ISSN 1993-3916

Том *Volume* **21** **Номер** Number **4 (65)** **Декабрь** December **2015**

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

2015

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
WATER PROBLEMS INSTITUTE
DEPARTMENT OF BIOLOGICAL SCIENCES RAS
DAGESTAN SCIENTIFIC CENTER
PRICASPIYSKIY INSTITUTE OF BIOLOGICAL RESOURCES
INSTITUTE OF GEOLOGY

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

ARID ECOSYSTEMS

Vol. 21, No. 4 (65), 2015, DECEMBER
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, G. Björklund (Sweden), S.-W. Breckle (Germany), K.B. Gongalsky, P.D. Gunin, A. Jilili (China), L.A. Dimeeva (Kazakhstan), T.D. Zinchenko, I.S. Zonn, R.V. Kamelin, Zh.V. Kuzmina, G.S. Kust, Yu.A. Mazei, V.V. Neronov, L. Orlovsky (Israel), B. Oyungerel (Mongolia), A.A. Tishkov, V.I. Cherkashin, A.A. Chibilev, Z.Sh. Shamsutdinov
T.V. Dikariova (*executive secretary*)

Editorial council:
A.B. Biarslanov, M. Glantz (USA), Zhigang Jiang (China), M.H. Durikov (Turkmenistan), P.M.-S. Muratchaeva, V.M. Neronov, E.A. Rustamov (Turkmenistan), I.V. Springuel (Egypt), N.Z. Shamsutdinov, P. Shafroth (USA), R.V. Jashenko (Kazakhstan)

Responsibilities for issue:
N.M. Novikova*, N.A. Volkova*

Addresses of Editorial Offices:
*Russia, 119333 Moscow, Gubkina str., 3, WPI RAS
Tel.: (499) 135-70-31. Fax: (499) 135-54-15
E-mail: arid.journal@yandex.ru

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

MOSCOW: KMK Scientific Press Ltd

2015

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

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

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Том 21, № 4 (65), 2015, декабрь
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, Г. Бйоклунд (Швеция), С.-В. Брекле (Германия), К.Б. Гонгальский, П.Д. Гунин, А. Джилили (Китай), Л.А. Димеева (Казахстан), Т.Д. Зинченко, И.С. Зонн, Р.В. Камелин, Ж.В. Кузьмина, Г.С. Куст, Ю.А. Мазей, В.В. Неронов, Л. Орловская (Израиль), Б. Оюнгерел (Монголия), А.А. Тишков, В.И. Черкашин, А.А. Чибилев, З.Ш. Шамсутдинов,
Т.В. Дикарева (*Ответственный секретарь*)

Редакционный совет
А.Б. Биарсланов, М.Г. Гланц (США), Джиганг Джанг (Китай), М.Х. Дуриков (Туркмения), П.М.-С. Муратчаева, В.М. Неронов, Э.А. Рустамов (Туркмения), И.В. Спрингель (Египет), Н.З. Шамсутдинов, П. Шафрот (США), Р.В. Ященко (Казахстан)

Ответственные за выпуск:
Н.М. Новикова*, Н.А. Волкова*

Адреса редакции:
*Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, 3, ИВП РАН
Телефон: (499) 135-70-31, 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@mail.ru

Москва: Товарищество научных изданий КМК

2015

© Журнал основан в 1995 г.
Издается при поддержке
Прикаспийского института биологических ресурсов и
Института геологии Дагестанского научного центра Российской академии наук,
Института водных проблем Российской академии наук,
Товарищества научных изданий КМК
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.
Подписной индекс русской версии журнала 39775 в 1 томе каталога «Пресса России»

The journal has been founded in 1995.
It is published under support of
Pricaspiyskiy Institute of Biological Resources
Dagestan Scientific Center of Russian Academy of Sciences,
Water Problems Institute of Russian Academy of Sciences,
KMK Scientific Press Ltd
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
Subscription index of the Russian version of the journal 39775
is in the 1 volume of catalogue «Press of Russia»

Журнал включен в систему Российского индекса научного
цитирования (РИНЦ) eLIBRARY.RU, в список Реферируемых
журналов и Базы данных ВИНИТИ, входит в Перечень изданий,
рекомендованных ВАК РФ, с 2011 г. переводится на английский
и распространяется издательством Springer за пределами России.
Сведения о журнале ежегодно поступают в международную
справочную систему «Ulrich's Periodicals Directory».
Информация о журнале, правила для авторов располагаются на сайте www.iwp.ru; архив
полнотекстовых статей по адресу http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8404&code=99990527

The journal is included in the system of the Russian science index
citation (RINC) eLIBRARY.RU, in the list of reviewed journals,
database of VINITI and in the list editions, recommended
by Higher Attestation Commission of Russian Federation.
It is translated from Russian to English and distributed by Springer
Publisher House outside of Russia.
Information about the journal is annually has sent in the International
inquiry system of the «Ulrich's Periodicals Directory».
Information about Journal and Rules for authors are at the site
www.iwp.ru; archive of full-text articles are at the site
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8404&code=99990527

СОДЕРЖАНИЕ

Том 21, номер 4 (65), 2015 декабрь

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Мониторинг и картографирование деградации растительных формаций в экосистемах аридного Приаралья
Л.Я Курочкина 5-21

Влияние изменения климата на эрозионные процессы в республике Башкортостан
Н.В. Соболь, И.М. Габбасова, М.А. Комиссаров 22-28

Трофическая структура сообщества герпетобионтных насекомых прибрежной экосистемы соленого озера в Южной Сибири по данным изотопного анализа
И.И. Любечанский, Р.Ю. Дудко, А.В. Тиунов, В.Г. Мордкович 29-38

Динамические изменения наземных экосистем поймы и дельты Нижней Волги под влиянием зарегулирования речного стока и климатических флуктуаций
Ж.В. Кузьмина, С.Е. Трешкин, Т.Ю. Каримова 39-53

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

Водно-солевой режим черноземов Центрально-черноземного региона
Т.А. Девятова, Л.А. Яблонских, Л.А. Алаева, А.В. Белик, Е.А. Негробова, И.В. Румянцева 54-60

Особенности пространственного распределения растительности восточной части Зайсанской котловины
Л.А. Димеева, Б.М. Султанова, В.Н. Пермитина, А.Ф. Исламгулова, А.В. Кердяшкин 61-74

Распространение и современное состояние редких видов растений на плато Устюрт в Узбекистане
Х.Ф. Шомуродов, Ш.У Сарибаева, А. Ахмедов 75-83

К методике изучения и оценки воздействия водохранилища на прибрежные территории
Н.М. Новикова, Н.А. Волкова, О.Г. Назаренко 84-94

Орнитокомплексы побережий Цимлянского водохранилища
И.Б. Шаповалова 95-105

CONTENTS

Volume 21, Number 4 (65), 2015 DECEMBER

SYSTEMATIC STUDY OF ARID TERRITORIES

Monitoring and mapping of vegetation formations degradation in ecosystems of arid Aral region

L.Ya. Kurochkina 5-21

The impact of climate change on erosion processes in the Republic of Bashkortostan

N.V. Sobol, I.M. Gabbasova, M.A. Komi 22-28

Trophic structure of ground-dwelling insects in the coastal zone of a salt lake in Southern Siberia: isotopic evidence

I.I. Lyubechanskii, R.Ju. Dudko, A.V. Tiunov, V.G. Mordkovich 29-38

Dynamic change of terrestrial ecosystems of floodplain and delta of Lower Volga under the influence regulation of river flow and climatic fluctuations

Zh.V. Kuzmina, S.E. Treskin, T.Y. Karimova 39-53

BRANCH PROBLEMS OF ARID LANDS DEVELOPMENT

Water-salt regime of chernozems of Central Black Soil Region

T.A. Devyatova, L.A. Yablonskykh, L.A. Alaeva, A.V. Belik, E.A. Negrobova, I.V. Rumyantseva 54-60

Peculiarities of spatial distribution of vegetation in the eastern part of Zaissan hollow

L.A. Dimeyeva, B.M. Sultanova, V.N. Permitina, A.F. Islamgulova, A.V. Kerdyashkin 61-74

Distribution and current status of rare plant species on the Ustyurt plateau in Uzbekistan

H.F. Shomurodov, U. Sh. Saribayeva, A. Akhmedov 75-83

The methodology for investigations and assessing the impact of the reservoir on the coastal territory

N.M. Novikova, N.A. Volkova, O.G. Nazarenko 84-94

The bird communities of the shores of the Tsimlyansk reservoir

I.B. Shapovalova 95-105

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №4 (65), с. 5-21

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 581.55:574

МОНИТОРИНГ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДЕГРАДАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ФОРМАЦИЙ В ЭКОСИСТЕМАХ АРИДНОГО ПРИАРАЛЬЯ

© 2015 г. Л.Я Курочкина

Институт ботаники и фитоинтродукции,
Министерство образования и науки Республики Казахстан
Казахстан, 050040 г. Алматы, ул. Тимирязева 36-Д.
E-mail: lidiya_kurochkina@yandex.ru

Поступила 30.04.2015

Определены параметры необходимого экологического мониторинга деградации зональных формаций растительности Северного Приаралья при оценке процессов опустынивания. Картографирование ориентировано на выявление степени, тенденций смен и роли доминантов в экосистемах. Дано определение функциональной значимости растительности.
Ключевые слова: формация растительности, экосистема, опустынивание, функциональная роль, сукцессия, мониториг.

Среди важных нерешенных проблем Северного Приаралья остаются вопросы недостаточной оценки тенденций дестабилизации окружающей среды и риска потери биоразнобразия на уровне экосистем и устойчивых зональных формаций растительности. В контексте Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием – (КБО ООН, 1992) материалы по растительным формациям ограниченны. В перечень основных типов опустынивания не включена деградационная динамика ведущих доминантов растительности, их индикаторная и функциональная роль. В связи с этим одной из основных целей иследования является обоснование особого типа опустынивания, характеризующего смену доминантов растительности в экосистемах – деструктуризацию, которая трактуется как риск потери средообразущей роли эдификаторного зонального вида. Исследование динамики растительности представляет научный интерес при разработке экологического мониторинга и землеустройства, необходимых при выполнении проекта: «Устойчивое функционирование и возможности реабилитации зональных экосистем Северного Приаралья», включенного в число фундаментальных исследований Института ботаники и фитоинтродукции (Казахстан) на 2015-2017 гг.

Методика

Для суверенного Казахстана, включающего основную часть границы степи и пустыни в центре Евразии, существенно рассмотрение трансграничных экосистем по границе аридных и субаридных зон и подзон. Среди них важное значение должно быть уделено анализу полидоминантных формаций полыней и комплексных экосистем в районе Северного Приаралья, испытывающего полувековое влияние усыхания Аральского моря. При изучении формаций растительности и экосистем (или биогеоценозов по В.Н. Сукачеву, 1942), нами включается оценка их полидоминантности, функциональной значимости (Курочкина, Кокарев, 2007), а также учет автоморфности (Быков, 1981). Зональные формации выделяются среди элементарных экосистем – биогеоценозов в масштабах 1:1000000, 1:2000000 и для комплексов и сочетаний – на уровне мезоэкосистем (Курочкина, 2007). В таблицах зональных формаций перечисляются элементарные экосистемы с доминированием или участием эдификаторных видов. Зональность рассматривается согласно представлениям российских и казахстанских геоботаников (Ботаническая география…, 2003; Сафронова, 2013). Исключается зона полупустынь, выделяемая на климатических, ландшафтных и почвенных картах. Признана и обоснована ботаниками граница степи и пустыни, проходящая между двумя подзонами: опустыненной степью и остепненной пустыней (Сафронова, 2006). Целесообразно рассматривать эти

подзоны как межзональные экотоны, содержащие переходные экосистемы (Мирзадинов, Курочкина, 1985). Эти экотоны связаны с пестротностью условий среды и полидоминантностью формаций.

Изучение опустынивания растительности проводится с учетом серий растительности, понимаемых нами как сукцессионные серии, как динамика растительности во времени в условиях однородной или слабо измененной среды обитания (Карамышева, Рачковская 1973; Курочкина 2003).

Для доминантов описываемых формаций дана характеристика фитоценотипа (по Быкову, 1965; 1983), функциональной значимости (по Курочкиной, Кокареву, 2007). Суммируются представления по универсальности организации аридных сообществ, слагающих формации (Курочкина, Шабанова, Лысенко, 1988). Универсальность заключается в структуре сообществ и посезонной передаче доминирующей роли функционирования и возобновления (саморегуляции в том числе) на ценопопуляционном уровне.

Распространение сукцессионных серий на пространственные экологические ряды противоречит принципам выделения элементарных экосистем при составлении карт опустынивания и деградации. Темпы и характер прохождения сукцессионных серий связаны с внутренней опасностью опустынивании экосистем (ВОО) – устойчивостью экосистем к внешним воздействиям. Впервые ВОО рассматривалась для аридных територий ограниченно, для песчаных и солончаковых территорий (Карта антропогенного..., 1990). Для Казахстана предложена более детальная шкала оценки, используемая при выделении степени опустынивания (Курочкина, Макулбекова, 2010). Категории опустынивания выделяются как степень (класс) деградации земель, в том числе растительности, по методике Конвенции по борьбе с опустыниванием (КБО). Степени опустынивания: слабое, умеренное, сильное, очень сильное. При составлении мелкомасштабных карт опустынивания (деградации) растительности добавляются промежуточные степени, характеризуемые по преобладающей и включающие фрагменты других степеней. Например, умеренная с фрагментами слабой, сильная с фрагментами умеренной и т.д. Степень опустынивания демонстрируется в таблицах и рисунках по формациям растительности. Степень оценивается по критериям проективного покрытия, возобновляемости доминирующих видов, их продуктивности, засоренности растительных сообществ, нарушению структуры растительного покрова и типов опустынивания растительности, почв, по проявлению многолетних засух, чрезмерному антропогенному использованию и т.д. Ограниченность методических оценочных показателей связана с существованием многочисленных источников и публикаций по опустыниванию в контексте КБО.

В качестве дополнительных индикаторов деградации растительности используются серии (сукцессионные серии) сообществ, устанавливаемые на экосистемном уровне по показателям биоразнообразия растительности, состоянию почв, влиянию погодных условий, периодических засух, фитоклимата, антропогенных воздействий, изменений влагообмена в экосистемах.

Функциональная роль растительности для формаций рассматривается по воздействию на компоненты окружающей среды в экосистемах, к которым относятся формации.

Основные параметры доминантов и их функциональной значимости демонстрирует таблица 1. Формации выделены условно по доминантам климакс-типа растительности. Картографирование в мелком масштабе (Ботаническая география…, 2003). Выбор зональных формаций для Северного Приаралья осуществлен на основе многолетних полевых исследований стационара «Терескент» (Биоэкологические..., 1968; Ресурсы биосферы, 1975; Кириченко, 1980), откорректированных при составлении тематических карт (Ботаническая география…, 2003; Огарь, Рачковская, 2010; Карта экологического…, 1991). Оценка опустынивания дана по карте деградации растительности (Курочкина, Макулбекова, 2010).

На период 1960-1990 гг. сообщества условно приняты как слабо нарушенные. При картировании опустынивания для типичных сообществ выделенных формаций в контексте Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием в настоящий период фиксируется степень умеренной и сильной деградации. Это подтверждается снижением порога устойчивости и ограничением саморегуляции и воспроизводства зональных видов. В этой связи устанавливается функциональная роль доминирующих видов растительных сообществ. Рассматривается тип воздействия и снижение ресурсной значимости (Курочкина, Кокарев, 2007). Снижение значимости растительных ресурсов, их продуктивности лежит в основе расчетов норматива использования. Среди типов воздействия растительности на компоненты экосистем выделяются: дифференцирующий, трансформирующий, стабилизирующий, интегрирующий, реконструирующий. Существенно отметить при этом роль

субдоминантов-индикаторов сукцессионных серий. Функциональная значимость растительности разнообразна. В том числе почвоформирующая, рельефостабилизирующая, водорегулирующая, пастбищная, галомелиоративная, ресурсная (оптимум ресурса в сообществах). Функциональный оптимум соответствует преобладающему проективному покрытию и продуктивности доминанта. Потеря функциональности - индикатор степени опустынивания. Устанавливается при сопоставлении показателей продуктивности и обилия доминантов.

Выделение типов и степени опустынивания проведено нами путем сравнения видового разнообразия растительных сообществ на мелкомасштабных картах экосистем (Ботаническая география…, 2003; Огарь, Рачковская, 2010), описаний растительности на крупномасштабных картах стационара «Терескент» (Биоэкологические…, 1969 и др.). Проведено дополнительное сопоставление фитоценотического разнообразия по перечню сообществ в легендах по картам кормовых угодий (Карта экологического…, 1991). Не совпадает определение видов полыней (*Artemisia terrae-albae* и *Artemisia semiarida)*. Последний выделен Н.С. Филатовой (1966) и ранее был объединен с *A. terrae-albae* (Флора Казахстана, 1966). Необходимо дополнительное уточнение. На будущих крупномасштабных картах будет уточнено доминирование *Haloxylon aphyllum* и ряда эфемероидов (*Poa bulbosa, Carex pachystilis)* для выявления тенденций смены доминантов и ареалов ценопопуляций.

Обсуждение результатов

Северное Приарлье расположено в границах зоны пустынь в пределах 58º00'-62º00' восточной долготы и 46º00'-48º00' северной широты, от реки Иргиз до Аральского моря. В исследовании растительности рассматривается Тургай-Североприаральский зонально-экологический округ, выделенный по фактору опустынивания растительности (Национальный Атлас…, 2010). Округ объединяет ранее обозначенные районы (Биоэкологические основы…, 1968): Тогузский равнинный бурых и такыровидных почв с полукустарничковой растительностью, пески Малые Барсуки с псаммофитнокустарниковыми сообществами, Жабысайский холмисто-равнинный солонцовых почв и Чокусинский район бурых почв с доминантами галоксерофитов. Волнистая денудационная равнина округа включает ряд столовых останцов с реликтовой флорой. Округ относится к северной пустыне с элементами степной растительности. Фрагменты степной флоры в полидоминантных формациях проявляются в субдоминировании степных злаков (*Stipa, Agropyron*) и полыней (*Artemisia tomentella* и *A. marschalliana*). Выявляются экотоны, особенно на опесчаненных почвах. Таким образом, подтверждается выделение полосы остепненной пустыни и опустыненной степи (Ботаническая география…, 2003) вместо зоны полупустынь.

