких, относящихся к эндемичным формам, делает эти системы особенно уязвимыми к различным видам внешних воздействий (Williams, 1987; Moreno et al., 1997). Особый интерес представляет изменение видового разнообразия в градиенте солености в реках с разной концентрацией солей.

Экосистема оз. Эльтон включает в себя широкий спектр водно-болотных угодий, сочетающих ботанические, зоологические, геологические, палеонтологические и иные ценности, имеющие общенациональное значение (Водно-болотные …, 2005).

Исторический обзор исследований и результаты фаунистических сборов, в ходе которых было установлено 86 видов гидробионтов, преимущественно представителей фито- и зоопланктона, изложены в публикациях (Бенинг, Медведева, 1926; Зайцев, 1928). Рекогносцировочная оценка состава фито-, зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны притоков оз. Эльтон была проведена в сентябре 1998, 2001 гг. специалистами Волгоградского отделения ГосНИОРХ. В составе макрозообентоса рек было установлено 25 таксонов (Отчет о проведении ..., 2003). Начиная с 2006 г. сотрудниками Института экологии

[1] Работа выполнена при частичной финансовой поддержке IX Регионального гранта РФФИ № 07-04-96610 «Количественные методы анализа экологических систем разного масштаба» и в рамках программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие», раздел «Динамика биоразнообразия и механизмы обеспечения устойчивости биосистем».

Волжского бассейна РАН проводятся комплексные эколого-гидробиологические исследования высокоминерализованных рек бассейна оз. Эльтон (Зинченко, Головатюк, 2009; Zinchenko, Golovatyuk, 2009; Зинченко и др., 2010).

Целью работы является оценка биоразнообразия и структурных показателей донных сообществ высокоминерализованных рек аридной зоны Приэльтонья.

Характеристика района исследований

Приэльтонье – природно-территориальный комплекс, расположенный на юго-востоке Европейской части России, в пределах северной части Прикаспийской низменности (рис. 1).

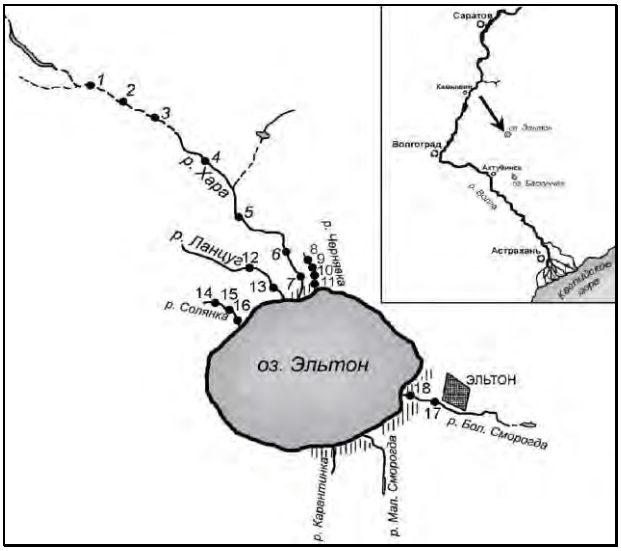


Рис. 1. Карта-схема района исследований с указанием станций отбора проб. **Fig. 1.** Map of region investigations showing collecting localities of samples.

Характерной чертой региона является развитие процессов солянокупольной тектоники, проявившихся в формировании соляных куполов (возвышенностей) и приуроченных к ним компенсационных мульд (котловин), одной из которых является озеро Эльтон. Приэльтонье находится в зоне континентального климата с продолжительным летним периодом. Температурный режим отличается амплитудой экстремальных температур (более 86 °С); абсолютный минимум – в январе (–36.1 °С), абсолютный максимум – в августе (41.1 °С).

Для района характерны высокая степень засушливости с резким дефицитом осадков (величина гидротермического коэффициента – 0.5-0.4) (Водно-болотные ..., 2005).

Гидрографическая сеть территории слабо развита и представлена малыми реками, относящимися к водосборному бассейну оз. Эльтон, солеными озерами, лиманами, временными водотоками и родниками. В озеро впадает 7 рек общей протяженностью около 128 км: Хара, Ланцуг, Чернавка, Солянка, Б. Сморогда, М. Сморогда, Карантинка (рис. 1).

Они представляют собой равнинные водотоки с хорошо проработанными ассиметричными долинами, извилистыми руслами и медленным течением воды. Гидролого-гидрографические показатели исследованных рек представлены в таблице 1.

Питание рек осуществляется за счет подземных вод и атмосферных осадков. В низовьях рек Хара, Чернавка, Большая и Малая Сморогда и глубоких балках выходят родники с железистыми, известковыми или горько-солеными водами. Биотопы рек представлены в основном мощными черными илами с примесью растительных остатков, песка и глины. Степень зарастаемости макрофитами в различных участках составляет 10-70%. На

естественный гидрохимический фон водотоков накладывается антропогенное воздействие: выпас скота, зарегулирование стока, рекреационная деятельность.

Таблица 1. Некоторые гидролого-гидрографические характеристики рек Приэльтонья.
Table 1. Hydrological and hydrographical description of Elton's small rivers.

Показатель	Река				
	Хара	Ланцуг	Чернавка	Солянка	Б. Сморогда
Координаты, устье	49° 12′ N 46° 39′ E	49° 12′ N 46° 38′ E	49° 12′ N 46° 40′ E	49° 10′ N 46° 35′ E	49° 07′ N 46° 47′ E
Длина (км)	39.0	14.0	2.0	5.0	13.5
Площадь водосбора (км^2)	177.0	126.0	18.4	17.8	130.0
Скорость течения в летнюю межень, устье (м/сек)	0.3	0.2	0.4	0.4	0.2
Ширина в устье (м)	50	30	5	5	7
Глубина в местах отбора проб (min-max, м)	0.1-3.0	0.1-1.0	0.1-0.3	0.1-0.3	0.2-0.5
T°C воды в августе 2008 г., (min-max)	21.0-32.0	18.8-21.0	18.5-21.8	22.6-30.2	24.2-26.5

Приустьевая часть рек является местом концентрации гнездящихся, пролетных водоплавающих и околоводных птиц. Под слоем соли залегает черная органо-минеральная грязь с характерным запахом сероводорода, обладающая уникальными бальнеологическими свойствами.

Материал и методы исследований

Исследования проводили на 5 малых реках бассейна оз. Эльтон (рр. Хара, Ланцуг, Чернавка, Солянка, Б. Сморогда) в августе 2006-2008 гг., апреле 2007 г. и сентябре 2008 г.

Образцы макрозообентоса собирали на 18 станциях в прибрежье и медиали рек (рис. 1). Всего отобрано 55 образцов грунта. Сборы бентоса осуществляли штанговым дночерпателем 1/400 м^2 по 8 повторностей на каждой станции реки и гидробиологическим скребком (длина ножа – 20 см, протягивание скребка – 1 м) на прибрежных заросших мелководьях и вдоль уреза воды. Грунт промывали через капроновый газ с размером ячеи 300-310 мкм. Образцы бентоса фиксировали 4%-ым раствором формальдегида. Камеральную обработку с последующим микроскопированием собранного материала проводили согласно общепринятым методам (Методика изучения ..., 1975). Идентификация отдельных представителей двукрылых проведена в лаборатории ИЭВБ РАН (Зинченко, Головатюк и др., 2010 а). Определение олигохет выполнено В.И. Попченко.

Для характеристики сообществ макрозообентоса использовали следующие показатели: число видов, численность (экз./м^2), биомасса (г/м^2); индексы: видового разнообразия Шеннона (Shannon, Weaver, 1949), доминирования (Палий, 1961; Kovnacki, 1971), выравненности экологических сообществ (Pielou, 1975). Аналитическая обработка гидрохимических образцов воды произведена аккредитованной гидрохимической лабораторией ООО «Центр мониторинга водной и геологической среды» г. Самара. Географические координаты определяли с помощью спутниковой навигационной системы (GPS) Transpak II. Статистическая обработка данных выполнена с использованием стандартного пакета STATISTICA 6.0.

Результаты исследований

Согласно Венецианской системе (Романенко, 2004) реки Хара, Ланцуг и Б. Сморогда являются мезогалинными (минерализация 7-16 г/л), рр. Чернавка и Солянка – полигалинными (26-32 г/л). По соотношению главных ионов воды рек относятся

преимущественно к хлоридному классу, натриево-калиевой группе.

Насыщение воды кислородом (апрель-август) изменялось от 50 до 211%. Водородный показатель находился в диапазоне 6.9-9.2, характеризуя воды преимущественно как слабощелочные и щелочные. Температура воды изменялась от 12 °С (апрель, сентябрь) до 32 °С в августе (табл. 1), снижаясь на 2-11 °С в местах выхода родниковых вод. Из биогенных элементов наиболее высокими концентрациями характеризовались аммонийный азот и фосфатный фосфор, величины которого достигают значений, характерных для вод эвтрофного типа (Зинченко и др., 2010).

В составе макрозообентоса установлено 50 таксонов, среди которых, по сравнению с литературными данными по фауне бентоса водоемов Приэльтонья (Отчет о проведении …, 2003), нами впервые зарегистрировано 32 вида, характерных для соленых рек: Oligochaeta – *Enchytraeus albidus* Henle, 1837; *E. issykkulensis* Hrabě, 1935; *Homochaeta naidina* Bretscher, 1896; *Limnodrilus claparedeanus* Ratzel, 1868; *L. hoffmeisteri* Claparede, 1862; *L. profundicola* (Verril, 1871); *Limnodrilus* sp.; *Nais communis* Piguet, 1906; *N. elinguis* O.F. Müller, 1773; *N. pseudobtusa* Piguet, 1906; *Potamothrix bedoti* (Piguet, 1913); *Uncinais uncinata* (Oersted, 1842). Crustacea – *Gammarus pulex* (Linnaeus, 1758). Insecta: Heteroptera – *Micronecta* sp.; *Plea minutissima* Leach,1817; *Callicorixa gebleri* (Fieber, 1848); *Callicorixa* sp. Coleoptera – *Anacaena* sp.; *Berosus* (*E.*) *spinosus* (Steven, 1878); *Cymbiodyta* sp.*; Helochares obscurus* (O.F.Müller, 1776); *Ochthebius* sp. Diptera – *Culicoides* (*Monoculicoides*) sp.; *Mochlonyx* sp.; *Aedes* sp.; *Culex* sp.; *Parydra* sp.; *Setacera* sp.; *Ulomyia* sp.; *Thoracochaeta zosterae* (Haliday, 1833); *Nemotelus pantherinus* (Linnaeus, 1758); *Nemotelus* sp.; *Odontomyia* sp.; *Stratiomys chamaeleon* (Linnaeus, 1758); *Tanypus punctipennis* Meigen, 1818; *Cricotopus salinophilus* Zinchenko, Makarchenko et Makarchenko, 2009; *Cricotopus* (*Cricotopus*) sp.; *C.* gr. *sylvestris*; *Chironomus aprilinus* Meigen, 1838; *C.* gr. *plumosus*; *C. salinarius* Kieffer 1915; *Cladopelma* gr. *lateralis*; *Cladotanytarsus* gr. *mancus*; *Dicrotendipes notatus* (Meigen, 1818); *Glyptotendipes barbipes* (Staeger, 1839); *G. glaucus* (Meigen, 1818); *G. paripes* (Edwards, 1929); *Microchironomus tener* (Kieffer, 1918); *Paratanytarsus inopertus* (Walker, 1856); *Tanytarsus kharaensis* Zorina et Zinchenko, 2009. В представленном списке не указаны отдельные представители отрядов Diptera, Coleoptera, Heteroptera в связи с невозможностью идентификации их личиночной стадии до рода или вида.

Наибольшее видовое богатство выявлено среди двукрылых насекомых – 28 видов, из которых 16 составляют хирономиды; олигохеты представлены – 12 видами, личинки жуков – 5, клопы – 4, ракообразные – 1 видом. Общими для водотоков являются галофильные двукрылые *Chironomus salinarius*, *Cricotopus salinophilus*, *Culicoides* (*M.*) sp. Единично отмечены олигохеты *Enchytraeus albidus*, *Nais pseudobtusa*, *Uncinais uncinata*, жуки *Anacaena* sp. и личинки двукрылых *Dicrotendipes notatus*, *Paratanytarsus inopertus*, *Tanypus punctipennis*, *Parydra* sp., *Stratiomys chamaeleon*, *Ulomyia* sp.

Выявлено отсутствие таких групп организмов, как моллюски, личинки стрекоз, ручейников, веснянок, поденок и др. Последние являются типичными представителями пресных вод, но в отдельных случаях личинки рода *Cloeon* зарегистрированы при солености не выше 2‰ в диапазоне изучаемой от 0.12 до 31.3‰ (Short et al., 1991) или могут встречаться в солоноватых водах до уровня солености 75 г/л (Ward, 2002; Velasco et al., 2006). Отмечена колонизация брюхоногих моллюсков семейств Hydrobiidae, Melanopsidae (род *Melanopsis*) и стрекоз Aeschnidae (род *Anax*) в реках Средиземноморья с соленостью 35.3‰ (Velasco et al., 2006). Известны литературные сведения обитания отдельных представителей двукрылых семейств Ephydridae, Dolichopodidae и клопов в диапазоне солености до 118 г/л (Rawson, Moore, 1944). Жесткокрылые из семейств Hydraenidae, Dytiscidae, Hydrophilidae обитают при солености до 100 г/л; Corixidae – типичные

представители солоноватых и соленых вод, отмечены при солености от 3.5 до 134 г/л (Barahona et al., 2005).

В градиенте солености исследованных рек фауна макрозообентоса примерно на 70% представлена галотолерантными таксонами. К типичным галофилам можно отнести виды, обитание которых характерно для рр. Солянка и Чернавка с минерализацией 26-32 г/л: *Enchytraeus issykkulensis*, *Berosus spinosus, Cricotopus salinophilus*, *Chironomus salinarius,* среди которых два последних являются галобионтными. Зарегистрированные нами новые для науки виды хирономид *Cricotopus salinophilus* и *Tanytarsus kharaensis*, в массе обитающие в соленых реках, являются доминирующими в составе донных сообществ уникальной фауны водотоков Приэльтонья (Зорина, Зинченко, 2009; Зинченко и др., 2009). Учитывая высокую численность и распространение этих видов, считаем целесообразным привести их экологическую характеристику.

Личинки *Tanytarsus kharaensis* – детритофаги-собиратели, обитают в рр. Хара, Ланцуг, Б. Сморогда при минерализации 7-16 г/л на черных илах и заиленной глине с примесью песка, растительных остатков, на глубине до 50 см. Скорость течения в местах обитания не превышает 0.3 м/с. Численность личинок колеблется от 5 до 50 тыс. экз./м^2, биомасса – от 0.01 до 9.6 г/м^2. Наибольшая плотность личинок зарегистрирована в августе 2007 г. в устье р. Хара. Обитают совместно с галофильными хирономидами *Chironomus salinarius, C. aprilinus* и *Microchironomus tener*. Вид полицикличен. Массовый вылет имаго – в августе. Относятся, по-видимому, к субэндемикам (Зорина, Зинченко, 2009).

Личинки вида *Cricotopus salinophilus* найдены в реках Солянка, Чернавка, Хара и Ланцуг (минерализация 7-32 г/л) и являются фитодетритофагами, развиваясь на черных илах с примесью песка, глины или почвы на глубине до 1 м при скорости течения до 0.4 м/с. В массе они отмечены в обрастаниях водорослей рода *Ulva,* а в местах массового развития обитают в бентосе совместно с личинками двукрылых *Culicoides* (*M.*) sp. и *Chironomus salinarius*. Наибольшая численность (10880 экз./м^2) и биомасса (10 г/м^2) личинок *Cricotopus salinophilus* отмечены в р. Солянка (VIII, 2008 г.). Вид полицикличен.

Вызывают интерес многочисленные находки олигохет *Enchytraeus issykkulensis* в реках Хара и Чернавка, ранее отмеченные исключительно в солоноватых глубоководных участках оз. Иссык-Куль (Чекановская, 1962).

Нами установлено, что население донных сообществ, несмотря на достаточно однообразные биотопы, характеризуется обитанием специфичных видов. Например, исключительно в р. Хара зарегистрированы олигохеты *Nais elinguis*, *Potamothrix bedoti*, жуки *Helochares obscurus*, двукрылые *Thoracochaeta zosterae, Stratiomys chamaeleon, Chironomus* gr. *plumosus, Cladotanytarsus* gr. *mancus*, *Dicrotendipes notatus*, *Paratanytarsus inopertus*; для р. Ланцуг характерны олигохеты *Homochaeta naidina*, *Limnodrilus claparedeanus*, *Nais pseudobtusa*, *Uncinais uncinata*, ракообразные *Gammarus pulex*, жуки *Cymbiodyta* sp., хирономиды *Tanypus punctipennis, Glyptotendipes glaucus.* В литературе широко обсуждаются вопросы, связанные с адаптационной способностью гидробионтов к условиям их обитания в меняющейся среде (Bayly, 1972; Timms, 1993). Однако детально проследить влияние минерализации в диапазоне ее изменения в реках от 7 до 32 г/л на организмы бентоса не представляется возможным ввиду отсутствия исследований по осмотическому регулированию и толерантности отдельных палеарктических видов.

Ранее, при исследовании пространственной динамики донных сообществ р. Хара, нами была установлена определенная зависимость структуры сообществ макрозообентоса от уровня минерализации воды, ионного состава, степени зарастаемости и содержания кислорода. Было показано увеличение числа видов, численности и биомассы бентоса при изменении солености в реке от 7 до 14 г/л (Зинченко и др., 2010).

Анализируя изменения фауны и видового разнообразия высокоминерализованных рек в

более широком диапазоне солености (от 7 до 32 г/л), нами установлено, что число видов бентоса снижается от 36-37 видов в рр. Хара и Ланцуг (минерализация 7-16 г/л) до 9 видов в рр. Солянка и Чернавка (26-32 г/л). Видовое разнообразие донных сообществ (H) уменьшается с увеличением уровня минерализации от 2.45-2.87 (рр. Хара, Ланцуг) до 1.21-1.47 бит/экз. в рр. Чернавка, Солянка. Исключение составляет р. Б. Сморогда (10 г/л), в которой число видов не превышает 13, при достаточно низком индексе видового разнообразия Шеннона – 1.68 бит/экз. (рис. 2), что обусловлено воздействием загрязнения (преимущественно бытовые и сельскохозяйственные стоки).

Снижение видового разнообразия в сообществах макрозообентоса соленых рек Чернавка и Солянка, в сравнении с мезогалинными реками, происходит за счет представителей всех таксономических групп: отсутствуют ракообразные, видовое богатство хирономид уменьшается в 5-7 раз, жуков – в 3-5 раз, олигохет – в 4 раза. Ранее, закономерное снижение числа видов зообентоса с увеличением минерализации воды было отмечено для озер Австралии, Канады, Крыма (Williams, 1998; Timms, 1993; Балушкина и др., 2007; 2009; Алимов, 2008) и соленых водотоков Испании (Velasco et al., 2006).

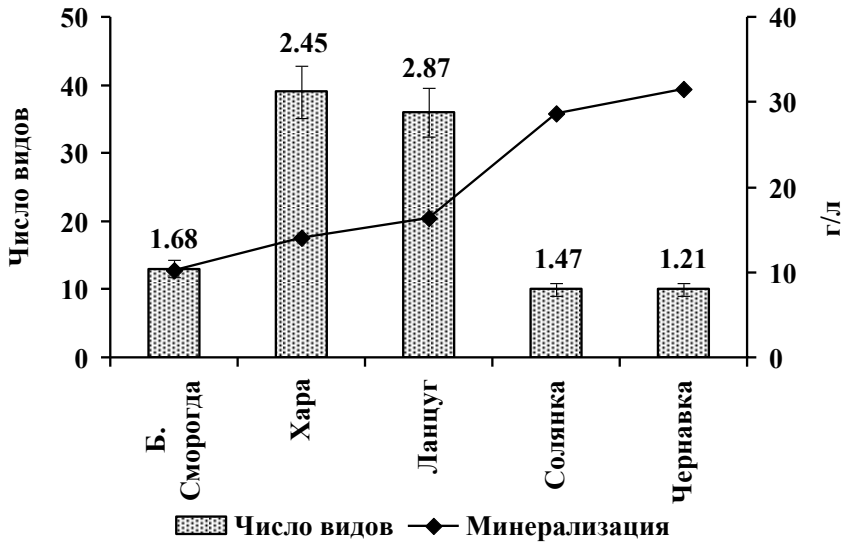


Рис. 2. Изменение числа видов зообентоса в реках с различным уровнем минерализации воды (цифрами над столбиками обозначены значения индекса Шеннона). **Fig. 2.** Dynamics of number of species zoobenthos in the rivers with various level of a mineralization (numeral indicates Shannon index).

Основные структурные показатели сообществ макрозообентоса представлены в таблице 2. Численность бентоса в среднем за период исследований варьировала от 833 экз./м^2 (р. Б. Сморогда) до 4840 экз./м^2 (р. Хара), биомасса – от 0.4 г/м^2 до 7.68 г/м^2. Преобладающими по численности и биомассе во всех реках являются личинки двукрылых семейств Chironomidae и Ceratopogonidae (до 85% от общей численности и 95% биомассы бентоса).

В зависимости от степени минерализации, дифференциация донных сообществ в реках имеет особенности, характерные для каждого водотока. Отмечена определенная гетерогенность сообществ макрозообентоса. Изменяется состав доминирующего комплекса бентонтов. Так, доминантами (d) и субдоминантами (ds) по численности в реках с минерализацией до 16 г/л (рр. Хара, Ланцуг, Б. Сморогда) являются хирономиды *Tanytarsus kharaensis, Chironomus salinarius*, *Chironomus aprilinus, Cricotopus salinophilus*, *Cricotopus* gr. *sylvestris* и комары-мокрецы *Culicoides* (*M.*) sp. В реках с соленостью выше 26 г/л преобладающими становятся галофильные *Cricotopus salinophilus* (d=63.2-70.0) и мокрецы *Culicoides* (*M.*) sp.; субдоминантами в р. Чернавка являются олигохеты *Enchytraeus issykkulensis*, в р. Солянка – личинки *Chironomus salinarius* (табл. 2). Величины индекса

Пиелу имеют максимальные значения в мезогалинных реках Хара и Ланцуг, характеризуя достаточно равномерное распределение донных животных. Снижение индекса Пиелу в соленых реках Чернавка и Солянка отражает увеличение степени доминирования отдельных видов и свидетельствует об упрощении структуры донных сообществ в условиях высокого уровня минерализации.

Таблица 2. Структурные показатели донных сообществ соленых рек (апрель, август, сентябрь 2006-2008 гг.). **Table 2.** Structural indicators of saline rivers of bottom communities (IV, VIII, IX 2006-2008).

Показатель	Река				
	Хара	Ланцуг	Б. Сморогда	Чернавка	Солянка
Численность, тыс. экз./м^2	4.84±6.07 0.05-54.2	4.69±3.73 0.07-13.6	0.83±0.17 0.7-1.08	3.34±2.18 0.15-9.42	4.07±3.54 0.61-12.5
Биомасса, г/м^2	7.68±5.63 0.03-12.4	3.96±3.32 0.10-20.04	0.4±0.09 0.27-0.52	3.06±2.65 0.16-9.82	4.62±4.42 0.24-11.0
Виды: d – доминанты и ds – субдоминанты, рассчитанные по численности	*Tanytarsus kharaensis* (d=34.7), *Culicoides* (*M.*) sp. (ds=8.5), *Cricotopus salinophilus* (ds=5.2), *Chironomus aprilinus* (ds=2.9)	*Culicoides*(*M.*) sp. (d=17.2), *Chironomus salinarius* (d=15.8), *Cricotopus salinophilus* (d=13.8), *Chironomus aprilinus* (ds=3.6)	*Culicoides* (*M.*) sp. (d=68.5), *Tanytarsus kharaensis* (d=12.7), *Cricotopus* gr. *sylvestris* (ds=8.6)	*Cricotopus salinophilus* (d=70), *Culicoides* (*M.*) sp. (d=25), *Enchytraeus issykkulensis* (ds=2.5), *Chironomus salinarius* (ds=2.8)	*Cricotopus salinophilus* (d=63.2), *Culicoides* (*M.*) sp. (d=9.7), *Chironomus salinarius* (ds=3.3)
Индекс Пиелу (*e*), (min-max)	0.08-1.0	0.03-0.91	0.15-0.53	0.17-0.52	0.12-0.63

Примечание: над чертой – средние значения и ошибка среднего, под чертой – минимальное-максимальное значения. Notes: over line – average values and an average error, below the line – minimum-maximum values.

Таким образом, отличительной особенностью сообществ бентоса полигалинных рек является снижение их общей структурированности и интегрированности (снижение числа видов, видового разнообразия, концентрации доминирования) обусловленных адаптационными особенностями галофильных видов к обитанию в специфических условиях высокоминерализованных вод.

Заключение

В составе макрозообентоса высокоминерализованных рек бассейна оз. Эльтон установлено 50 таксонов, среди которых 32 указываются впервые. Уникальность фауны макрозообентоса соленых рек в условиях градиента минерализации воды от 7 до 32 г/л определяется разнообразием галофильных и галобионтных видов, среди которых установлены аутэкологические особенности двух новых для науки видов хирономид *Cricotopus salinophilus* Zinchenko, Makarchenko et Makarchenko, 2009 и *Tanytarsus kharaensis* Zorina et Zinchenko, 2009.

Увеличение минерализации приводит к снижению видового разнообразия и выравненности биоты, отражая высокую концентрацию доминирования галобионтных хирономид *Cricotopus salinophilus* на фоне общего снижения числа видов, что характеризует упрощение структуры донных сообществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алимов А.Ф. 2008. Связь биологического разнообразия в континентальных водоемах с морфометрией и минерализацией вод // Биология внутренних вод. № 1. С. 3-8.

Балушкина Е.В., Голубков С.М., Голубков М.С., Литвинчук Л.Ф. 2007. Структурно-функциональные характеристики экосистем малых соленых озер Крыма // Биология внутренних вод. № 2. С. 11-19.

Балушкина Е.В., Голубков С.М., Голубков М.С., Литвинчук Л.Ф., Шадрин Н.В. 2009. Влияние абиотических и биотических факторов на структурно-функциональную организацию экосистем соленых озер Крыма // Журнал общей биологии. Т. 70. № 6. С. 504-514.