В Торгай-Североприаральском округе отмечается: фоновое состояние растительности на 40% территории; на 60% территории – опустынивание: с фрагментами слабого (25%), сильного (15%) и очень сильного (20%). Климат очень сухой, умеренно жаркий, ГТК < 0.4, ТК – 0.96-1.98. Согласно данным климатологов Казахстана в описываемом округе атмосферная засуха в 2010 г., рассчитанная по ГТК составляла 0.4-0.6; сумма осадков – 100-150 мм; сумма температур выше +10ºС – 3000-3020ºС, ТК – 0.94-4.24.

С.А. Долгих (2006) рассматривает приводимые показатели как климатические предпосылки опустынивания. Однако, следует заметить, что среднемноголетние показатели ГТК и ТК (интегральные показатели тепло- и влагообеспеченности) не могут служить точным индикатором опустынивания и характеризуют не деградацию растительности или почв, а их зональность. Поэтому оценку ТК как "благоприятный" и "неблагоприятный" (Долгих, 2006) для экосистем климат считаем несостоятельной. Для правильного выбора климатических воздействий необходима информация по конкретным условиям среды, растительности и почв в сезонном фитоклиматическом разрезе, что демонстрируют подобные разработки для юго-востока России (Золотокрылин, Виноградова, 2007).

При дальнейших исследованиях данные, по возможности, будут уточнены для конкретных условий изучаемых ключевых участков. В выделенном округе преобладают полукустарничковые (полынные и солянковые) сообщества плакоров, а на песках – злаково-песчанополынно-кустарниковые. Следует отметить, что на мелкомасштабных картах экосистем (Национальный Атлас…, 2010) отмечалась так называемая "восстановленная растительность", представляющая логическое умозаключение по климакс-типу. Для Северного Приаралья в стационарных условиях характеризовались реальные биогеоценозы конкретных участков на площади более 6000 га.

Отмечено слабое нарушение. В 2005-2010 гг. регистрируется (Курочкина, Макулбекова, 2006; Национальный Атлас…, 2010) умеренное опустынивание с фрагментами сильного (рис. 1).

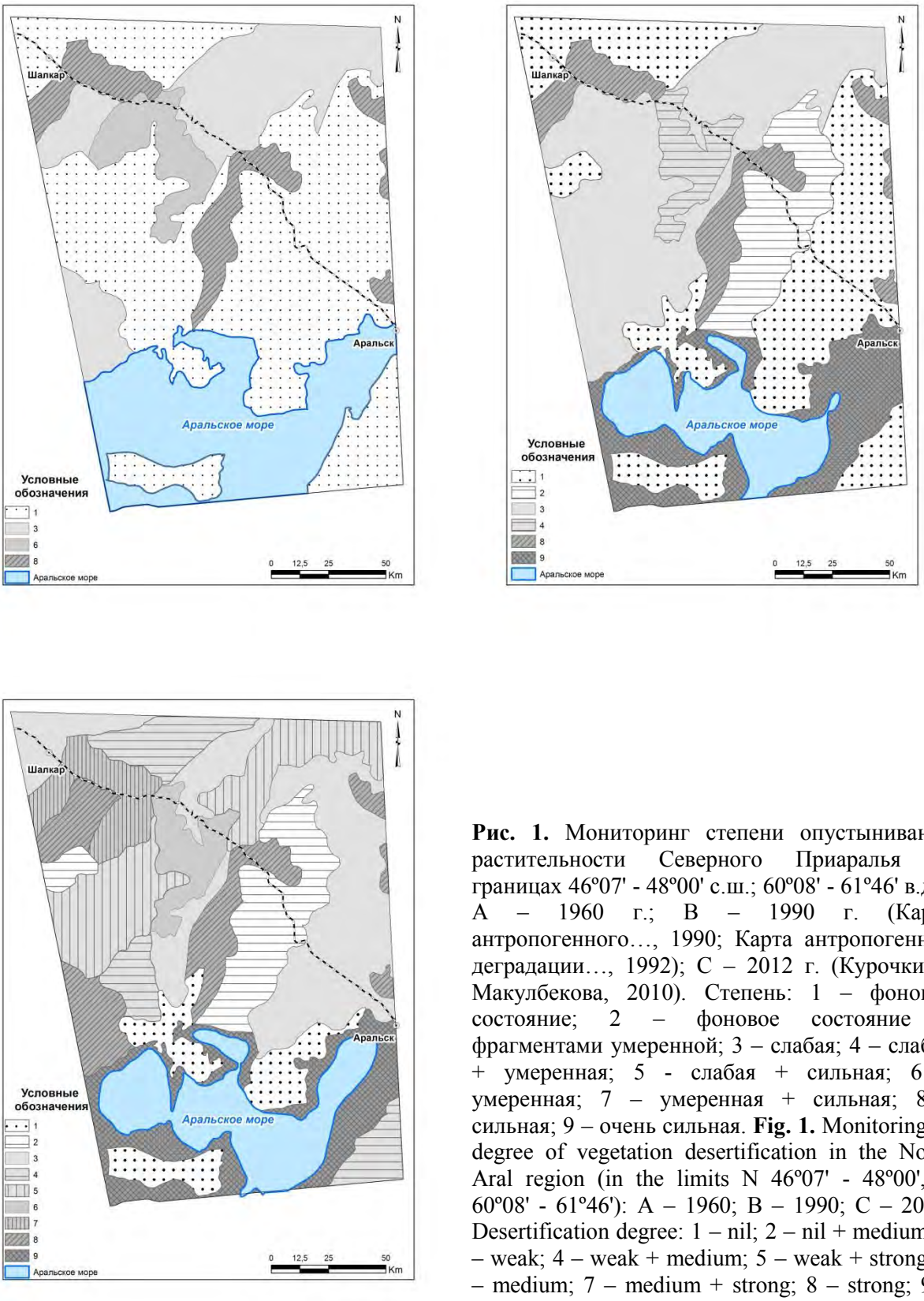


Рис. 1. Мониторинг степени опустынивания растительности Северного Приаралья (в границах 46º07' - 48º00' с.ш.; 60º08' - 61º46' в.д.): А – 1960 г.; В – 1990 г. (Карта антропогенного…, 1990; Карта антропогенной деградации…, 1992); С – 2012 г. (Курочкина, Макулбекова, 2010). Степень: 1 – фоновое состояние; 2 – фоновое состояние с фрагментами умеренной; 3 – слабая; 4 – слабая + умеренная; 5 - слабая + сильная; 6 – умеренная; 7 – умеренная + сильная; 8 - сильная; 9 – очень сильная. **Fig. 1.** Monitoring of degree of vegetation desertification in the North Aral region (in the limits N 46º07' - 48º00', E 60º08' - 61º46'): A – 1960; B – 1990; C – 2012. Desertification degree: 1 – nil; 2 – nil + medium; 3 – weak; 4 – weak + medium; 5 – weak + strong; 6 – medium; 7 – medium + strong; 8 – strong; 9 – very strong.

Анализ опустынивания растительности на уровне формаций проведен на основе современных и ретроспективных данных по структуре и динамике растительности по литературным источникам (Биоэкологические…, 1968; Национальный Атлас …, 2010; Карта экологического…, 1991 и др.).

Для Северного Приаралья растительность зональных экосистем представлена формациями: 1 – белоземельнополынников (*Artemisia terrae-albae*) на бурых почвах плакоров; 2 – серополынников (*Artemisia semiarida*) на бурых, светлокаштановых и солонцовых почвах. 3 – биюргунников (*Anabasis salsa*) на солонцах пустынных, 4 – черносаксаульников (*Haloxylon aphyllum*) на бурых почвах; 5 – чернобоялычников (*Salsola arbusculiformis*) на щебнистых малоразвитых почвах по склонам останцов; 6 – группа формаций псаммофитных кустарников (с преобладанием видов *Calligonum*) на песках. Далее по картам Национального Атласа Республики Казахстан (Курочкина, Макулбекова, 2010) характеризуется опустынивание, индицируемое на основании формаций, репрезентативных для Северного Приаралья (табл. 1).

Таблица 1. Основные показатели доминантов формаций. **Table 1.** Main parameters of vegetation formations dominants.

Показатель	Формация					
	Artemisia terrae-albae	*Anabasis salsa*	*Haloxylon aphyllum*	*Salsola arbusculiformis*	*Calligonum* spp.	*Artemisia semiarida*
Фитоценотип	ДД, ДС	ДД	ДР (СД)	ДР	ДР	ДД
Биоморфа	Полукус-тарничек	Полукус-тарничек	Пустынное дерево	Кустарник	Кустарник	Полукус-тарничек
Экоморфа	Х (ксерофит)	НаХ - галоксерофит	Х, Рm, На	Х - эвксерофит	Рm - псаммофит	Х
Высота, см корни, см	15-25 85 (80)	15 50	400 1000	80 (100) 60	150 200	-
Функциональная значимость	Со, Ср, Лс, Пз, Эз, Р, К, (С) Т	Ср, Вр, Лс, Пз	Ср, Со, Пз, Эз, Вр, Экс, КТР	Со, Ср, Пе, Эр, Экс, Пф, Пз, К, Ср, Т	Пф, Ср, Вр, Пз, М, КТ	Ср, Лс, Пз, Эз, К
ВОО	-	Умеренная	Умеренная	Сильная	Сильная	Умеренная

Примечание: ДД – доминант дензектор (густой); ДС – доминант коннектор (связывающий); ДР – доминант патулектор (открыто стоящий) (по Быкову, 1965). Функциональная роль: Лс – ландшафтностабилизирующая; Ср – средообразующая; Пз – почвозащитная; Пф – почвоформирующая; Вр – водорегулирующая; Эз – эрозионнозащитная; Экс – стациобиологическая (местообитания животных); Г – галомелиоративная; К – кормовая; С – сенокосная; Т – топливная; Р – сырьевых ресурсов; ВОО – внутренняя (природная) опасность опустынивания.

Формация белоземельнополынников на бурых почвах плакоров. (*Artemisia terrae-albae*). Полынь белоземельная полукустарниковый доминант коннектор второго яруса (Быков, 1965), создает основную продуцирующую ценопопуляцию. Основной средообразующий вид Казахстанской пустыни от Волжско-Уральского междуречья до восточной границы Республики. Показатели вида и функциональная роль в экосистеме показана в табл. 1.

Флористическое разнообразие сообществ и характер установленного опустынивания (рис. 2) подчеркивают особенности деградации растительности в экосистемах – опесчанивание почв, засоление и др. Преобладающая степень опустынивания умеренная, с фрагментами слабой. Но, среди перечисленных в таблице 2 пяти сообществ, отмечен особый тип опустынивания – деструктуризация, связанный с процессом смены доминанта (и экосистемы) и потерей основной функциональной роли полыни белоземельной, как доминанта. Заметим, однако, что отмечаемая смена белоземельнополынников на изенники (*Kochia prostrata*) благоприятна для пастбищ и не ухудшает их ценность. Это можно рассматривать как процесс саморегуляции, как и в случае доминирования в сообществах мятлика (*Poa bulbosa*), вида, считаемого антропогенным, или свойственным только для зоны южных и предгорных пустынь (Ботаническая география…, 2003).

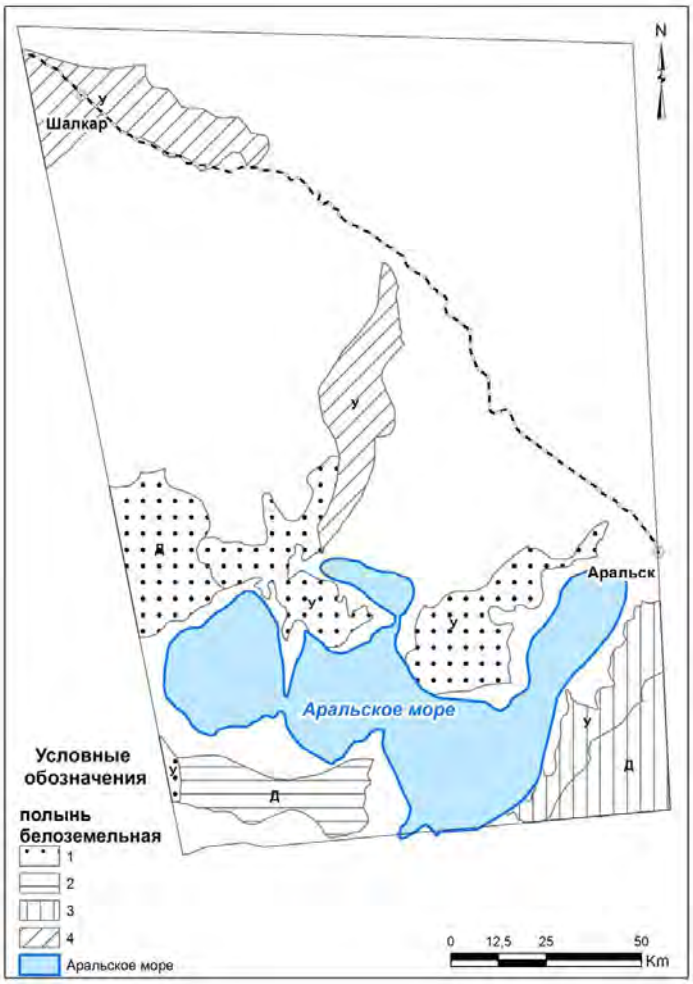


Рис. 2. Степень опустынивания сообществ с доминированием (Д) и участием (У) полыни белоземельной (Курочкина, Макулбекова, 2010; Щербинина, 1971). Степень: 1 – фоновое состояние; 2 – фоновое состояние + умеренная и сильная; 3 – слабая + сильная; 4 – умеренная. **Fig 2.** Desertification degree of plant communities with dominance (Д) and participation (У) of *Artemisia terrae-albae*. Degree: 1 – nil; 2 – nil + medium + strong; 3 – weak + strong; 4 – medium.

Сообщества итсигековых и черносаксауловых белоземельнополынников не отмечаются на мелкомасштабных картах экосистем, но имеют непосредственное отношение к динамике растительности. На основании данных по описанию фитоценозов можно заключить, что саксаул черный (*Haloxylon aphyllum)* сменился на итсигек (*Anabasis aphylla)*, являющийся его конкурентом. Итсигек, или анабазис безлистный – древеснеющий полукустарник со стержневым корнем, глубиной более 7 метров, обильно ветвящимся в биогоризонтах почвы, наиболее увлажненных за счет атмосферных осадков, как и у саксаула и полыни. Саксаул, как фреатофит с корнями, достигающими глубины грунтовых вод, в условиях природных засух теряет это свойство и слабо возобновляется. Итсигек же более устойчив, по сравнению с саксаулом он обладает большей тенденцией к углублению корневой системы и освоению влаги более глубоких почвенных горизонтов (Клышев, 1961). Смена доминирования полыни на эфемероиды близка к флуктуациям, объяснимым засухами. Доминирование эфемероидов способствует иссушению верхних биогоризонтов почвы и препятствует возобновлению полукустарничков. Их развитие возможно из-за ранней и короткой вегетации. В условиях бурых почв полынь развивает вторичные корни в биогоризонте 3-20 см, но позже

отрастания мелкотравья. Доминирование эфемероидов, как устойчивую смену, можно назвать субклимаксовой или функционально-регулирующей. Подобные смены отмечаются и для других растительных формаций пустыни.

Таблица 2. Опустынивание растительности в формации полыни белоземельной (*Artemisia terrae-albae*). **Table 2.** Desertification of vegetation in formation of *Artemisia terrae-albae.*

Сообщества	Опустынивание				
	Степень	Тип	Индикатор	Серия	Снижение функциональной роли, %
Эфемероидно-итсигековый белоземельнополынник на бурых пустынных нормальных почвах плакоров подзоны северных пустынь	Умеренная с фрагментами сильной	Деструкту-ризация	Итсигек	Итсигековая	10 (40 для ресурсной роли)
Боялычевый белоземельнополынник на бурых пустынных малоразвитых почвах останцов	Умеренная с фрагментами сильной	Деструкту-ризация	Неполночленость, слабая сформирован-ность почв	Боялычевая	30
Изенево-эфемероидное, белоземельнополынно-ревеневое на бурых пустынных нормальных почвах плакоров	Умеренная	Деструкту-ризация	Изень, доминирование эфемероидов	Изенево-мятликовая регулирующая	-
Черносаксаулово-белоземельнополынное на бурых пустынных солонцеватых почвах плакоров	Сильная	Деструкту-ризация	Изреженность саксаула, изень галофиты	Реликтовая	30 (50)
Белоземельнополынно-житняковая на бурых пустынных нормальных почвах окраин песков на месте белоземельнополынной	Умеренная	Опесчани-вание (дефляция)	Псаммофиты	Псаммофитная	-

По картам опустынивания (рис. 1, рис. 2) следует заключить, что белоземельнополинники на основе саморегуляции сохраняют зональную структуру при снижении пастбищных нагрузок (в период охраны участков стационара), но частично подвержены процессам деструктуризации, т.е. замене доминанта (*Artemisia terrae-albae)* на итсигек, включению и субдоминированию мятлика и сорных однолетников при изменении компонентов экосистем (почвы) в периоды многолетних засух. Нарушается возрастной спектр ценопопуляций, проективное покрытие, продуктивность по сезонам года.

В псаммофильных экосистемах (рис. 2) с участием полыни белоземельной отмечается сильное опустынивание, связанное с дефляцией почв. В годы, благоприятные по осадкам весенне-летнего периода, происходит зарастание песков полынями, что служит индикатором закрепления и усиления пылеватости верхних биогоризонтов слабосформированных песчаных почв. Очевидна восстановительная сукцессионная серия с усилением доминирования полукустарничков. Степени сильного опустынивания соответствует высокая ВОО и слабая сформированность рыхлых и пылеватых песков. На Карте экосистем (2006) в псаммофитных полынниках кроме *Artemisia arenaria,* отмечается и *A. semiarida,* выделенная из *A. terrae-albae* (Филатова, 1960). По данным И.Н.

Сафроновой (2003) *A. semiarida* на песках отсутствует. На бывшем побережье Аральского моря белоземельнополынники также сильно и очень сильно опустынены в результате перевыпаса в прошлом.

На северо-западе Малого Аральского моря полынь белоземельная участвует в формации сарсазана (*Halocnemum strobilaceum*). Ценопопуляция полыни подвержена сильному опустыниванию: она разрежена, всходы и прематурные особи единичны. Проявляется реструктуризация поверхности, формирование кочкарников под сарсазаном, увеличивающее засоление солончаковатых бурых почв, что препятствует возобновлению полыни.

Формация полыни серой (*Artemisia semiarida*) на бурых и каштановых почвах. Сообщества полыни серой (*Artemisia semiarida*) выделены в указанном ареале (рис. 3) И.Н. Сафроновой (2003) из описанных ранее на этой территории белоземельнополынников (Быков, 1965; Биоэкологические…, 1968). Материалов по расшифровке биоразнообразия и индикаторов опустынивания для серополынников недостаточно.

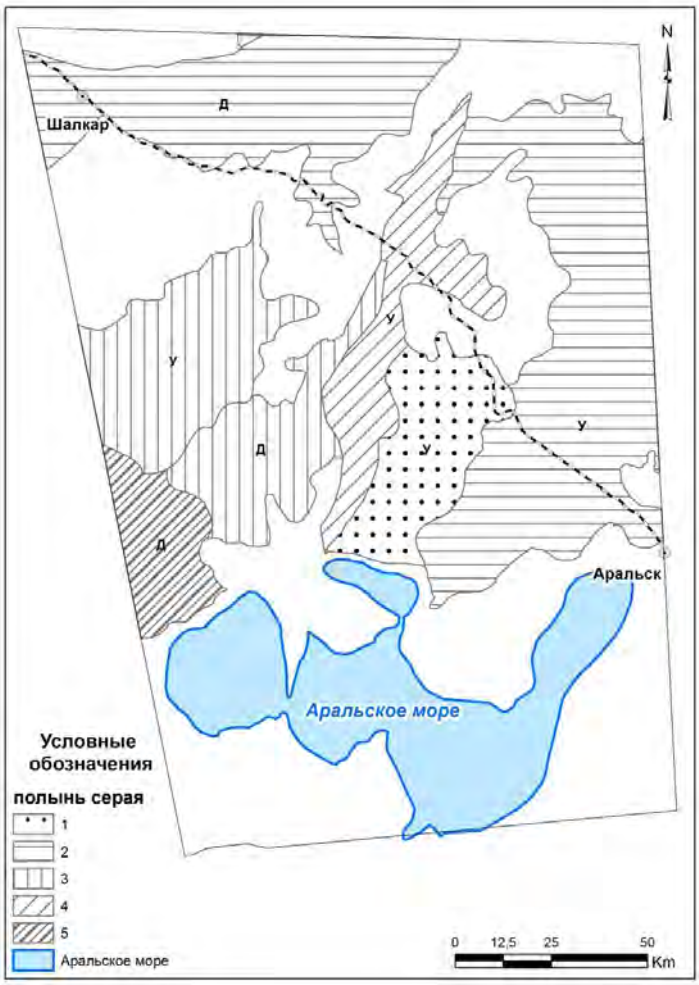


Рис. 3. Степень опустынивания сообществ с доминированием (Д) и участием (У) полыни серой (Ботаническая география…, 2003; Рачковская, 2010). Степень: 1 – фоновое состояние или слабая; 2 – слабая + умеренная; 3 – слабая + сильная; 4 – умеренная + сильная; 5 – сильная. **Fig 3.** Desertification degree of plant communities with dominance (Д) and participation (У) of *Artemisia semiarida*. Degree: 1 – nil or weak; 2 – weak + medium; 3 – weak + strong; 4 – medium + strong; 5 – strong.

Среди содоминантов указаны обильный мятлик (*Poa bulbosa*) и пустынно-степной тырсик (*Stipa sareptana*) – виды, характеризующие псаммофитные сообщества северной пустыни в экосистемах суглинистых, супесчанных, реже защебненных почв с автоморфным режимом (Огарь, Рачковская, 2010). Степень опустынивания серополынников Северного Приаралья умеренная, с фрагментами слабой, иногда сильной (рис. 3, табл. 3). Планируемые исследования при картировании и анализе ценопопуляций откорректируют приведенные данные и тенденции динамики формации в ряду полынников подрода Seriphidium, специфике североказахстанской серой полыни и общности ее сообществ с белоземельнополынниками. Заповедность территории и исключение антропогенного воздействия (выпаса скота) на стационаре «Терескент» (1960-1990 гг.) характеризует восстановление умеренно нарушенного растительного покрова по зональному типу доминантов. Есть основание предполагать наличие сообществ изеневых серополыников, с участием *Kochia prostrata*, выделяемых для предгорных пустынь, а также итсигековых на суглинистых почвах, аналогичных белоземельнополынополынникам. Гемипетрофитные варианты серополынников с содоминированием *Salsola arabusculiformis* также, вполне вероятно, будут выявлены и описаны по окраинам чинков на выветренных защебененных склонах. Характер межзональных эктоновых сообществ определяет содоминирование серой полыни, злаков (*Stipa*), с участием *Artemisia marschalliana, A. tomentella* и степного разнотравья в подзоне остепененных пустынь. Безусловно, влияет эдафический фактор – опесчанивание, о чем говорит экология видов полыней.

Таблица 3. Опустынивание растительности в формации полыни серой (*Artemisia semiarida*). **Table. 3.** Desertification of vegetation in formation of *Artemisia semiarida.*

Сообщества	Опустынивание				
	Степень	Тип	Индикатор	Сукцессия, серия	Снижение функциональной роли, (%)
Полынно-тырсовые (*Stipa capillata, S. lessingiana, Artemisia lessingiana, A. marschalliana, A. austriaca, A. semiarida*) на бурых нормальных почвах равнин	Умеренная	Засорение Деструктури-зация	Тырса, сорные виды полыни	Остепнение	20
Комплекс тырсово-серополынных (*Artemisia semiarida, Stipa sareptana*), биюргуновых (*Anabasis salsa*) и чернобоялычевых (*Salsola arbusculiformis*) на бурых солонцеватых почвах равнин, реже солонцах, иногда с тырсой и итсигеком (*Anabasis aphylla*)	Слабая + сильная	Засорение Деструктури-зация	Тырса, петрофитиза-ция	?	20-30
Комплекс полынных (*Artemisia semiarida*) серополынно-чернобоялычевых на бурых пустынных малоразвитых и бурых пустынных эродиро-ванных почвах вершин и склонов останцов	Слабая + сильная	Фрагменты засорения Деструктури-зация	Изень	?	20-30
	Слабая + умеренная				

Формация биюргуна (*Anabasis salsa*) на солонцах пустынных и такыровидных почвах. Биюргун – доминант дензектор второго яруса (Быков, 1965), иногда субдоминант и кондоминант в автоморфных экосистемах глинистых пустынь. Формация – представитель типа полукустарничковой растительности Приаралья (табл. 4) составляет комплексную растительность плакорного и плаккатного уровня (Биоэкологическая…, 1968; Щербинина, 1971), что характеризует ее полидоминантность, видовое (22-30 видов) и экосистемное разнообразие.

Таблица 4. Опустынивание растительности в формации биюргуна (*Anabasis salsa*). **Table 4.** Desertification of vegetation in formation of *Anabasis salsa.*

Сообщества	Опустынивание				
	Степень	Тип	Индикатор	Сукцессия Серия	Снижение функциональной роли, (%)
Эфемероидно-биюргуновые на солонцах пустынных	Слабая, умеренная	Засорение	Эбелек	Сорнотравная	20
Тырсиково-серополынные биюргунники на бурых пустынных солонцеватых почвах	Слабая + умеренная	Засорение	Тырсик	?	-
Биюргуново-полынные на бурых пустынных солонцеватых и такыровидных почвах равнин	Умеренная + сильная	Деструктуризация	Сорные полыни, мелкотравье	Псаммосерия	-
Лишайниково-биюргуновые на бурых пустынных эродированных склонах плато и чинках	Фоновое состояние, слабая	Эрозия	?	Реликтовая петросерия	-
Биюргуновые в комплексе с чернобоялычевыми, тасбюргуновыми	Умеренная	Засорение	Сорные полыни, мелкотравье	Галопетросерия	20-30

Невысокое проективное покрытие (до 30%) и неполнота использования биогоризонтов способствуют усилению экстремальности условий среды и мозаичности ценопопуляций. Особо следует отметить сообщества лишайниковых биюргунников. Наземный лишайниковый покров (около 10 видов преимущественно *Aspicilia*, а также *Parmelia vagans*). Проективное покрытие лишайников достигает 100%, а их биопродуктивность - более 100 ц/га. Лишайниковая сукцессионная серия является основной, реликтовой, но биюргун, как доминант (6-8 см, плохой жизненности, неполночленный по ценопопуляции, слабо возобновляется), можно считать остаточным. На мелкомасштабных картах не отмечены также эндемичные жузгуновые биюргунники (Ass. *Anabasis salsa, Calligonum bykovii*) на эродированных защебненных глинах чинка Алтын-Чокусу. Как реликтовые и эндемичные для Казахстана, сильно опустыненные и мало изученные, они представляют, наряду с лишайниковыми, особый научный интерес.

Опустынивание биюргуновых сообществ (рис. 4) слабое и умеренное. Возможно выделение фоновых участков, не подверженных деградации или восстановившихся при отсутствии выпаса. Индикаторами опустынивания экосистем являются: засоление, эрозия (щебнистость), слабое проектное покрытие растительностью, засорение, смена эфемероидов осенними галоксерофитами, возможное субдоминирование итсигека (*Anabasis aphylla*).

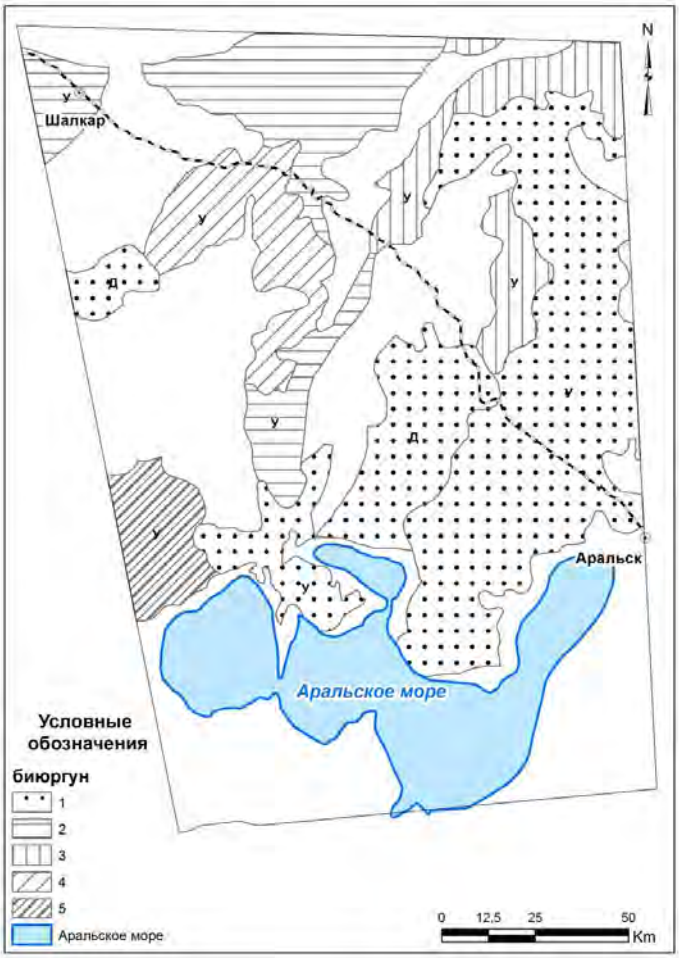


Рис. 4. Степень опустынивания сообществ с доминированием (Д) и участием (У) биюргуна. Степень: 1 – фоновое состояние + слабая; 2 – слабая + умеренная; 3 – слабая + умеренная + сильная; 4 – умеренная; 5 – сильная. **Fig 4.** Desertification degree of plant communities with dominance (Д) and participation (У) of *Anabasis salsa*. Degree: 1 – nil + weak; 2 – weak + medium; 3 – weak + medium + strong; 4 – medium; 5 – strong.

Формация чернобоялычников (*Salsola arbusculformis*) по склонам останцов на щебнистых малоразвитых почвах, автоморфных. Боялыч черный, солянка боялычевидная (*Salsola arbusculiformis*) доминант патулектор верхнего яруса (Быков, 1965) кустарниковых петрофитных пустынь, приуроченных к каменисто-щебнистым, часто эродированным слабосформированным почвам останцовых (чинковых) возвышенностей. Создает полидоминантные сообщества с полукустарниковыми видами. В таблице 5 перечислены основные сообщества, встречающиеся в описываемом районе. Основная функциональная роль – средообразующая. Опустынивание в основном умеренное и с очагами сильного в связи с вырубкой черного боялыча на топливо. По типу деградации сообществ приведены уточнения (рис. 5). Отмечено засоление (серия галофитизации), при котором происходит снижение проективного покрытия, сокращение возобновляемости.

Группа формаций псаммофитных кустарников (полидоминантная) (*Calligonum* spp., *Ammodenon bifolium*, *Astragalus* spp.). Группа формаций кустарников рассматривается в особом типе растительности псаммофитных кустарничников, занимающих на равнинах пустынной зоны постплакорное положение с эоловым микрорельефом и слабо сформированными песчаными почвами автоморфного, реже гидроморфного водного режима. Доминирующие кустарники, преимущественно

патулекторы (Быков, 1965), относятся к трем семействам флоры: Poligonaceae (роды *Calligonum, Atraphaxis*), Fabaceae (*Astragalus ammodendron, Ammodendron bifolium*, *Eremosparton aphylluim*) и Chenopodiaceae (*Salsola arbuscula*).

Таблица 5. Опустынивание растительности в формации боялыча черного (*Salsola arbusculiformis*).
Table 5. Desertification of vegetation in formation of *Salsola arbusculiformis.*

Сообщества	Опустынивание				
	Степень	Тип	Индикатор	Сукцессия, серия	Снижение функциональной роли, (%)
Чернобоялычники (*Salsola arbusculipormis*) Редко в комплексе с серополынными и биюргуновыми,на эрозированных защебненных участках среди бурых почв плакоров.	Умеренная, слабая + сильная	Деструктури-зация эрозия	Защебнение	Закустари-вание (реликтовое)	20-30
Комплекс чернобоялычевых сообществ (*Salsola arbusculitormis, Artemisia terae-albae, Stipa sareptana*) с биюргуновыми (*Anabasis salsa*) на бурых малоразвитых почвах автоморфного режима надплакоров	Фоновое состояние + слабая	Петрофити-зация, эрозия	Защебнение		10
Чернобоялычники (*Salsola arbusculiformis, Artemisia terrae albae*) в комплексе с биюргунниками (*Anabasis salsa*), тасбиюргунниками (*Nanophyton erinaceum*), солянками (виды *Salsola*) на бурых пустынных солончаковых почвах равнин северной пустыни	Сильная	Галофитиза-ция	Галофити-зация Защебнение при эрозии. Флуктуация однолетни-ковых видов из сорнотравья	Галофитиза-ция	10

В Северном Приаралье, на песках Большие и Малые Барсуки виды кустарников из семейства маревых редки. Описаны полидоминантные фитоценозы кустарников (табл. 6, рис. 6) из жузгуна, астрагала и песчаной акации на песках рыхлых эоловых: серия песчаноакациевая (*Ammodendron bifolium*) → астрагалово-жузгуновая (*Calligonum aphyllum, Astragalus ammodendron)* → жузгуновая (*Calligonum* spp.) по вершинам бугров. По склонам бугров на песках пылеватых слабогумусированных фиксируется самостоятельная сукцессионная серия, отличающаяся по микрорельефу и фитоклиматическим особенностям: жузгуновая (*Calligonum* spp.) → псаммофитнополынная (*Artemisia arenaria, A. tomentella*) → эфемероидно-житняково-белоземельнополынная (*Artemisia terrae-albae, Agropyron fragile, Poa bulbosa*). На связнопесчаных более гумусированных почвах межбугровых понижений и волнистой песчаной равнины отмечена серия: песчанополынно-житняковая (*Agropyron fragile, Artemisia arenaria*) → разнотравно-полынно-житняковая (*Agropyron fragile, Artemisia arenaria, A. tomentella, A. terrae-albae, Iris tenuifolia, Carex*

physodes, Koeleria glauca, Linaria dolichoceras) → изенево-житняково-белоземельнополынная (*Artemisia terrae-albae, Agropyron fragile, Poa bulbosa, Kochia prostrata).*

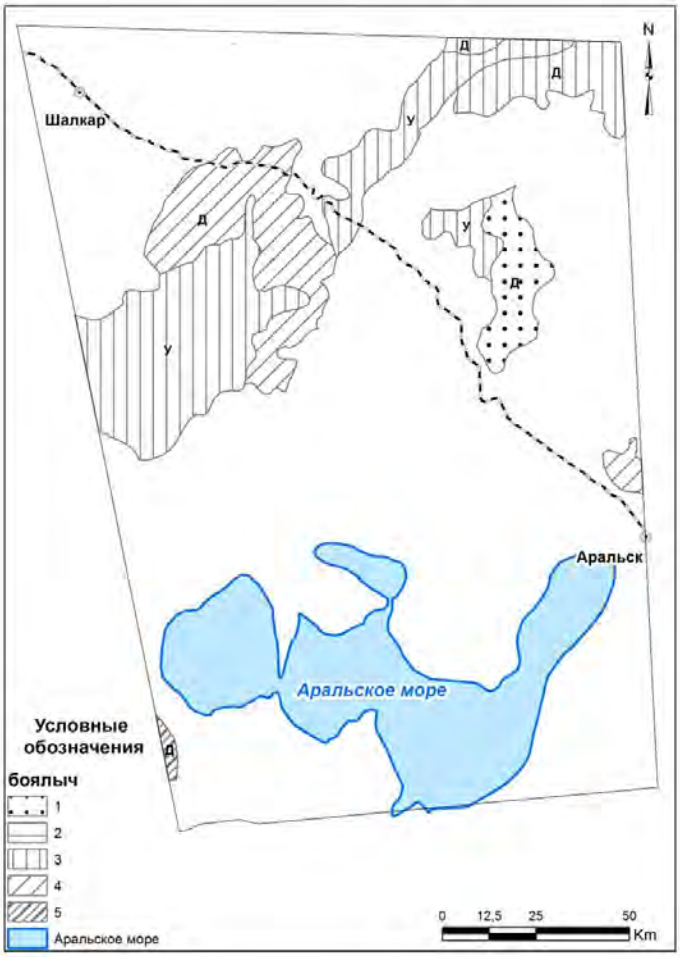


Рис. 5. Степень опустынивания сообществ с доминированием (Д) и участием (У) боялыча черного (*Salsola arbusculiformis*). Степень: 1 – фоновое состояние или слабая; 3 – слабая + сильная; 4 – умеренная или умеренная + сильная; 5 - сильная. **Fig 5.** Desertification degree of plant communities with dominance (Д) and participation (У) of *Salsola arbusculiformis*. Degree: 1 – nil or weak; 3 – weak + strong; 4 – medium or medium + strong; 5 - strong.