Бенинг А.Л., Медведева Н.Б. 1926. О микрофауне водоемов окрестностей Эльтона и Баскунчака. Известия краеведческого института изучения Южно-Волжской области. Саратов: Сарполиграфпром. Т. 1. 39 с.

Водно-болотные угодья Приэльтонья. 2005. Волгоград: Региональный центр по изучению и сохранению биоразнообразия. Издательство: ООО “Видео-Хайтек”. 27 с.

Загородняя Ю.А., Батогова Е.А., Шадрин Н.В. 2008. Многолетние трансформации планктона в гиперсоленом Бакальском озере (Крым) при колебаниях солености // Морской экологический журнал. Т. VII. № 4. С. 41-50.

Зайцев Ф.А. 1928. Материалы к фауне водяных жуков Саратовской и Самарской г.г. // Работы Волжской Биологической Станции. Саратов. Т. 10. № 1. С. 3-27.

Зинченко Т.Д., Макарченко М.А., Макарченко Е.А. 2009. Новый вид рода *Cricotopus* van der Wulp (Diptera, Chironomidae) из солёной реки бассейна озера Эльтон (Волгоградская область, Россия) // Евразиатский энтомологический журнал. Т. 8. Прил. 1. С. 83-88.

Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В. 2009. Биоразнообразие и структурные характеристики макрозообентоса высокоминерализованных рек бассейна Нижней Волги (Приэльтонье) // X Съезд Гидробиол. общ-ва при РАН. Тезисы докладов. Владивосток. С. 159.

Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Выхристюк Л.А., Шитиков В.К. 2010. Разнообразие и структура сообществ макрозообентоса высокоминерализованной реки Хара (Приэльтонье) // Поволжский экологический журн. № 1. С. 14-30.

Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Абросимова Э.В. 2010 а. Экологическая характеристика *Cricotopus salinophilus* (Diptera, Chironomidae) из соленых рек бассейна оз. Эльтон // Известия Самарского НЦ РАН. Т. 12. № 1. С. 196-200.

Зорина О.В., Зинченко Т.Д. 2009. Новый вид рода *Tanytarsus* van der Wulp (Diptera, Chironomidae) из солёной реки бассейна озера Эльтон (Волгоградская область, Россия) // Евразиатский энтомологический журнал. 8(1). С. 105-110.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. М.: Наука. 240 с.

Отчет о проведении полевых работ по изучению водно-болотных угодий природного парка «Эльтонский», организованных в рамках проекта PIN-MATRA «Институциональное обеспечение водно-болотных угодий в Волгоградской области». 2003. / Коорд. работ Н.С. Калюжная. Волгоград. 41 с.

Палий В.Ф. 1961. О количественных показателях при обработке фаунистических материалов // Зоологический журнал. Т. 60. Вып. 1. С. 3-12.

Романенко В.Д. 2004. Основы гидроэкологии. Киев: «Генеза». 664 с.

Чекановская О.В. 1962. Водные малощетинковые черви фауны СССР. М.-Л. 411 с.

Barahona J, Millán A, Velasco J. 2005. Population dynamics, growth and production of Sigara selecta (Fieber, 1848) (Hemiptera, Corixidae) in a Mediterranean hypersaline stream // Freshwater Biology. Vol. 50. P. 2101-2113.

Bayly L.A.E. 1972. Salinity tolerance and osmotic behaviour of animals in athalassic saline and

marine hyperhaline waters // Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 3. P. 233-268.
Kownacki A. 1971. Taxocens of Chironomidae in streams of the Polish Hight Tatra Mts // Acta Hydrobiologica**.** Vol. 13. No. 2. P. 439-463.
Moreno J.L., Millán A., Suarez M.L.,Vidal-Abarca M.R., Velasco J. 1997. Aquatic Coleoptera and Heteroptera assemblages in water bodiies from ephemeral coastal streams ("ramblas") of south-eastern Spain // Archiv für Hydrobiologie. Vol. 141. P. 93-107.
Pielou E.C. Ecological diversity. N.Y.: Gordon & Breach. 1975. 165 p.
Rawson D.S, Moore J.E. 1944. The saline lakes of Saskatchewan // Canadian Journal of Research (Series D). Vol. 22. P. 141-201.
Shannon C.E., Weaver W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana. 117 p.
Short T.M., Black J.A., Birge W.J. 1991. Ecology of a saline stream: community responses to spatial gradients of environmental conditions // Hydrobiologia. Vol. 226. P. 167-178.
Timms B.V. 1993. Saline lakes of the Paroo, inland New South Wales, Australia // Hydrobiologia. Vol. 267. P. 269-289.
Vareschi E. 1987. Saline lake ecosystems // Ecology Studies. Vol. 61. P. 347-364.
Velasco J., Millán A., Hernández J., Gutiérrez C., Abellán P., Sánchez D., Ruiz M. 2006. Response of biotic communities to salinity changes in a Mediterranean hypersaline stream. Murcia, Spain. Saline Systems. 2. http://www.salinesystems.org/content/2/1/12.
Ward J.V. 2002. Aquatic Insect Ecology. 1 // Biology and Habitat. Wiley J. and Sons I. 438 p.
Williams W.D. 1987. Salinization of rivers and streams: an important environment hazard // Ambio. Vol. 16. P. 180-185.
Williams W.D. 1998. Salinity as a determinant of the structure of biological communities in salt lakes // Hydrobiologia. V. 381. P. 191-201.
Williams W.D. 2002. Environmental threats to salts lakes and the likely status of inland saline ecosystems 2025 // Environmental Conservation. Vol. 29. P. 154-167.
Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V. 2009. Responds of the river chironomid communities (inflows of the hypersaline lake Elton, the Low Volga, south of Russia) to high mineralization // Abstract. 5-10 July. 17 International Symposium on Chironomidae. Nankai University, Tianjin, China. P. 88-89.

BIODIVERSITY AND MACROINVERTEBRATE COMMUNITY STRUCTURE OF SALINE STREAMS OF ARID REGION OF THE SOUTH RUSSIA (LAKE ELTON'S PLAIN)

© 2010. T.D. Zinchenko, L.V. Golovatyuk

Institute of Ecology of the Volga river basin of the Russian Academy of sciences (RAS)
Russia, 445003 Togliatti, Komzina str., 10. E-mail: gollarisa@mail.ru

Abstract. The rate of change of biological variety and functioning of communities in ecosystem, was investigated on the example of macroinvertebrate community structure of 5 small saline streams of area lake Elton, a unique natural-territorial complex of arid region of the Low Volga river basin. The number of species macrozoobenthos communities decreases due to the increase of mineralization from 39 in the river Hara (7-14 gL^-) to 10 taxa in the river Chernavka (26-32 gL^-). In 2006-2008 there were discovered new species of chironomids for science: *Tanytarsus kharaensis* Zinchenko et Zorina and *Cricotopus salinophilus* Zinchenko, Makarchenko et Makarchenko.
Key words: saline streams, biodiversity, structure of macroinvertebrates communities.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2010, том 16, № 3 (43), с. 34-48

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 551.482.6+556.54

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАПАДНЫХ ПОДСТЕПНЫХ ИЛЬМЕНЕЙ ДЕЛЬТЫ Р. ВОЛГИ

© 2010 г. В.Ф. Бреховских, П.П. Бухарицин, З.В. Волкова, Е.Н. Лабунская

Учреждение Российской академии наук Институт водных проблем РАН
Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, 3. E-mail: vadim@aqua.laser.ru, volkova@aqua.laser.ru

Реферат. Рассмотрены экологические проблемы Западных подстепных ильменей поймы Нижней Волги. Показаны основные факторы формирования водного режима ильменей, приведены связи их уровня с уровнем воды дельты. На основе обобщения гидрохимических данных в дельте Волги в половодный период за 2001-2007 гг. выявлены основные загрязняющие вещества и получена оценка качества вод. Получены данные о видовом составе и биомассе фитопланктона ильменей и их зависимости от солености вод.
Ключевые слова: дельта р. Волги, водный режим, ильмени, гидрохимические показатели, фитопланктон, качество вод.

Район Западных подстепных ильменей (ЗПИ) расположен в дельте Волги на территории Лиманского, Наримановского и Икрянинского районов Астраханской области, к западу от основного водотока дельты – реки Волги и его продолжения – рукава Бахтемира. Здесь, в условиях полупустыни, на площади около 4300 км^2 разбросаны цепочки ильменей, в которых сформировался уникальный растительный и животный мир. Территория ЗПИ имеет важное сельскохозяйственное, рыбохозяйственное и транспортное значение, здесь проживает около 50 тысяч населения Астраханской области. Расположение района ЗПИ показано на схеме (рис. 1) районирования дельты Волги (Полонский и др., 2009).

Устьевая область р. Волги находится в условиях континентального и засушливого климата. Температура воздуха отличается большой сезонной изменчивостью. В январе средняя температура воздуха составляет –6, –9 °С, в – июле она превышает 25 °С (максимальная достигает 38 °С). По степени засушливости район уступает лишь среднеазиатским пустыням и полупустыням. Среднее количество осадков колеблется от 170 до 195 мм/год. Большая часть осадков выпадает в летний период (май-сентябрь), они носят, преимущественно, ливневой характер. Снег появляется в конце ноября – первой декаде декабря. Обычно, снежный покров невысокий, в среднем 4-7 см, местами на севере до 8-9 см; устойчивый снежный покров в 5% зим отсутствует. Малое количество осадков в сочетании с высокими температурами определяет сухость воздуха и почвы, высокое испарение. Годовая величина испарения составляет более 900 мм. При малых осадках и высоком испарении ильмени, не имеющие постоянной подпитки, существенно обезвоживаются, вплоть до почти полного пересыхания, что ухудшает возможности их использования для рыбоводства и орошения.

Большая повторяемость засух и суховеев в условиях повышенной ветровой активности способствует перемещению песка и почвы, что приводит к заносимости пониженных форм рельефа, в том числе и ильменей.

Озера-ильмени располагаются между грядами бугров и имеют протяженность от нескольких сот метров до нескольких километров, ширину – преимущественно в несколько сотен метров, среднюю глубину – 1-1.5 м. Межбугровые понижения, к которым приурочены ильмени, ориентированы в субширотном направлении, преимущественно с запада на восток.

Длина ильменей колеблется от нескольких сот метров до нескольких километров. Самым протяженным является Большой Бешкуль длиной 10 км. Ширина ильменей варьирует в пределах 150-1000 м, глубина в межень – 0.5-1 м, в половодье – 2-3.5 м. В широтном направлении ильмени соединяются между собой узкими ериками. В результате образуются вытянутые с востока на запад многочисленные параллельные цепочки ильменей, отделенные друг от друга узкими грядами бугров. Часть ильменей, расположенных вблизи дельты, сохраняют воду в течение всего года и являются пресными озерами.

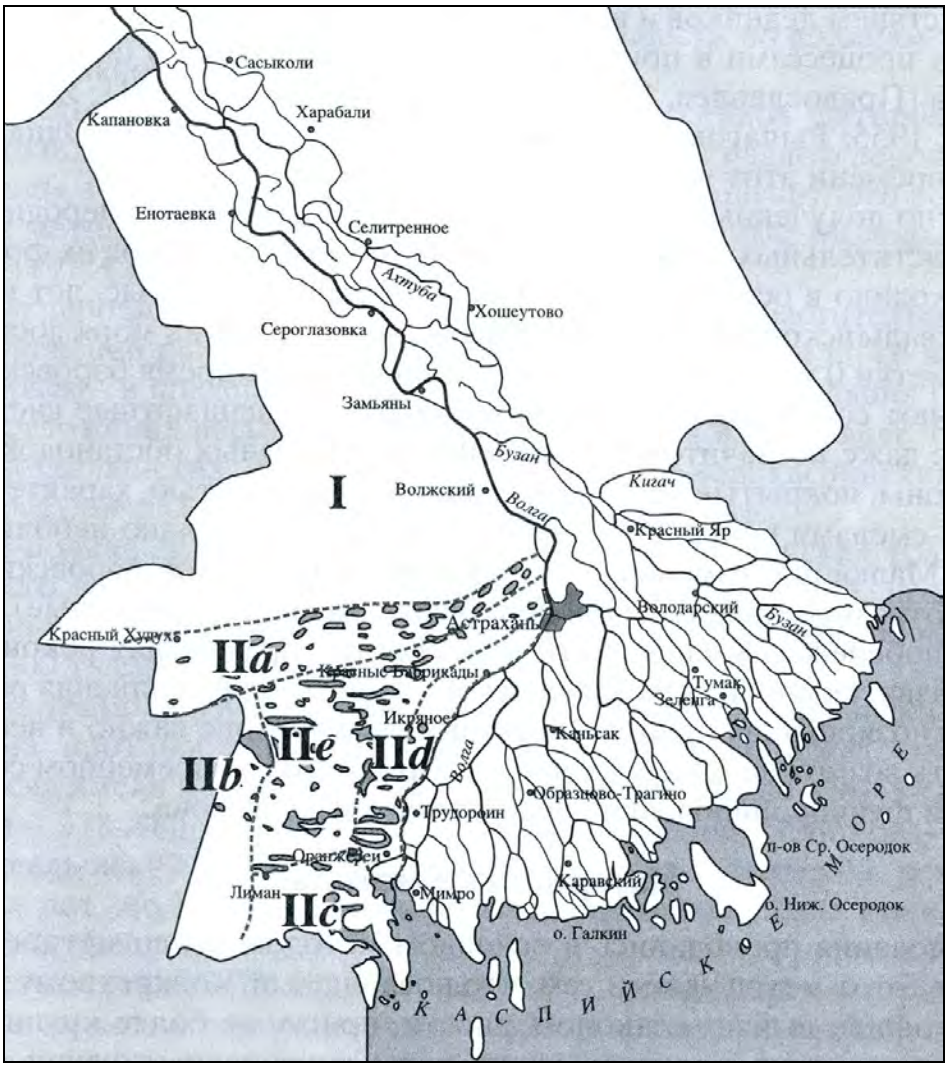


Рис. 1. Районирование правобережья и дельты р. Волги: I – внедельтовый район; II – район западных подстепных ильменей: *a* – северный, *b* – западный, *c* – южный, *d* – восточный, *e* – центральный.
Fig. 1. Scheme of the Volga River delta: I – outer district; II – western near – steppe lakes district; a-e northern, southern and central parts, respectively.

В большую часть ильменей вода поступает в половодье из основных водотоков дельты Волги – р. Волга, рукава Бахтемир, наиболее крупного протока Хурдун, а также через более, чем 20 естественных протоков и 7 государственных водных систем: Бешкульскую, Дарминскую, Прикаспийскую оросительные системы, а также Восточенскую, Камышовскую, Зареченскую и Лиманскую водные системы, обеспечивающих подпитку водой ильменей, орошение сельскохозяйственных угодий и обводнение населенных пунктов.

Подводящие протоки в ряде случаев искусственно перекрываются земляными дамбами или шлюзами для предотвращения обратного оттока воды из ильменей на спаде половодья и в межень. Поступление воды в некоторые подсистемы ЗПИ регулируется подкачкой насосными станциями. В основной массе ЗПИ повышенные уровни воды сохраняются длительное время после прохождения половодья в водотоках дельты Волги. ЗПИ играют роль аккумуляторов половодного стока. Тракты представляют собой соединенные протоками ильмени, имеют очень низкий коэффициент полезного действия, обусловленный большими потерями воды на испарение и фильтрацию.

В последние десятилетия зона обводняется в основном в многоводные годы в пределах относительно небольшой площади.

Водный режим

В северную область района ЗПИ волжские воды при весенних разливах не заходят, и здесь, как и в западном районе широко распространены солончаки на месте высохших ильменей. Хозяйственная деятельность в этом районе привела к антропогенному нарушению ландшафтов, что способствует опустыниванию территории. Значительная часть ильменей, в которые пресные воды Волги не поступают подвергается засолению и превращается в конечном итоге в ссоры и солончаки. В районах центральной и южной частей ЗПИ отмечается засоление почв, вследствие сельскохозяйственного использования, а также в результате сезонных изменений уровня грунтовых вод. В восточной части западного ильменно-бугрового района значительная часть водоемов непосредственно связана с Волгой. Вблизи от Волги в ильменях вода пресная, однако, в западной части она становится солоноватой или даже соленой. При продвижении от дельты Волги на запад ильмени по межбугровым понижениям встречаются реже. Здесь довольно много солончаков, образовавшихся на месте высохших ильменей из-за отсутствия ежегодного поступления в них волжских вод (Болгов и др., 2007). В районах, где доступ воды ограничен, озера пересыхают и превращаются в солончаки. Минерализация вод в ильменях является одним из наиболее важных показателей при их хозяйственном использовании.

Закономерности процессов заполнения и сработки ЗПИ до недавнего времени не изучались (Полонский и др., 2009). Однако известно, что до введения каскада водохранилищ на Волге расходы воды в половодье в дельте имели более высокие пики, что способствовало наполнению водой западных подстепных ильменей. Вследствие зарегулирования стока реки величины половодных расходов в вершине дельты значительно уменьшились. Так, максимальный расход 50% обеспеченности для периода 1942-1955 гг. составлял 27500 м^3/с, а после зарегулирования (1961-2000гг.) – 22400 м^3/с. Минимальные расходы воды 50% обеспеченности возросли с 3770 до 4350 м^3/с. В естественных условиях в половодье (май–июнь) на каждый месяц приходилось по 19.8-25.9% годового стока воды; сейчас эта доля уменьшилась до 13.9-19.9%, а сток в половодье сократился в 1.3-1.4 раза (Михайлов и др., 2000). После зарегулирования время начала половодья в вершине дельты сместилось на месяц раньше, что приводит к более раннему началу заполнения ильменей и соответственно, более раннему уменьшению уровня воды в них.

Режим уровней воды в половодный период в пределах дельты является одним из индикаторов экологического состояния западных подстепных ильменей с учетом естественных и антропогенных изменений их водного режима (за счет подкачки, обвалования, засоления вследствие сельскохозяйственного использования земель и др.).

Между тем, как показали исследования (Михайлов, Исупова, 2007) изменения уровенной поверхности в дельте Волги в связи с колебаниями уровня Каспийского моря оказались слабыми (Устьевая область Волги …, 1998; Горелик, 1997), что связано с блокирующим

влиянием обширного и очень мелководного устьевого взморья Волги.

Для разработки мероприятий по улучшению водообеспечения ЗПИ были исследованы закономерности и параметры их водообмена с основными водотоками дельты Волги. Исследования изменений уровня воды в период половодий различного типа проводились на 13 реперных сезонных уровневых постах зоны ЗПИ. Эти работы позволили установить особенности их наполнения и сработки при прохождении половодий различных типов.

Изменения уровня воды в ильменях сопоставлялись с изменениями уровня воды на основном гидрологическом посту (ГП) Астрахань, расположенном на участке реки Волги непосредственно связанном с ЗПИ. Оценки площадей водной поверхности ЗПИ были выполнены с использованием электронных космических изображений с аппаратов серии «Ресурс» и «Landsat» для различных фаз половодий и в межень в период 1986-2008 гг. (Полонский и др., 2009).

Гидравлически связанные между собой подсистемы ЗПИ последовательно с востока на запад заполняются водой. В некоторых районах ЗПИ после заполнения в половодье ильменей, подводящие к ним воду протоки искусственно перекрываются земляными дамбами или шлюзами для предотвращения обратного оттока воды из ильменей в основные водотоки дельты Волги на спаде половодья и в межень. Поступление воды в некоторые подсистемы ЗПИ регулируется принудительной подкачкой с помощью насосных станций.

Повышенные уровни воды в основной массе ильменей сохраняются длительное время после прохождения половодья в водотоках дельты Волги. Часть поступившей в половодье воды возвращается через малые ерики в эти водотоки на спаде половодья, а часть воды постепенно испаряется. Таким образом, ЗПИ играют роль аккумуляторов половодного стока и его испарителей в последующий летне-осенний период.

Закономерности и особенности изменений уровней воды в ЗПИ представлены на примере четырех ильменей, расположенных на различном удалении от питающих их водой русел реки Волги и рукава Бахтемира, характеризующихся различной степенью проточности. Расположенный в нижней зоне ЗПИ ильмень Большой Карабулак (у с. Яр Базар) имеет хорошую гидравлическую связь с основным рукавом дельты Волги – Бахтемиром и промывается большим, питающим ильмени протоком Хурдуном. Режим изменений уровня воды в половодье в этом ильмене близок к режиму изменений в дельтовых водотоках. Форма гидрографа половодья в ильмене Большой Карабулак в целом подобна форме гидрографа половодья по ГП Астрахань. Подъем и спад половодья четко обозначены. Основные фазы половодий относительно мало запаздывают по отношению к фазам половодий по ГП Астрахань. Резкий половодный подъем уровня воды здесь начинается одновременно. Окончание резкого спада половодья сдвинуто у с. Яр Базар по отношению к ГП Астрахань на 3-5 суток. Пик половодья у с. Яр Базар запаздывает от 3 суток при острой форме гидрографа до 14 суток при плоской форме гидрографа. Амплитуда колебаний уровня воды в период половодья в ильмене Большой Карабулак составляет 0.6 от амплитуды колебаний уровня р. Волги по ГП Астрахань.

Для центральных районов ЗПИ запаздывание начала подъема половодья относительно ГП Астрахань увеличивается от 9-10 суток у с. Озерное до 17-23 суток у с. Линейное и до 25 суток у с. Буруны (2005 г.). Запаздывание тем больше, чем меньше исходный уровень воды по ГП Астрахань накануне половодья. В 2006 г. волна половодья вообще не дошла до с. Буруны. Закономерность изменения запаздывания пика половодья в ЗПИ по отношению к ГП Астрахань, как и для начала подъема половодья, связана с исходным уровнем воды по ГП Астрахань накануне половодья – запаздывание тем больше, чем меньше этот уровень. При прочих равных условиях, чем острее форма гидрографа, тем меньше запаздывание пика половодья. В итоге по имеющимся данным в среднее (2004 г.) и высокое (2005 г.) половодья запаздывание его пика в с. Озерное составляет 11 суток, в с. Линейное 11 и 13 суток. В

низкое половодье 2006 г. с плоской формой гидрографа запаздывание пика намного больше – 25 суток у с. Озерное.

Амплитуда изменений уровня воды при прохождении половодья составляет от 0.4 м до 1.4 м (2006 г.) у с. Озерное, от 1.1 м у с. Линейное до 0.7 м у с. Буруны (2005 г.). В ильмень у с. Линейное вода в 2006г. подкачивалась искусственно. Уровень воды здесь поднялся с 17 мая по 7 августа на 0.4 м. В ильмене у с. Буруны в 2006 г. при отсутствии поступления половодной воды в период с 13 апреля по 16 июля наблюдалось непрерывное снижение уровня воды на 0.4 м, связанное с испарением. В северной части района ЗПИ в 2006 г. половодная волжская вода не дошла также до с. Янго-Аскер (21 км западнее реки Волги). Здесь с 15 мая по 15 июля наблюдалось снижение уровня воды на 0.55 м. Сохраняющийся в летнюю и зимнюю межень уровень воды в ЗПИ, как правило, выше, чем уровень воды в водотоках дельты Волги в соответствующей широтной зоне.

Связи уровней воды в ильменях с уровнем воды по ГП Астрахань при различных гидрографах стока имеют петлеобразную форму (рис. 2). Их нижняя ветвь соответствует фазе подъема половодья, верхняя ветвь – фазе спада половодья. Связи площади водной поверхности ЗПИ с уровнем воды по ГП Астрахань соответственно также должны иметь петлеобразную форму. На основе анализа космических снимков установлено, что на пике и в начале спада средних и высоких половодий площадь водной поверхности составляет соответственно от 25% до 35% от общей водной площади ильменей, а в летне-осеннюю межень – уменьшается до 11%. Причем доля площади водной поверхности по отношению к площади суши существенно уменьшается при продвижении от западных и центральных районов ЗПИ к их восточной границе. В отдельные годы (например, 1999 г.) при длительном поддержании предшествующих половодью попусков на уровне около 10000 м^3/с площадь водной поверхности ильменей составляла перед началом половодья около 15% от общей площади района ЗПИ.

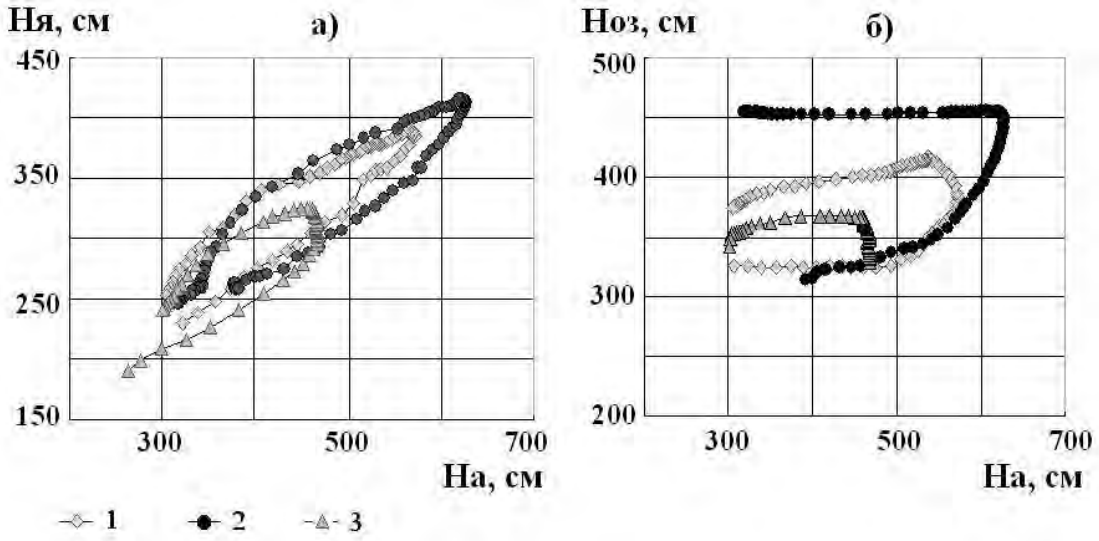


Рис. 2. Зависимости уровней воды в западных подстепных ильменях (Ня, Ноз) сел Яр.Базар (а) и Озерное (б) от уровней воды по ГП Астрахань (На) по данным специализированных исследований в 2004-2007 годах: 1 – 2004 г., 2 – 2005 г., 3 – 2006 г., 4 – 2007 г. **Fig. 2.** Dependence of water levels (Ня, Ноз) in western near-steppe lakes Yar. Basar (a) and Ozernoe (б) on water levels in Astrakhan (На): 1–2004, 2 – 2005, 3 – 2006, 4 – 2007.