Особенность псаммофитных сукцессионых серий проявляется в длительности их существования (десятками лет), степени и типе опустынивания. При этом парадоксом является смена функциональной роли растительности. При исходной деградации почв (дефляция) кустарники закрепляют подвижный субстрат, способствуют формированию конденсационной влаги, увеличению гумуса и, что очень существенно, повышают биопродуктивность пустынных сообществ, в том числе и кормовые ресурсы. Данный парадокс, связанный с экобиоморфой кустарников позволяет, как исключение, считать формации псаммофитных кустарников умеренно или слабо опустыненными при сильной почвенной деградации (эрозии). При выпасе скота и порубках на топливо жузгуны в ценопопуляциях с оптимальным возрастным спектором, например, дают обильную поросль и плодоносят, о чем свидетельствуют стационарные наблюдения.

Редкие формации растительности Северного Приаралья. Заслуживают внимания редкие биогеоценозы зональных формаций черного саксаула (*Haloxylon aphyllum*), изеня (*Kochia prostrata*), солянки восточной – кейреука (*Salsola orientalis*). Перечисленные виды характерны для

полидоминантных фоновых биогеоценозов или создают самостоятельные сообщества в комплексах растительности. Они индицируют смены растительности при изменении режимов использования. В данном случае показательно редкое участие на участках стационара «Терескент» сообществ черного саксаула среди биюоргунников и полынников. На старых картах фиксируется прежний ареал саксаула среди итсигековых белоземельнополынников. Есть основания полагать, что саксаул замещается итсигеком, с которым сходен по фитоценотипу. Посадки саксаул по периметру усадьбы стационара после прекращения охраны и вырубки сменились изенем и итсигеком. Усиление в растительности плакоров и предпесковых супесчаных равнин роли изеня (*Kochia prostrata)*, а на солончаковатых бурых почвах – кейреука (*Salsola orientalis)* связано также с флуктуациями семенного возобновления в периоды влажных лет и периодической смене доминирования полыней и солянок-полукустарничков. Отмеченная на картах терескеновая (*Krascheninnikovia ceratoides*) растительность в исследуемом участке малотипична.

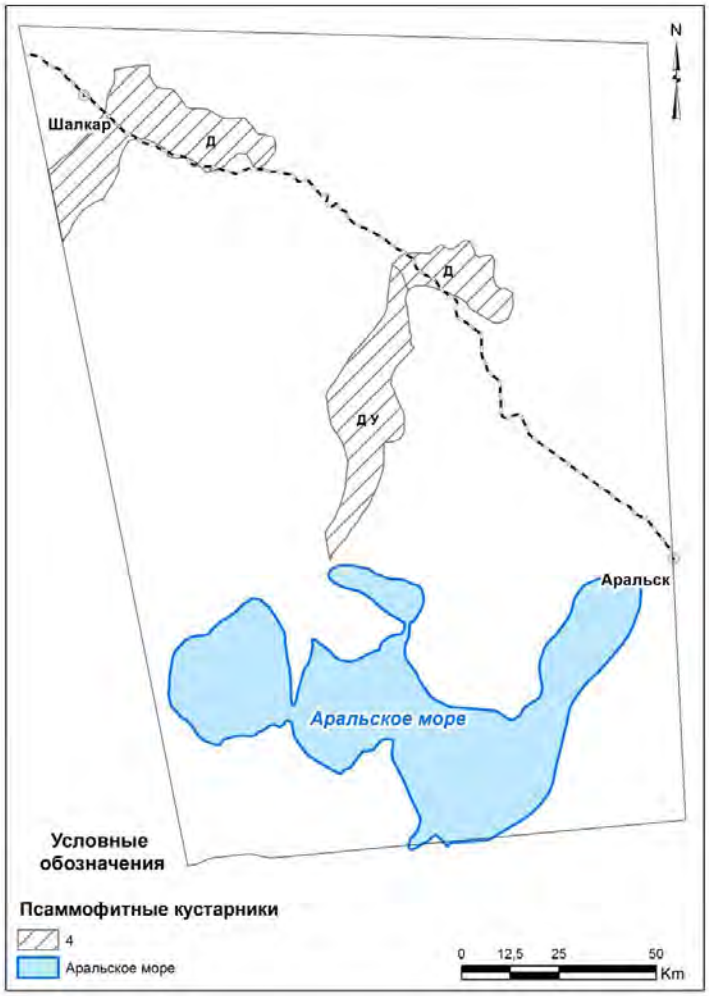


Рис. 6. Степень опустынивания сообществ с доминированием (Д) и участием (У) псаммофитных кустарников. Степень: 4 – умеренная + сильная. **Fig 6**. Desertification degree of plant communities with dominance (Д) and participation (У) of psammophytic shrubs. Degree: 4 – medium + strong.

Среди редких, реликтовых, эндемичевых для Казахстана сообществ следует отметить также жузгунники чинков с доминированием *Calligonum bykovii* и саксаульчиковые фитоценозы (*Artrophytum pulvinatum*), в настоящее время значительно деградирующие.

Таблица 6. Опустынивание растительности в формации псаммофитных кустарников. **Table 6.** Desertification of vegetation in formation of psammophytic shrubs.

Сообщества	Опустынивание				
	Степень	Тип	Индикатор	Сукцессия серия	Снижение функциональной роли, (%)
Совокупности серий псаммофитнополынных (*Artemisia arenaria, A. santolina, A.tomentella, Agropyron fragile*) и псаммофитнокустарниковых (*Calligonum aphyllum, Ammodendron bifolium, Astragalus ammodendron, Leymus racemosus*) на автоморфных пылеватых и рыхлых эоловых почвах бугристых песчаных равнин	Умеренная, сильная	Дефляционная деструктуризация	Песок рыхлый. Гумус 0.2-0.3 %. Псаммофиты	Псаммофитная песчано-акациевая	До 50
Псамофитнокустарниково-житняково-полынные (*Artemisia terrae-albae, A. arenaria, Agropyron fragile, Calligonum* spp., Astragalus spp.) на слабосформированных песчаных почвах склонов и понижений бугристых песков	Умеренная с фрагментами сильной	Деструктуризация	Пески слабо закрепленные. Содержание пылеватых фракций. Полынь песчаная, житняк	Восстановительная полынная	30-40

Заключение

Проведенный мониторинг состояния растительности Северного Приаралья за период 1960-2010 гг. подтвердил устойчивость умеренной степени опустынивания зональных экосистем, выявил необходимые условия для совершенствования экологического мониторинга с использованием показателей функциональной значимости доминантов формаций, типов опустынивания и учета внутренней опасности опустынивания, связанной с особенностями почвенного покрова. По индикаторам конкурирующих ценопопуляций содоминантов в формациях обосновано понятие сукцессионных серий определяющих самостоятельный тип опустынивания – деструктуризацию. Данный тип наблюдается в итсигековых полынниках (отрицательный для пастбищного использования), в мятликово-изеневых и саксауловых биогеоценозах (положительный), при оценке кустарникового зарастания эоловых песков (рельефостабилизирующий), связанный с закреплением песка, увеличением гумусности, препятствующим эоловой дефляции.

Выявление межзональных экотонов для формации серой полыни (*Artemisia semiarida*) с участием степной флоры подтверждает несостоятельность выделения зоны полупустыни. Отмечена устойчивость экотонных биогеоценозов в формации песчаной полыни (*Artemisia arenaria*) к изменениям окружающей среды. Анализом биоразнобразия фиксируется порог устойчивости к антропогенным воздействиям и оптимального самовосстановления на уровне умеренной степени опустынивания. Он связан с возможностью биологической саморегуляции. При деструктиризации самовоствновление ограничено и увеличивается риск потери ценных видов.

Картографической базовой основой использования экосистем Северного Приаралья должны стать в современных условиях частного землепользования: паспортизация земель, административное землеустройство. Рекомендуется совершенствование статистических данных на основе целевого картирования с оценкой степени опустынивания и нормативного использования ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Биологические основы использования и улучшения пастбищ Северного Приаралья. 1968 / Под редакцией Б.А. Быкова. Алма-Ата: Наука. 135 с.

Ботаническая география Средней Азии и Казахстана (в пределах пустынной области). 2003 / Под редакцией Рачковской Е.И., Волковой Е.А., Храмцова В.Н. СПб.: Бостон-Спектр. 424 с.

Быков Б.А. 1965. Доминанты растительного покрова Советского Союза. Алма-Ата: Наука. Т. 3. 435 с.

Быков Б.А. 1981. Основные экосистемы пустынь Средней Азии и Казахстана // Проблемы освоения пустынь. № 4. С. 28-39.

Быков Б.А. 1983. Экологический словарь. Алма-Ата: Наука. 215 с.

Долгих С.А. 2010. Анализ основных климатических показателей, влияющих на процессы опустынивания // Республика Казахстан. Т. 3. Алматы: Print-S. С. 206-210.

Золотокрылин А.Н., Виноградова В.В. 2007. Соотношение между климатическим и антропогенным факторами восстановления растительного покрова Юго-Востока Европейской России // Аридные экосистемы. Т. 13. № 33-34. С. 7-16.

Карамышева З.В., Рачковская Е.И. 1975. Карта растительности степной части Казахского мелкосопочника. М. 1:1500000. 2 л.

Карта антропогенного опустынивания аридных территорий СССР. 1990. / Под ред. Бабаева А.Г. Ашхабад: Туркмен. АГПГУГК СССР.

Карта антропогенной деградации земель в бассейне Аральского моря. 1992. М. 1:2500000. / Под ред. Бабаева А.Г., Харина Н.С. Ашхабад: Туркменгеодезия.

Карта экологического состояния природных кормовых угодий пустынной зоны Казахстана. 1991. М. 1:2500000.

Кириченко Н.Г. 1980. Пастбища пустынь Казахстана. Алма-Ата: Наука. 274 с.

Клышев Л.К. Биология анабазиса безлистного. 1961. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР. 350 с.

Курочкина Л.Я. 2003. Псаммофитнокустарниковые пустыни // Ботаническая география Средней Азии и Казахстана (в пределах пустынной области) / Под редакцией Рачковской Е.И., Волковой Е.А., Храмцова В.Н. СПб.: Бостон-Спектр. С. 83-91.

Курочкина Л.Я. 2007. Экосистемы // Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана. Алаколь-Сасыккольская система озер. Алматы: «Комплекс». Т. 3. С. 145-174.

Курочкина Л.Я., Кокарев А.Л. 2007. К методике составления мелкомасштабных карт опустынивания // Аридные экосистемы. Т. 13. № 33-34. С. 40-54.

Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б. 2010. Карта деградации растительности // Национальный Атлас Республики Казахстан. Алматы: Казгеодезия. Т. 3. С. 86-87.

Курочкина Л.Я., Шабанова Л.В., Лысенко В.В. 1988. Универсальность организации аридных сообществ // Ботанические исследования в Казахстане. Алма-Ата: Наука. С. 56.

Национальный Атлас Республики Казахстан. 2010. Алматы: Казгеодезия. 125 с.

Мирзадинов Р.А., Курочкина Л.Я. 1985. Экотоны пустыни и их классификация. Проблемы освоения пустынь. № 2. С. 29-36.

Огарь Н.П., Рачковская Е.И. 2010. Природные экосистемы // Национальный Атлас Республики Казахстан. Окружающая среда и экология. Т. 3. Алматы: Print-S. С. 144-149.

Рачковская Е.И. 2010. Карта растительности // Национальный Атлас Республики Казахстан. Алматы: Казгеодезия. Т. 1. С. 110-113.

Ресурсы биосферы (итоги советских исследований по международной биологической программе). 1975. Вып. 1. М.: Наука. 286 с.

Сафронова И.Н. 2003. Серополынные пустыни (Artemisia semiarida) // Ботаническая география Средней Азии и Казахстана (в пределах пустынной области) / Под редакцией Рачковской Е.И., Волковой Е.А., Храмцова В.Н. СПб.: Бостон-Спектр. С. 35-36.

Сафронова И.Н. 2006. Можно ли подзону опустыненных степей называть экотоном // Аридные экосистемы. Т. 12. № 30-31. С. 20-27.

Сафронова И.Н. 2013. Что такое полупустыня с точки зрения геоботаники // Тез. Межд. научно-практ. конф. «Сохранение степных и полупустынных экосистем Евразии. Алматы. С. 12.

Сукачев В.Н. 1942. Идея развития в фитоценологии // Советская ботаника. № 1-3. С.5-17.

Филатова Н.С. 1979. Эколого-географический анализ полыней Казахстана // Ботанические материалы гербария Ин-та ботаники АН КазССР. Вып. 11. С. 69-77.

Филатова Н.С. 1966. Род Artemisia L. // Флора Казахстана. Т. 9. С. 76-140.
Флора Казахстана. 1966. Алма-Ата: Наука. Т. 9. 640 с.
Щербинина И.И. 1971. Основные типы пастбищ Северного Приаралья // Продуктивность пастбищ Северного Приаралья. М.: Гидрометиздат. С. 96-128.

MONITORING AND MAPPING OF VEGETATION FORMATIONS DEGRADATION IN ECOSYSTEMS OF ARID ARAL REGION

© 2015. L.Ya. Kurochkina

Institute of Botany & Phytointroduction
Ministry of Education & Science Republic of Kazakhstan
Kazakhstan, Almaty 050040, 36-D Timiryazev str. E-mail: lidiya_kurochkina@yandex.ru

The parameters for required ecological monitoring of zonal vegetation formations degradation in evaluation of desertification processes for the North Aral Region are identified. The mapping is focused on identifying degree, trends and role of dominant plants in ecosystems. The definition of functional significance of vegetation is presented.
Keywords: vegetation formation, ecosystem, desertification, functional role, succession, monitoring.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №4 (65), с. 22-28

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 551.582(83) + 631.6.02

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

© 2015 г. Н.В. Соболь, И.М. Габбасова, М.А. Комиссаров

Уфимский Институт биологии Российской академии наук
Россия, 450054 г. Уфа, Проспект Октября, д. 69. E-mail: mkomissarov@list.ru

Поступила 03.03.2015

Проанализированы данные климатических характеристик по основным метеостанциям Республики Башкортостан за периоды 1881-1980 и 2005-2014 гг. Показано, что на территории Республики произошло повышение среднемесячных и среднегодовых температур воздуха, причем потепление наиболее существенно в летне-осенний период. Снизилось число средних годовых сумм осадков, а также изменилось их соотношение: их доля в зимне-весенний период года стала выше, чем в летний. Изменение климата способствует общему снижению интенсивности водно-эрозионных процессов и усилению дефляции на не защищенных растительностью участках в южной лесостепи и горно-лесном поясе.

Ключевые слова: климат, температура воздуха, осадки, водная эрозия, дефляция.

Климат является одной из важнейших физико-географических характеристик среды, в которой живет человек, а также оказывает решающее влияние на хозяйственную деятельность людей, в том числе на специализацию сельского хозяйства. От климата, рельефа местности, почвы, растительности и хозяйственной деятельности человека зависит характер и интенсивность проявления эрозионных процессов (Адиньяев, 2013)

В последнее время, за счет глобального потепления и не рационального землепользования, увеличиваются площади аридных территорий, происходит их дальнейшее опустынивание, довольно часто это приводит к интенсификации дефляционных и водно-эрозионных процессов (Залибеков, 2011).

Среди климатических факторов, способствующих развитию эрозии почв, основными являются: температура воздуха, количество и интенсивность осадков, а также скорость и направление ветров. В различных природных зонах Республики Башкортостан (РБ) в зависимости от климатических условий в сочетании водной и ветровой эрозии почв наблюдается преобладание того или иного вида. Это необходимо учитывать при организации системы противоэрозионных мероприятий в регионе.

Целью настоящей работы является выявление динамики основных климатических показателей и их влияние на характер эрозионных процессов в различных природных зонах РБ.

Объекты и методы исследования

Для выполнения работы были использованы материалы метеостанций (МС), расположенных в двух природно-климатических подзонах: в северной (Янаул) и южной лесостепи (Уфа) и горно-лесном поясе (Зилаир).

При анализе учитывались периоды 2005-2014 гг. (характеристики рассчитаны по материалам архива погоды сайта http://rp5.ru/) и 1881-1980 гг. (Научно-прикладной …, 1990). Также использовались данные и некоторых других метеостанций (МС), расположенных в северной лесостепном, предуральском и зауральском степных регионах.

При измерениях количества осадков с помощью осадкомера возникает погрешность за счет неучета смачивания ведра жидкими осадками (или растаявшими твердыми) и частично испарения осадков из ведра. В результате были разработаны официально принятые методики коррекции исторических рядов осадков и регламентирующие документы, предписывающие введение поправок на смачивание в каждое измерение осадков. Это осуществляется по всей национальной сети с 1966 года (Методические указания, 1964; Методическое письмо, 1967). Приведение к однородности рядов

многолетних данных о количестве осадков и расчет поправок на смачивание производился путем введения поправки (К3) из таблицы VIII, приведенной в Научно-прикладном справочнике по климату СССР (1990).