Связи расходов воды в 20 крупных и малых водотоках (осуществляющих водообмен между Волгой и Бахтемиром с ильменями) от уровней воды по ГП Астрахань имеют

разнообразные, неоднозначные для различных фаз половодья формы. Полученные данные показывают, что при наполнении ильменей волжской водой в половодье важное значение имеет меженный уровень в Волге в районе ГП Астрахань (при его низких значениях наполнение ильменей идет с запаздыванием), формы гидрографа в половодье, а также факторы, влияющие на уровенный режим ЗПИ (испарение, фильтрация, водопотребление на орошение, зарастаемость, обвалование, перекрытие дамбами, подкачка и др.)

Ухудшение мелиоративной обстановки в зоне ЗПИ связано прежде всего с резким изменением гидрологического режима, вызванного созданием каскада ГЭС на р. Волге, строительством автомобильных и железнодорожных магистралей. Значительный ущерб водной обеспеченности подстепных ильменей наносится также стихийным перекрыванием крупных и малых водотоков земляными, практически «глухими» дамбами, а также орошением земель, приводящим к дополнительным потерям воды на испарение. Ранее затапливаемые земли оказались вне зоны влияния весенних паводков, что способствовало увеличению минерализации воды в ильменях и ухудшению их санитарных показателей.

Качество воды

С проблемой водообеспечения ильменей тесно связана и другая – проблема качества воды. Наблюдения показали, что здесь, помимо увеличения солености вод, возникает опасность заморов в связи с неблагоприятным кислородным режимом. Наличие в воде сероводорода, а также зимние и весенние заморы сильно затрудняют ведение рыбного хозяйства, хотя по многим другим показателям качество воды может оставаться в пределах рыбохозяйственных стандартов (Еловенко, 2009). Между тем, состояние качества вод в ильменях вопрос недостаточно изученный.

Поскольку заливание ильменей и прудов происходит только в период половодья, очевидно, что исходное качество воды в них в значительной мере определяется составом волжской воды в этот период. С целью рассмотрения качества вод, поступающих в ильмени, было выполнено обобщение материалов гидрохимических исследований для периода весеннего половодья с использованием данных наблюдений Росгидромета за период 2001-2007 гг. для станций: Астрахань-ЦКК (станция 1, северная граница города), Астрахань-ПОС (станция 2, центральная часть города) и Астрахань-Ильинка (станция 3, южная граница города). Рассматривалось изменение расходов воды и концентраций в воде следующих элементов Cu, Zn, Cr, Pb, Co, $Fe_{общ}$, $P_{общ}$, а также величины ХПК, $БПК_5$, нефтепродукты (НУ), биогены. При выборе показателей учитывалось характерное для этого района загрязнение вод. Изменение всех показателей рассматривалось для половодного периода каждого года.

В качестве примера на рисунке 3 приведено изменение расхода воды и ряда гидрохимических показателей в половодный период для станции Астрахань-Ильинка в 2006 г. Как следует из рисунка 3, концентрации микроэлементов, величин ХПК, $БПК_5$ значительно изменяются в половодный период и неоднозначно зависят от величины расхода воды. Концентрации Ni, Zn, Pb, ХПК увеличиваются с ростом расхода воды, а концентрации Cr, Cu, $БПК_5$ – уменьшаются.

Обобщение данных гидрохимических показателей и расхода воды для периода половодья за 2001-2007 гг. показало, что на трех рассматриваемых станциях дельты Волги в районе г. Астрахани содержание в воде Cr, Pb, Co, Cd существенно ниже ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (табл. 1). Концентрация никеля только в одном случае заметно превышает этот норматив – на южной окраине г. Астрахани (станция 3). Концентрации железа, цинка, главным образом меди в воде везде выше ПДК. Особенно в этом отношении выделяется рукав Старая Волга, хотя он испытывает значительно меньшую антропогенную нагрузку, чем рукав Бахтемир, являющийся главной транспортной артерией

вод, поступающих в ильмени. Заметное превышение ПДК характерно и для нефтяных углеводородов и фенолов. Превышение содержания фенолов связано не только с антропогенным воздействием, поскольку при химическом анализе учитываются и фенолы естественного происхождения (от высшей водной растительности).

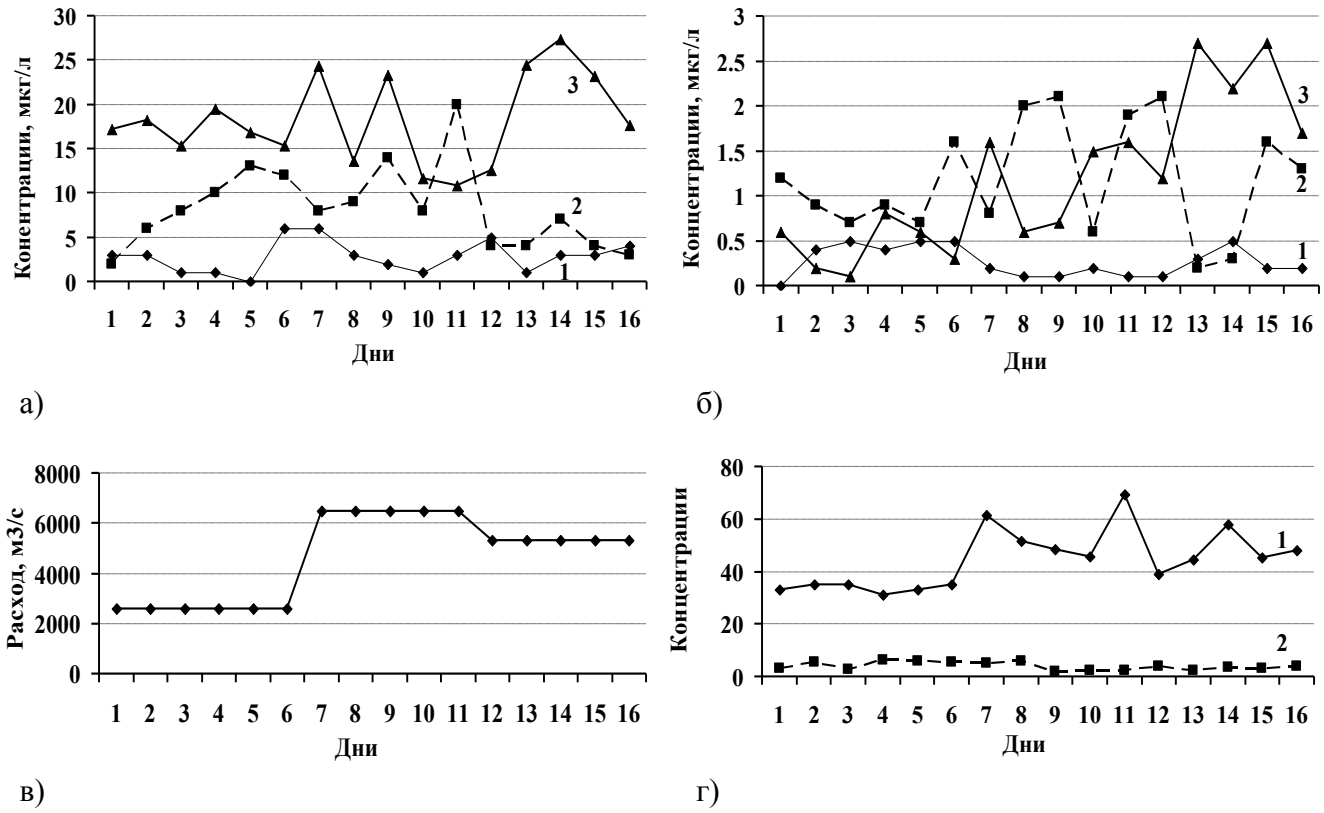


Рис. 3. Изменение расхода воды (в) и гидрохимических показателей (а, б, г) в половодный период на ст. Астрахань-Ильинка в 2006 г.: а) – медь (1), цинк (2), никель (3); б) – хром (1), свинец (2), кобальт (3); г) – ХПК, мгО/л (1) и БПК$_5$, мгО$_2$/л (2). **Fig. 3.** Water flow (в) and pollutant concentrations (а, б, г) after spring floods in 2006 near Astrakhan: a) – Cu (1), Zn (2), Ni (3); б) – Cr (1), Pb (2), Co (3); г) – COD, mgO/l (1) и BOD$_5$, mgO$_2$/l (2).

Перечень приоритетных загрязняющих веществ дельты р. Волги включает также легкоокисляющиеся (по БПК$_5$) и трудноокисляющиеся (по ХПК) органические вещества. Формирование стока Волги и химических ингредиентов вод в лесной, заболоченной (особенно в верховьях) зоне привносит в состав волжских вод органическое вещество гумусового происхождения. Кроме того, существенное влияние на содержание органического вещества оказывают сбросы сточных вод промышленных предприятий, в том числе лесообрабатывающей, пищевой промышленности. Так, неблагоприятная ситуация в период половодья отмечалась на рассматриваемых станциях с величинами БПК$_5$ в 2001-2002, 2004 и в 2006 гг. и ХПК в 2005-2006 гг.

Согласно Комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши (Оксиюк и др., 1993) по среднегодовым величинам ХПК и БПК$_5$ (период 2001-2007 гг.) в неблагополучные годы по эколого-санитарным (трофо-сапробиологическим) показателям воды относятся к умеренно-загрязненным (класс качества 4 а) и сильно загрязненным (класс качества 4 б; табл. 1). Средние весенние гидрохимические показатели за период 2001-2007 гг. для 3-х станций (Астрахань-ЦКК, Астрахань-ПОС и Астрахань-Ильинка) позволяют

отнести воды по величинам ХПК к слабо загрязненным (класс 3 б), а по $БПК_5$ – к умеренно загрязненным. По содержанию в воде Cr, Pb, Mo, Co, Mn, взвешенных веществ воды относятся к классу достаточно чистых вод. Однако по содержанию Fe, Cd, Ni, NH_4, ХПК – к классу слабо загрязненных вод. По содержанию Cu, Ni (станция 1), $БПК_5$ – к умеренно загрязненным водам, а по содержанию Zn, фенолов, нефтяных углеводородов – к сильно загрязненным, по содержанию нефтяных углеводородов на станции 3 – к весьма грязным (табл. 1).

Период весеннего половодья обычно характеризуется существенным повышением концентраций металлов в воде. В это время происходит смыв загрязняющих веществ полыми водами с обширных территорий полоев дельты и Волго-Ахтубинской поймы.

Таблица 1. Средние весенние гидрохимические показатели и расход воды для периода 2001-2007 гг. на станциях: Астрахань-ЦКК (северная граница города) – 1, Астрахань-ПОС (центральная часть города) – 2, Астрахань-Ильинка (южная граница города) – 3. **Table 1.** Mean Water flow and pollutant concentrations in the springtime 2001-2007 for three points near Astrakhan: Astrakhan-ZKK – (northern border of the city) – 1, Astrakhan-POS – (central part of the city) – 2, Astrakhan-Il'inka – (southern border of the city) –3.

Показатель	1	2	3	ПДК р/х	Класс качества вод
Расход, $м^3/с$	10388	6394	6400		
Fe, мг/л	**0.22**	**0.21**	**0.24**	0.1	3 б
Cu, мкг/л	**6**	**8**	**8**	1	4 а
Zn, мкг/л	**32**	**32**	**29**	10	4 б
Ni, мкг/л	**11**	10	9	10	3 б – 4 а
Cr, мкг/л	0.5	0.3	0.5	5	3 а
Pb, мкг/л	1.1	0.9	1	6	3 а
Mo, мкг/л	1.2	0.9	0.9		3 а
Co, мкг/л	0.2	0.1	0.4	10	3 а
Sn, мкг/л	3.3	7.1	5		
Cd, мкг/л	0.1	0.1	0.1	5	3 б
Mn, мкг/л	1.2	1.1	1.1	10	3 а
NH_4, мкг/л	0.03	0.04	0.02	0.4 по N	2 а
NO_2, мкг/л	0.018	0.012	0.018	0.02 по N	3 б
NO_3, мкг/л	0.27	0.27	0.29	9.1 по N	2 б
Минерализация, мг/л	403	349	365	1000	
Фенолы, мг/л	**0.002**	**0.002**	**0.002**	0.001	4 б
НУ, мг/л	**0.09**	**0.09**	**0.11**	0.05	4 б
Робщ, мг/л	0.038	0.034	0.045	0.2 по P	2 б
ВВ, мг/л	18	18	19		3 а
ХПК, мгО/л	**26**	**26.5**	**27.3**	15	3 б
$БПК_5$, мгО/л	3	**3.2**	**3.7**	3	4 а

Примечание: жирным шрифтом в таблице показаны превышения ПДК. Note: Marked figures show excess of Maximum acceptable levels in water used for domestic consumption.

Подтверждением повышенного содержания микроэлементов и других загрязняющих веществ в водной системе дельты Волги в этот период являются данные, приведенные в работе (Богданов, 2005). В 1995 г. почти на всем протяжении рукава Бахтемир его воды были загрязнены Cd, Fe, NO_2, на ряде участков воды дополнительно загрязнены СПАВ, NH_4, Mn,

нефтяными углеводородами – (Маячное); БПК$_5$ (Троицкий-Сергиевское). Содержание растворенного в воде кислорода соответствует рыбохозяйственным нормативам. Для величин ХПК имеются значительные превышения норматива – до 5 ПДК (Троицкий-Сергиевское; табл. 2).

В половодье (апрель-май) в р. Волгу поступает значительное количество взвешенных веществ и преобладают взвешенные формы (Pb, Cd, Mn), однако Cu и Zn находятся в основном (95%) в растворенной форме, что повышает токсичность вод, так как растворенные формы более легко усваиваются биотой (Бреховских и др., 2010).

Таблица 2. Гидрохимические характеристики системы р. Бахтемир, превышающие ПДК весной 1995 г. (по данным Н.А. Богданова, 2005) **Table 2.** Chemical characteristics (in normative values), concentration dissolved O_2, values chemical demand O_2 on the stations of Baktemir flow, spring 1995 (Bogdanov, 2005).

Пункт	Выше (*) и ниже (**) течения	Гидрохимические характеристики в величинах ПДК	O_2, мг/л	ХПК, мг/л
Ильинка ПГТ	*	Cd (1.9), NO_2 (1.5)	10	68
	**	Cd (2.9), NO_2 (1.5)	9	68
Красные Баррикады, ПГТ	*	Cd (1.9)	9.1	19
	**	NO_2 (2.8), Fe (1.8), Cd (1.4)	9.4	105
Бахтемир, ПГТ	*	NO_2 (1.7), Cd, Fe (1.2)	9.6	28
	**	NO_2 (2.6), Fe (2), Cd (1.5)	9.6	10
Икряное, ПГТ	*	NO_2 (1.7), Cd (1.5), Fe (1.2)	9.9	29
	**	NO_2 (1.7), Cd (1.5)	8.6	48
Маячное	*	NO_2 (2.1), Cd (1.4), Fe (1.2)	9	57
	**	СПАВ (3.6), NH_4 (3.2), Fe (2.9), NO_2 (2.1), Cd (1.4)	8.1	19
	**	Mn, НП (1.2)		
Троицкий-Сергиевс-кое	*	Cd (1.7), NO_2 , Fe (1.5), БПК$_5$ (1.3)	9.6	140
	**	NO_2 (2.3), Fe, Cd (2)	9.6	70
	**	Fe (5.7), Cd, NO_2 (2.8), NH_4 (1.4)	8.3	28
Трудфронт	*	Cd (2), NO_2 (1.8)	8.7	43
	**	NO_2 (2), Cd (1.3)	8.8	28
Ниновка-Федоровка	*	Cd (1.6), NO_2 (1.4)	9.3	98
	*	NO_2 (2.1), Cd (2)	9.4	28
	**	Cd (2.3), NO_2 (1.4)	9.3	28

Экологические проблемы

В последние годы уровень воды в этих водоемах снизился, она стала в меньших объемах поступать естественным путем из Волги. Снижение циркуляции воды из-за перегораживания водотоков и их зарастания привело к негативным последствиям, в частности, потеряны нерестилища, меняется ихтиофауна, исчезают ценные породы рыб, такие, как судак, жерех и замещаются малоценными породами, типа карася. В данном регионе имеется много нагульных рыбоводных прудов, источниками водоснабжения которых служат различные ирригационные системы (Еловенко, 2009). Некоторые из них непосредственно соединены с р. Бахтемир (водоток дельты 1 порядка), и паводковые воды весной заполняют их, а затем последовательно ерики и водогонные тракты. Значительная часть прудов заполняется

самотеком через шлюзы, установленные в теле дамб, а во многих случаях заполнение происходит принудительно с помощью насосных станций. Как правило, уровень воды в прудах достигает НПГ в конце мая на пике паводка. Естественные потери воды в межень не восполняются, и к осени уровень заметно снижается.

При работе ирригационных систем возникает целый ряд трудностей (Еловенко, 2009). Так, пропускная способность водогонных каналов зависит от их ширины и глубины, однако в настоящее время их суммарное поперечное сечение сильно уменьшилось в результате хозяйственной деятельности (строительство дамб для прокладки транспортных магистралей) и природных процессов (чрезмерное развитие высшей водной растительности и заиление ложа ильменей и проток).

В некоторых случаях наблюдается серьезное засоление прилегающих к водному тракту земель и водоемов за счет выдавливания купольной соли, что отрицательно влияет на осуществление хозяйственной деятельности. Ильмени, которые не заполнялись водой в течение нескольких лет, находятся в разной стадии засоления, вплоть до превращения их в соленые озера.

Самая южная и многочисленная группа ильменей снабжается водой по Прикаспийскому водному тракту самотеком в период паводка. Здесь также вмешательство человека в совокупности с природными процессами сделало систему каналов малопроходимой для воды, в результате чего ряд ильменей прекратил свое существование, а остальные испытывают дефицит воды. Все непроточные и слабопроточные ильмени здесь засолены от 5-10 до 55 г/л, и вода в них непригодна для использования.

Фитопланктон является одним из важных показателей экологического состояния ЗПИ. Его изучение в этом районе началось в 1909 г. (Эльдарова-Сергеева, 1913). В последующие годы исследования продолжили А.Ф. Зиновьев (1947), К.В. Горбунов (1976). Существенная перестройка фитоценозов озер произошла с 1937 по 1985 гг., поскольку в этот период резко возросла антропогенная нагрузка на водоемы, и в первую очередь, за счет сельского хозяйства.

Исследования, выполненные нами в 1996 г. были направлены на установление границ соленостной устойчивости фитопланктона. В качестве объектов наблюдения было выбрано 21 озеро в диапазоне солености от 1.8 до 325.9 г/л. Отбор проб в них проводился по общепринятой методике (Методика …, 1975). Вода в объеме 0.5 л фиксировалась 40% формалином до 2% его концентрации. Затем она сгущалась до 10 мл в воронке прямой фильтрации через ядерные фильтры с диаметром пор 1 мкм. При очень высокой биомассе водорослей (более 644 мг/л) концентрирование проб не осуществлялось. Подсчет клеток до 100 экземпляров массовых, и не менее 600 – всех встреченных видов проводился в камере Нажжота объемом 0.02 мл (Федоров, 1979).

Для более точного и полного определения диатомовых водорослей изготавливались препараты. Для этого органическое вещество в пробах сжигали с помощью кипячения в 30% перекиси водорода с дальнейшей их четырехкратной деконтацией в дистиллированной воде фиксацией створок диатомей в смоле «*Naphrax*». Материалом для настоящей работы послужили пробы фитопланктона, перифитона и бентоса, собранные в Западных подстепных ильменях и дельте Волги.

Всего в составе альгофлоры было зарегистрировано 320 таксонов, в том числе: *Cyanophyta* – 54; *Bacillariophyta* – 174; *Chlorophyta* – 51; *Euglenophyta* – 28; *Pyrrophyta* – 8; *Xanthophyta* – 4; *Chrysophyta* – 1 вид. Доля синезеленых и зеленых водорослей снижалась по мере увеличения солености (рис. 4).

Солевыноосливость планктонных водорослей способствует не только их распределению, но и приспособлению к меняющимся условиям солености в озерах. Были обнаружены виды-индифференты как в олигогалинных, так и в гипергалинных водах, причем их доля с ростом

солености сначала снижается с 75 до 40%, а затем вновь увеличивается до 50-60% (рис. 4). Количество галофитов колеблется в среднем от 10 до 35%, а мезогалобов – от 5 до 20% (здесь использована общепринятая Венецианская классификация вод по солености (Symposium …, 1958).

Количественные показатели развития фитопланктона варьировали в широких пределах. Максимальная биомасса 2243 мг/л была отмечена в озере № 393 при солености 26 г/л. Ее основу (2208 мг/л) составил типичный для вод Северного Каспия вид *Lyngbya limnetica* Lemm. (99% от общей численности). Столь интенсивная вегетация водорослей в озерах обусловлена их мелководностью (средняя глубина не превышает 0.5 м), вследствие чего происходит интенсивное прогревание водоемов. Помимо этого, при смене режима солености озер, происходит отмирание фитопланктона и высшей водной растительности, что ведет к накоплению биогенных веществ в воде и ее «цветению».

Фитопланктон ЗПИ по видовому составу сходен с таковым для Северного Каспия (Лабунская, 1994). Однако, здесь он развивается в более широким диапазоне солености вод. Особенно ярко это проявляется в группе синезеленых водорослей родов *Microcystis, Merismopedia, Gloeocapsa, Anabaena, Anabaenopsis*. Группа доминирующих видов представлена галофилами *Lyngbya limnetica* Lemm., *Merismopedia tenuissima* Lemm., *Microcystis aeruginosa* Kütz, *M. ichtyoblabe* Kütz, *Aphanothece clathrata* W. et G.S. West и индифферентами *Microcystis pulverea* (Wood) Elenk., *Coelosphaerium kuetzingianum* Näg., *Gomphosphaeria lacustris* Chodat. Многочисленными и широко распространенными были виды рода *Oscillatoria.*

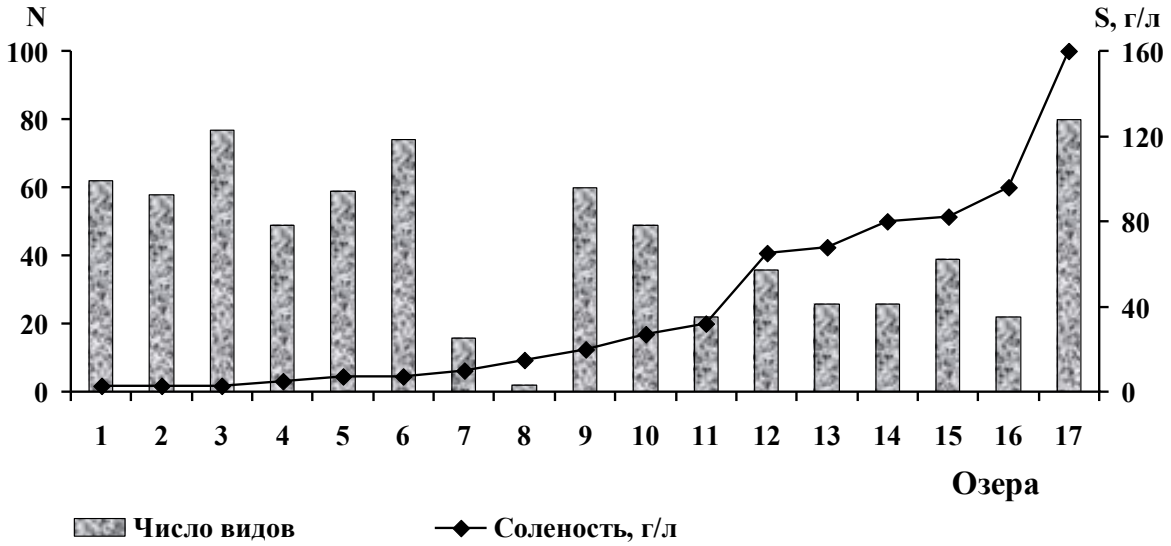


Рис. 4. Количество таксонов фитопланктона и соленость в Западных подстепных озерах Прикаспийской низменности в июле 1996 г. (1-17 нумерации озер: Баркас, 423, Шайтан-Куль, 424, Ибляшин, Горячинский, Горчичный, Уласты, Лата Большая, 393, Таби Хурдун, 421, Чистая Шайна, 331, 313, 329, 440). **Fig. 4.** Phytoplankton diversity and water salinity in western near-steppe lakes in July, 1996 for 17 western near-steppe lakes.

Зеленые водоросли являются преимущественно обитателями пресных вод, развиваясь при этом в изобилии. Все встреченные нами виды относятся к индифферентами. Поэтому они отмечались во всех озерах, исключая водоемы хорогалинной зоны. Число таксонов с увеличением солености снижалось с 18 до 2 на каждом из пунктов наблюдения. Вегетация представителей этой группы была крайне ограниченной. Среди них в большом количестве отмечались лишь виды рода *Scenedesmus* (*S. quadricauda* (Turp.) Bréb. и его подвиды,

S. acuminatus (Lagerh.) Chodat, *S. ellipticus* Corda), *Dictyosphaerium pulchellum* Wood. Доминирующее значение в ильмене № 421 (соленость 64.5 г/л) принадлежало *Chlorella vulgaris* Beijer.

В целом, наибольшее видовое разнообразие синезеленые и зеленые водоросли имели в ильменях, затопляемых во время половодья. Практически все они являлись планктонными формами. В горькосоленых водоемах, в которые не поступает речная вода, фитопланктон был очень беден и состоял, в основном, из мелких форм диатомовых родов *Nitzschia* и *Cyclotella.*

В группе диатомовых были зафиксированы представители всех биотопов. Наиболее широкое распространение имели водоросли, характерные для речных вод *Navicula cryptocephala* Kütz., *N. rhynchocephala* Kütz, *N. radiosa* Kütz., *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm., *N. acicularis* (Kütz) W. Sm., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz) Rabenh (Лабунская, 1993). Среди планктонных галофилов и мезогалобов типичными были *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Gyrosigma balticum* (Ehrenb) Rabenh. Среди бентосных форм наиболее часто встречались мезогалоб *Amphora coffeaformis* (Agardh) Kütz, галофилы *Campylodiscus Daemelianus* Grun., *Tryblionella salinarum* (Grunow in Cleve & Grunow) Pelletan (*Nitzschia tryblionella* Hantzsch), *Navicula capitata* Ehr. (рис. 5).