Результаты обрабатывались методами математической статистики (Доспехов, 1979; Дмитриев, 1995) с помощью пакетов прикладных программ Excel и Statistika for Windows 4.5.

Результаты и обсуждение

Одной из важнейших характеристик климатических условий является температурный режим. Как видно из таблицы 1, во всех рассмотренных природных подзонах и горно-лесном поясе произошло повышение среднемесячных и среднегодовых температур. Общее потепление при сравнении последнего десятилетия с периодом 1881-1980 гг. составило от 1.4 до 1.9ºС, причем наиболее существенные изменения наблюдаются в летний период. Вместе с тем, достоверно и снижение суммы отрицательных температур на метеостанциях (МС): 3.7ºС − Янаул, на 7.6ºС − Уфа, и на 9.4ºС − Зилаир. Это означает, что холодные периоды года становятся намного теплее, что может способствовать меньшей глубине промерзания почвы. Это в некоторой степени подтверждается данными справочников по строительной климатологии и геофизики. В них указано, что в 1982 году (СНиП 2.01.01-82) нормативная глубина промерзания была установлена в пределах 180-198 см, а в 2013 году (СНиП 23-01-99) она была снижена до 158-192 см. По нашим наблюдениям в районе г. Уфы за последние 5 лет максимальное промерзание на пашне составило 81, а под лесом – 37 см (Комиссаров, Габбасова, 2014).

Таблица 1. Значения средних месячных и годовых температур воздуха. **Table 1.** Average monthly and annual air temperature.

Периоды/ Месяцы	Температура воздуха, ºС												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
МС* Янаул													
1	-14.7	-16.3	-6.7	4.4	14.1	17.3	19.4	17.6	10.8	3.7	-2.8	-9.9	3.1
2	-15.5	-13.7	-7.1	2.9	11.2	15.1	17.1	14.5	9.2	0.8	-6.1	-11.7	1.4
МС* Уфа													
1	-14.1	-13.9	-4.2	6.2	14.7	18.6	19.9	18.6	12.0	4.8	-2.0	-9.8	4.2
2	-14.9	-13.7	-6.7	4.4	13.3	17.3	18.9	16.8	11.1	2.8	-5.1	-11.2	2.8
МС* Зилаир													
1	-14.6	-13.2	-5.2	4.7	13.2	17.6	18.7	18.8	10.8	3.5	-4.2	-11.0	3.3
2	-15.8	-14.3	-8.1	3.0	11.5	15.6	17.5	15.6	9.6	1.4	-6.7	-12.7	1.4
Примечание: 1– 2005-2014; 2 – 1881-1980 гг.; МС – здесь и далее метеостанция													

Стоит отметить, что потепление в Республике согласуется с общими тенденциями изменения температуры на Земле. Так, по результатам исследований межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГИЭК) повышение средней температуры в мире в течение XX в. составило 0.6±0.2ºС (Михеев, 2009).

Температурный режим и глубина промерзания наиболее существенное влияние на развитие эрозионных процессов оказывают в период весеннего снеготаяния. Рядом исследователей показано, что интенсивность водной эрозии в период снеготаяния определяется, прежде всего, глубиной промерзания почвы (Барабанов, 1993; Литвин и др., 1997). В наших исследованиях выявлено, что в годы, когда глубина промерзания чернозема выщелоченного на пахотных склонах Южного Предуралья находилась в пределах 30-38 см, поверхностный весенний сток отсутствовал независимо от снегозапасов, уровня увлажнения почвы и ее защищенности растительностью. Эта глубина промерзания нами признана критической для перевода поверхностного стока в подземный. Под лесом критическая глубина промерзания оказалась вдвое меньше. При глубине промерзания выше критической объем весеннего стока определялся, прежде всего, сложившимися метеорологическими условиями, количеством снега, водопроницаемостью почвы и ее защищенностью растительностью (Комиссаров, Габбасова, 2014).

Интенсивное снеготаяние в регионе происходит в первой и второй декадах апреля. В последнее десятилетие по всем МС наблюдалось повышение температуры воздуха в апреле на 1.5-1.8ºС по

сравнению с предыдущим столетием. Такое повышение может привести к более интенсивному снеготаянию и усилению смыва почвы. Вместе с тем, важное значение имеют и запасы снега. В последние 5 лет средняя высота снежного покрова увеличилась на 5 и 7 см по сравнению с предыдущим пятилетием и составила 33 и 42 см по МС Уфа и Зилаир, соответственно. Это обусловлено возрастанием осадков в феврале и марте (рис. 1), то есть зимние условия становятся менее суровыми и более многоснежными – глубина промерзания почв становится меньше, что для полевых водосборов является одним из определяющих факторов потерь талого стока (Канатьева и др., 2010). Таким образом, с одной стороны уменьшение глубины промерзания почвы способствует снижению водной эрозии, а с другой – потепление в апреле и увеличение запасов снега, напротив, могут привести к ее усилению. Как было отмечено выше, в районе г. Уфы решающее значение имеет глубина промерзания, вследствие чего отмеченное изменение климата, скорее всего, приведет к снижению эрозии почвы в период весеннего снеготаяния. Этот вывод вполне согласуется со сформулированным А.Т. Барабановым (1993) законом лимитирующих факторов поверхностного стока талых вод, который заключается в том, что при некотором (лимитирующем) значении одного из факторов (глубина промерзания, температура воздуха и снегозапасы) сток не формируется независимо от значения других.

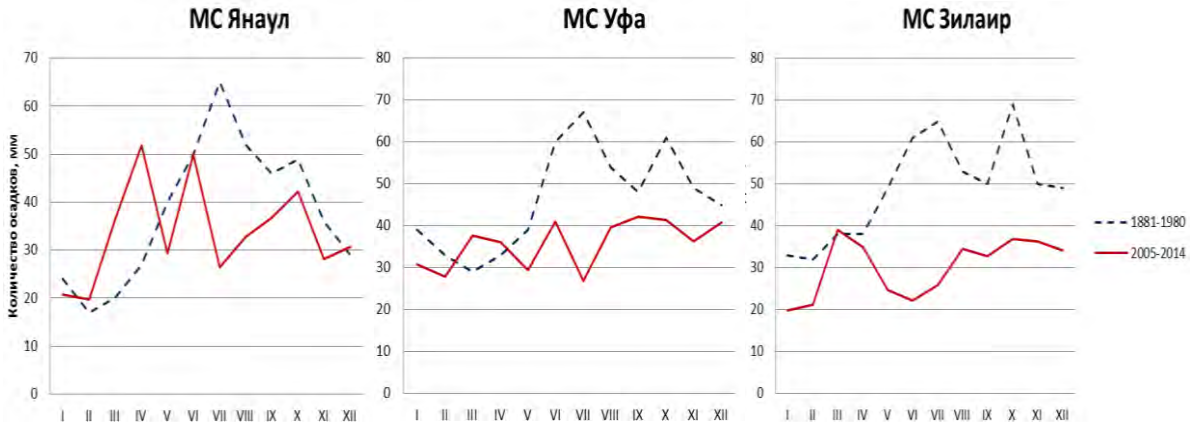


Рис. 1. Средние месячные суммы осадков в разные климатические периоды. **Fig. 1.** Average monthly total precipitation in different climate periods.

Для более полного анализа особенностей наблюдаемых изменений климата необходимо также рассмотреть характеристики экстремальных состояний и процессов, а именно - годовой максимум и минимум температуры воздуха и размах температуры внутри года (разность между годовым максимумом и минимумом температуры).

Анализ таблицы 2 показал, что годовой минимум температуры приземного воздуха имеет заметную направленность к потеплению (на 11.1ºС – в Янауле, на 7.5ºС – в Уфе, на 4.8ºС – в Зилаире), тогда как значение годового максимума осталось практически на прежнем уровне. Таким образом, летние экстремумы температуры на исследуемой территории в меньшей степени определяют глобальное потепление, чем зимние.

Общее потепление сопровождается существенным снижением осадков (рис. 2) в период с мая по ноябрь на территории северной и южной лесостепи. В горно-лесном поясе в отличие от Предуралья, средние годовые температуры воздуха увеличились, а количество осадков значительно уменьшилось. В теплый период года развитие водной эрозии на склонах определяется, прежде всего, интенсивностью и продолжительностью осадков. Считается, что сток не образуется при выпадении дождя слоем менее 10 мм, поскольку такой слой равен водоудерживающей способности почвы, лишенной растительного покрова (Арманд, 1961; Киркби, 1984). В то же время, одним из показателей экстремальности атмосферных осадков, рекомендованных МГЭИК (Frichetal, 2002), является повторяемость интенсивности осадков R10 (рассчитывается, как число дней в году с осадками не менее 10 мм).

Таблица 2. Абсолютные максимум и минимум температуры воздуха. **Table 2.** Absolute maximum and minimum air temperature.

Абсолютные значения	Температура воздуха, °С												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
МС Янаул (2005-2014)													
Абс. макс.	1.5	17.5	6.6	28.7	31.0	35.0	36.2	38.6	31.0	21.7	12.6	2.7	38.6
Абс. мин.	-38.3	-39.9	-35.8	-22.3	-4.0	-10.3	0.2	-1.0	-6.1	-14.8	-33.5	-30.7	-39.9
МС Янаул (1881-1980)													
Абс. макс.	3.0	4.0	8.0	29.0	36.0	37.0	38.0	37.0	32.0	24.0	14.0	4.0	38.0
Абс. мин.	-51.0	-47.0	-36.0	-30.0	-11.0	-3.0	0	-2.0	-8.0	-25.0	-35.0	-48.0	-51.0
МС Уфа (2005-2014)													
Абс. макс.	19.2	8.9	16.2	29.5	33.1	35.0	37.5	37.7	31.4	22.9	15.4	19.0	37.2
Абс. мин.	-41.5	-37.2	-32.2	-23.5	-5.5	0.3	1.4	0.4	-5.4	-12.4	-28.7	-37.6	-41.5
МС Уфа (1881-1980)													
Абс. макс.	6.0	9.0	14.0	31.0	36.0	36.0	39.0	36.0	33.0	23.0	22.0	5.0	39.0
Абс. мин.	-49.0	-44.0	-34.0	-30.0	-10.0	-1.0	3.0	0	-7.0	-26.0	-33.0	-45.0	-49.0
МС Зилаир (2005-2014)													
Абс. макс.	17.6	6.9	15.1	27.1	32.2	34.7	35.6	36.1	31.6	21.4	13.7	10.8	36.1
Абс. мин.	-42.2	-37.0	-31.0	-22.8	-10.7	-18.2	-11.9	-5.1	-8.9	-15.7	-29.1	-34.0	-42.2
МС Зилаир (1881-1980)													
Абс. макс.	5.0	8.0	14.0	28.0	33.0	35.0	38.0	37.0	32.0	23.0	15.0	7.0	38.0
Абс. мин.	-44.0	-47.0	-40.0	-32.0	-10.0	-3.0	-1.0	-4.0	-11.0	-29.0	-40.0	-43.0	-47.0

Пороговому значению 10 мм/сутки на большей части территории России соответствует наличие очень редкого события: для 200 станций (из 223 используемых) частота этого события в течение 1961-1990 гг. была менее 5%, а для почти 100 из них она менее 2.5% (Оценочный доклад, 2008).

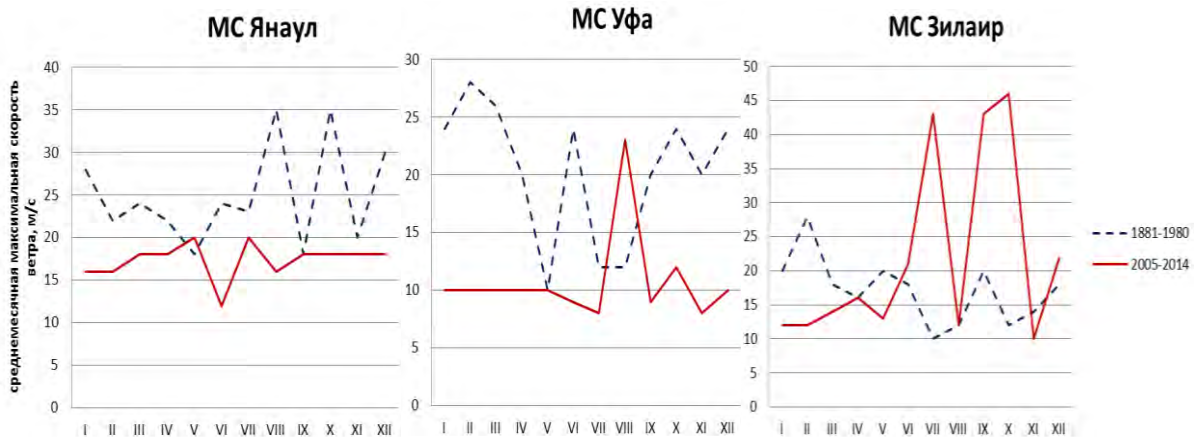


Рис. 2. Изменения среднемесячных максимальных скоростей ветра в разные климатические периоды. **Fig. 2.** The changes in average monthly maximum wind speeds.

По данным метеостанции г. Янаул повторяемость интенсивности осадков (R10) за период 2005-2014 гг. составляет около 4.4 %, то есть число дней с осадками не превышает 10.5 дней в год, а за период 1881-1985 гг. среднее число дней с осадками более 10 мм равно 9 дням в год. По данным

метеостанции г. Уфа эти значения составляют 4.2 % за 13.2 дней в год против 12 дней в год, а в горно-лесном поясе (Зилаир) среднее число дней с осадками более 10 мм возросло с 11 до 13.

Индексы R10 за период 2005-2014 гг., рассчитанные и для других метеостанций на территории Республики Башкортостан показали, что частота выпадения осадков интенсивностью более 10 мм/сутки не превышает 5% для рассматриваемых природных подзон и горно-лесного пояса республики. Следовательно, доля эрозионно-опасных дождей в различных природных зонах существенно не изменилась, а пороговое значение дождя с интенсивностью 10 мм/сутки соответствует статусу очень редкого события (менее 5 %), то есть эрозионный потенциал дождя в регионе остался незначительным.

Проведенные нами ранее исследования по моделированию ливневых осадков методом дождевания (Комиссаров, 2011) показали, что на естественных сенокосах образование поверхностного стока в условиях сильного ливня (более 2 мм/мин) начинается через 10 минут, при ливне (1.5 мм/мин) – через час, при сильном дожде (0.17-0.22 мм/мин) – через 14-20 часов, а на вспаханных и не защищенных растительностью черноземах выщелоченных поверхностный сток появляется практически сразу (1-2 мин) после начала ливня и через 8-14 часов при сильном дожде. Согласно пятилетним данным (2010-2014 гг.) автоматизированной климатической станции в районе г. Уфы, максимальная интенсивность дождя была зафиксирована только на уровне 0.58 мм/мин в течение одного часа. Максимальная же продолжительность дождя составила 9 часов при средней интенсивности 0.12 мм/мин. Следовательно, ливневая эрозия на пологих склонах черноземов выщелоченных в Южном Предуралье за последние 5 лет отсутствовала.

Скорость ветра – один из сильнейших факторов дефляции почв. Для начала ветровой эрозии почвы необходимо, чтобы скорость ветра превысила так называемую критическую величину равную 10 м/с (Глазунов, 1983; Гендугов, 2007). После этого почвенные частицы приходят в движение. При этом формируется воздушно-почвенный поток различного состава, структуры и размеров. Некоторые его элементы (почвенные частицы) вступают во взаимодействие с поверхностью, что сопровождается их истиранием и абразией поверхности (Наливкин, 1970).

Известно, что зависимость ветровой эрозии почв от климата прослеживается очень четко и связана с количеством осадков (с увлажнением почв) и температурой, которые в совокупности определяют степень засушливости климата. С ростом засушливости климата и уменьшением увлажненности территории дефляция почв возрастает (Захаров, 2009).

Многими исследователями показано, что во второй половине XX века ветровой режим на территории России существенно изменился в основном за счет уменьшения скорости ветра (Мещерская и др., 2006). В Республике, в Предуралье, изменения аналогичные (табл. 3), причем на фоне существенного уменьшения скорости ветра в среднем на 1.1 м/с, наблюдалось также значительное снижение повторяемости его интенсивности выше критической (рис. 2), что определяет отсутствие возможности усиления ветровой эрозии почв.

Таблица 3. Среднемесячная и годовая скорость ветра. **Table 3.** Average monthly and annual wind speed, m/s.

Период/Месяц	Скорость ветра, м/с												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средн. за год
МС Янаул													
2005-2014	2.9	2.4	4.3	3.5	2.9	2.7	2.4	2.3	2.7	3.6	4.2	3.8	3.2
1881-1980	5.2	4.8	4.9	4.1	4.2	3.6	3.2	3.1	3.6	4.6	4.9	5.1	4.3
МС Уфа													
2005-2014	2.3	2.0	2.7	2.6	2.3	2.0	1.8	1.7	1.8	2.2	2.5	2.4	2.2
1881-1980	3.4	3.4	3.5	3.3	3.6	3.1	2.6	2.5	3.0	3.7	3.6	3.6	3.3
МС Зилаир													
2005-2014	1.8	2.1	2.4	2.4	2.1	1.9	1.8	1.6	1.7	1.8	1.9	1.7	1.9
1881-1980	2.0	2.4	2.6	2.5	2.6	2.2	2.1	1.9	2.0	2.4	2.2	2.1	2.3

Вместе с тем, в южной лесостепной подзоне (г. Уфа) резко возросли среднемесячные максимальные скорости ветра в августе, что при уменьшении осадков может привести к иссушению

почвы и усилению дефляции на незащищенных растительностью участках. В горно-лесном поясе среднегодовая скорость ветра снизилась незначительно и при наличии заметных всплесков среднемесячных максимальных скоростей ветра развитие дефляции на участках, не защищенных растительностью, вполне вероятно.

Выводы

На территории Республики Башкортостан, в северной и южной подзонах лесостепи и горно-лесном поясе за последнее десятилетие произошло повышение среднемесячных и среднегодовых температур воздуха, уменьшение количества осадков и среднегодовой скорости ветра, – то есть гидротермические условия исследуемой территории становятся более засушливыми.