Ареал обитания пирофитовых водорослей ограничивался соленостью воды 3 г/л. вгленовые имели более широкое распространение и все они являлись индифферентами. Среди них наибольшее значение имели виды рода *Euglena: E. acus* Ehr., *E. limnophila var. swirenkoi* (Arnoldi) Popova.

Желтозеленые водоросли встречались спорадически, главным образом в соленых водах. Среди них чаще отмечался *Centritractus belonophorus* Lemm. в диапазоне солености 3.1-64.5 г/л.

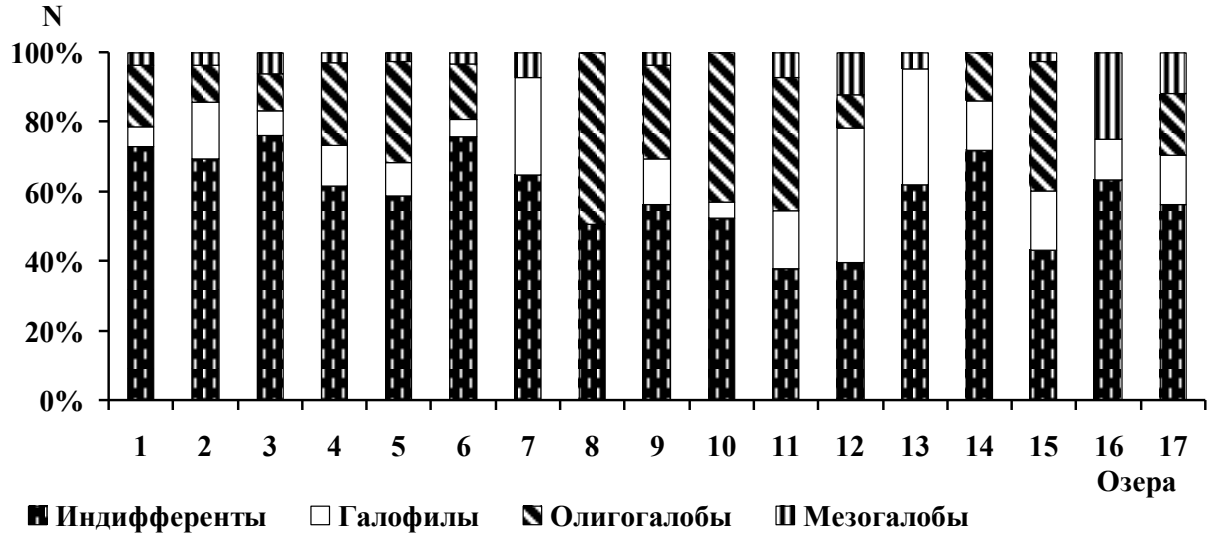


Рис. 5. Эколого-географическая характеристика фитопланктона Западных подстепных озер Прикаспийской низменности в июле 1996 г. (1-17 нумерации озер). **Fig. 5.** Phytoplankton Characteristics in western near-steppe lakes. Numeration is as Fig. 4.

При следующей съемке в сентябре 2007 г. в каждом из исследованных озер было обнаружено от 17 до 31 таксонов водорослей. Среди них массово отмечались синезеленые. Во всех пробах от 32 до 97% численности составляла *Lyngbya limnetica* Lemm, при этом биомасса ее достигала 1.97-5.16 мг/л (табл. 3). В оз. Джая в большом количестве развивалась *Oscillatoria guttulata* van Goor (1567 тыс. кл/л). Разнообразен был состав рода *Anabaena.*

При этом обильнее вегетировали *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Ralfs и ее разновидности, а

так же солоноватоводная *Skeletonema subsalsum* (Cl.-Euler) Bethge. В оз. Хурунга, пункт 2 64% численности (1549 тыс. кл/л) при биомассе 0.03 мг/л составила бентосная *Navicula* sp.

Зеленые, типичные для Нижней Волги в осенний период (*Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb., *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh., *P. tetras* (Ehr.) Ralfs, *Oocystis borgei* Snow, виды рода *Ankistrodesmus*), имели подчиненное значение (Лабунская, 1996). Однако, они встречались повсеместно. Наиболее многочисленными и разнообразными были виды рода *Chlamydomonas.* Практически все виды данной группы относились к пресноводным индифферентам.

Характерный видовой состав евгленовых наблюдался в районе сброса вод оз. Джая. Здесь широко отмечались виды рода *Euglenophyta*, главным образом, *E. acus* Ehr. (8.4 тыс. кл/л), а также виды рода *Phacus.*

Таблица 3. Численность (тыс. кл/л) и биомасса (мг/л) фитопланктона Западных подстепных ильменей (сентябрь 2007 г.). **Table 3.** Phytoplankton Characteristics in western near-steppe lakes in 2007.

Пункт отбора проб	Соле-ность, ‰	Общая численность, тыс. кл/л / количество видов	Общая биомасса, мг/л	Массовые виды (% от численности)
оз. Джая	5	146678 / 18	2.27	*Lyngbya limnetica,* 97
оз. Хурунга, пункт 1	11	320 / 18	0.13	*Fragillaria capucina*, 44; *Nitzschia palea*, 18; *Skeletonema subsalsum*, 18
оз. Хурунга, пункт 2	13	2389 / 17	0.08	*Lyngbya limnetica,* 32; *Navicula* sp., 64
Сброс из оз. Джая	5	31228 / 31	5.57	*Lyngbya limnetica,* 88

Большинство зафиксированных видов-индикаторов сапробности фитопланктона относится к представителям умеренно загрязненных вод. Объем биомассы водорослей, который не превышал 20 мг/л, также свидетельствует о низком уровне биогенной нагрузки на водоемы.

Таким образом, вода озер в осенний период характеризуется как умеренно загрязненная с отдельными участками – умеренно-загрязненной с уклоном в грязную (оз. Джая).

Солоноватоводные экосистемы обладают высокими биопродукционными возможностями, наиболее полно проявляющихся в ильменях, в которые во время половодья поступают речные воды. Осолонение водоемов ведет к упрощению фитоценозов, когда подавляющее значение часто имеет один или несколько видов группы синезеленых водорослей. При этом, в данной системе озер выделяется зона критической солености (9-14 г/л), где резко снижаются все количественные показатели развития фитопланктона. Большинство встреченных водорослей относятся к индифферентам по отношению к солености. Их доля в альгоценозах по мере увеличения солености сокращается, галофилов и мезогалобов – возрастает.

ВЫВОДЫ

Экологические проблемы ЗПИ в значительной мере обусловлены уменьшением их водности в связи с зарегулированием стока р. Волги и снижением половодных пиков. Кроме того, снижение циркуляции воды из-за перегораживания водотоков и их зарастания привело

к негативным последствиям, в частности, потере нерестилищ, изменениям ихтиофауны, исчезновению ценных пород рыб, таких, как судак, жерех и замещением их малоценными породами, типа карася. Увеличение солености вод в ильменях, особенно западной и южной зон привело к существенным перестройкам в биоценозах водоемов, что затрудняет их многоцелевое использование.

При наполнении ильменей волжской водой в половодье важное значение имеют меженный уровень в Волге в районе ГП Астрахань (при его низких значениях наполнение ильменей идет с запаздыванием), форма гидрографа в половодье, а также факторы, влияющие на уровенный режим ЗПИ (испарение, фильтрация, водопотребление на орошение и др., зарастаемость, обвалование, перекрытие дамбами, подкачка и др.).

Исследования фитопланктона на 17 водоемах зоны ЗПИ в 1996 г. показали, что, в целом, наибольшее видовое разнообразие синезеленые и зеленые водоросли имели в ильменях, затопляемых во время половодья. В водоемах с горько соленой водой, в которые не поступает речная вода, фитопланктон был беден и состоял в основном из мелких форм диатомовых. Исследования фитопланктона в ильменях осенью 2007 г. позволяют отнести воды по сапробиологическим показателям к умеренно-загрязненным с отдельными участками умеренно-загрязненной с уклоном в грязную.

Изученные виды-индикаторы сапробности фитопланктона в ильменях относятся к представителям умеренно загрязненных вод. Осолонение водоемов приводит к упрощению фитоценозов, с преобладанием одного или нескольких видов группы сине-зеленых водорослей. Использование экологической классификации качества вод показало, что диапазон классов меняется от 2 б (вполне чистая) до 5 а (весьма грязная). Основная часть показателей укладывается в диапазон 3 б (слабо загрязненная) – 4 б (сильно загрязненная). Помимо увеличения солености вод в ильменях, возникает опасность заморов в связи с неблагоприятным кислородным режимом. Наличие в воде сероводорода, а также зимние и весенние заморы сильно затрудняют ведение рыбного хозяйства, хотя по многим другим показателям качество воды может оставаться в пределах рыбохозяйственных стандартов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богданов Н.А. 2005. Экологическое зонирование: научно-методические приемы (Астраханская область). М.: Едиториал УРСС. 176 с.

Болгов М.В., Красножон Г.Ф., Любушин А.А. 2007. Каспийское море. Экстремальные гидрологические события. М.: Наука. 381 с.

Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Перекальский В.М., Ильзова Ф.Ш. 2010. Тяжелые металлы в донных отложениях Нижней Волги и дельты реки // Вода: химия и экология. № 2. С. 2-10.

Горбунов К.В. 1976. Влияние зарегулированного стока Волги на биологические процессы в ее дельте и биосток. М.: Наука. 219 с.

Горелиц О.В. 1998. Характеристика уровенного режима дельты Волги в период половодья // Водные ресурсы. Т. 24. № 4. С. 457-462.

Еловенко В.Н. 2005. Гидрохимический режим прудов зоны западно-подстепных ильменей // Материалы международной научно-практической конференции «Мелиорация малых водотоков, нерестилищ дельты р. Волги и Волго-Ахтубинской поймы» Астрахань. С. 461.

Зиновьев А.Ф. 1947. Планктон полоев и ильменей дельты реки Волги для воспроизводства полупроходных рыб // Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции. Т. 9. Вып. 10. Астрахань. С. 45-52.

Изучение и обзор стока основных загрязняющих веществ из Волжского каскада. Сводный

отчет по проекту № RER03G31 (00034997). 2006. Москва. 119 с.

Лабунская Е.Н. 1993. Сапробиологическая оценка состояния вод низовий Волги по фитопланктону// Водные ресурсы. Т. 20. № 1. С. 12-18.

Лабунская Е.Н. 1994. Исследования фитопланктона Северного Каспия как индикатора загрязнения // Водные ресурсы. Т. 21. № 4. С. 431- 436.

Лабунская Е.Н. 1996. Фитопланктон. Гидробиологический режим Нижней Волги // Экология Астраханской области. Вып. 4. Астрахань. С. 114-156.

Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. 1975. М.: Наука. 240 с.

Михайлов В.Н., Исупова М.В. 1997. Влияние современных изменений уровня Каспийского моря на режим дельты Волги // Вестник Московского Университета. Сер. 5. География. № 6. С. 46-52.

Михайлов В.Н., Исупова М.В., Повалишникова Е.С. 2000. Изменение водного режима устьевой области Волги под влиянием многолетних колебаний уровня Каспийского моря // Водные ресурсы. Т. 27. № 4. С. 400-415.

Оксиюк О.П., Жукинский В.Н., Брагинский Л.П. и др.1993. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши. // Гидробиологический журнал. Т. 29. № 4. С. 62-76.

Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение 1999. М.: Изд-во ВНИРО. 304 с.

Полонский В.Ф., Остроумова Л.П., Бухарицин П.И., Синенко Л.Г. 2009. Водообеспечение западных подстепных ильменей дельты реки Волги в условиях изменяющегося объема речного стока и возрастающего антропогенного воздействия на экосистему // Проблемы и перспективы современной науки. Сборник научных трудов. Т. 2. № 1. Томск. С. 71-76.

Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря. 1998. М.: ГЕОС. 280 с.

Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. 1979.М.: Изд-во МГУ. 124 с.

Эльдарова-Сергеева М.Х. 1913. Фитопланктон дельты р. Волги// Труды Астраханской ихтиологической лаборатории. Астрахань. Т. 2. Вып. 7. 84 с.

Symposium on the classificition of brackish waters (Venice – 8-14 april, 1958). 1958. // Archives for Oceanography and Limnology. Vol. 11. P. 1-248.

ECOLOGICAL PROBLEMS OF WESTERN NEAR-STEPPE LAKES IN THE VOLGA RIVER DELTA

© 2010. V.F. Brekhovskikh, P.I. Bukharitsin, Z.V. Volkova, E.N. Labunskaya

Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences
Russia, 119991 Moscow, Gubkin str., 3. E-mail: vadim@aqua.laser.ru, volkova@aqua.laser.ru

Abstract. Some ecological problems of western near-steppe lakes in the Volga River delta have been studied. Main factors of forming the hydrological regime of lakes have been revealed, the dependence of their water level on the delta water level having been very strong. Pollutant concentrations and water quality were estimated with the use of the data for the Lower Volga River spring floods in 2001-2007. Phytoplankton characteristics and their dependence on the water salinity in lakes were analyzed.

Key words: The river Volga delta, Hydrological regime, western near- steppe lakes, chemical characteristics, Phytoplankton, water quality.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2010, том 16, № 3 (43), с. 49-56

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 556.5 (470. 324)

ИЗМЕНЕНИЕ РЕЧНОЙ СЕТИ И ОБВОДНЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНА ВЕРХНЕГО И СРЕДНЕГО ДОНА НА ФОНЕ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ

© 2010 г. В.А. Дмитриева

Воронежский государственный университет
Россия, 394068 Воронеж, ул. Хользунова, д. 40. E-mail: verba47@list.ru

Реферат: В статье рассматриваются современные изменения густоты речной сети, протяженности водотоков, обводненности и иные природные процессы, являющиеся следствием глобальной климатической перестройки и хозяйственного освоения речных водосборов, являющиеся важным фактором функционирования экосистем.
Ключевые слова: водоток, речная сеть, водные ресурсы, водообеспеченность.

Современные изменения в режиме тепла и влаги приземного слоя атмосферы являются следствием планетарных климатических процессов. Регистрируемое в настоящее время увеличение температуры нижней тропосферы имеет локальное преломление и по-разному проявляется на ограниченных по площади участках. В бассейне Верхнего и Среднего Дона, где располагается Воронежская область, изменениями охвачены все основные компоненты климата: температура и влажность воздуха, атмосферные осадки и др. Средняя многолетняя температура воздуха для г. Воронеж за период инструментальных наблюдений, с 1921 г. по 2008 г., составляет 6.2 °С, что на 0.6 °С выше, чем 20 лет назад, в период 1921-1985 гг. (Климат Воронежа, 1986). Тенденцию роста подтверждает устойчивое статистически значимое (95%) повышение средней годовой температуры воздуха (r=0.5, рис. 1).

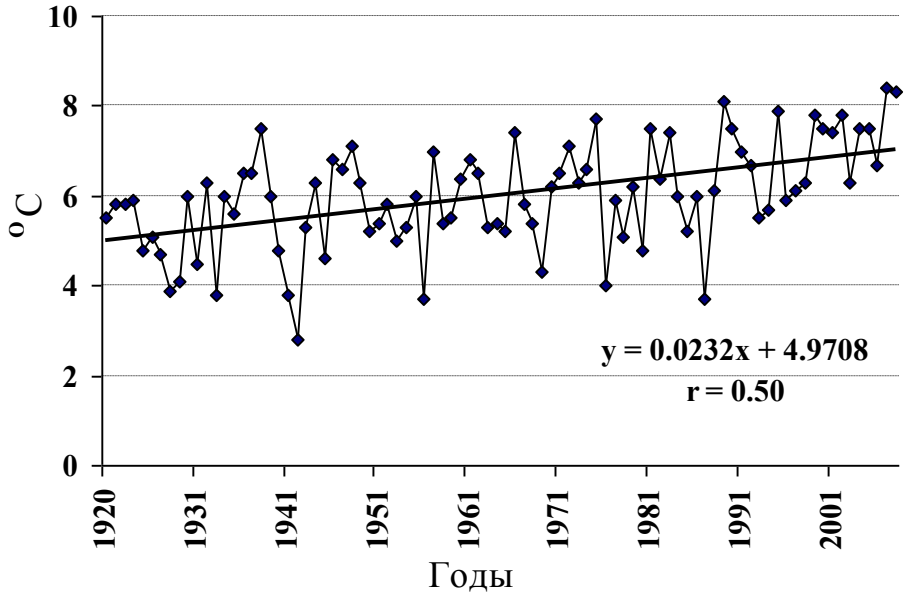


Рис. 1. Среднегодовая температура воздуха по метеостанции Воронеж. **Fig. 1.** Average annual air temperature at the Voronezh meteorological station.

За рассматриваемый отрезок времени температура холодного периода повысилась на 2.1 °С. Увеличение температуры воздуха происходит преимущественно за счет зимнего сезона. Внутри сезона рост её величины характерен для декабря и января. Наиболее теплыми были два десятилетия: 1960-1969 гг. и 1990-1999 гг. Температурный скачок в эти годы составил 0.4 °С.

Потепление климата, проявившееся в увеличении среднегодовой температуры воздуха, способствует более интенсивному прогреванию поверхностных вод. Сокращение на реках области безледоставного периода удлиняет продолжительность периода с положительными температурами воды. Малые водотоки, подверженные зарастанию водной растительностью, чутко реагируют на изменение температуры водной массы. Срок вегетации водных растений растягивается во времени, а скорости течения из-за увеличения биомассы уменьшаются. Вследствие этого русла рек Битюг, Россошь, Черная Калитва, Богучарка, Толучеевка и других притоков Дона (рис. 2) в ряде мест среднего и нижнего течения превратились в заросшие, заболоченные, многорукавные поймы. Нередко русла суживаются и мелеют до брода (реки Россошь, Икорец).

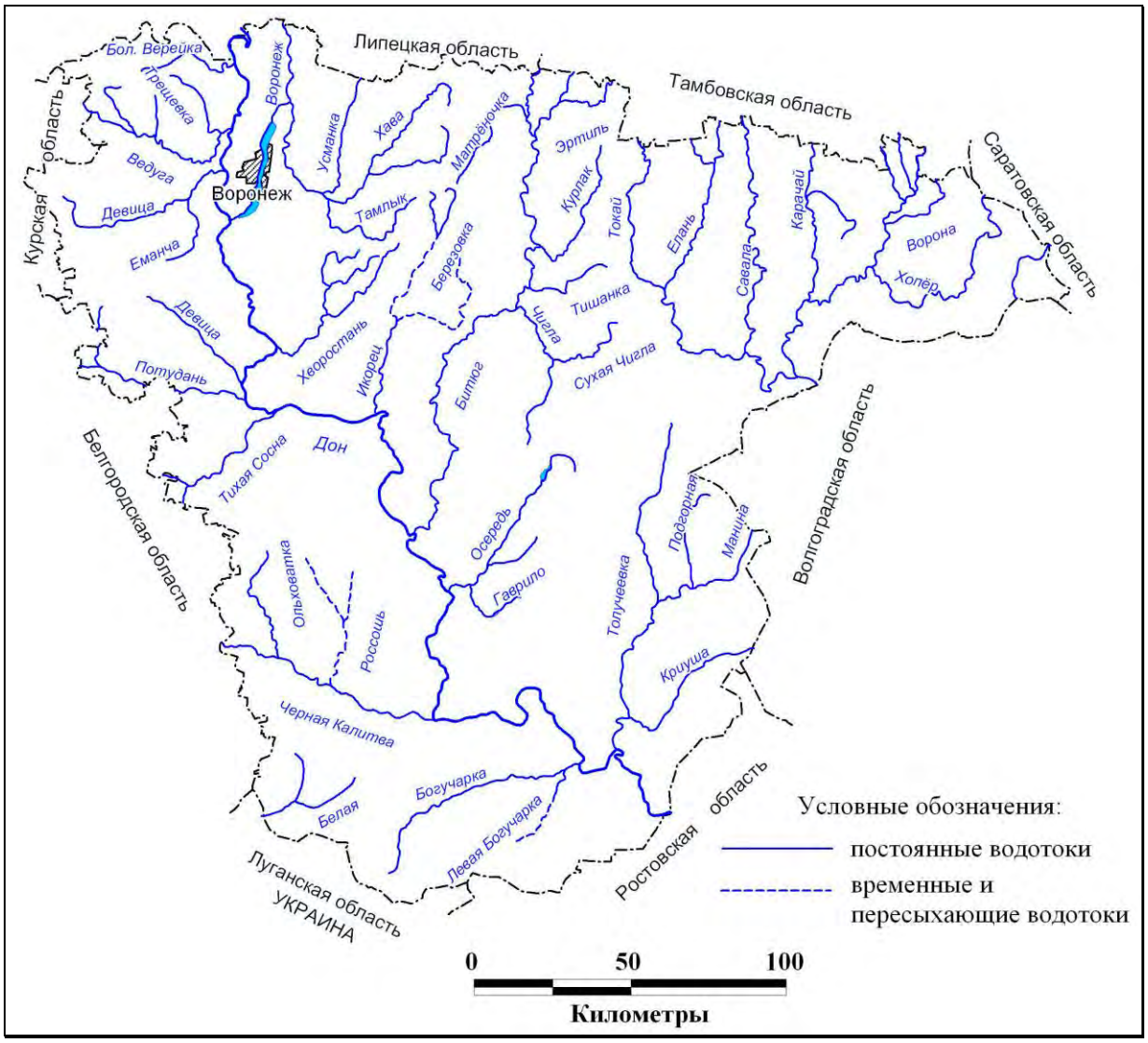


Рис. 2. Реки Воронежской области. **Fig. 2.** Rivers of the Voronezh region.

Важным условием сохранения рек, как элементов географического ландшафта и источников водных ресурсов, является увлажнение территории. Оно определяется, главным образом, гидротермическими условиями: атмосферными осадками и температурой воздуха.

Суммарное годовое количество атмосферных осадков на территории Воронежской области постепенно увеличивается (рис. 3). Рост годовой суммы осадков происходит за счет их увеличения в осенне-зимний период.

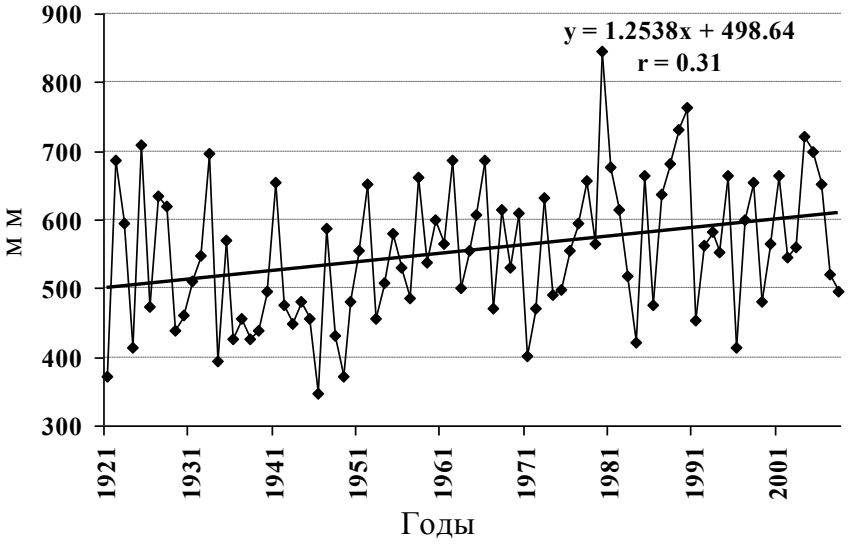


Рис. 3. Годовая сумма атмосферных осадков по метеостанции Воронеж. **Fig. 3.** Annual precipitation registered at the Voronezh meteorological station.

В весенний и летний сезоны отмечается отрицательная динамика в многолетнем ходе атмосферных осадков, что отражается на состоянии водных объектов, в частности, рек, поскольку «реки – продукт климата». Летние осадки преимущественно затрачиваются на испарение и не дают прибавку к речному стоку, реки переходят на подземное питание. Вследствие этого уменьшаются глубины водотоков, скорости течения, сокращаются расходы воды.

Откликом на изменения гидротермических условий является современная динамика поверхностного речного стока. Многолетние колебания среднегодовых расходов воды за период мониторинга с 1895 по 2009 гг. указывают на слабую тенденцию уменьшения годового стока и более существенное снижение максимальных значений годовых расходов воды (рис. 4).

Исторический максимум среднегодового стока на р. Дон у г. Лиски, наблюдавшийся в 1970 г., в последующие годы не был превышен. Значительное уменьшение стока в конце предыдущего и начале текущего столетия наблюдалось с 1997 по 2004 гг. В течение 8 лет годовой сток на р. Дон у г. Лиски был ниже среднего многолетнего на 2-24%, что сформировало устойчивое снижение стока. Оно явилось следствием сокращения максимального стока и объемов весеннего половодья, составляющих в годовом стоке в настоящее время 58%. В последующие годы, начиная с 2005 г., годовой сток повышался, что сказалось на изменчивости стока.

В условиях интенсивной освоенности бассейна реки Дон важное воздействие на природные связи оказывает человек. Урбанизация и хозяйственное освоение Донского бассейна на современном этапе достигают 85% площади. Воды Дона и его притоков обеспечивают функционирование водохозяйственного комплекса области, в частности,

атомной и тепловой энергетики и иных отраслей промышленности, сельского и коммунально-бытового хозяйств. Коэффициент использования водных ресурсов, т. е. отношение объема водозабора к минимальной водности рек в лимитирующий зимний период, остается высоким, несмотря на кризисные явления во многих отраслях экономики. В отдельные годы коэффициент использования водных ресурсов Дона достигает максимального значения 63.5% (Государственный доклад…, 2002) и является одним из самых высоких в стране.

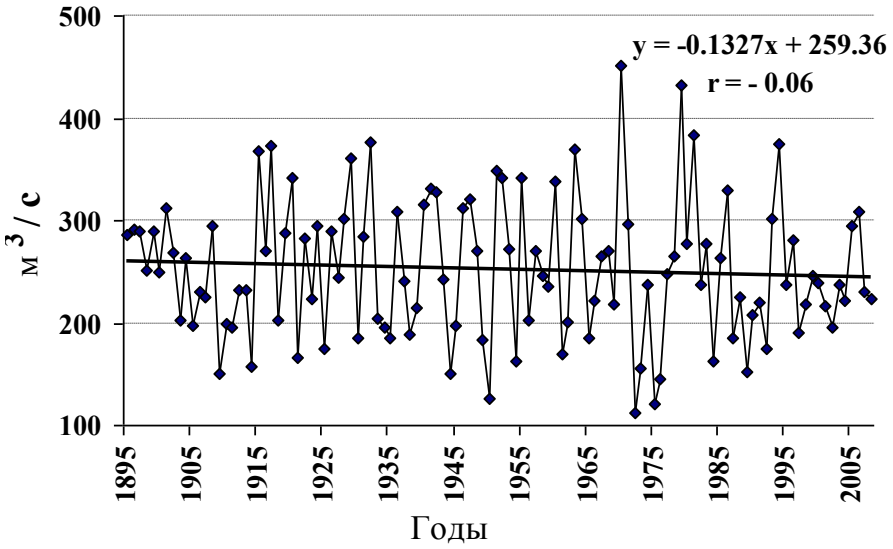


Рис. 4. Среднегодовые расходы воды р. Дон у г. Лиски. **Fig. 4.** Average annual water discharge of the Don river at Liski hydrological station.

Глобальные климатические процессы, имеющие региональное отражение, в совокупности с усиливающейся хозяйственной деятельностью на речных водосборах в бассейне Дона, по-видимому, и приводят к трансформации количества и морфометрии водных объектов на территории Воронежской области. В первую очередь страдают малые ручьи и реки, мелкие озера и пруды, составляющие основу гидрографической сети. Изменения в региональной гидрографии, отмечаемые с середины прошлого столетия, проявились в исчезновении водотоков (пересыхание от истока к устью), сокращении длины (частичное пересыхание), утрате прежнего статуса (превращение постоянного водотока во временный), изменении размеров и конфигурации береговой линии озер и прудов. За анализируемый период утраченная длина постоянных рек составляет 510 км, что сопоставимо с длиной Дона в границах Воронежской области, и равняется 5.2% от современной протяженности водотоков (Дмитриева, 2008).

Средняя густота речной сети с учетом самых малых водотоков, изображенных на карте масштаба 1 : 200 000 (Воронежская …, 2000), равна 0.185 км/км^2. По отдельным притокам Дона, образующим собственные речные системы, коэффициент густоты речной сети изменяется от 0.34 до 0.07 км/км^2 (табл. 1).

В бассейнах рек Большая Верейка, Ведуга, Воронеж, Хворостань, Икорец, Битюг густота речной сети с севера на юг изменяется от 0.30 до 0.22 км/км^2.

На правобережье Дона самая высокая густота отмечается в бассейне Большой Верейки – 0.30 км/км^2. Эта часть территории области и наиболее увлажнена. Южнее устья Ведуги густота речной сети резко убывает. Короткие и неразветвленные притоки правобережья Дона

образуют разреженный рисунок речной сети.

Левобережье Дона, от границы с Липецкой областью до устья Битюга, включающее речные бассейны Воронежа, Хворостани, Икорца, Битюга, более однородно по величине густоты речной сети, чем правобережье. Ее значение колеблется в пределах 0.27-0.22 км/км^2 (рис. 2). Из-за хорошо развитой речной сети в бассейне реки Воронеж на этом участке реки Дон появляются притоки 6-го и 7-го порядков, что не наблюдается на остальной территории области.

Таблица 1. Густота речной сети в бассейнах отдельных рек Воронежской области. **Table 1.** River net's density of the Voronezh oblast.

№ п/п	Название реки	Суммарное кол-во притоков	Длина*, км			Площадь бассейна, км^2	Густота речной сети, км/км^2
				общая длина			
			главной реки	притоков	речной системы		
1	Большая Верейка	25	46	85	131	435	0.30
2	Ведуга	36	83	245	328	1380	0.26
3	Девица	18	80	140	220	1520	0.15
4	Воронеж	97	87	715	802	2920	0.27
5	Хворостань	21	79	142	221	1080	0.22
6	Потудань	17	61	104	165	980	0.17
7	Тихая Сосна	7	64	46	110	1030	0.11
8	Икорец	61	104	344	448	2000	0.22
9	Битюг	193	263	1347	1610	6950	0.23
10	Осередь	13	89	95	184	2420	0.08
11	Черная Калитва	28	104	261	365	3580	0.10
12	Мамоновка	3	23	21	44	608	0.08
13	Богучарка	17	105	115	220	3240	0.07
14	Толучеевка	29	143	319	462	5030	0.09
15	Белая	16	40	89	129	990	0.13
16	Хопер	181	206	1653	1859	9240	0.20
17	Ворона	17	65	161	226	1040	0.22
18	Карачан	21	71	156	227	957	0.24
19	Савала	130	168	973	1141	4570	0.25
20	Елань	100	145	695	840	2630	0.32
21	Токай	18	92	105	197	572	0.34
22	Кардаил	8	20	60	80	320	0.25

Примечание: * – здесь и далее длина водотоков дана с принятой в гидрологии точностью до целого километра; все морфометрические характеристики рек, указанные в статье, приводятся в пределах Воронежской области. Note: * – hereinafter the length of water currents is given with the accuracy accepted in a hydrology to the whole kilometer; all characteristics of the river's morphometry specified in article, are resulted within the Voronezh region.

Правобережные притоки Дона ниже устья Ведуги (Красная Девица, Нижняя Девица, Потудань, Тихая Сосна, Черная Калитва, Богучарка) и левобережные ниже устья Битюга (Осередь, Мамоновка, Богучарка, Толучеевка и другие) принимают небольшое количество мелких рек-притоков, отчего густота речной сети в бассейне Богучарки падает до минимума (0.07 км/км^2). Только в бассейнах рек Красная Девица и Потудань густота речной сети

увеличивается до 0.15-0.17 км/км^2, а в бассейнах рек Тихая Сосна, Нижняя Девица, Черная Калитва, Осередь, Мамомновка, Толучеевка она так же низка (от 0.11 до 0.07 км/км^2).

Между бассейнами рек Черная Калитва и Богучарка в правобережной части Дона расположена верхняя часть бассейна реки Белая (бассейн Северского Донца). Эта река, протекая на протяжении 40 км по территории Воронежской области, принимает 16 притоков общей длиной 89 км, которые вместе с главной рекой образуют сравнительно густую речную сеть, равную 0.13 км/км^2.

Восточную часть области занимает бассейн реки Хопёр. Это крупный приток Дона 1-го порядка, не соединяющийся с главной рекой в границах области и образующий сравнительно обособленную от Дона речную систему.

Наибольшие значения густоты речной сети отмечаются в бассейнах рек Токая и Елань: 0.34 и 0.32 км/км^2 соответственно, что в 1.6-1.7 раза выше ее средних значений в бассейне Хопра. Густота речной сети в его бассейне убывает с запада на восток. В бассейне реки Ворона значение наименьшее – 0.22 км/км^2. Средний коэффициент густоты речной сети в целом для бассейна Хопра – 0.20 км/км^2, что меньше, чем во входящих в него бассейнах более мелких рек.

Таким образом, густота речной сети на территории Воронежской области характеризуется пестротой распределения, ее значения убывают с севера на юг и с северо-запада на юго-восток, принимая наибольшее значение в бассейне Елани (0.34 км/км^2), а наименьшее в бассейнах Осереди (0.08 км/км^2), Мамоновки (0.08 км/км^2) и Богучарки (0.07 км/км^2). Граница территорий, различающихся по густоте речной сети, превышающей значение 0.20 км/км^2, проходит по линии устье Ведуги – русло Дона – устье Битюга – замыкающий створ Хопра на границе с Волгоградской областью.

На протяжении последних 3-4 десятилетий произошли заметные изменения в показателях количества, протяженности и густоты речной сети. Так, среднее для области значение густоты речной сети уменьшилось на 0.025 км/км^2 (11.9%), количество водотоков, включая самые малые, снизилось на 146 (10.9%), а протяженность рек и ручьев на 1459 километров (13.1%). Несмотря на расхождение в методических приёмах и используемого инструментария при проведении гидрографических исследований 1970-х годов XX в. и начала XXI в., тенденция сокращения числа водотоков, их длины и уменьшения густоты речной сети прослеживается вполне убедительно. Такая динамика за историческое время характерна для территории всего Верхнего Дона.

Речные потоки – основа динамических водных ресурсов Воронежской области. В средний по водности год в них формируются запасы воды, оцениваемые в 3.63 км^3, что в пересчете на слой годового стока составляет 69 мм. Этого объема водных ресурсов недостаточно не только для развития водоемких отраслей производства, но и стабильной и надежной работы сложившихся отраслей производства. Положение усугубляется ещё и неравномерностью внутригодового распределения стока. Основная доля речного стока, до 60% годового объема, приходится на весну, весеннее половодье. В остальные сезоны года реки сильно мелеют, водность их падает. В связи с этим в области, как и в бассейне Верхнего и Среднего Дона в границах Центрального Черноземья, сооружено большое количество прудов и водохранилищ для задержания талых вод.

В условиях водного дефицита в летнюю межень создание прудов рассматривалось как одно из главных мероприятий по увеличению обводненности территории. Искусственные водоемы в области стали строить еще в начале XX века. Известны пруды Каменной Степи, имеющие не только водохозяйственное, но и водоохранное и рекреационное назначение. Наиболее интенсивное строительство прудов и водохранилищ прослеживается с 1965 по 1985 гг. Для Воронежской области характерны пруды преимущественно в границах

склонового типа местности, расположенные в верховьях балок, с глубиной эрозионного вреза до 5-10 м (Михно, Добров, 2000).

Фонд искусственных водоемов области (прудов) включает в настоящее время 1655 единиц общей площадью водного зеркала 462 км^2 (Дмитриева, Давыдова, 2009). В водный фонд не вошли гидротехнические сооружения, имеющие противоэрозионное назначение. Наибольшее количество прудов сооружено в левобережной части Дона, на Окско-Донском плоскоместье, в бассейнах рек Битюг, Елань, Хопер, Ворона, Савала, Икорец, Подгорная и др. По площади водной поверхности и объему воды, в них сосредоточенных, пруды преимущественно небольшие. Очень малые водоемы характерны для юга Воронежской области, бассейнов рек Криуша, Матюшина, Россошь. Площадь водной глади в подавляющей части прудов не превышает 0.1 км^2 (табл. 2). Пруды с площадью водного зеркала до 0.2 км^2 составляют 89.5% от всего количества искусственных водоемов на территории области.

Искусственные водоемы создают дополнительную обводненность территории Воронежской области. Ее величина, рассчитанная в процентах как отношение суммарной площади водного зеркала 1655 прудов к площади территории области составляет 0.81%. По речным бассейнам, слагающим речной водосбор Дона в границах области, обводненность меняется от 0.52% до 1.63%. Объем воды, задерживаемый в прудах и водохранилищах, составляет 0.77 км^3. С учетом статических запасов воды в искусственных водоемах слой стока возрастает до 84 мм.

Таблица 2. Классификация прудов по размеру площади водного зеркала. **Table 2.** Classification of ponds on the base of the water surface area.

Класс	Площадь водного зеркала, км^2	Количество прудов	Доля от общего количества прудов, %
1	0-0.1	1325	80.1
2	>0.1-0.2	156	9.4
3	>0.2-0.3	44	2.6
4	>0.3-0.9	54	3.3
5	>0.9-2.0	68	4.1
6	>2.0-6.0	8	0.5
Всего	462	1655	100

Гидрологическая роль прудов в большей степени проявляется в перераспределении склонового и тальвежного стока, развитии и видовой изменчивости прибрежной растительности. Экспедиционные исследования, выполненные в летний меженный период 2006-2007 гг. на многочисленных прудах Воронежской области показали (Хлызова и др., 2007), что часть водоемов активно зарастает водной растительностью, изменяется её видовой состав, особенно в амфибиальном блоке экотонной системы «вода-суша». Увеличение отмирающей фитомассы ведет не только к ухудшению качества воды, но и заилению и обмелению водоемов. Вследствие этого за последние 40 лет водные объекты области претерпели изменения. Многие водоемы искусственного происхождения поменяли свои очертания, длину береговой (урезной) линии и другие морфометрические параметры, качественные свойства вод. Определенную негативную роль вносит человек, и тем больше, чем больше водозабор из пруда на хозяйственные нужды, и чем больше поступление сбросных вод с поверхности речного водосбора в первичную гидрографическую сеть.

Выводы

1. Современное изменение гидрографической сети является реакцией на объективные природные процессы и хозяйственную деятельность человека в речном бассейне.

2. Элементы гидрографической сети: малые реки и пруды в современных климатических условиях и уровне хозяйственной деятельности испытывают деградацию. Речная сеть сокращается, пруды мелеют и исчезают, что является следствием изменения природных и антропогенных факторов.

3. Густота речной сети области за последние 3-4 десятилетия сократилась на 14%, а протяженность – на 13.3%.

4. На территории области в настоящее время действует 1655 прудов. Пруды создали дополнительную обводненность территории области на 0.81%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воронежская область: топографическая карта. 2000. Мб. 1 : 200 000. М.: ЦЭВКФ. 48 с.

Государственный доклад о состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2001 г. 2002. / Гл. ред. Н.М. Тарасов. М.: ВНИИгеосистем. 480 с.

Дмитриева В.А. 2008. Гидрологическая изученность Воронежской области. Каталог водотоков. Воронеж: ИПЦ ВГУ. 225 с.

Дмитриева В.А., Давыдова Н.С. 2009. Роль прудов в обводненности и формировании качества вод Воронежской области // Проблемы экологии и экологической безопасности Центрального Черноземья Российской Федерации. Материалы XIII Международной научно-практической конференции, г. Липецк, 9 декабря, 2009 г. Липецк: Издательство ЛПГУ. С. 33-36.

Климат Воронежа. 1986. / Ред. Ц.А. Швер, С.А. Павлова. Л.: Гидрометеоиздат. 104 с.

Михно В.Б., Добров А.И. 2000. Ландшафтно-экологические особенности водохранилищ и прудов Воронежской области. Воронеж: ВГПУ. 185 с.

Хлызова Н.Ю., Новикова Н.М., Давыдова Н.С. 2007. Инвазийные виды растений в экотонных системах (вода-суша) малых искусственных водоемов Воронежской области // Естественные инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем. Тезисы докладов Международной научной конференции / Отв. ред. Г.Г. Матишов. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. С. 317-319.

CHANGES IN THE RIVER NET AND IN THE WATER QUANTITY IN THE REGIONS OF THE UPPER AND MIDDLE STREAM OF THE DON RIVER IN RESULT OF CURRENT CLIMATIC CHANGES AND ECONOMIC DEVELOPMENT

© 2010. V.A. Dmitriyeva

Voronezh State University
Russia, 3940068 Voronezh, Kholzunova str., 40. E-mail: verba47@list.ru

Abstract. In the article there is analysis of contemporary changes of the river net density, stream length, water quantity and natural processes which may be the consequences of global climatic changes and economic development within the river basins.

Key words: stream, river net density, water resources, water quantity, water supply.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2010, том 16, № 3 (43), с. 57-66

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 502.72(517)

СИСТЕМА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ МОНГОЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ

© 2010 г. Б. Оюунгэрэл

Институт географии Академии наук Монголии
Монголия, 210620 Улан-Батор, XI микрорайон, ул. Эрхуу. E-mail: oyun_bad@yahoo.com

Реферат. В истории охраны природы Монголии выделено три периода: до 1921 г., 1921-1990 гг., и с 1990 г. по н. в. В соответствии с законом «Об особо охраняемых природных территориях» (1994), к настоящему времени в стране создано 65 охраняемых территорий четырех категорий (12 заповедников, 24 национальных парка, 20 заказников и 9 памятников природы), которые занимают 14.4% от всей площади Монголии. Представлена карта их расположения, описаны критерии выделения и зонирования и роль каждой категории в охране ландшафтного и биологического разнообразия. В связи с планами увеличения числа охраняемых территорий (с охватом до 30% площади страны) особое внимание обращено на необходимость охвата ими всех природных провинций, а также на создание совместно с соседними странами трансграничных охраняемых территорий.
Ключевые слова: Монголия, охрана природы, категории охраняемых территорий, трансграничные охраняемые территории.

Для сокращения негативных последствий мирового экологического кризиса в пределах Монголии Правительство страны взяло курс на охрану природы и развития сети особо охраняемых природных территории (ООПТ), поставив задачу взять под особую охрану до 30% территории страны. После 1990 г. была начата работа по уточнению категорий ООПТ и приведению их в соответствие с международной классификацией, а также по разработке соответствующих нормативных актов. В настоящее время в стране представлено 4 основных категории охраняемых территорий: заповедники, национальные парки, заказники и памятники природы. Традиции особого отношения к природе в Монголии имеют свои истоки в древности и историю охраны природы можно разделить на три периода.

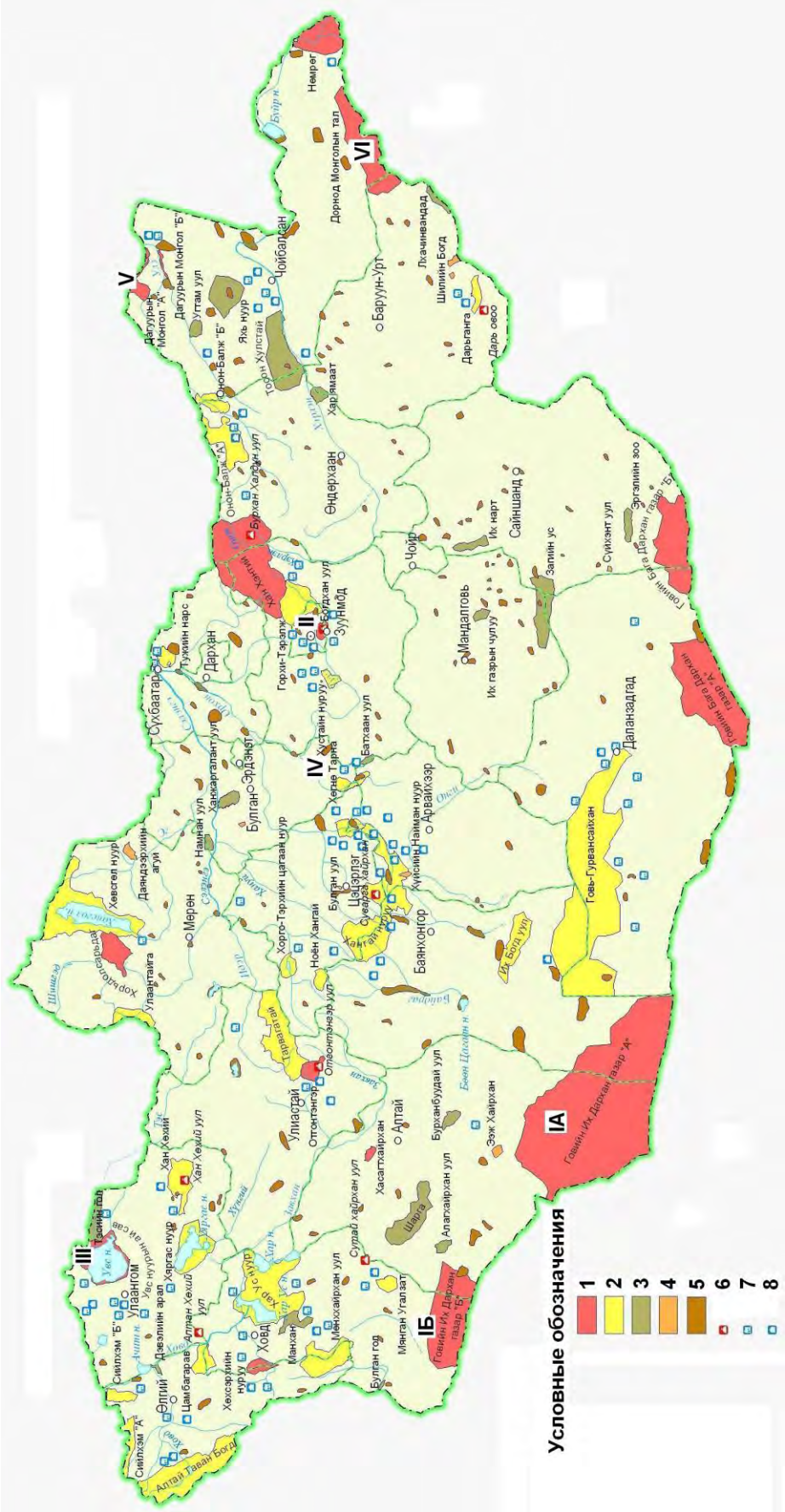
Первый период – до 1921 г. У монгольского народа издревне сложилась традиция охранять природу своей страны, животных, растения, водные источники, пастбищные угодья. Интересные сведения об этом мы находим в путевых заметках путешественников Гильом де Рубрука, Плано Карпини, Марко Поло и других, посетивших Монголию в XIII веке. Конкретные указания по использованию и охране природных богатств: лесов, вод и животных были даны в законе Чингис-хана «Их Засаг» и кодексе законов XVI века «Халх журам». Древнейшим заповедником в Монголии является гора Богдхан-уул в непосредственной близости от г. Улан-Батора. Исторические документы, сохранившиеся до нашего времени, свидетельствуют о том, что еще в XII-XIII веках глава Хэрэйдского аймака Ванхаан Тоорил поклонялся этой горе и назвал ее «Хан уул». Позднее, в 1778 г., по инициативе одного из прогрессивных политиков того времени, министра Юндэндоржа гора Богдхан-уул (Оюунгэрэл, Даш, 1989) была объявлена заповедником и взята под охрану государством. Главной особенностью рассматриваемого периода является то, что, кроме собственно охраны тех или иных территорий, в стране господствовал культ почитания отдельных гор и водных источников, запрещалось копать землю, убивать животных, рвать цветы, что оказало положительное влияние на сохранение биологического разнообразия Монголии.

Второй период – 1921-1990 гг. После победы Народной революции в 1921 г. Правительство Монголии усилило охрану ООПТ и редких животных, а также неоднократно издавало постановления и другие акты в отношении природопользования. В 1965 г. Указом Президиума Великого Народного Хурала МНР были организованы заповедники: Урантогоо, Тулга, Жалавч уул, Булган уул, Хорго, Хасагтхайрхан, Булган гол, Ёлын ам, Лхачинвандад. В 1974 г. дополнительно заповедниками объявлены горы Нагалхаан и Батхаан, а также гора Богдхан-уул под названием Богд-уул (Оюунгэрэл, Даш, 1989). Для охраны природы и редких животных гобийской зоны в 1975 г. был организован Большой Гобийский заповедник (Систематический сборник …, 1977). В 1972 г. было принято постановление по улучшению работы с иностранными туристами и охотниками и предоставлению им права на отстрел животных. При этом была введена новая классификационная единица ООПТ – заказник. К этому времени число заповедников достигло 13, а заказников – 32. Постановлением Совета Министров МНР в 1975 г. был утвержден «Устав заповедников МНР» (Систематический сборник …, 1977).

Третий период – после 1990 г. После демократической революции 1990 г. в стране изменилась структура власти, и работа по охране природы начала развиваться в новых условиях. Охране природных территорий, как высшей форме охраны природы, стало уделяться больше внимания. Главной особенностью этого периода является то, что была создана необходимая законодательная база для обеспечения полноценного функционирования ООПТ, и с этой целью в программе Правительства предусмотрены конкретные мероприятия. До 1990 г. к особо охраняемым природным территориям относили лишь заповедники, кроме того, особо еще выделялись охотничьи резерваты (заказники). При организации заповедников принималась во внимание природная красота территории, но недостаточно учитывались требования и критерии относительно их площади, а в самих заповедниках почти не проводилось научных исследований. С учетом своеобразных условий страны специалистами заповедного дела были предложены обоснования для построения новой классификации ООПТ, которые были направлены в государственные органы (Оюунгэрэл, Даш, 1989). Благодаря этой инициативе были установлены категории, а также изданы Правила деятельности ООПТ (Постановление Правительства в 1991 г., № 217), а затем на основе этих правил был принят Закон «Об особо охраняемых природных территориях» (1994). Согласно этому закону окончательно закреплены четыре категории ООПТ: заповедники, национальные парки, заказники, памятники природы. В настоящее время это основной юридический документ в Монголии, отражающий вопросы создания ООПТ, их рационального использования и охраны.

В Программе Правительства предусмотрено, что путем поэтапного охвата государственной охраной редких видов животных и растений, их местообитаний и важных в экологическом отношении территорий будут расширены площади многих ООПТ, а их общую площадь планировалось довести в 1995-2000 гг. до 15% от всей территории страны, в 2001-2005 гг. – до 20%, в 2006-2010 гг. – до 25% и в 2011-2030 гг. – до 30%. В 1998 г. Великий Государственный Хурал принял Национальную Программу, поэтапно устанавливающую политику и деятельность государства в отношении ООПТ, и ныне Правительство Монголии осуществляет мероприятия в соответствии с этой программой (Protected areas …, 2002). К настоящему времени в стране создано 65 ООПТ, которые занимают площадь в 22.5 млн. га, т. е. 14.4% от всей территории Монголии. 12 из них (10.5 млн. га – 46.8%) составляют заповедники, 24 или (9.8 млн. га – 43.4%) – национальные парки, 20 (2.1 млн. га – 9.3%) – заказники, 9 (114.0 – 0.5%) – памятники природы (рис.).

Первым научным трудом по ООПТ стала книга «Значение заповедников Монголии» (Цэвээн, 1924). Затем комплексные исследования на взятой под охрану территории были осуществлены в Большом Гобийском заповеднике (Жирнов, Ильинский, 1985).