Изменение климатических условий неоднозначно влияет на факторы, определяющие интенсивность водной эрозии в период весеннего снеготаяния. Увеличение температуры в первых двух декадах апреля и запасов снега способствуют интенсификации смыва, но более существенное уменьшение глубины промерзания почвы, согласно закону лимитирующих факторов, приводит к увеличению впитываемости талой воды и, в конечном итоге, к общему снижению интенсивности эрозионных процессов.

Возрастание среднегодовой температуры воздуха, особенно в летний период, снижение количества жидких осадков и редкие случаи проявления их высокой интенсивности (более 10 мм/сутки) определяют низкий эрозионный потенциал дождей в регионах течение вегетационного периода.

В Предуралье снизились как скорость ветра, так и повторяемость его интенсивности выше критической, но резкое увеличение значений среднемесячной максимальной скорости ветра в августе в южной лесостепной подзоне на фоне уменьшения осадков, и возрастание повторяемости сильных ветров в горно-лесном поясе, свидетельствуют о возможности развития ветровой эрозии на не защищенных растительностью участках.

Как показали исследования, изменение климата в природных подзонах лесостепи и горно-лесном поясе Республики Башкортостан носит однонаправленный характер и согласуется с глобальным потеплением, тенденции которого явно прослеживаются как в России, так и во всем мире.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Адиньяев Э.Д. 2013. Влияние различных режимов использования пастбищ на проявление эрозионных процессов в субальпийском поясе Северной Осетии // Известия Горского государственного аграрного университета. Т. 50. № 2. С. 52-59.

Арманд Д.Л. 1961. Физико-географические основы проектирования сети полезащитных лесных полос. М.: Ин-т географии АН СССР. 367 с.

Барабанов А.Т. 1993. Агролесомелиорация в почвозащитном земледелии. Волгоград (б. изд.). 153 с.

Гендугов В.М., Глазунов Г.П. 2007. Ветровая эрозия почвы и запыление воздуха. М.: ФИЗМАТЛИТ. 240 с.

Глазунов Г.П. 1983. Критическая скорость ветра как показатель противодефляционной стойкости почв // Почвоведение. №3. С. 112-118.

Дмитриев Е.А. 1995. Математическая статистика в почвоведении. М.: МГУ. 319 с.

Доспехов Б.А. 1979. Методика полевого опыта. М.: Колос. 416 с.

Залибеков З.Г. 2011. Аридные земли мира и их динамика в условиях современного климатического потепления // Аридные экосистемы. Т. 17. № 1 (46).С. 5-13.

Захаров Н.Г. 2009. Защита почв от эрозии. Учебно-методический комплекс. Ульяновск: ГСХА. 235 с.

Канатьева Н.П., Краснов С.Ф., Литвин Л.Ф. 2010. Современные изменения климатических факторов эрозии в Северном Приволжье // Эрозия почв и русловые процессы. Вып.17. М.: Изд-во МГУ. С.14-28.

Киркби М.Дж. 1984. Эрозия и окружающая среда // Эрозия почв. М.: Колос. С. 11-23.

Комиссаров М.А.2011. Эрозия почвы при орошении мобильными дождевальными установками // Мелиорация и водное хозяйство. № 3. С. 32-34.

Комиссаров М.А., Габбасова И.М. 2014. Эрозия почв при снеготаянии на пологих склонах в Южном Предуралье // Почвоведение. № 6. С. 734-743.

Литвин Л.Ф., Голосов В.Н., Добровольская Н.Г., Иванова Н.Н., Кирюхина З.П., Краснов С.Ф. 1997. Стационарные исследования эрозии почв при снеготаянии в центральном Нечерноземье // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 11. М.: Изд-во Моск. Ун-та. С. 53-72.

Мещерская А.В., Еремин В.В., Баранова А.А., Майстрова В.В. 2006. Изменение скорости ветра на севере России во второй половине XX века по приземным и аэрологическим данным // Метеорология и гидрология. № 9. С. 46-57.

Михеев В.А. 2009. Климатология и метеорология. Ульяновск: УлГТУ. С. 77.

МП: Методическое письмо № 1 Управлениям Гидрометслужбы о порядке введения поправки на смачивание ведра осадкомера. 1967. Л.: Ротапринт ГГО. 10 с.

МУ: Методические указания к IV части Справочника по климату СССР. 1964. Раздел 2, Атмосферные осадки. Л.: ГГО. 25 с.

Наливкин Д.В. 1970. Ураганы, бури и смерчи. Л.: Наука. 487 с.

Научно-прикладной справочник по климату СССР. 1990. Сер. 3. Вып. 9. Спб.: Гидрометеоиздат. 557 с.

Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. 2008. Том I. Изменения климата. М.: Росгидромет. С. 31-87.

СНиП 23-01-99 “Строительная климатология” актуализированная версия от 01.01.2013. Изд. офиц. М.: Минстрой ГП ЦПП. 38 с.

СНиП 2.01.01-82 “Строительная климатология и геофизика”.1996. Изд. офиц. М.: Минстрой ГП ЦПП. 38 с.

Frich P. L., Alexander V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Tank Klein, and Peterson T. 2002. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century // Climate Research. Vol. 19. P. 193-212.

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON EROSION PROCESSES IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

© 2015. N.V. Sobol, I.M. Gabbasova, M.A. Komissarov

Ufa Institute of biology Russian academy of sciences
Russia, 450054 Ufa, Prospect Oktyabrya, 69. E-mail: mkomissarov@list.ru

In this article analyzes the data of climatic characteristics from main meteorological stations in the Republic of Bashkortostan for the periods 1881-1980 and 2005-2014 years. The analysis revealed that in the Republic was occurred an increase of monthly and annual average air temperatures, and the most significant warming in summer-autumn period. Occurred a decline in the number of average annual precipitation, and their ratio is changed - the portion of precipitation in winter-spring period of the year became is higher than in summer. Climate change contributes to an overall reduction in the intensity of water-erosion processes and opportunities to strengthen deflation on not protected by vegetation areas in the South-forest steppe and Mountain-forest zone.

Keywords: climate, air temperature, precipitation, water erosion, deflation.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №4 (65), с. 29-38

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 574.44

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА ГЕРПЕТОБИОНТНЫХ НАСЕКОМЫХ ПРИБРЕЖНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ СОЛЕНОГО ОЗЕРА В ЮЖНОЙ СИБИРИ ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНОГО АНАЛИЗА[1]

© 2015 г. И.И. Любечанский*, Р.Ю. Дудко*, А.В. Тиунов, В.Г. Мордкович***

**Институт систематики и экологии животных СО РАН*
Россия, 630091 Новосибирск, ул. Фрунзе, 11. E-mail: lubech@rambler.ru
***Институт проблем экологии и эволюции РАН*
Россия, 119071 Москва, Ленинский пр-т., 33. E-mail: a_tiunov@mail.ru

Поступила 30.03.2015

В южной лесостепи Новосибирской области изучена трофическая структура сообщества напочвенных насекомых, населяющих прибрежную экосистему осушной зоны соленого озера. Исследовано пять контрастных местообитаний, расположенных вдоль катены длиной около 170 м с перепадом высот 1.8 м. В каждом местообитании собраны образцы почвы и растений, а также доминирующих видов насекомых: фитофагов, сапрофагов и хищников. По данным изотопного анализа углерода и азота (величины $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$), фитофаги (саранчовое *Epachromius pulverilentus* и жужелица *Dicheirotrichus desertus*) тесно связаны со своими пищевыми объектами и не склонны к перемещениям по катене. Сапрофаги (медведка *Gryllotalpa unispina* и уховертка *Labidura riparia*) имеют весьма разнообразные пищевые ресурсы, и некоторые из них (медведка) склонны к миграциям между биотопами. Хищники (имаго жужелиц) организованы по своим трофическим предпочтениям в три гильдии: 1) высокоподвижные активные хищники (жужелицы-скакуны *Cephalota chiloleuca* и *C. elegans*); 2) мелкие хищники (жужелицы трибы Pogonini: *Pogonus cumanus*, *P. transfuga, Pogonistes rufoaeneus* и *Cardiaderus chloroticus*); 3) относительно крупные потребители почвенных сапрофагов и водных обитателей (поверхностно-скважные жужелицы *Curtonotus propinquus* и *Cymindis equestris*). Перекрывание трофических ниш разных видов хищников отчасти компенсируется их приуроченностью к разным местообитаниям.

Ключевые слова: Барабинская низменность, засоленные почвы, почвенные беспозвоночные, трофическая сеть, пространственная структура.

Глобальные изменения делают климат центральных частей континентов более аридным и контрастным (Оценочный доклад об изменениях климата, 2008). Аридизация проявляется не только в повышении среднегодовой температуры или сезонных максимумов, но и в сдвиге многолетних циклов обводнения бессточных областей в сторону иссушения.

В обширной области внутреннего стока на юге Западно-Сибирской равнины с центром в озере Чаны, расположены тысячи мелководных бессточных озер с разной степенью засоления. В исключительно плоском рельефе Барабинской низменности (перепад высот составляет порядка 10 м на 10-километровом профиле) береговая линия этих озер чрезвычайно подвижна. Поэтому вдоль берегов формируются обширные участки, которые оказываются то под водой, то на суше (осушные зоны). Погодные и сезонные колебания уровня водоемов происходят в течение нескольких недель и даже дней, а также подчинены многолетним циклам с периодичностью 30-50 лет (Западная Сибирь, 1963; Кривенко, 1991; Васильев и др., 2005).

Экосистемы солончаков, расположенные у берегов соленых водоемов, только в Новосибирской области занимают более 3000 км^2 (Федоров, Мордкович, 2012). Лесостепная зона − крайний

[1] Работа поддержана грантами РФФИ №№ 12-04-00566а и 15-04-07591а, а также программой Президиума РАН «Проблемы происхождения жизни и становления биосферы».

северный предел распространения солончаков в Западной Сибири и вообще в Евразии. В последние годы эти биоценозы имеют тенденцию к расширению за счет обмеления и пересыхания озер.

В осушной зоне соленых озер формируются чрезвычайно динамичные биогеоценозы, напоминающие приводные экосистемы, через которые жизнь проникла на сушу (Пономаренко, 2013). Почвы осушных зон соленых озер также очень своеобразны. Они формируются как на суше, так и под водой, причем в процессе педогенеза в аквальных условиях соотношение основных элементов в донных осадках существенно отличается от такового в почвах водосбора и близко к соотношению в водных организмах (Пушкарева, 2013). Растения в таких экосистемах либо отсутствуют, либо представлены небольшим числом специфических галофильных видов. Ключевую роль в них играют беспозвоночные животные, многочисленные и разнообразные по размерам и образу жизни. Они утилизируют органические выбросы водоемов и ускоряют превращение анаэробной почвенной среды в аэробную (Мордкович, 1973а; Федоров, Мордкович, 2012).

Местообитания различных видов в таких экосистемах весьма плотно "упакованы": на профиле длиной первые сотни метров, заложенном перпендикулярно берегу, из-за высокой контрастности абиотических условий закономерно сменяется несколько вариантов биогеоценозов. Пространственно-временная организация сообщества насекомых в осушной зоне описанного ниже соленого озера подробно изучена в 2011-2012 гг. (Федоров, Мордкович, 2012; Федоров, 2013).

Задача настоящей работы − проанализировать трофическую структуру сообщества насекомых − герпетобионтов осушной зоны соленого озера. Для этого мы использовали широко применяемый в последние годы метод изотопного анализа. Изотопный состав азота (отношение $^{15}N/^{14}N$, обычно выражается относительной величиной $\delta^{15}N$) дает возможность оценить трофический уровень организма, а изотопный состав углерода (отношение $^{13}C/^{12}C$, обычно выражается величиной $\delta^{13}C$) в ряде случаев позволяет уточнить спектр его пищевых объектов (Scheu, Falca, 2000; McCutchan et al., 2003; Гончаров, Тиунов, 2013).

Мы предполагали, что (1) хищные насекомые, относительно многочисленные и разнообразные в этой экосистеме (по сравнению с сапро- и фитофагами), будут составлять конкурентно организованное сообщество, состоящее более чем из одной гильдии. На такую его организацию будет указывать разница в составе рациона хищников (и, следовательно, разный изотопный состав) при сосуществовании в одном биотопе. Напротив, при пространственном разобщении морфологически сходные хищники могут иметь сходный рацион (и сходный изотопный состав). Кроме того, мы полагали, что (2) более подвижные насекомые будут иметь более широкий диапазон величин $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ и не будут отличаться по изотопному составу в разных биотопах, а менее подвижные − узкий диапазон и более выраженные биотопические различия.

Материал и методы

Материал для исследования собран на границе Барабинской и Кулундинской лесостепи в южной части Новосибирской области (юг Западной Сибири). Здесь зима продолжается с начала ноября до конца марта, средняя температура января: -19 – -21ºС. Средняя температура июля равна +18-19ºС, а абсолютный максимум достигает +40ºС. Осадки выпадают главным образом летом, их среднегодовое количество составляет 300-350 мм. Грунтовые воды лежат близко к поверхности и очень часто засолены. Встречаются сульфатные и хлоридные воды с минерализацией 4-12 г/л (Западная Сибирь, 1963).

В окрестностях г. Карасук в осушной зоне соленого озера Малое Соленое (53°43' с.ш., 77°42' в.д.) был выбран геоморфологический профиль (катена). Перепад рельефа вдоль нее составляет всего 1.8 м, при длине профиля около 170 м. Размер водного зеркала озера существенно меняется: при разнице между наивысшим и низшим уровнями стояния воды всего в 0.5 м линия уреза воды сдвигается на десятки метров. Озеро имело средний уровень в 2011 г., почти высыхало в 2012 г., и повышенный уровень в 2013 г. Вдоль катены были исследованы пять контрастных местообитаний, не залитых водой в течение периода исследования. Местообитания окружают озеро концентрическими полосами, шириной от 10 до 85 м, хорошо выраженными в растительном покрове, и отграниченными друг от друга четкими переходными зонами значительно меньшей ширины (от 2 до 5 м).

Местообитание 1 − озёрно-иловатый соровый сульфидный солончак, шириной в период исследования 10-15 м. Высшая растительность практически отсутствует; лишь к августу появляются

разрозненные ростки солероса солончакового (*Salicornia perennans* Wild.). Проективное покрытие − менее 5 %.

Местообитание 2 − луговой солончак с куртинами солероса солончакового и примесью полыни селитряной (*Artemisia nitrosa* Web.), бескильницы кулундинской (*Puccinellia kulundensis* Serg.), лебеды отклоненной (*Atriplex patens* (Litv.) Iljin). Проективное покрытие растений до 70 %. Ширина этой зоны до 20 м.

Местообитание 3 − пояс равномерно разбросанных среди голого сорового солончака полукустарничков сарсазана шишковатого (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb.), расположенный в небольшой западине. Растения имеют возраст 25-28 лет. Почва покрыта ярко-белой коркой солей. Проективное покрытие составляет 10-15 %. Ширина зоны около 85 м.

Местообитание 4 − пояс из плотных куртин лебеды бородавчатой (*Atriplex verrucifera* Bieb.) и солероса солончакового с проективным покрытием 70 %. Почва под лебедой − луговой солонец-солончак, а на открытом пространстве − соровый солончак. Ширина зоны около 35 м.

Местообитание 5 − галомезофитный луг на луговой солончаково-солонцеватой почве с хорошо развитым (10 см) дерновым горизонтом, расположенный на невысоком приозёрном валу шириной около 10 м. Доминируют чий блестящий (*Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski.), кермек коралловидный (*Limonium coralloides* (Tausch) Lincz.), лебеда бородавчатая, полынь селитряная. Проективное покрытие около 100 %.

Во всех местообитаниях, кроме 5, на поверхности почвы практически отсутствует растительный опад. Физико-химические свойства почв исследованных местообитаний приведены в таблице.

Таблица. Физико-химические характеристики почвы и список проанализированных видов насекомых на катене в осушной зоне Малого Соленого озера. **Table.** Some physical and chemical properties of soils and list of the insect species studied in the coastal zone of the salt lake Maloye Solyonoye.

Характеристика	Местообитание				
	1	2	3	4	5
Температура, ºС*					
Минимальная	11	13	12,5	12	12
Максимальная	44	31.5	30	39.5	45
Средняя	22.8±6.7	21.4±3.8	20.2±3.5	23.0±5.7	23.9±6.7
Запас солей, % от плотного остатка*	1.8 - 8.1	0.6 - 6.5	4.1 - 8.5	3.6 - 5.6	0.5 - 3.0
Сумма анионов, мг-экв. на 100 г *,	28.4 - 130.8	10.1 - 104.7	102.3 - 133.3	60.7 - 85.2	7.3 - 48.3
δ^{13}C почвы, ‰ **	-15.8±0.7	-18.1±3.0	-14.5±1.0	-19.6±0.7	-25.6±0.4
δ^{15}N почвы, ‰ **	6.4±0.6	7.2±2.8	6.9±1.3	8.2±0.8	5.4±0.4
Доминирующие виды насекомых (по результатам учетов почвенными ловушками в августе 2013 г.)	**Сапрофаги** *Labidura riparia* **Хищники**: *Cephalota elegans; Cardiaderus chloroticus*	**Сапрофаги**: *Gryllotalpa unispina; Labidura riparia;* **Хищники**: *Cymindis equestris; Cephalota elegans;* **Миксофитофаги**: *Dicheirotrichus desertus; Curtonotus propinquus*	**Сапрофаги**: *Labidura riparia* **Хищники**: *Cymindis equestris; Pogonistes rufoaeneus; Cephalota elegans;*	**Фитофаги**: *Epachromius pulverilentus;* **Сапрофаги**: *Gryllotalpa unispina;* **Хищники**: *Cephalota chiloleuca; Pogonus cumanus; Pogonus transfuga*	**Фитофаги**: *Epachromius pulverilentus*

Примечания: * дан разброс показателей по трем измерениям в 2011 и 2012 г. (по: Федоров, Мордкович, 2012). ** приведены средние и стандартная ошибка средней, n = 10. Notes: * maximum and minimum of three measurements in 2011 and 2012 (Fedorov, Mordkovich, 2012). **Means and standard error, n=10.