Условные обозначения
1
2
3
4
5
6
7
8
IA
IБ
II
III
IV
V
VI
Говийн их Дархан газар "А"
Говийн их Дархан газар "Б"
Говийн бага Дархан газар "А"
Говийн бага Дархан газар "Б"
Даланзадгад
Говь-Гурвансайхан
Баянхонгор
Арвайхэр
Цэцэрлэг
Сэргэлэн
Хуйсин Найман нуур
Мандалговь
Их газрын чулуу
Их нарт
Сайншанд
Чойр
Эрдэнэдзуу
Өндөрхаан
Баруун-Урт
Чойбалсан
Дорнод Монголын тал
Дарьганга
Дарь овоо
Шилийн Богд
Лхачинвандад
Эрдэнийн зоо
Сүхбаатар
Дархан
Мөрөн
Улаанбаатар
Улаантайга
Хэвстэй нуур
Даяндэрхийн агуй
Хорьдол сарьдаг
Хонгорцогт
Хөвсгөл нуур
Хөвсгөрийн нуруу
Цамбагарав
Алтай Таван Богд
Дзэлийн арал
Хэргэс нуур
Хан Хөхий
Хан Хөхий уул
Алтан Хөхий уул
Ховд
Манхан
Улиастай
Отгонтэнгэр
Отгонтэнгэр уул
Алтай
Хасагтхайрхан
Алагхайрхан уул
Бурхан буудай уул
Шарга
Мянган Уулзат
Булган гол
Эзэн Хайрхан
Ноён Хангай
Хорго-Тэрхийн цагаан нуур
Хангайн нуруу
Хөгшин Тарна
Хустайн нуруу
Батхаан уул
Хөгшин Тарна
Булган
Эрдэнэт
Хангарагант уул
Намраан уул
Тэсийн гол
Тэсийн
Сумбэр
Сумбэр уул
Сумбэр хайрхан уул
Мянгадын
Мянгадын уул
Ихэт
Ихэт уул
Ихэт нуур
Ихэт гол
Ихэт Бодо уул
Ихэт Бодо
Ихэт Бодо нуур
Ихэт Бодо гол
Ихэт Бодо уул

Большую роль в изучении ООПТ сыграла Совместная Монголо-Российская комплексная биологическая экспедиция, проводящая свои работы в разных районах страны вот уже около 40 лет (Pavlov et al., 2000). В ходе исследований данной экспедиции были разработаны научно-обоснованные рекомендации по классификации ООПТ, проведено обоснование сети ООПТ и дана оценка перспектив развития нескольких конкретных заповедников (Неронов и др., 1988; Гунин, Бажа, 1998). За последние годы при поддержке зарубежных стран и международных организаций начат ряд проектов и на базе ООПТ проводятся разнообразные научные исследования.

В условиях Монголии, когда при малочисленности населения осуществляется экстенсивное пастбищное животноводство, создание пространственной сети ООПТ должно опираться на научные исследования. При оптимизации сети ООПТ важно соблюдать правильный подбор площадей охраняемых территорий, соответствующий уровню сложности ландшафтно-экологической структуры, а также стремиться к организации хотя бы одного заповедника в каждом природном регионе.

Мы пришли к выводу, что для организации оптимальной сети ООПТ необходимо учитывать следующие показатели: 1) принадлежность к природным провинциям и зонам, наличие типичных природных экосистем; 2) научное значение; 3) своеобразие, уникальность, привлекательность (геологические, геоморфологические особенности, типичное сочетание природных комплексов); 4) историческая и культурная ценность; 5) влияние на экономику страны, региона, на развитие прилегающих территорий; 6) уровень влияния хозяйственной деятельности (постоянная или посезонная подверженность воздействиям человека); 7) мнение местных органов власти и населения.

При этом целесообразно рассматривать представленность ООПТ на уровне подпровинций, лучше отражающих внутренние различия в том или ином природном регионе. Поэтому мы в качестве критерия приняли представленность ООПТ в 45 провинциях Монголии, установленных Д. Дашем (2000). Территория Монголии протягивается с севера на юг более, чем на 1200 км. В этом направлении происходит смена ландшафтов и последовательно представлены высокогорный пояс, горно-таежный пояс, лесостепная зона, степная зона, полупустынная зона и пустынная зона. Положение границ этих зон и поясов имеет непосредственное значение для выбора заповедников и национальных парков, но в меньшей степени учитывается при выборе территорий для заказников и памятников природы.

Охрана генофонда редких и угрожаемых видов растений и животных также служит одним из оснований для обоснования сети ООПТ. Растения, в зависимости от их обилия и способности к восстановлению, подразделяются на особо редкие, редкие и обычные (Закон о природной растительности, 1995). Из 2823 видов растений Монголии, относящихся к 128 семействам и 662 родам, 700 – считаются редкими. Из них в Красную книгу Монголии занесено 128 видов (Красная книга …, 1997). Растительный мир Монголии граничит на севере с флорой Сибири, на юге – с пустынной флорой, на западе – с ирано-туранской, а на востоке – с даурской. На этих стыках отмечается наибольшее видовое разнообразие и для его охраны необходимо проведение целого комплекса научно-обоснованных мероприятий.

Животные также подразделяются на особо редкие, редкие и обычные (Закон об охоте, 1995). К категории редких относятся животные с низкой способностью к воспроизводству, с ограниченным ареалом, могущие подвергнуться уничтожению. В Монголии имеется 138 видов редких животных, из которых 100 видов занесено в Красную книгу (Красная книга …, 1997). Животный мир Монголии, как и растительный, сформировался на стыке различных, резко отличных провинций и зон, каждая из которых нуждается в охране. Биологические виды не только неразрывным образом взаимосвязаны друг с другом, но и играют существенную роль в обеспечении экосистемного равновесия (Biodiversity conservation ...,

2002).

Научное значение – один из важных показателей при выборе ООПТ. Это связано с задачами расширения познания, экологического и эстетического воспитания человека и правильного регулирования взаимоотношений человека и природы. При выборе ООПТ большое значение придается наличию на их территории памятников природы, истории и культуры, т. к. они способствуют познанию людьми особенностей природы и истории памятных мест, развитию эстетических чувств человека. Такие показатели, как своеобразие, уникальность, привлекательность (особое геологическое и геоморфологическое строение, сочетание природных комплексов) чаще всего учитываются при выборе национальных парков и памятников природы. Для развития туризма выбираются территории, отличающиеся своей привлекательностью и доступностью. Территории со своеобразной, уникальной структурой становятся памятниками природы.

Влияние на экономику страны, региона и на развитие соседних территорий играет немаловажную роль при организации национальных парков. Многие страны мира получают большую прибыль от туризма, и это положительно сказывается на развитии их экономики. Экономические показатели несомненно важны при организации национальных парков, но при этом часть их прибыли необходимо предусматривать для защиты и пропаганды охраны природы, а также рационального использования ее ресурсов. В Монголии туризм уже составляет определенную часть национального дохода. Так, в заповеднике Хан Хэнтий и национальном парке Горхи-Тэрэлж доход от туризма достигает примерно 30.0 млн. тугриков в год (Оюунгэрэл, 2004 а).

Постоянная или сезонная подверженность влиянию хозяйственной деятельности должна учитываться при выборе ООПТ в двух основных направлениях. Во-первых, выбираются территории, сохраняющие свой первозданный природный вид, и, во-вторых, берется под охрану трансформированная или находящаяся на грани разрушения территория для ее восстановления. Эти показатели особенно важны при выборе территорий для национальных парков.

При выборе мест для ООПТ крайне важно учитывать мнение местного населения. Территории, ставшие главным источником удовлетворения жизненных запросов местных жителей не могут быть взяты под строгую охрану. Учитывая мнение местного населения при выборе территории для ООПТ, мы, тем самым, устраняем будущие конфликты при проведении мероприятий по охране природы. Поскольку стремление населения охранять природу большей частью приходит в противоречие с желанием воспользоваться природными ресурсами, то в некоторых случаях территории, подлежащие охране, остаются вне охраны (Оюунгэрэл, 2004 б).

Вышеуказанные показатели, подлежащие учету при выборе территорий для создания ООПТ, представлены в таблице.

Определение необходимого размера площади ООПТ имеет важное значение для организации оптимальной сети этих территорий. Площади ООПТ различны в разных странах в зависимости от размеров самой страны, традиций населения, природных особенностей конкретных районов, наличия биологических видов, подлежащих строгой охране. За последнее время территории для вновь создаваемых в Монголии заповедников выбирались в определенной степени на основе указанных выше критериев и поэтому, исходя из своих задач и функций, имели различные размеры. К заповедникам, имеющим наибольшие размеры, относятся Большой и Малый Гобийские заповедники и заповедник Хан Хэнтий (Оюунгэрэл, 2004 а). Каждый из них имеет площадь более миллиона га. На их территории хорошо представлены особенности природных ландшафтов, и т. к. они охватывают безлюдные или малонаселенные места, то не было особых препятствий для включения в эти ООПТ таких больших территорий. Хотя заповедники в какой-то мере должны полностью

охватывать ландшафтное разнообразие соответствующей провинции, но поскольку на их территории осуществляется строгий режим охраны, то их площади не могут быть слишком большими. Однако и на территории заповедников необходимо стремиться к обеспечению стабильности природных комплексов, самостоятельного их развития и восстановления. В то же время национальные парки в зависимости от туристических маршрутов должны иметь большую площадь. Что касается памятников природы, то некоторые исследователи считают, что минимальный размер их площади должен быть примерно 150 тыс. га (Иметхенов, 1985). Размер площади – не единственный параметр, от которого зависит судьба охраняемой природы. Считается, что конфигурация ООПТ также имеет немаловажное значение. Что касается Монголии, то для установления границ и площади ООПТ необходим учет закономерностей их общего размещения. Есть основания утверждать, что практика установления границ ООПТ в зависимости от расположения и протяженности горных хребтов положительно влияет на охрану ландшафтных комплексов и биологического разнообразия.

Таблица. Показатели (отмечены «+»), используемые при формировании пространственной сети ООПТ Монголии. **Table.** Indices (shown by «+») used for forming of the spatial network of strictly protected natural areas of Mongolia.

Показатели	Категории ООПТ			
	Заповед-ники	Националь-ные парки	Заказ-ники	Памятники природы
Представленность природных провинций и зон	+*	+	+	
Представленность экосистем	+	+	+	
Научное значение	+	+	+	+
Своеобразие, уникальность и привлекательность		+	+	+
Наличие памятников истории и культуры		+		+
Социально-экономическое значение	+	+	+	
Влияние хозяйственной деятельности	+	+	+	
Мнение местного населения	+	+	+	+

Среди национальных парков наибольшие площади имеют Говь-Гурвансайхан, Ханхухэй-Хяргас, Хувсугул, Тарвагатайн нуруу, Онон-Балж. Размер их площади связан с потребностями организации туризма и зависит от числа туристических маршрутов и объектов, могущих представлять интерес для туристов. Из 16 созданных в стране заказников, в семи (Батхаан, Нагалхаан, Лхачинвандад и др.) поставлена задача охраны представленных в них природных комплексов. В заказнике Булган гол стоит задача охраны бобров, в Шарга-Манхан – сайги, в Алагхайрхан – дикого барана и козла, в Дэвэл – среднеазиатского кабана, фазана и бобра. Охрану этих территорий обеспечивают местные власти, и после определенного срока и успешного решения поставленных задач они могут быть выведены из-под охраны или, в случае необходимости, переведены в другую категорию. То, что заказники Тосон-Хулстай, Шарга-Манхан, Яхь нуур, Загийн ус имеют большие площади связано с необходимостью создания на их территории благоприятных условий обитания для нескольких редких видов копытных животных. Между тем, заказник Дэвэл призван охранять таких обитающих близ воды животных, как бобры и фазаны, и поэтому он занимает небольшую площадь. Очевидно, в заказниках Булган гол и Дэвэл возможно сооружение

заградительных сеток, и в этом случае нужно будет уделить больше внимания очертаниям границ охраняемой территории. В связи с планами создания трансграничной охраняемой территории ставится вопрос об увеличении площади заказника Булган гол и повышении его категории до национального парка (Оюунгэрэл, 2004 б).

Соблюдение режима охраны в заповедниках и национальных парках может приходить в противоречие с хозяйственной деятельностью на соседних территориях, и в этом случае одним из методов регулирования может стать правильное определение охранных зон. Исходя из особенностей пастбищного животноводства и традиционного землепользования в Монголии, исследователи отмечают, что можно выделять в заповедниках три типа зон охраны (Оюунгэрэл и др., 1993), но существуют и другие мнения. Мы считаем, что зоны охраны в заповедниках следует устанавливать в соответствии с конкретными возможностями, и на этом основании предложили несколько вариантов для установления таких зон (Оюунгэрэл, 2004 б). Управление заповедниками, проведение научных исследований и биотехнических мероприятий, уход за лесами, использование природных ресурсов и вся другая деятельность в заповедниках должны проводиться дифференцированно по определенным зонам, а именно в зоне строгой охраны (или «ядра») наряду с научными исследованиями могут быть разрешены только такие виды деятельности, которые не наносят ущерб этому «ядру». Зона охраны окаймляет «ядро», имеет действительно охранный характер, представляя иногда территорию, которая также могла бы быть включена в первичную зону. Если в данной зоне будет хорошо отрегулирована хозяйственная деятельность и соответствующий контроль, то в зоне «ядра» не будет нарушений режима и охрана ООПТ, в целом, будет обеспечена на должном уровне.

Критерии при выборе охранных зон включают в себя представленность типичных природных комплексов, первозданный облик экосистем, сочетание своеобразия и привлекательности природы, наличие ареалов редких и угрожаемых видов растений и животных, возможности для ограничения влияния человека и домашних животных (Оюунгэрэл и др., 1993). В настоящее время охранные зоны установлены во всех заповедниках и национальных парках Монголии. Можно считать, что определение оптимальных размеров таких зон должно стать одним из направлений дальнейшей исследовательской работы в ООПТ.

В национальных парках также принято выделять три зоны: особая зона, зона туризма и буферная зона. В особой зоне возможно проведение исследований процессов развития и изменений в экосистемах в их естественном состоянии, а также в связи с деятельностью человека. Тем самым, национальные парки представляют определенные возможности для проведения комплексных научных исследований. Зона туризма в национальных парках обычно имеет наибольшую площадь, и здесь должны быть созданы все условия для организованного туризма. При этом на территории национального парка должно быть обеспечено регулирование отношений человека и природы, что без проведения постоянных охранных мероприятий в каждой зоне трудно избежать непоправимого урона. По своим функциям «особая зона» национальных парков сходна с зоной «ядра» заповедников и в ее пределах могут быть образованы свои мини-заповедники. В настоящее время в пяти из 19 национальных парков установлены зоны охраны, которые в большинстве случаев могут использоваться в случае необходимости животноводами, и потому границы таких зон неизбежно совпадают с границами территорий, экологически необходимыми для поддержания животноводства в определенные сезоны.

За последние годы в Монголии происходит стремительное развитие туризма, и крупные туристические центры стали все чаще располагать в национальных парках. По обновленным данным в 9 ООПТ уже создано 484 туристические базы. В большинстве ООПТ есть все условия для развития организованного туризма, но такая деятельность, в первую очередь,

должна вестись в зоне туризма национальных парков и в охранных зонах заповедников, в соответствии с установленными маршрутами и правилами. Развитие туризма в ООПТ, в отличие от других территорий, заключается именно в том, что в их пределах устанавливаются определенные маршруты для экскурсий, которые должны сопровождаться гидами.

ООПТ в настоящее время занимают 14.4% площади от всей территории Монголии. За два десятилетия, прошедшие после 1990 г., число их увеличилось почти в четыре раза, и сохраняется тенденция дальнейшего увеличения их числа. Представленность природных комплексов в ООПТ неодинакова. В этом отношении самый высокий показатель имеет национальный парк Говь-Гурвансайхан, самый низкий – заказник Дэвэл. Наилучшую представленность в ООПТ Монголии имеют такие экосистемы, как гольцы, высокогорные тундры, пригольцовая и горная тайга, горные леса, экстрааридные пустыни, настоящие пустыни, озерные экосистемы. По сочетанию природных экосистем разных типов выгодно отличаются такие ООПТ, как: Хан Хэнтий, Говь-Гурвансайхан, Хубсугул, Хорго-Тэрхийн цагаан нуур, Большой Гобийский. В отношении представленности редких видов растений выделяются заповедники Хан Хэнтий, Монгол дагуур, Ханхухий, Восточно-Монгольский. Наибольшим же богатством диких растений отличается Большой Гобийский заповедник. Преставленность редких и угрожаемых видов животных наиболее высока на территориях, расположенных на стыке крупных природных провинций. По числу родов и видов охраняемых редких животных первенство принадлежит таким ООПТ, как: Большой Гобийский, Говь-Гурвансайхан, Хан Хэнтий, Нумруг, Хубсугул.

Конечной целью сети ООПТ должно стать не только улучшение состояния природных комплексов, но и повышение жизненного уровня населения, проживающего по соседству с ними, вовлечение местных жителей в управление ООПТ, что и должно привести к устойчивому развитию прилежащих регионов. Сохранение первозданности природы Монголии и экологического равновесия зависит от правильности размещения ООПТ и обеспечения ее оптимальности по отмеченным выше показателям. Созданные до настоящего времени в Монголии ООПТ не в состоянии охватить все ареалы исчезающих и особо редких видов животных и растений. Поэтому в деле охраны таких видов особое значение будут иметь вновь создаваемые ООПТ. Очевидно, следует обратить внимание на то, что подавляющая часть запасов монгольского и алтайского сурков, корсака, манула находится именно в Монголии, и тем самым создаваемые новые ООПТ должны обеспечить охрану не только редких животных, но и среды обитания сравнительно широко распространенных видов.

К настоящему времени на 65 территориях, взятых под охрану, представлены почти все (кроме 6) подпровинции. При формировании оптимальной сети ООПТ следует стремиться к тому, чтобы в каждой природной провинции имелся заповедник или национальный парк. В соответствии с этим мы предлагаем взять под особую охрану еще ряд территорий, представляющих природные провинции. Эти территории отражены в Национальной программе сохранения биологического разнообразия и создания сети ООПТ, но в ряде случаев эти два документа отличаются друг от друга. Согласно планам создания новых ООПТ их число должно увеличиться вдвое. Таким образом, площадь ООПТ превысит 209 млн. га, что составит 24% общей территории страны. Для этого потребуется изъять из землепользования 7-8 млн. га. При этом мы полагаем, что количество и размер новых охраняемых территорий и памятников природы не следует ограничивать подготовленным к настоящему времени списком. Если предусмотреть возможность выделения ООПТ новых категорий, таких как «охраняемые ландшафты» (protected landscape), то общая площадь, занимаемая ООПТ, может достигнуть 30% всей территории страны, как это и запланировано Правительством Монголии. Пока же ООПТ занимают 14.4% от общей площади страны, что

недостаточно для сохранения ее уникального биологического и ландшафтного разнообразия.

При формировании будущей сети ООПТ важно не только создание новых территорий, но и совершенствование их классификации. Внесение новых категорий в классификацию даст возможность обогатить содержание исследований в ООПТ, их территориальную представленность. Мы считаем, что такие ландшафты, как уремные леса и истоки рек, пока еще не имеющие охранного статуса, могут быть выделены в категорию «охраняемые ландшафты». Охраняемые ландшафты будут представлять собой сравнительно небольшие по площади территории, которые обладают привлекательными природными комплексами, которые надо сохранить от негативного влияния хозяйственной деятельности человека, и при этом предусмотреть возможности использования их для развития туризма. В случае принятия этой категории на государственном уровне необходимо будет провести инвентаризацию подходящих участков для данной категории.

Одной из важнейших составных частей сети ООПТ Монголии могут стать международные трансграничные ООПТ, охватывающие приграничные районы. Они необходимы для комплексной охраны мигрирующих видов диких копытных животных и перелетных птиц и совместного изучения их местообитаний. В приграничной зоне Монголии уже созданы: национальный парк «Алтай Табун богдо» (636.1 тыс. га), Сайлюгемский национальный парк (140.1 тыс. га), Убсунурский биосферный заповедник (712.5 тыс. га), Хубсугульский национальный парк (838.0 тыс. га), Хан Хентейский заповедник (1.2 млн. га), биосферный заповедник «Монгол-Дагуур» (103.0 тыс. га), Онон-Балжинский национальный парк (415.7 тыс. га), Нумругский заповедник (311.2 тыс. га), Восточно-Монгольский степной заповедник (570.3 тыс. га), Большой (5.3 млн. га) и Малый гобийский (1.8 млн. га) заповедники. Создание в 1995 г. тремя соседними странами (Монголия, Китай, Россия) международного трансграничного заповедника в степях Даурии явилось первым конструктивным шагом в этом направлении, и уже наглядно продемонстрировало преимущества таких ООПТ. На основе накопленного опыта можно ожидать увеличения числа трансграничных ООПТ вдоль протяженной границы Монголии с Россией и другими государствами. Рассмотрению вопросов организации и управления трансграничными ООПТ мы собираемся посвятить отдельное сообщение. Создание трансграничных охраняемых территорий, имеющих международный статус, в том числе биосферных резерватов ЮНЕСКО и других категорий ООПТ, несомненно, повысит значение их составных частей, облегчит проведение мероприятий по сохранению видового разнообразия и природного наследия, и может стать в будущем совместным вкладом в формирование единой Всемирной сети ООПТ и в выполнение целей Конвенции о биологическом разнообразии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гунин П.Д., Бажа С.Н. 1998. Перспективы организации сети трансграничных российско-монгольских заповедников // Заповедное дело. Научно-методические записки. Вып. 3. М.: ИПЭЭ РАН. С. 113-127.

Даш Д. 2000. Некоторые ландшафтно-экологические вопросы Монголии. Уланбатор: Издательство «Урлах эрдэм». 254 с. [монг. яз.]

Жирнов Л.В., Ильинский В.О. 1985. Большой гобийский заповедник – убежище редких животных пустынь Центральной Азии. М.: Внешторгиздат. 129 с.

Закон о природной растительности. 1995. Уланбатор: Издательство Министерства охраны природы. 10 с. [монг. яз.]

Закон об особо охраняемых природных территориях». 1994. Уланбатор: Издательство Министерства охраны природы. 14 с. [монг. яз.]

Закон об охоте. 1995. Уланбатор: Издательство Министерства охраны природы. 9 с.

[монг. яз.]
Иметхенов А. 1985. Выявление, учет памятников природы и содействие организации их охраны. Улан-Удэ: Издательство Биологического научного центра. С. 15-16.
Красная книга Монголии. 1997. Уланбатор: Издательство «Улсын хэвлэлийн газар». 167 с. [монг. яз.]
Неронов В.М., Миланова Е.В., Жигж С. 1988. Охраняемые территории МНР: состояние и перспективы развития // Природные условия, растительный покров и животный мир Монголии. Пущино: Научный центр биологических исследований АН СССР. С. 113-127.
Оюунгэрэл Б. 2004 а. Особо охраняемые территории Хан Хэнтэя. Уланбатор: Издательство «Эдмон». 203 с. [монг. яз.]
Оюунгэрэл Б. 2004 б. Особо охраняемые природные территории Монголии. Уланбатор: Издательство «Эдмон». 305 с. [монг. яз.]
Оюунгэрэл Б., Авирмэд Б., Даш Д. 1993. К вопросу создания ООПТ в Монголии // ООПТ Монголии. Уланбатор: Издательство Академии наук Монголии. С. 6-11. [монг. яз.]
Оюунгэрэл Б., Даш Д. 1989. Заповедник Богдо-ула и биосферные резерваты // Некоторые вопросы охраны заповедника Богдхан-уул. Уланбатор: Издательство Министерства охраны природы. С. 6-11. [монг. яз.]
Систематический сборник законов и актов по охране природы за 1921-1975 гг. 1977. Уланбатор: Издательство "Улсын хэвлэлийн газар". С. 62-69. [монг. яз.]
Цэвээн Ж. 1924. Значение заповедников Монголии. Уланбатор: Издательство «Улсын хэвлэлийн газар». 42 с. [монг. яз.]
Biodiversity conservation action plan of Mongolia. 2002. Ulaanbaatar: Munkhun Useg Co LTD. 143 p.
Pavlov D.S., Shagdarsuren O., Kamelin R.V., Ulziikhutag N., Dugarjav Ch., Dgebaudze Yu.Yu., Gunin P.D. 2000. 30 years of the activities of the joint Russian-Mongolian complex biological expedition of the Russian Academy of Sciences and Mongolian Academy of Sciences // Central Asian Ecosystems. Ulaanbaatar: «Жинст Харгана ХХК». P. 113-117.
Protected areas action plan of Mongolia. 2002. Ulaanbaatar: Munkhun Useg Co LTD. 12 p.

SYSTEM OF STRICTLY PROTECTED NATURAL AREAS OF MONGOLIA AND PERSPECTIVES OF ITS DEVELOPMENT

© 2010. B. Oyungerel

Institute of Geography, Academy of Sciences of Mongolia
Mongolia, 210620 Ulan-Bator, XI micro-district, Erkhuu Str. E-mail: oyun_bad@yahoo.com

Abstract. In history of nature protection in Mongolia there are three distinct periods: before 1921, 1921-1990, from 1990 up to the present time. In accordance with the Law “On strictly protected natural areas” (1994), 65 protected areas of four categories were created up to now (12 reserves, 24 national parks, 20 refuges and 9 natural monuments) which occupy 14.4% of the total area of Mongolia. There is a map of their location, the author is describing criteria for creating and zoning and the role of each category in conservation of landscape and biological diversity. In connection with plans to increase a number of protected areas (with covering by them up to 30% of country’s area) the special attention has been paid to creating protected areas in each natural province and also some transboundary protected areas together with neighboring countries.
Key words: Mongolia, nature protection, categories of protected areas, transboundary protected areas.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2010, том 16, № 3 (43), с. 67-76

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 551.583+586; 581.14

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФЛУКТУАЦИЙ И СПОСОБОВ ПОСАДКИ ГАЛОФИТНЫХ КУСТАРНИКОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ СОЛОНЧАКОВ ПРИАРАЛЬЯ [1]

© 2010 г. Ж.В. Кузьмина*, С.Е. Трешкин**

**Институт водных проблем Российской академии наук*
Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, д. 3. E-mail: jannaKV@yandex.ru
***Российская академия сельскохозяйственных наук*
Россия, 117218 Москва, ул. Кржижановского, д. 15, корп. 2. E-mail: biost@yandex.ru

Реферат. На основе работ по фитомелиорации и многолетнего мониторинга климата и засоленных почв, приводятся основные результаты опытов (2003-2009 гг.) по формированию пастбищной растительности на сильно и среднезасоленных солончаках морского происхождения, образованных на месте обсохшего дна Аральского моря.
Ключевые слова: климатические изменения, атмосферные осадки, экосистемы, засоление почв, солончаки, галофитные растения.

Аральский кризис, начавшийся с зарегулирования стока рек и увеличения орошаемых площадей, способствовал возникновению не только солончаков морского происхождения. Огромное количество солончаков пойменного происхождения возникло в орошаемой зоне из-за подтопления, а также при обсыхании поймы в результате зарегулирования стока рек (Акжигитова, 1982; Панкова и др., 1996; Кузьмина, Трешкин, 1997). Поэтому в настоящее время засоление почв – основная причина деградации земель в Южном Приаралье.

В цели нашей работы входило проведение опытов по формированию устойчивых галофитных сообществ на солончаках морского и пойменного происхождения: на сильно и среднезасоленных почвах осушенного дна Аральского моря и дельты Амударьи в современных климатических условиях. В соответствии с поставленными целями решались основные задачи: 1) анализ современных климатических изменений на основе обработки статистических (ежедневных и средних многолетних) данных метеорологических станций; 2) создание экспериментальных участков с поливом сбросными и пресными водами; 3) изучение микроклиматических условий в посадках на солончаках по данным автономных приборов-регистраторов температуры и влажности; 4) изучение динамики засоления почв в солончаках морского и пойменного происхождения; 5) использование различных вариантов опытов по посадке растений-галофитов; 6) мониторинг за ходом роста и развития высаженных растений.

В соответствии со схемой динамики растительности в дельте Амударьи и положением сообществ саксаула черного (*Haloxylon aphyllum*), черкеза (*Salsola richteri*) и терескена (*Ceratoides papposa*) в сукцессионной схеме динамики тугайной и солончаковой растительности совместно с Институтом биоэкологии Каракалпакского филиала академии наук Республики Узбекистан была выполнена серия полевых экспериментов по посадке и посеву этих видов для восстановления растительного покрова на измененных территориях

[1] Работа была выполнена при финансовой поддержке Европейской Комиссией проекта CALTER ”Многолетняя экологическая программа мониторинга эоловой эрозии почв в Центральной Азии”. This research was supported under Program CALTER ”Long Term Ecological Research Program For Monitoring Aeolian Soil Erosion In Central Asia”.

дельты Амударьи и голых солончаках обсохшего дна Аральского моря.

Следует подчеркнуть, что практически все предыдущие исследования по фитомелиорации обсохшего дна Аральского моря проводились на слабозасоленных почвах легкого гранулометрического состава – песчаных и супесчаных, а также с неглубоким залеганием грунтовых вод 1.5-3.2 м (Курочкина, Макулбекова, 1984; Каверин, Салимов, 2000 и др.).

Основное внимание в статье уделено результатам экспериментальных опытов по искусственному формированию пастбищной растительности на землях Муйнакского района, расположенных в 5 км севернее поселка Муйнак, на обсохшем в 80-е годы дне Аральского моря, в бывшем заливе Рыбацкий на морских оголенных солончаках глинисто-суглинистого состава со средневзвешенным засолением первой метровой толщи 1.5-2%. На всех экспериментальных участках процессы почвообразования развивались в автоморфном режиме, при залегании грунтовых вод глубже 5.5 м в течение всего годового цикла.

Начало наших работ по фитомелиорации солончаков (с конца 2002 года) совпало с периодом нетипичного повышенного выпадения атмосферных осадков в Южном Приаралье и сильной погодной изменчивостью в весенний период.

Согласно принятому в странах бывшего СССР климатическому районированию территория Южного Приаралья, где проводились исследования, относится к субтропической зоне (ее северная граница проходит по 43-44° с. ш.), а в ботанико-географическом отношении – к средним пустыням (Береснева, 2006). Т. е. вся пустынная зона в таком понимании делится на полупустыни – или северные пустыни, средние пустыни и южные пустыни. Однако, характеристика геотермического режима выделяемых ранее единиц районирования (Береснева, 2006) не соответствует современному климатическому состоянию в Южном Приаралье (Кузьмина, 2007).

В последние годы в Южном Приаралье годовые суммы осадков достигали 160-300 мм (240 мм в 2002 году, 314 мм в 2003 г., 164 мм в 2005 г.), превышая тем самым норму в 2-3 раза. При этом наблюдались необычайно раннее наступление весны, отсутствие весеннего вегетационного периода из-за засухи и поздние заморозки в теплый период – в конце апреля – начале мая. В результате, опытные посадки в разные годы имели чрезвычайно нестабильную приживаемость саженцев растений и слабую сохранность посевов.

Осложнения в первые годы работы и чрезвычайная погодная флуктуация в последнее десятилетие потребовали проведения климатических исследований, связанных с выявлением направления основных тенденций динамики климата в регионе Приаралья, на основе которых можно было корректировать сроки и технологию экспериментальных работ по фитомелиорации. Был проведен анализ трендов суточных метеорологических данных для восьми станций (Тургай, Иргиз, Аральское море, Чимбай, Туркестан, Тамды, Чарджоу, Самарканд), входящих во Всемирную метеорологическую организацию (ВМО), за многолетний период – с начала образования станций по 2005-2009 гг.

Многолетние изменения в распределении осадков и температуры воздуха в Южном Приаралье и соседних с ним регионах Центральной Азии оказались чрезвычайно сходными: отмечено ощутимое усиление летней жары, удлинение теплого времени года, а также потепление и повышение годового атмосферного увлажнения, в большей степени за счет холодного полугодия, а также зимнего сезона. При этом увеличение увлажнения происходит не столь сильно, как повышение температур воздуха. Совокупный анализ индексов засушливости Д.А. Педя, рассчитанных для базового периода 1961-1990 гг. и для всего периода инструментальных наблюдений с момента открытия анализируемых метеостанций (Кузьмина, 2007) показал, что единой нарастающей тенденцией во всем регионе Приаралья и сопредельных территориях Центральной Азии является аридное потепление, сопровождающееся увеличением дефицита увлажнения, главным образом, в теплый период,

за счет осеннего, весеннего и летнего сезонов года. В районе проведения экспериментальных работ отмечается общее увеличение количества выпадения атмосферных осадков, особенно в зимне-весенний период, и удлинение периода их выпадения с марта-апреля вплоть до мая – июня, чего ранее не наблюдалось.

Анализ трендов температур и осадков за многолетний период (по 2005-2009 гг.), а также анализ климатических данных в Южном Приаралье за последние 8 лет (по 2009 г.), с привлечением показаний автономных приборов-регистраторов (температуры и относительной влажности: iBDL – Termohygrograph DS1923-F5, Termochron DS1922L-F5, Hygrochron DS1923-F5) позволил установить, что сейчас в этом регионе происходят быстрые климатические изменения. Здесь наблюдаются резкие климатические колебания геотермического режима от года к году, особенно заметные в холодный период, а также выделяются тенденции:

- общего годового потепления климата за счет значительного его потепления в весенне-летне-осенний период (с мая по октябрь);
- периодические погодичные (т. е. через год-два) резкие колебания температур (максимальных и среднемесячных) зимой – от очень низких (t_{av}= –15.1 °C, t_{max}= –32.2 °C) до высоких (t_{av}= –1.1 °C);
- периодические (через 2-3 года) резкие колебания увлажненности – от максимальной (240-314 мм годовых сумм осадков в 2002-2003 годах) до минимальной (90 и 89 мм годовых сумм осадков в 2005 и в 2007 гг.).

В ходе исследований проводилось сравнение показаний метеостанций (Кунград, Чимбай) с показаниями приборов-регистраторов, установленных на опытных участках. Было установлено, что данные по температуре и относительной влажности воздуха, предоставляемые ближайшими метеостанциями ВМО (Чимбай и Кунград), не отражают реальные климатические условия наших локальных экспериментальных участков, которые оказались значительно более континентальными. На обсохшем дне Аральского моря в вегетационный период (2008-2009 гг.) отмечалось:

- повышение среднесуточных температур воздуха (на 1.3 °C и 0.9 °C);
- повышение максимальных температур воздуха (средних максимальных – на 1 °C и абсолютных максимальных – на 1 °C и 1.4 °C);
- увеличение частоты регистрации максимальных (в 8-12 раз) и минимальных – ниже 10 °C (в 4.5 раза) температур воздуха;
- увеличение суточной амплитуды колебаний температур воздуха на 3.1-3.3 °C;
- увеличение амплитуды колебаний средней суточной влажности воздуха на 19-20%.

Анализ данных приборов-регистраторов показал, что растительность (6-7-и летние посадки саксаула – *Haloxylon aphyllum*) на обсохшем дне Аральского моря способствует понижению средней суточной температуры воздуха на 0.9-1 °C по сравнению с оголенными участками.

Был проведен также анализ распределения температуры (t °C) почвы, полученной по приборам-регистраторам для различных почвенных горизонтов солончаков морского и пойменного происхождения под солончаковой растительностью и на оголенных территориях. Установлено значительное влияние затенения растительностью на изменение температуры разных почвенных уровней, вплоть до глубины 150 см. Затенение растительностью на солончаках способствует понижению температуры в почвенных горизонтах только в вегетационный период. В зимнее полугодие температура в почве для затененных и незатененных солончаков остается одинаковой. При этом разница в прогреве почв в теплое полугодие отмечается как для двух верхних (35-40 см и 60-65 см), так и для двух нижних (95-100 см и 150 см) почвенных уровней. Однако, для солончаков, находящихся

в северных районах Каракалпакстана, и географически относящихся к подзоне северных пустынь (Берсенева, 2006), разница в прогреве разных почвенных уровней за вегетационный период для затененных (под галофитной растительностью) и незатененных (оголенных) солончаков не столь значительна. Она достигает в среднем одного градуса (1 °С), как для верхнего (35-40 см), так и для нижнего (95-100 см) уровня. В то время как для солончаков, находящихся в южной части Каракалпакстана – в Бирунийском районе, и относящихся к подзоне южных пустынь, разница в прогреве почвенных уровней на затененных и незатененных растительностью солончаках в два – пять раз больше. Здесь она достигает 5-6 °С для верхних слоев (60-65 см) и 2-2.5 °С – для нижних (150 см).

В ходе проведения экспериментов, начиная с 2002 г., на автоморфных солончаках опробовались разные методы посадки (сплошная, боронование, грядовая посадка через 1 и через 2 метра в ряду), разные виды галофитных растений (кустарники, многолетние и однолетние травы), а также разная степень минерализации поливной воды (но не более 2.5 г/л). Многолетние опыты и мониторинг посадок на засоленных землях показал, что наиболее перспективными для рекультивации солончаков как морского, так и пойменного происхождения все же следует признать черный саксаул (*Haloxylon aphyllum*) и черкез (*Salsola richteri*), а также, частично, терескен (*Ceratoides papposa*). При этом на автоморфных солончаках эти виды галофитных кустарников имеют специфические особенности в своем развитии, по сравнению с их ростом на песчаных слабозасоленных почвах при неглубоком (выше 4 м) залегании грунтовых вод. Прежде всего, на автоморфных солончаках галофитные кустарники требуют разовых (не более 2-х – 3-х раз в год) поддерживающих поливов небольших объемов (от 100 до 1800 м^3/га, но не более 3000 м^3/га) в первые два года после посадки. Такой поддерживающий полив не сильно сказывается на высоте растений по сравнению с контролем (рис. 1 а, б). Однако, он обеспечивает повышение сохранности посадок саксаула в 2 раза и черкеза – в 3 раза, по сравнению с контролем (рис. 2 а, б). Минимальные экземпляры саженцев саксаула и черкеза растут одинаково плохо как при поливе, так и без полива, поэтому на солончаках целесообразно использовать средний и высокий посадочный материал (высотой более 10 см). В целом, показатели роста саксаула и черкеза на солончаках с поливом и без полива все шесть лет мониторинга оказались достаточно близкими (рис. 1 а, б). Так, максимальная, средняя и минимальная высота растений черного саксаула в возрасте 6.5 лет в мае 2009 г. оказалась на участках посадок с поддерживающим поливом в рядах через 2 м – 289 см, 189.4 см и 75 см, а в контроле – 250 см, 170.1 см и 95 см, соответственно. Для черкеза максимальная, средняя и минимальная высота растений в возрасте 6.5 лет в мае 2009 г. на участках с поддерживающим поливом достигла – 188 см, 89.9 см, 15 см и в контроле – 120 см, 50.1 см и 13 см, соответственно. Как видим, влияние поддерживающего полива для роста черкеза более существенно, чем для саксаула, поскольку увеличивает среднюю высоту черкеза на участках с поливом в 1.8 раза по сравнению с контролем. В тоже время поддерживающий полив саксаула почти не оказывает влияние на ход его роста. Основной рост обоих галофитных кустарников на солончаках начинается значительно позже – в возрасте 3.5 года, в то время как на песчаных почвах к этому возрасту формируются уже полноценные сообщества, высотой 2.5-3 метра. На солончаках же средняя высота 6.5 летних растений саксаула достигала всего лишь 170-190 см. Максимальный прирост высоты галофитные кустарники дают в теплую половину года – с апреля по ноябрь, но при этом показатели хода роста у черкеза почти в два раза ниже, чем у саксаула. Первое плодоношение опытных посадок саксаула и черкеза на солончаках отмечалось довольно поздно – только в возрасте 6 лет , а первое плодоношение терескена – в возрасте 4.5 года – в сентябре 2008 г.

В ходе экспериментов по фитомелиорации солончаков в Южном Приаралье наиболее

удачной оказалась грядовая посадка галофитных кустарников. Боронование способствовало обильному появлению однолетних видов солянок (*Salsola* spp., *Suaeda* spp.), которые угнетали наши посевы и посадки, а также приводило к образованию соляной корки на поверхности почвы, которая угнетала саженцы и препятствовала проникновению влаги в почву.

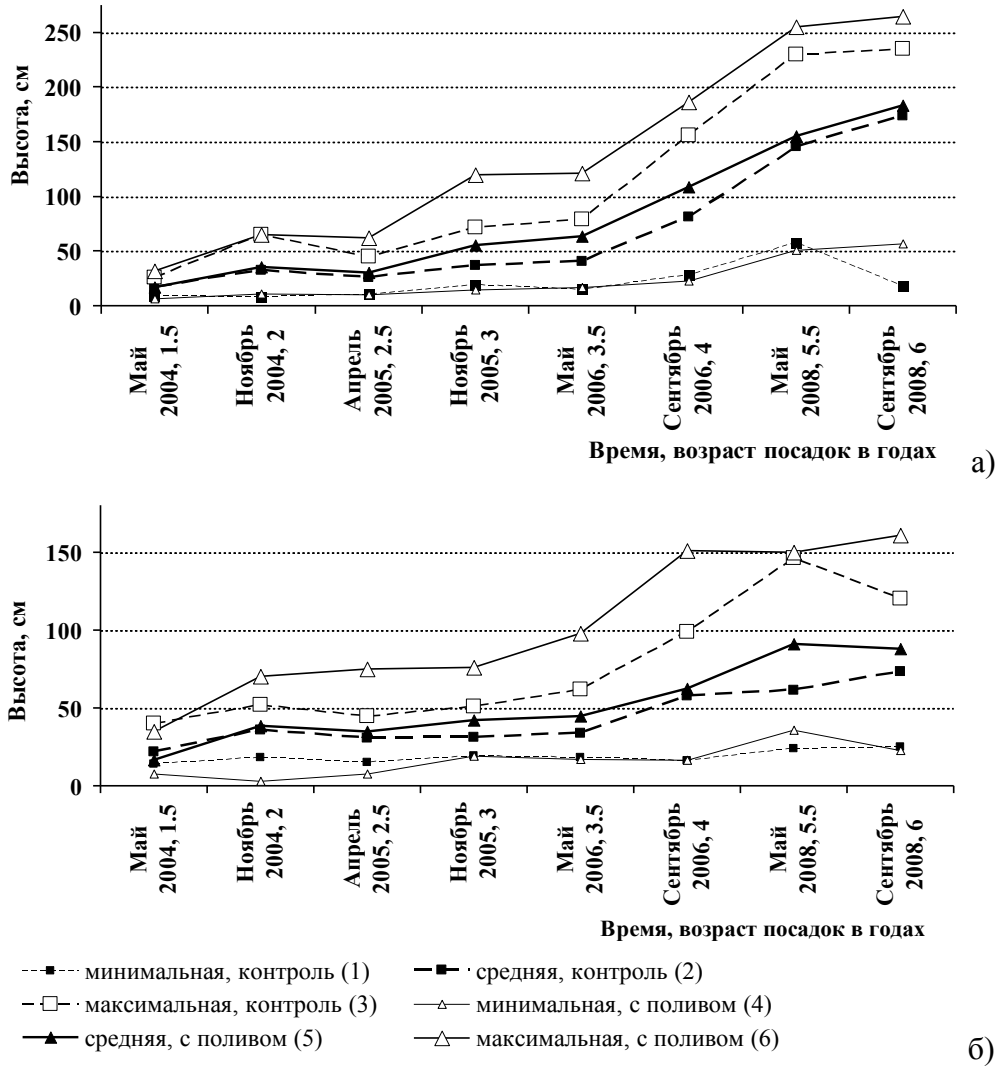
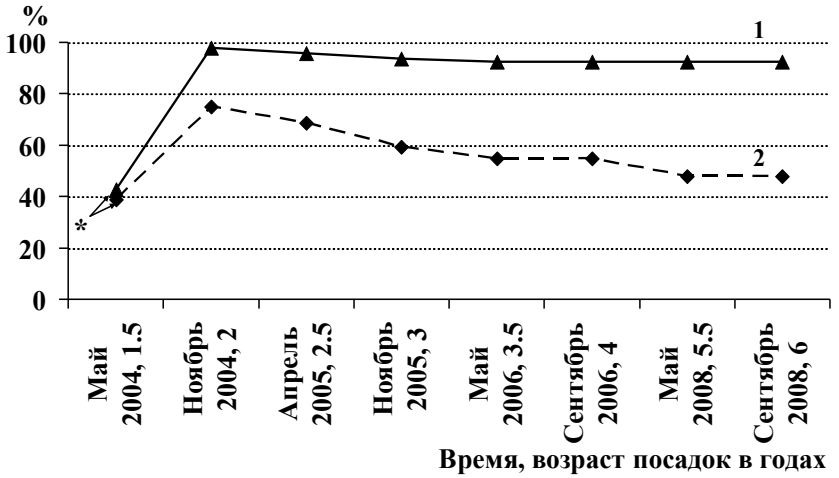
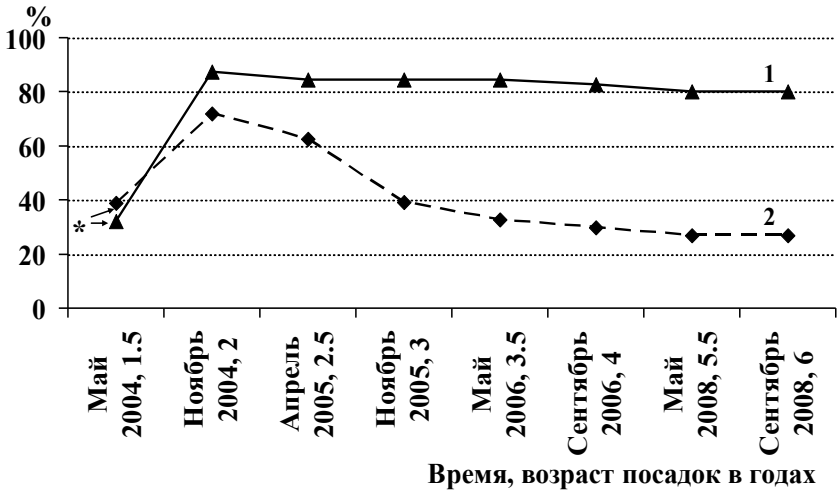


Рис. 1. Графики хода роста саксаула (а) и черкеза (б) с поддерживающим поливом в первые два года (сплошные кривые 4, 5, 6) и в контроле – без полива (пунктирные кривые 1, 2, 3). **Fig. 1.** The growth of plantings of *Haloxylon aphyllum* (a) and *Salsola richteri* (б) plants with watering in first two years (continuous lines 4, 5, 6) and in the control – without watering (dotted lines 1, 2, 3).

Грядовая посадка осуществлялась путем предварительной глубокой вспашки территории с закладкой гряд. Через каждые шесть гряд был разбит нейтральный (пустой) участок для прохода сельскохозяйственного транспорта, шириной в 6 м. Каждая грядка отделялась углублением в 30-45 см для сбора аномально высоких осадков и предотвращения образования соляной корки на почве, а также для осуществления летних поливов. Расстояние между грядами составляло 2 м. Единичные экземпляры растений галофитных кустарников сажались вдоль гряд двумя способами: а) через каждые 2 м и б) через 1 м.



а)



б)

Рис. 2. Приживаемость (*) и сохранность (%) растений саксаула (а) и черкеза (б) в посадках на обсохшем дне Аральского моря с поддерживающим поливом (1) в первые два года и в контроле – без полива (2). **Fig. 2.** Survival (*) and adaptability (%) of *Haloxylon aphyllum* (a) and *Salsola richteri* (б) plants in automorphic solonchaks of dried bottom of Aral Sea with watering (1) in first two years and in the control – without watering (2).

Анализ распределения высоты растений черного саксаула на участках с поливом и в контроле для двух разных методов грядовой посадки (через 1 м и через 2 м) показал, что эти два метода дают принципиально разные результаты (рис. 3). Так, для растений в возрасте 6.5 лет, посаженных в грядах через 1 м, распределение высоты отдельных экземпляров растений (рис. 3, кривая 1) всегда преобладало над распределением диаметра их кроны (рис. 3, кривая 2). При этом, у растений саксаула, посаженных в грядах через 2 м, распределение диаметра кроны (рис. 3, кривая 4) всегда превышало распределение их высоты (рис. 3, кривая 3). Таким образом, показатели высоты растений саксаула, посаженного через 1 м, были выше показателей диаметров крон растений в среднем на 20 см, в то время как у растений, посаженных через 2 м, крона была больше, чем их высота в среднем на 12 см. Кроме того, высота и диаметр крон растений, посаженных через 2 м (рис. 3, кривые 3 и 4) были больше, чем эти же параметры растений, посаженных через 1 м (рис. 3, кривые 1 и 2) на 10-33 см и 35-90 см, соответственно для основной массы растений (для 89-93% – т. е. для средних и

высоких экземпляров).

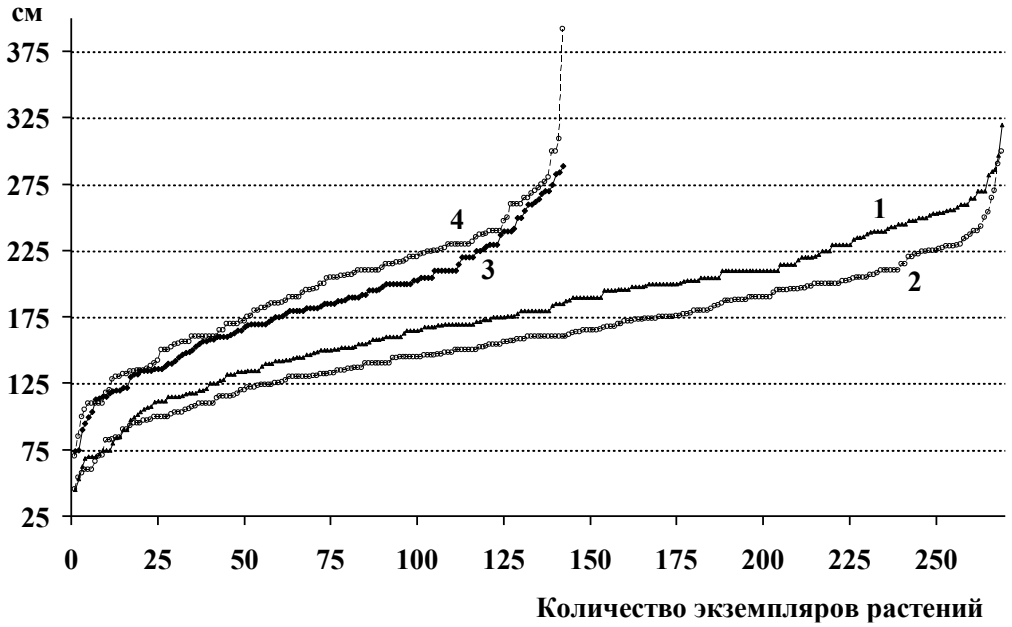


Рис. 3. Распределения высот (кривые 1 и 3) и диаметров крон (кривые 2 и 4) растений черного саксаула 6.5-летнего возраста (в мае 2009 г.) в грядовых посадках через 1 м (кривые 1 и 2) и через 2 м (кривые 3 и 4). **Fig. 3.** Distribution of the height (curves 1 and 3) and crown diameter (curves 2 and 4) of black saxaul at the age of 6.5 years (Mai, 2009) planted in furrows every 1 m (curves 1 and 2) and every 2 m (curves 3 and 4).

Распределение диаметров кроны отдельных экземпляров в посадках саксаула 6.5-летнего возраста имеет высокую корреляционную зависимость от высоты растений для грядовых посадок через 1 и через 2 м как на участках с поливом (рис. 4 а, б): r=0.68[2] и r=0.65 (при α=0.001), так и на участках без полива (в контроле): r=0.78 и r=0.65 (при α=0.001) соответственно. Как видим, на участках более густой посадки (через 1 м) диаметр кроны больше зависит от высоты растений, поскольку начинает сказываться внутривидовая конкуренция.

Таким образом, удалось установить, что на солончаках обсохшего дна Аральского моря диаметр кроны и высота растений саксаула зависят от тесноты посадки, а наиболее благоприятна для них более редкая посадка. Чем теснее посадка саксаула (через 1 м), тем ниже растения и меньше диаметр их кроны, а высота растений преобладает над шириной кроны – формируются вытянутые растения. При более просторной посадке (через 2 м) растения вырастают более крупные и высокие, ширина их кроны преобладает над высотой, формируются крупные экземпляры с более раскидистой кроной.

В естественных условиях на солончаках обсохшего дна Аральского моря посадки черного саксаула *(Haloxylon aphyllum)* лучше переносят дефицит влаги от сокращения выпадения атмосферных осадков, чем посадки черкеза *(Salsola richteri). Haloxylon aphyllum* дает больший прирост высоты в возрасте 2.5-4 года, чем *Salsola richteri*. На солончаках черкез имеет также в два раза более низкую приживаемость в контроле, чем саксаул. После прекращения поливов сохранность терескена *Ceratoides papposa* падает на всех участках. Но при этом на участках, где ранее полив проводился, сохранность *Ceratoides papposa* остается выше в два раза. Его высота при поливе также остается больше – в 1.5 раза.