Мы проанализировали изотопный состав углерода и азота тканей доминирующих насекомых разных трофических групп (фитофагов, сапрофагов и хищников), населяющих модельную экосистему, а также растений и почвы. Материал для исследования был собран в августе 2013 г. В

каждом из 5 местообитаний были взяты в 5 повторностях пробы верхнего горизонта почвы (0-2 см) и образцы растений, создававших наибольшую долю проективного покрытия (от одного до четырех видов). От растений брались живые вегетирующие части (листья, зеленые кусочки стебля), по 5 экземпляров растений каждого вида.

Насекомых собирали в почвенные ловушки (пластиковые стаканчики диаметром 65 мм, без фиксирующей жидкости), расположенные по 10 штук в линию, идущую параллельно берегу и равноудаленную от краев местообитания. Ловушки экспонировались с 1 по 21 августа и проверялись каждые 4-5 дней. Для изотопного анализа были использованы особи насекомых всех видов, собранных в количестве не менее 5 экземпляров со всей катены, но не более 10 экземпляров одного вида из одного местообитания. Список проанализированных видов представлен в таблице.

Образцы были высушены в сушильном шкафу при температуре 50°C не менее 48 часов. Затем каждый образец перетирали до однородной массы. У насекомых для анализа использовали части, содержащие по возможности больше мышечной ткани: ноги у крупных насекомых или грудь и голову у мелких (Цуриков и др. 2015). Изотопный анализ был проведен на комплексе оборудования, состоящем из элементного анализатора Flash 1112 и изотопного масс-спектрометра Thermo Finnigan Delta V Plus в Центре коллективного пользования при ИПЭЭ РАН. Изотопный состав углерода и азота выражали в тысячных долях отклонения от международного эталона (Vienna PeeDee Belemnite и атмосферного азота, соответственно), δ (‰):

$$\delta X_{образец} = [(R_{образец}/R_{эталон}) - 1] \times 1000, \quad (1)$$

где X – элемент (азот или углерод), R – молярное соотношение тяжелого и легкого изотопов соответствующего элемента. Аналитическая погрешность определения изотопного состава азота и углерода не превышала ±0.2 ‰.

Средние значения сравнивались по критерию Манн-Уитни. Данные на рисунках представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения (SD). Статистический анализ проводился в программе PAST (Hammer et al., 2001). Систематика жужелиц приведена по электронному каталогу Carabidae of the World, 2015 (http://carabidae.org/). Длина тела жужелиц приведена по данным собственных измерений (средняя для 5 экземпляров).

Результаты

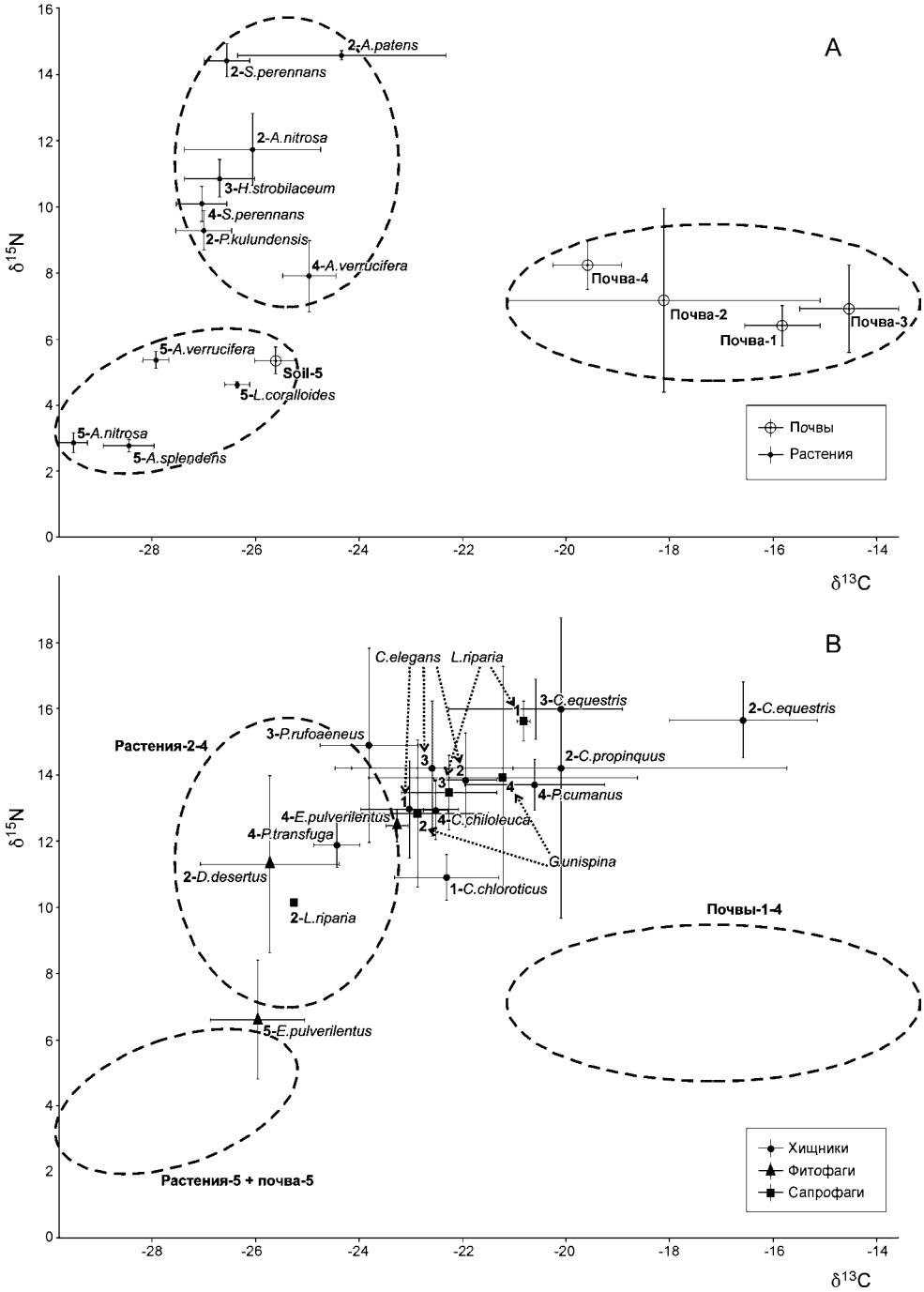
Почва и растения. Величины $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ в почвах катены варьировали от -25.6 до -14.4 ‰ и от 5.4 до 8.4 ‰, соответственно. Почвы в позициях 1-4 были значительно и достоверно ($p < 0.05$) обогащены тяжелым углеродом и азотом по сравнению с почвой луга (позиция 5) (рис., А) Наибольшая дисперсия по изотопному составу обоих элементов наблюдалась в позиции 2.

Величина $\delta^{15}N$ в растениях довольно равномерно снижалась вверх по катене (от позиции 2 к позиции 4), и сильно падала в позиции 5 (рис., А). Разные виды растений на одной позиции катены обычно слабо различались по изотопному составу (исключение - позиция 2, где изотопная подпись злака *P. kulundensis* существенно отличается от таковых полыни (*A. nitrosa*) и маревых (*A. patens, S. perennans*)). Напротив, растения одного вида, произрастающие на разных позициях катены, сильно различались по изотопному составу азота. Так, лебеда бугорчатая (*A. verrucifera*) в позициях 4 и 5 отличалась на 2.5 ‰, солянки (*S. perennans*) в позициях 2 и 4 − на 4 ‰, а полынь селитряная (*A. nitrosa*) из позиций 2 и 5 − почти на 10 ‰ (рис., А). Средняя величина $\delta^{13}C$ в тканях растений катены варьировала от -29.5 до -24.5 ‰, в общем снижаясь от позиции 2 к позиции 5 (рис., А). Дисперсия величин $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ у растений, как и у почвы, была наиболее велика на второй позиции катены. Вероятно, это связано с большой пестротой почвенного покрова и нестабильным водным режимом этого местообитания.

Изотопный состав азота и углерода представителей разных трофических групп. Единственный «чистый» фитофаг − кобылка *Epachromius pulverilentus* − встречался только в позициях 4 и 5. В двух соседних биотопах изотопные подписи *E. pulverilentus* достоверно отличаются ($p < 0.001$ для углерода и $p < 0.01$ для азота, рис., В), что соответствует различию изотопного состава растений соответствующих площадок.

Изотопная подпись жужелиц-миксофагов *Dicheirotrichus desertus* располагается на графике в левой части «изотопного поля», среди изотопных подписей растений, произрастающих в позиции, в которой он найден. Это указывает на тесную связь *D. desertus* с пастбищными пищевыми цепями. Другой миксофаг, *Curtonotus propinquus*, имеет наиболее широкую дисперсию среди всех изученных

животных катены, как по азоту, так и по углероду, но со сдвигом в правую часть «изотопного поля», что свидетельствует как о широте его рациона, так и о минимальной представленности в нем растений.



Условные обозначения: А – Почвы и растения. В – Насекомые. Цифрой около названия обозначен номер местообитания, откуда взят образец. Овалами обозначены группы почв и растений, сходные по изотопному составу. Legend: A – soils and plants. B – insects. Figures near species names indicate position on the catena. Groups of soils and plants similar in the isotope composition are delimited by ellipses.

Рис. Изотопные подписи почв, растений и насекомых катены на берегу соленого озера.

Fig. Isotope signatures of soils, plants and insects of the shore lake catena.

Изотопная ниша сапрофагов *Gryllotalpa unispina* и *Labidura riparia* располагается в той же области изотопного поля, что и у хищников, но меньше по размерам. Сапрофаги имеют большую изменчивость изотопного состава C и N, чем фитофаги ($\delta^{13}C$ от -25 до -21 ‰; $\delta^{15}N$ от 10 до 15 ‰), но меньшую, чем некоторые хищники.

Хищные насекомые были представлены в наших сборах наибольшим числом видов, они населяют позиции с 1 по 4. Изменчивость изотопного состава C и N хищных насекомых была весьма велика: величины $\delta^{13}C$ колебались от -24.5 до -16.5‰, величины $\delta^{15}N$ от 12 до 16‰. Величины $\delta^{13}C$ у большинства хищников сильно сдвинуты вправо по отношению к растениям катены (и слегка по отношению к фито- и сапрофагам) и приближаются к величинам $\delta^{13}C$ почвы (рис., B).

Экологическая дифференциация родственных видов. Для жужелиц-скакунов показано пространственное разделение между видами при схожей кормовой базе. Так, *Cephalota elegans* встречался в 2013 г. в позициях с 1 по 3, а *Cephalota chiloleuca* − только в позиции 4, при этом их изотопные подписи различаются недостоверно. В 2011 году, при значительно более высокой численности, эти два вида также были разделены пространственно: около 90 % особей *C. elegans* встречено в 1 позиции, а практически все особи *Cephalota chiloleuca* − в 4 (Федоров, Мордкович, 2012).

Отмечена трофическая дифференциация жужелиц трибы Pogonini: *Pogonus cumanus* и *P. transfuga,* совместно встречающиеся в 2013 г. в позиции 4, обладают разными спектрами питания (различия изотопных подписей достоверны: $p < 0.001$ по углероду и $p < 0.01$ по азоту). О различии в пищевых предпочтениях этих жуков могут свидетельствовать и различия в их размерах (*P. cumanus* крупнее: длина тела 8.3 мм против 6.6 мм у *P. transfuga*). *Pogonistes rufoaeneus* (самый мелкий из исследованных здесь Pogonini − 5.5 мм) пространственно разобщен с этими видами, при этом имеет промежуточное между ними содержание тяжелого углерода, что может указывать на потребление жертв, входящих в рацион обоих видов этой трибы. *P. rufoaeneus* встречался в 2013 г. только в позиции 3, а в 2011 г. в основном населял позицию 1; этот вид, в отличие от остальных изученных Pogonini, имеет два максимума численности − весенний и летний (Федоров, 2013). *Cardiaderus chloroticus* (7.7 мм) разобщен с остальными видами пространственно (населял только позицию 1, в 2011 г. совместно с *P. rufoaeneus*) и имеет самую низкую величину $\delta^{15}N$ (рис., B).

Изотопные подписи и перемещения насекомых по катене. Предположение о том, что более подвижные насекомые имеют больший разброс значений $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ и не будут различаться по ним в разных позициях катены, выполняется для высокоподвижных скакунов *Cephalota elegans*, имеющих слабо различающиеся изотопные подписи с большой дисперсией в разных биотопах. Это может указывать как на большое разнообразие их жертв, так и на высокую, по сравнению с прочими жужелицами, миграционную активность (о чем свидетельствует также и встречаемость жужелиц этого вида в самом большом диапазоне местообитаний, с 1 по 3 позиции катены) (рис., B).

С предположением о связи изотопной подписи и миграционной активности согласуется и то, что особи значительно менее подвижной жужелицы *Cymindis equestris* в позициях 2 и 3 хорошо отличаются по изотопному составу углерода ($p < 0.05$). Особи *C. equestris* в позиции 2 в наибольшей степени обогащены тяжелыми изотопами как углерода, так и азота, по сравнению со всеми исследованными беспозвоночными. Это позволяет считать *C. equestris* в позиции 2 потребителем специфической группы жертв, мало используемой прочими хищниками: например, личинками насекомых и рачками, питающимися береговыми выбросами водных растений.

Достоверная разница в изотопных подписях фитофага *E. pulverilentus* (по углероду и азоту $p < 0.01$) в позициях 4 и 5 катены неожиданна, поскольку кобылка достаточно подвижное насекомое и ожидалась ее миграция между близко расположенными биотопами.

Обсуждение

Дисперсия изотопного состава углерода и азота была выше в почвах позиций 1-4, чем в позиции 5; особенно же она велика в позиции 2. Это, вероятно, отражает нестабильный гидрологический режим почвы на нижних позициях катены. Обогащение почвы ^{13}C свидетельствует в пользу гидроморфного происхождения почв нижних участков катены, поскольку в них проявляется «водная субсидия» (Walters et al., 2008).

Несмотря на выровненность рельефа изученной катены, условия для существования беспозвоночных на ней меняются не плавно. Солончаковатый луг, расположенный на верхней

позиции 5, ныне не является прибрежной экосистемой осушной зоны (вероятно, являлся ею в прошлом, 50-100 лет назад, поскольку геоморфологически напоминает береговой обрыв при значительно более высоком уровне стояния озера), кардинально отличаясь от остальных четырех практически всеми показателями. Существенными особенностями обладает и позиция 2, расположенная недалеко от уреза современного наивысшего стояния воды на слабо выраженном валу, и пропадающая на некоторых местах берега. Она имеет относительно более благоприятные абиотические условия по сравнению с соседними позициями (меньше суточный перепад температур, меньше засоление) (таблица), что положительно отражается на ее растительности и животном населении. Позиция 3 очень плоская и выровненная, за счет чего на ней при высыхании каждую весну постепенно накапливаются соли. Это делает возможным существование на ней сарсазанника − пустынного галофитного сообщества, характерного для значительно более южных областей, и находящегося в Новосибирской области на крайней северной границе своего обитания (Зеленая книга Сибири, 1996).

Исследованные насекомые катены относятся к четырем трофическим группам: фитофаги, сапрофаги, хищники и миксофаги. К фитофагам относятся только кобылки *Epachromius pulverilentus*. К сапрофагам − медведка *Gryllotalpa unispina* и уховертка *Labidura riparia*. Некоторые жужелицы (*Dicheirotrichus desertus, Curtonotus propinquus*) (Шарова, 1981; Coll, Guershon, 2002) обычно имеют в своем рационе растительную пищу (эти два вида были отнесены к миксофагам). К хищникам были отнесены все остальные доминирующие виды жужелиц.

Практически все изученные виды насекомых, доминирующие в прибрежной зоне, обладают хорошими способностями к полету, которым они активно пользуются при наступлении неблагоприятных условий. Однако при добыче пищи полет используют только жужелицы-скакуны, прочие же исследованные в данной работе насекомые имеют суточный радиус пищедобывательной активности всего лишь порядка нескольких метров (Беспалов, Любечанский, 2011).

В ходе исследования выявлено очень мало непосредственных трофических цепей. Найдены они лишь у фитофагов, однозначно связанных с теми растениями, которые произрастают в местах обитания этих насекомых. Оба вида растительноядных насекомых, представленных в значимых количествах на катене (фитофаг-генералист саранчовое *Epachromius pulverilentus* и специализированный потребитель семян злаков жужелица *Dicheirotrichus desertus*) по-видимому, не склонны к значительным перемещениям, поскольку изотопный состав углерода и азота у саранчовых в разных позициях катены достоверно различен, а *D. desertus* оказался стенотопным видом и отмечен только в позиции 2. В 2011 г. этот вид был отмечен также и в 4 позиции, где также произрастает бескильница (Федоров, Мордкович, 2012). Питание имаго гарпалин семенами злаков хорошо известно (Катаев, 2011). В «изотопном пространстве» *D. desertus* располагается рядом с другими фитофагами и невдалеке от своего кормового растения *Puccinellia kulundensis*.

Жертвы хищных жужелиц остались «за кадром», из-за того, что не попадаются в почвенные ловушки и требуют специфических методов учета. По-видимому, большинство жертв является мелкими почвенными сапрофагами. Высокие величины $\delta^{13}C$ указывают на то, что в целом сообщество хищных герпетобионтных беспозвоночных осушной зоны получает энергию преимущественно из детритных пищевых сетей (Korobushkin et al., 2014). Для жужелиц, живущих вблизи от воды (*Cephalota elegans, Cardiaderus chloroticus* и *Cymindis equestris*), возможно и питание водными животными, в которых проявляется изотопная подпись водных растений (Коробушкин, 2014), особенно хорошо заметная у последнего вида.