[2] r – коэффициент корреляции между диаметром кроны и высотой растений саксаула.

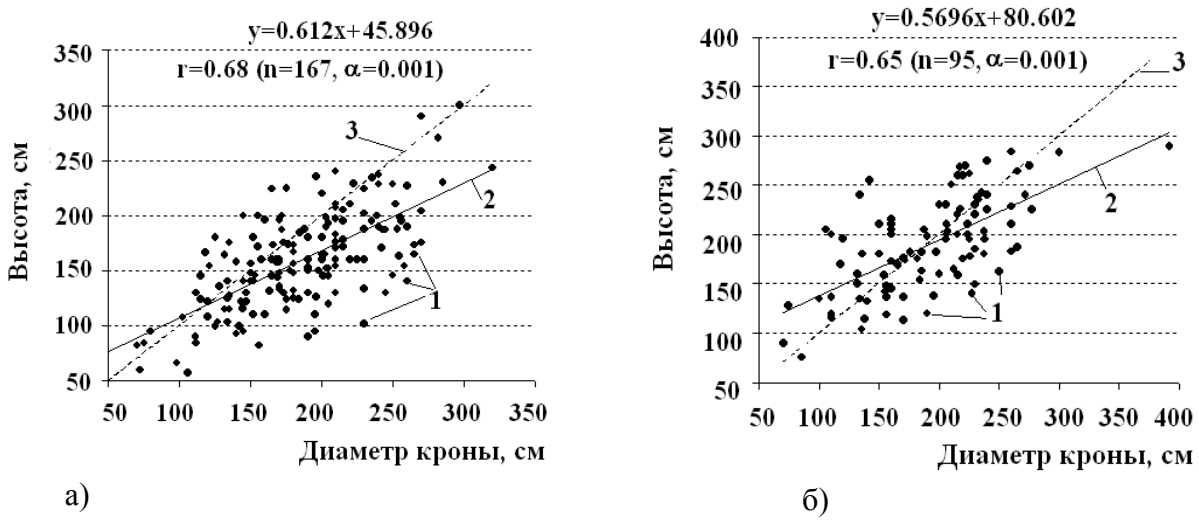


Рис. 4. Зависимость диаметра кроны от высоты растений в сообществах саксаула 6.5-летнего возраста (в мае 2009 г.) на участках солончаков обсохшего дна Аральского моря с поддерживающим поливом в первые два года в грядовых посадках через 1 м (а) и через 2 м (б): 1 – точки фактической выборки, 2 – линейный тренд выборки, 3 – прямая прямо пропорциональной зависимости y=x (для сравнения отклонения тренда). **Fig. 4.** Dependence of the crown diameter on the plant height in communities of saxaul at the age of 6.5 years (Mai, 2009) in test areas under watering for the first two years. Furrow plantation on solonchaks of the Aral Sea dried bottom (a) every 1m and (б) every 2 m. 1 – the points of actual selection, 2 – linear trend of selection, 3 – straight line directly proportional to y=x dependence (for comparison of trend deviation).

В результате исследований было установлено, что поддерживающие весенне-летние поливы посадок на солончаках улучшают показатели влажности почвы как в корнеобитаемом горизонте 40-110 см, так и в более глубоких слоях почвогрунтов − 200-300 см, не оказывая, однако, воздействия на верхние 0-20 см почвы.

Результаты грядовой посадки (саженцами) кустарников *Haloxylon aphyllum* и *Salsola richteri,* а также посев полукустарника *Certoides papposa* на оголенных солончаках обсохшего дна Аральского моря при минимальном поливе сбросными водами или без полива можно признать вполне удовлетворительными. В годы с благоприятными погодными условиями приживаемость кустарников достигает 32-59%, в годы с неблагоприятными погодными условиями – лишь 0.5-3.5%. При этом наилучшего развития и сохранности посевы кустарниковых галофитов достигают на незасоленной почве с поливом пресными водами. После первых полутора лет сохранность в посевах (семенами) на слабозасоленных (0.3%) почвах составляла 70-80% от первоначально взошедших, но из-за внутривидовой конкуренции через каждые последующие полгода из состава сообществ выпадало до 50% от сохранившихся растений. Таким образом, сохранность посева черного саксаула на незасоленных аллювиальных почвах в Муйнакском районе через три года составила 8-10% от первоначальной. Из-за большей экстремальности экотопических условий на солончаках обсохшего дна Аральского моря, фитомелиорацию необходимо проводить саженцами одного года.

Проведенными исследованиями было также установлено, что для хорошей приживаемости саженцев саксаула и черкеза на солончаках обсохшего дна Аральского моря необходимы благоприятные погодные и климатические условия: в первую очередь, это повышенное количество атмосферных осадков (140-220 мм), а также не очень холодные

зимы (со средней температурой в самый холодный месяц минус 1-2 °С), не очень жаркое лето (со средней температурой в самый теплый месяц 26-27 °С) и отсутствие заморозков в весенний период .

Прогнозируемое влияние изменений климата на водные ресурсы Центральной Азии может привести к сокращению водности рек на 20-40% (Аламанов и др., 2006) и будет способствовать усилению обсыхания современных пойменных территорий с активизацией процесса солончакообразования в почвах, что в чрезвычайно краткие сроки может привести не только к полной утрате тугаев, но и к исчезновению солончаковой растительности (Кузьмина, Трешкин, 2001). Для того, чтобы в условиях наблюдающихся изменений климата не потерять полностью тугайный и солончаковый тип растительности необходимо выработать новые подходы к сохранению и стабилизации этих экосистем в условиях полного отсутствия паводкового затопления. В первую очередь, нельзя допускать полного оголения почв и образования открытых (без растительности) солончаков на месте бывших тугайных аллювиальных слабо- или среднезасоленных почв и луговых и остаточных солончаков. В условиях повышения температур воздуха и увеличения солнечной радиации такие почвы быстро трансформируются в очень сильно и глубокозасоленные солончаки, рекультивация которых без дополнительной промывки пресными водами становится невозможной. Подобные территории полностью выходят из хозяйственного использования. При этом безвозвратно утрачиваются ценные и продуктивные тугайные и пастбищные экосистемы. Частично предотвратить полное исчезновение тугаев и пастбищ на этих обсыхающих пойменных территориях можно путем подсадки и посадки в деградирующие сообщества галофитных кустарников черного саксаула и черкеза, а также терескена для искусственного формирования более устойчивых смешанных галофитно-тугайных экосистем (черносаксаулово-туранговых, черкезово-туранговых, терескеново-туранговых, черносаксаулово-гребенщиковых и др.) – аналогов реликтовых тугайных галофитных экотонов, которые в настоящее время еще можно встретить в древней дельте р. Или или в оазисах Алашаньской Гоби Монголии. Подобные пробные посадки были впервые опробованы в Нукусском лесхозе на пойменных обсохших землях в 2005-2006 гг.

Выводы

1. В связи с изменением климата, из-за чрезвычайной погодной изменчивости в Приаралье, а также повышенной аридности и континентальности микроклиматических условий в поле по сравнению с данными метеостанций фитомелиоративные работы на автоморфных солончаках следует проводить только в периоды прогнозируемых благоприятных погодных условий.

2. Затенение от растительности на солончаках Южного Приаралья приводит к понижению температуры воздуха и почвы (до глубины 100-150 см) в вегетационный период и благотворно сказывается на микроклиматических условиях биотопов как в надземной, так и в подземной их частях.

3. Без искусственного (постоянного) поддержания увлажнения в верхних горизонтах почвы фитомелиорация автоморфных солончаков в современных климатических условиях (с тенденцией к усилению жары и уменьшению осадков в летне-осенний период) невозможна.

4. Для искусственного формирования растительного покрова на автоморфных средне- и сильнозасоленных солончаках морского и пойменного происхождения более всего подходят галофитные кустарники: черный саксаул и черкез (саженцами), а также частично терескен (посев). Для хорошей приживаемости галофитных кустарников на автоморфных солончаках их целесообразно поддержать редкими (два-три раза в начале вегетационного периода)

небольшими поливами сбросными водами невысокого засоления (до 2 г/л) в первые два года.

5. Принимая во внимание прогнозируемое сокращение речного стока рек Амударьи и Сырдарьи и нарастающий дефицит водных ресурсов в Центральной Азии, погибающие тугайные экосистемы, вышедшие из режима поемного затопления в связи с антропогенным зарегулированием стока, необходимо преобразовывать в галофитные продуктивные пастбища путем посадки кустарников саксаула и черкеза, а также терескена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Акжигитова Н.И. 1982. Галофильная растительность Средней Азии и ее индикационные свойства. Ташкент: ФАН УзССС. 192 с.

Аламанов С.К., Лелевкин В.М., Подрезов О.А., Подрезов А.О. 2006. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии. Москва-Бишкек. 188 с.

Берсенева И.А. 2006. Климаты аридной зоны // Биологические ресурсы и природные условия Монголии. Труды совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции. Т. XLVI. М.: Наука. 287 с.

Каверин В.С., Салимов А.-Б.А. 2000. Перспективные улучшения экологической обстановки на осушившемся дне Аральского моря методами лесомелиорации // Новости науки Казахстана. Алматы. № 1. С. 13-21.

Кузьмина Ж.В. 2007. Анализ изменений многолетних метеорологических характеристик и их воздействие на динамику экосистем // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Науки о земле. Естественные науки. Спецвыпуск. № 6. С. 73-78.

Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 1997. Засоление почв и динамика пойменной – тугайной растительности // Почвоведение. № 6. С. 726-735.

Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 2001. Современное состояние флоры и растительности заповедника “Бадай-Тугай” в связи с изменением гидрологического режима // Ботанический журнал. Т. 86. № 1. С. 73-84.

Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б. 1984. К вопросу о фитомелиорации осушающихся побережий Арала // Проблемы освоения пустынь. № 4. С. 61-71.

Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ямнова И.А., Новикова А.Ф., Благоволин Н.С. 1996. Природное и антропогенное засоление почв бассейна Аральского моря. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 187 с.

INFLUENCE OF CLIMATIC FLUCTUATIONS AND WAYS OF PLANTING HALOPHYTIC BUSHES ON RESULTS OF PHYTOMELIORATION OF SOLONCHAKS IN PRIARAL’E

© 2010. Zh.V. Kuz'mina*, S.Ye. Treshkin**

**Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences*
Russia, 119333 Moscow, Gubkina str., 3. E-mail: jannaKV@yandex.ru
***Russian Academy of Agricultural Sciences*
Russia, 117218 Moscow, Krzhizhanovskogo str., 15/2. E-mail: biost@yandex.ru

Abstract. The results of experimental investigations of the formation of artificial pastures on the former bottom of the Aral Sea under conditions of rapid climate changes by using halophytic plant species are examined. On the base of long-term monitoring of climate, soils, vegetation and also tests on phytomelioration the new approaches have been developed to restoration of strong and middle salinization of marine solonchaks, formed on the Aral Sea drying bottom’s land.

Key words: climate change, precipitation, ecosystems, saline soils, solonchaks, halophytic plants.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2010, том 16, № 3 (43), с. 77-80

РЕЦЕНЗИИ

ПЕРВЫЙ АТЛАС ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ИРАНА

DARVISHSEFAT ALI A. 2006. ATLAS OF PROTECTED AREAS OF IRAN. UNIVERSITY OF TEHRAN, TEHRAN. 157+I-XI PP. (НА АНГЛИЙСКОМ И ПЕРСИДСКОМ ЯЗЫКАХ)

© 2010 г. В.М. Неронов

Учреждение Российской академии наук
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Россия, 119071 Москва, Ленинский проспект, 33. E-mail: rusmabcom@gmail.com

Реферат. Рассматривается первый Атлас охраняемых территорий Ирана, в котором представлены подробные карты четырех категорий охраняемых территорий, даны их описания (на английском и персидском языках) и справочные материалы о разнообразии растений и животных.
Ключевые слова. Иран, атлас, национальный парк, памятник природы, заказник диких животных, охраняемая территория.

На обширной территории Ирана (1.645 тыс. км^2), около 60% площади которого занимают горы, сказывается влияние сразу четырех биогеографических регионов суши (Ирано-Туранского, Евро-Сибирского, Сахаро-Аравийского и Судано-Синдского), что определяет высокий уровень ландшафтного и биологического разнообразия этой страны. Для сохранения уникального природного наследия в Иране были приняты самые решительные меры, которые неоднократно были описаны в различных публикациях (Неронов, 1974; De Vos, Wiles, 1978; Firouz, 1976; Firouz, 2005; Firouz, Harrington, 1976; Firouz et al., 1970; Makhdoum, 2008). В последние годы в формировании системы охраняемых территорий и охраны природы в Иране были достигнуты новые успехи, о чем свидетельствует издание в 2006 г. рассматриваемого «Атласа охраняемых территорий Ирана».

Надо отметить, что за достижения в картографии данный Атлас получил одну из престижных премий на XXIII Международной конференции по картографии (Москва, 4-10 августа 2007 г.). Атлас отпечатан в большом формате (33 х 48 см) и на каждой из его 157 страниц представлено описание фауны и флоры, природных особенностей, включая климатические показатели, фотографии охраняемых видов животных и растений, спутниковые снимки высокого разрешения, показывающие ландшафтное разнообразие, и карта одной (или нескольких более мелких по размерам) из четырех категорий охраняемых территорий, принятых в Иране. Тексты даны на английском и персидском языках. Основная карта, на которой представлены все охраняемые территории в соответствии с занимаемой ими площадью, составлена в масштабе 1 : 400 000. Кроме того, имеется карта в масштабе 1 : 10 000 000, где показано распределение охраняемых территорий на фоне пяти флористических зон, выделенных по происхождению и разнообразию высших растений (более 8 тысяч видов). Приведен также полный список растений и животных, упомянутых в описаниях на страницах Атласа (латинские и английские названия).

В течение 1967-1971 гг. в Иране прошли различные реформы государственных учреждений, в результате которых Департамент охоты и рыболовства был объединен с Департаментом по охране окружающей среды. В 1974 г. Парламент принял Закон об охране и улучшении окружающей среды, в котором были перечислены уже четыре различных категории охраняемых территорий: Национальный парк (National Park), Национальный памятник природы (National Natural Monument), Заказник (Wildlife Refuge) и Охраняемая

территория (Protected Area), определение которых несколько отличалось от категорий, принятых Международным союзом охраны природы (IUCN). Если первые три категории более или менее понятны для специалистов по заповедному делу, работающих в разных странах, то последняя - «Охраняемая территория» (Protected Area) требует дополнительного разъяснения. К «Охраняемым территориям», а их число уже достигло в Иране 92 (табл.), могут быть отнесены довольно обширные по площади территории, создаваемые с целью сохранения и восстановления местообитаний растений и животных. Они могут быть использованы и для проведения научных исследований и программ по образованию. Туризм и использование природных ресурсов на таких территориях также могут быть разрешены, но при условии, что в каждом конкретном случае подготовлен детальный менеджмент-план.

Таблица. Количество и площадь различных категорий охраняемых территорий в Иране (по состоянию на 2006 г.; по: Darvishsefat et al., 2008). **Table.** The number and area of different categories of protected territories in Iran (data are as of 2006; according to: Darvishsefat et al., 2008).

Категория ООПТ	Количество		Площадь		
	Количество	%	Площадь, га	%	% от общей площади страны
Национальный парк	19	11.88	1750739	14.81	1.06
Национальный памятник природы	16	10	19473	0.16	0.01
Заказник диких животных	33	20.62	3578338	30.26	2.17
Охраняемая территория	92	57.50	6476049	54.77	3.93
Всего	160	100	11824599	100	7.17

Уже к середине 70-х годов в Иране было создано 13 национальных парков, два национальных памятника природы, 27 заказников и 23 «охраняемых территории», с общей площадью в 7.6 млн. га. Число объектов в каждой из этих четырех «основных» категорий со временем продолжало увеличиваться, что нашло отражение в рецензируемом первом Атласе охраняемых территорий Ирана. Одновременно в Иране стали создаваться и другие виды территорий для охраны природы: водно-болотные угодья, охраняемые реки (на севере страны общая длина таких рек составила более 700 км), строго охраняемые заказники для диких животных (Sanctuaries), биосферные заповедники и участки, где охота полностью закрыта (No-hunt areas). В последнем случае создание таких участков можно считать еще одним инновационным предложением для охраны природы, родившимся именно на территории Ирана, где охота с древних времен была весьма популярна (Неронов, 1974).

В 1971 г. в Иране проходила Международная конференция, на которой была принята Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц. Она широко известна среди специалистов по месту ее проведения, как Рамсарская конвенция, и фактически это был первый международный документ, призывающий страны обратить внимание на необходимость бережного отношения к одному из важных компонентов биосферы. После ее подписания в Иране была проведена инвентаризация всех водно-болотных угодий, для 152 таких объектов были определены дополнительные меры по охране и мелиорации, а 22 водно-болотных угодья в разные годы были внесены в Международный список Рамсарской конвенции.

Кроме вклада в выполнение Рамсарской конвенции, важно подчеркнуть, что Иран был одной из первых стран, активно поддержавших программу ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ). Программа была начата в 1971 г. и перед ней была поставлена цель - найти оптимальные варианты природопользования, чтобы избегать возникающих конфликтов между охраной окружающей среды и экономическим развитием. В рамках программы МАБ в разных странах стали создаваться биосферные заповедники, Всемирная сеть которых к началу 2010 г. охватила 107 стран, а их число достигло 553. Еще в 1976 г. по решению ЮНЕСКО во Всемирную сеть было включено 9 биосферных заповедников, созданных на территории Ирана. С кратким описанием природных особенностей и основных занятий населения, проживающего в их пределах, можно ознакомиться на сайте ЮНЕСКО/МАБ (http://www.unesco.org/mabdb/br/). Отмечу только, что водно-болотные экосистемы в четырех биосферных заповедниках (Arjan, Hara, Lake Oromeeh, Miankaleh) включены в Список Рамсарской конвенции, и тем самым они стали объектом самых различных исследований и комплексного экологического мониторинга. В биосферном заповеднике Touran была проведена разработка и демонстрация методов борьбы с опустыниванием. По результатам этого проекта был подготовлен специальный отчет (Case study …, 1977), который был представлен на Конференции ООН по опустыниванию (Найроби, 1977).

В 2007 г. в Секретариат МАБ из Ирана поступила заявка на утверждение двух новых биосферных заповедников (Dana, Tang Sayyad). Окончательное оформление необходимых документов с учетом требований Севильской стратегии и Мадридского плана действий в ЮНЕСКО пока еще не закончено. Представление на номинацию после продолжительного перерыва двух новых биосферных заповедников наглядно показывает, что в Иране уделяется серьезное внимание расширению участия во Всемирной сети биосферных заповедников с учетом новых требований Программы МАБ. Очевидно, благодаря созданию обширной сети охраняемых территорий (табл.), в ближайшем будущем можно ожидать новых заявок для номинации биосферных заповедников, что позволит полностью охватить ими все имеющиеся в Иране участки с высоким уровнем биологического и ландшафтного разнообразия.

Необходимо отметить, что важные детали в управлении разными категориями охраняемых территорий в Иране описаны в книге «Complete fauna of Iran» (Firouz, 2005), рецензия на которую была опубликована в журнале «Аридные экосистемы» (Бобров и др., 2007).

В целом, данный Атлас охраняемых территорий Ирана может служить примером для других стран – участниц Конвенции о биологическом разнообразии, где пока не создано такой разветвленной сети охраняемых территорий и не завершена комплексная оценка их роли в сохранении биологического разнообразия. Россия может гордиться своей обширной сетью охраняемых территорий разных категорий (в том числе, 39 биосферных заповедников), но, к сожалению, атласа этих территорий пока не создано и это, несомненно, одна из первоочередных задач на ближайшее будущее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бобров В.В., Ильяшенко В.Ю., Хляп Л.А. 2007. Рецензия на книгу «Полный обзор фауны Ирана» // Аридные экосистемы. Том 13. № 33-34. С. 165-167.

Неронов В.М. 1974. Охота и охрана природы в Иране // Охота и охотничье хозяйство. № 2. С. 42-44.

Case study on desertification. Iran: Turan. 1977. Department of the Environment, Tehran. Iran. 97 pp.

Darvishsefat A.A., Khosravi A., Borzuii A. 2008. Concept of the National Atlas of Protected Areas of Iran and its Realization // GIS in Environmental Management. Stockholm. Sweden. P. 1-9.

De Vos A., Wiles J. 1978. Iran: National Park System Development // International Experience with National Parks and Related Reserves. The Department of Geography. University of Waterloo. Canada. P. 335-356.

Firouz E. 1976. Environmental and Nature Conservation in Iran // Environmental Conservation. Vol. 3. No. 1. P. 33-42

Firouz E. The Complete Fauna of Iran. 2005. I.B. Tauris Publisher. New York. 322 pp.

Firouz E., Harrington F.A. 1976. Iran: concepts of biotic community conservation. IUCN Occasional. IUCN, Morges. Switzerland. 32 pp.

Firouz E., Hassinger J.D., Ferguson D.A. 1970. The Wildlife Parks and Protected Regions of Iran // Biological Conservation. Vol. 3. No. 1. P. 37-45.

Makhdoum M.F. 2008. Management of protected areas and conservation of biodiversity in Iran // International Journal of Environmental Studies. Vol. 65. No. 4. P. 563-585.

THE FIRST ATLAS OF PROTECTED AREAS OF IRAN
DARVISHSEFAT ALI A. 2006. ATLAS OF PROTECTED AREAS OF IRAN. UNIVERSITY OF TEHRAN, TEHRAN. 157+I-XI pp. (in English and Persian languages)

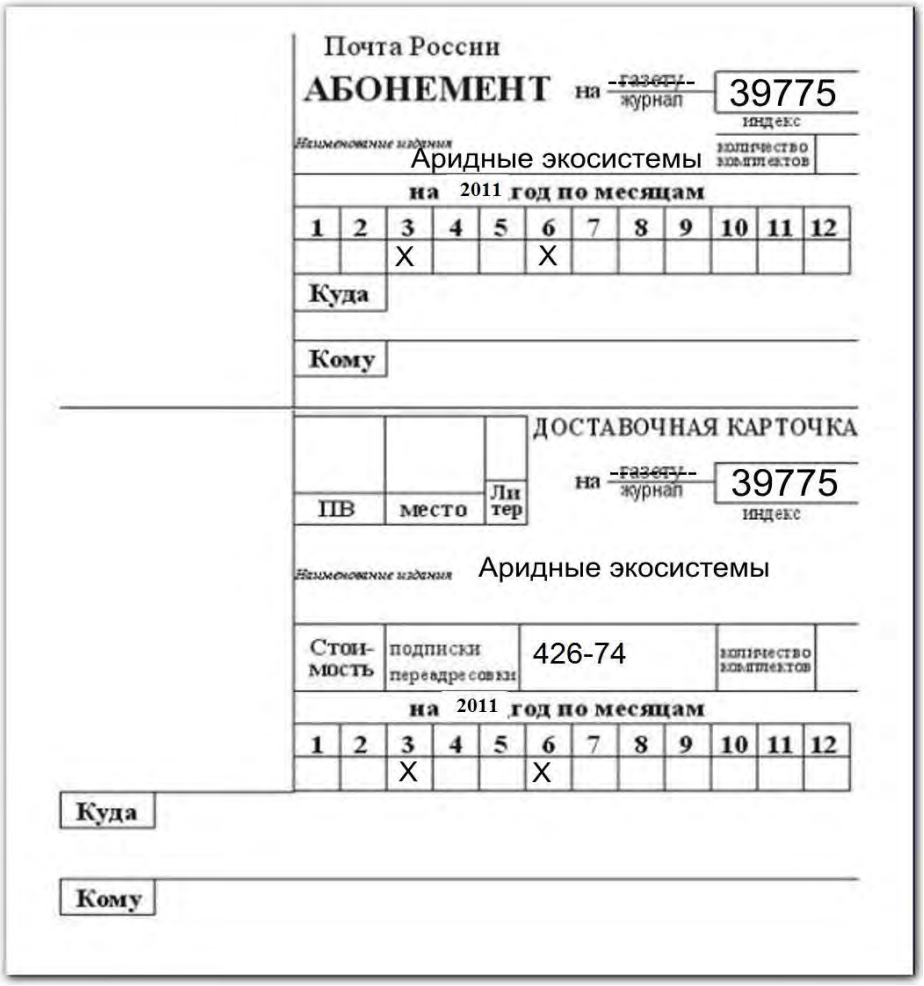
© 2010. V.M. Neronov

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of sciences (RAS)
Russia, 119071 Moscow, Leninsky prospect, 33. E-mail: rusmabcom@gmail.com

Abstract. The first atlas of protected areas of Iran is considered. In the atlas detailed maps of four categories of protected areas, their descriptions (in English and Persian languages) and background materials on plant and animal diversity are presented.

Key words: Iran, atlas, national park, nature monument, wildlife sanctuary, protected area.

Уважаемые коллеги, журнал “Аридные экосистемы” выходит 4 раза в год.
Вы можете подписаться на него в почтовых отделениях. Подписной индекс 39775, информация размещается в объединенном каталоге "Пресса России" подписка на 2011 г., первое полугодие, 1-й том – "Газеты и журналы". Тел. по подписке журнала (495)692-58-94.



Почта России

АБОНЕМЕНТ на ~~газету~~ журнал 39775 индекс

Наименование издания Аридные экосистемы количество комплектов

на 2011 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		X			X						

Куда

Кому

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА

ПВ | место | Литер

на ~~газету~~ журнал 39775 индекс

Наименование издания Аридные экосистемы

Стоимость | подписки переадресовки | 426-74 | количество комплектов

на 2011 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		X			X						

Куда

Кому

ISSN 1993-3916

ЖУРНАЛ АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ 2010. Т. 16. № 3 (43)

JOURNAL ARID ECOSYSTEMS 2010. Vol. 16. № 3 (43)

Учредители: Учреждение Российской академии наук Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН (ПИБР ДНЦ РАН), Учреждение Российской академии наук Институт водных проблем РАН (ИВП РАН).
Свидетельство о регистрации в Роскомнадзоре – ПИ № ФС77-36951 (Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций).

ТОВАРИЩЕСТВО НАУЧНЫХ ИЗДАНИЙ КМК

Формат 60х 84 $^1/_8$	Объем 6,5 п.л.
Тираж 200 экз.	Заказ №

115598, Москва, ул. Ягодная , 12
Типография Россельхозакадемии

Индекс 39775 (каталог «Пресса России»)