Можно говорить о том, что большинство членов сообщества весьма лабильно по своим пищевым объектам. Вероятно, насекомые переключаются на доступный ресурс «здесь и сейчас», а не активно кочуют по экосистеме в поисках определенного типа пищи. На это указывают достоверно отличающиеся в разных биотопах изотопные подписи *Cymindis equestris* и *Epachromius pulverilentus*. Переходы в соседние биотопы имеют значение для скакунов *Cephalota elegans*, свободно перемещающихся между позициями 1, 2 и 3 и, возможно, для медведки *Gryllotalpa unispina*, которая прокладывает в почвах биоценоза многометровые ходы, а также нередко летает. У более подвижных видов «площадь дисперсии» изотопного состава азота и углерода (произведение дисперсий по $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$) в несколько раз больше, чем у большинства стенотопных видов.

С другой стороны, большая дисперсия величин $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ у некоторых видов (прежде всего, у жужелицы-миксофага *Curtonotus propinquus*) может быть связана с широким диапазоном потребляемых ресурсов, причем разные особи одного вида, вероятно, питались разной пищей.

По наблюдениям В.Г. Мордковича, такие виды, как *Cymindis equestris* по мере усыхания озера периодически «отряжают» крупные контингенты имаго с опорной позиции 2 в только что вышедшие из-под воды участки сора (позиция 1). Здесь, благодаря способности к размножению в течение большей части сезона, самки откладывают свежие порции яиц. В результате, от окраины к центру озерной котловины формируется несколько когорт личинок, различающихся возрастом, которые развиваются в разной геохимической среде (Мордкович, 1973б). Возможно, различия изотопных подписей личинок разных когорт передаются новым поколениям имаго, вылупляющимся в разные сроки на разных участках сора. Этот механизм также может участвовать в формировании широкой дисперсии изотопного состава в разных частях метапопуляции одного вида.

Несмотря на то, что сообщество насекомых катены исследовалось при далеко не максимальной численности, наши результаты предполагают определенную степень его конкурентной организованности. Об этом свидетельствует пространственное разобщение жужелиц-скакунов двух видов при близости их трофики и разделение четырех видов жужелиц трибы Pogonini − либо по предпочитаемым пищевым объектам, либо в пространстве, а в случае *Pogonistes rufoaeneus* - еще и по срокам сезонной активности. Жужелицы, сосуществующие на катене в пределах одного биотопа, по-видимому, потребляют разные пищевые ресурсы. Это облегчается еще и размерной дифференциацией близкородственных видов Pogonini, заставляющей их использовать разные пищевые объекты. Сходная размерная дифференциация, снижающая конкуренцию, среди жужелиц найдена у скакунов (Pearson, Mury, 1979).

Заключение

Таким образом, сообщество насекомых изученной катены делится на три трофические группы (фитофаги, сапрофаги, хищники). Группу хищников, в свою очередь, можно разделить на три достаточно выраженные гильдии. Эти гильдии включают:

1. Высокоподвижных хищников-эпибионтов (два вида жужелиц-скакунов − *C. chiloleuca* и *C. elegans*). Эти жуки при охоте используют полет и находят добычу с помощью зрения. Имеют сходную изотопную подпись и разобщены на катене пространственно.

2. Мелких хищников-генералистов (четыре вида жужелиц трибы Pogonini: *Pogonus cumanus, P. transfuga, Pogonistes rufoaeneus* и *Cardiaderus chloroticus*). Жужелицы трибы Pogonini относятся к другой жизненной форме (стратобионты зарывающиеся подстилочно-почвенные), имеют меньшие размеры и другой способ охоты, чем скакуны. В пределах этой гильдии наблюдается разделение по трофике, по предпочитаемой позиции катены или по сезонному максимуму активности.

3. Относительно крупных потребители почвенных сапрофагов и водных обитателей (два поверхностно-подстилочных вида из разных триб: *Curtonotus propinquus* и *Cymindis equestris*). Эти два вида имеют высокий разброс по изотопному составу углерода и азота и максимально обогащены тяжелыми изотопами обоих элементов.

Значимое перемещение между позициями катены отмечено лишь для немногих видов. В целом наши данные предполагают весьма лабильное пищевое поведение (и, соответственно, широкое перекрывание трофических ниш) у большинства представителей хищных жужелиц. К сходному заключению пришли М. Залевский с соавторами, которые исследовали изотопный состав жужелиц лесо-лугового сообщества умеренной зоны (Zalewski et al., 2014). Возможно, что в исследованных нами биотопах перекрывание трофических ниш разных видов хищников отчасти компенсируется их приуроченностью к разным местообитаниям, но, в силу небольшого объема проанализированного материала, это предположение носит предварительный характер.

Благодарности. *Авторы благодарны заведующему Карасукской экспедиционной базой Института систематики и экологии животных СО РАН В.А. Шило за содействие при проведении экспедиционных работ, Л.В. Залиш (Институт почвоведения и агрохимии СО РАН) за помощь при подготовке проб, И.В. Федорову за помощь в сборе материала.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Беспалов А.Н., Любечанский И.И. 2011. Динамика численности жуков-жужелиц (Coleoptera, Carabidae) на огороженных площадках в условиях Предалтайской равнины // Зоологический журнал. Т. 90. № 4. С. 420-427.

Васильев О.Ф., Казанцев В.А., Попов П.А., Кириллов В.В. 2005. Общая природная характеристика и экологические проблемы Чановской и Кулундинской озёрных систем и их бассейнов // Сибирский экологический журнал. № 2. С.167–173.

Гончаров А.А., Тиунов А.В. 2013. Трофические цепи в почве // Журнал общей биологии. Т. 74. № 6. С. 450-462.

Западная Сибирь. 1963. Под ред. Г.Д. Рихтер. М.-Л.: Издательство АН СССР. 492 с.

Зеленая книга Сибири: редкие и нуждающиеся в охране растит. сообщества. 1996. Под ред. И.Ю. Коропачинского ; Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, РФФИ. Новосибирск: Наука. 397 с.

Катаев Б.М. 2011. Жужелицы рода Harpalus (Coleoptera, Carabidae) мировой фауны: систематика, зоогеография, филогения. Автореф. дисс. докт. биол. наук. Санкт-Петербург, Зоологический институт РАН. 23 с.

Коробушкин Д.И. 2014. Роль аллохтонного углерода в энергетике сообществ наземных беспозвоночных в градиенте удаления от Черного моря и пресноводного водоема (по данным изотопного анализа) // Экология. № 3. С. 221-229.

Кривенко В.Г. Водоплавающие птицы и их охрана. М.: Агропромиздат, 1991. 273 с.

Мордкович В.Г. 1973а. Зоологическая характеристика примитивных почв в осушных зонах солёных озёр юга Сибири // Зоологический журнал. Т. 52. № 9. С. 1321-1329.

Мордкович В.Г. 1973б. Порядок доминирования экологических групп мезогерпетобия в ходе сезонного развития сообщества Барабинской лесостепи // Зоологический журнал. Т. 52. № 10. С. 1490-1497.

Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, 2008. I-II том. М.: Изд. Росгидромета. 288 с.

Пономаренко А.Г. 2013. Ранние этапы эволюции почвенных экосистем // Журнал общей биологии. Т. 74. № 6. С. 420-433.

Пушкарёва Т.А. 2013. Признаки педогенеза в отложениях засоленных озер Хакасии и Тувы. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Томск, Томский гос. университет. 24 с.

Федоров И.В., Мордкович В.Г. 2012. Уровень и структура разнообразия насекомых новообразованной экосистемы осушной зоны соленого озера в Кулунде // Евразиатский энтомологический журнал. Т. 11. № 4. С. 359-371.

Федоров И.В. 2013. Сезонная динамика сообществ насекомых фрагментарной солончаковой пустыни в Новосибирской области // Евразиатский энтомологический журнал. Т. 12. № 4. С. 378-388.

Цуриков С.М., Гончаров А.А., Тиунов А.В. 2015. Изотопный состав (13C/12C и 15N/14N) разных тканей жесткокрылых насекомых (Insecta, Coleoptera) и его изменения в онтогенезе // Зоологический журнал. Т. 94. №3. С. 336-344.

Шарова И.Х. 1981. Жизненные формы жужелиц (Coleoptera, Carabidae). М. Наука. 360 с.

Carabidae of the World /Anichtchenko A. et al., (editors). 2015. Материал с сайта http://www.carabidae.org

Coll M., Guershon M. 2002. Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets // Annual review of entomology. Vol. 47. P. 267-297.

Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. Vol. 4. №. 1. 9 pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Korobushkin D.I., Gongalsky, K.B., Tiunov A.V. 2014. Isotopic niche (δ(13) C and δ(15) N values) of soil macrofauna in temperate forests // Rapid communications in mass spectrometry. Vol.28. № 11. P. 1303-1311.

McCutchan J.H., Lewis W.M., Kendall C., McGrath C.C. 2003. Variation in trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen, and sulfur // Oikos. Vol. 102. P. 378-390.

Pearson D.L., Mury E.J. 1979. Character divergence and convergence among tiger beetles (Coleoptera, Cicindelidae) // Ecology. Vol. 60. P. 557-566.

Scheu S., Falca M. 2000. The soil food web of two beech forests (Fagus sylvatica) of contrasting humus type: stable isotope analysis of a macro- and a mesofauna-dominated community // Oecologia. Vol. 123. P. 285-296.

Walters D.M., Fritz K.M., Otter, R.R. 2008. The dark side of subsidies: adult stream insects export organic contaminants to riparian predators // Ecological applications. Vol. 18. №.8. P. 1835-1841.

Zalewski M., Dudek D., Tiunov A.V., Godeau J.-F., Okuzaki Yu., Ikeda H., Sienkievich P., Ulrich W. 2014. High niche overlap in the stable isotope space of ground beetles // Annales Zoologici Fennici. Vol. 51. № 6. P. 301-312.

TROPHIC STRUCTURE OF GROUND-DWELLING INSECTS IN THE COASTAL ZONE OF A SALT LAKE IN SOUTHERN SIBERIA: ISOTOPIC EVIDENCE

© 2015. I.I. Lyubechanskii*, R.Yu. Dudko*, A.V. Tiunov, V.G. Mordkovich***

**Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS*
Russia, 630091 Novosibirsk, Frunze str., 11. E-mail: lubech@rambler.ru
***A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution Russian Academy of Sciences.*
Russia, 119071 Moscow, Leninsky prospect, 33. E-mail: a_tiunov@mail.ru

The trophic structure of ground-dwelling insect community was studied in the coastal zone of a salt lake in the southern forest-steppe (Novosibirsk oblast). Five habitats along a 170 m long catena were studied, forming a continuum from strongly saline bare ground to a developed meadow. In each habitat samples of soil, and dominating insect and plant species were collected. According to their stable isotope composition ($\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ values), phytophagous insects (locust *Epachromius pulverilentus* and carabid beetle *Dicheirotrichus desertus*) were tightly connected with their food objects and hardly migrated along the catena. Saprophages (mole cricket *Gryllotalpa unispina* and earwig *Labidura riparia*) used various food resource; mole cricket tended to migrate between habitats. Predatory beetles could be separated into three trophic guilds: (1) highly mobile active predators, including tiger beetles *Cephalota chiloleuca* and *C. elegans*; (2) small generalist predators of Pogonini tribe (*Pogonus cumanus, P. transfuga, Pogonistes rufoaeneus* and *Cardiaderus chloroticus*); (3) relatively large consumers of soil saprophages and aquatic organisms (*Curtonotus propinquus* and *Cymindis equestris*). Species belonging to the same guild were seemingly separated in space; typically, only one member of each guild occurred in each habitat studied. Only tiger beetles migrated actively between habitats. The community of generalist predators is fuelled mainly by detrital food chains.
Keywords: Baraba lowland, saline soils, soil invertebrates, food web, spatial structure

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №4 (65), с. 39-53

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 631.671

ДИНАМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОЙМЫ И ДЕЛЬТЫ НИЖНЕЙ ВОЛГИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ РЕЧНОГО СТОКА И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФЛУКТУАЦИЙ[1]

© 2015 г. Ж.В. Кузьмина*, С.Е. Трешкин, Т.Ю. Каримова*****

**Институт водных проблем Российской академии наук (ИВП РАН)*
Россия, 119333 г. Москва, ул. Губкина, 3. E-mail: jannaKV@yandex.ru
***Федеральное агентство научных организаций (ФАНО)*
*Россия, 119334 г. Москва, Ленинский проспект, д. 32а. E-mail: biost@*yandex.ru
****Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН)*
Россия, 119071 г. Москва, Ленинский проспект, д. 33. E-mail: katayur@gmail.ru

Поступила 16.03.2015

Основные причины ухудшения состояния пойменных и дельтовых экосистем Нижней Волги – это региональное гидротехническое воздействие на пойму и дельту реки, а также климатические изменения в регионе. Для предотвращения полной гибели наземных экосистем поймы и дельты в современных условиях нестабильного климата необходимо изменение условий зарегулирования в нижнем бьефе Волгоградского водохранилища.
Ключевые слова: уровень грунтовых вод, минерализация грунтовых вод, засоление и оглеение почв, пойменные экосистемы, динамика растительности.

Проблемы современного экологического состояния Нижней Волги связаны как с природными, так и с антропогенными факторами. Среди природных факторов, это, прежде всего, климатические изменения и связанные с ними изменения речного стока, а также изменение уровня Каспийского моря. Среди антропогенных факторов – это региональные, связанные с гидротехническим воздействием (зарегулированием стока Волги) и локальные, связанные с урбанизацией, рекреацией, пожарами и пр. Проведенные нами исследования в летнюю межень 2014 года имели целью выявить существующие на сегодняшний день основные тенденции динамики наземных пойменных и дельтовых экосистем Нижней Волги на основе оценочных показателей и критериев нарушения в их структуре и составе в соответствии с влиянием основных негативных факторов среды (связанных с гидротехническим влиянием и климатическими изменениями) по разработанной нами ранее методике оценки изменений пойменных экосистем (Кузьмина, Трешкин, 2008, 2011, 2012) для разных выделенных гидролого-геоморфологических районов Нижней Волги и основных высотных уровней поймы и дельты.

Материалы и методы. Изучение влияния глобальных и региональных климатических и гидрологических изменений (в том числе гидротехнических и совокупных естественных и антропогенных) на растительность, почвы и грунтовые воды проводилось по разработанной ранее методике (Кузьмина, Трешкин, 2010, 2011, 2012, 2014; Кузьмина и др., 2011а, б, 2013).

На основе анализа статистических многолетних метеорологических характеристик были установлены основные климатические тенденции (Кузьмина, Трешкин, 2014). При этом выявлены

[1] Работа выполнена по теме НИР ИВП РАН 1.3. «Разработка научных основ теории формирования качества вод суши, методов исследования динамики водных и наземных экосистем, совершенствование комплексного мониторинга водных объектов», раздел «Разработка оценочных показателей и критериев трансформации наземных экосистем в связи с изменением водного режима территорий» (Гос. регистрация № 01201357580), а также при финансовой поддержке Федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012-2020 годах» по научному обоснованию мероприятий, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов и устойчивое функционирование водохозяйственного комплекса Нижней Волги, сохранение уникальной системы Волго-Ахтубинской поймы (Государственный контракт №10-ГК/ФЦП-2013 от 13.09.2013 г.).

основные тенденции совокупных климатических изменений влажностно-температурного режима в бассейне Нижней Волги в настоящем и будущем – это: а) возникновение значительно более теплых, влажных и многоснежных зимних периодов, и холодного полугодия и б) очень сильное увеличение аридизации в основной период вегетации – летом и осенью (Кузьмина, Трешкин, 2014).

В бассейне Нижней Волги повышение средней и абсолютной минимальной температуры воздуха наряду с увеличением выпадения общего количества атмосферных осадков в холодное полугодие и зимний сезон, а также их перераспределение (увеличение увлажненности зимой и уменьшения ее летом) способствует изменению сложившихся почвенно-грунтовых условий не только в поймах, но и на водосборных территориях. Экологическим следствием этих совокупных климатических изменений становится подъем и стабилизация положения УГВ, переувлажнение местообитаний (особенно в зимний период, преимущественно на нижних и средних уровнях поймы и особенно в дельтовой части бассейна нижней Волги), увеличение глееобразования в почвенном профиле что, в конечном итоге, способствует гибели естественной пойменной и дельтовой древесно-кустарниковой растительности (Кузьмина, Трешкин, 2014).

Для правильного и более полного выявления динамических тенденций в наземных экосистемах регион Низовьев Волги по гидролого-геоморфологическим условиям был разделен на четыре различных района (рис. 1): 1-ый район – Волго-Ахтубинская пойма в зоне активного влияния нижнего бьефа Волгоградского водохранилища (от г. Волгоград до пос. Черный Яр), 2-ой район – собственно центральная часть Волго-Ахтубинской поймы (от пос. Черный Яр до г. Астрахань), 3-ий район – непосредственно дельта р. Волги (южнее и юго-восточнее г. Астрахань до протоки Бахтемир) и 4-ый район – западные подстепные ильмени (западная часть дельты р. Волги; зараднее протоки Бахтемир). Гидрологические условия в этих районах существенно различаются. Для первого района самым важным негативным моментом является обсыхание поймы и резкое заглубление грунтовых вод. Второй район (по мнению гидрологов) считался менее затронутым антропогенным гидротехническим воздействием. Однако здесь – во втором районе – наиболее негативным считалось сокращение высоты и сроков весеннего заливания поймы. Отличительной чертой третьего района является подтопление дельты во все сезоны года в связи с поднятием уровня Каспия. Четвертый район характеризовался тем, что практически полностью антропогенно зарегулирован, а поверхностное (условно-естественное) затопление совершенно отсутствует. Для пойменных и дельтовых экосистем основным лимитирующим фактором, полностью определяющим их появление, формирование и динамику является гидрологический. Поэтому наиболее информативными и корректными будут все основные комплексные исследования (растительности, почв, грунтовых вод, животного населения и т.д.), проведенные в меженный период, который позволяет установить не только максимальное развитие биомассы, но и наибольшую глубину залегания поверхностных грунтовых вод в пойме и дельте, а также наличие или отсутствие глеевых, ожелезнённых и/или засоленных почвенных горизонтов[2].

В каждом из выделенных гидролого-геоморфологических районов в поемной части реки было заложено по одному поперечному инструментальному комплексному экологическому профилю различной протяженности от 1 до 2 км. Они включали все основные естественные формы рельефа на трех основных пойменных уровнях: верхней – высокой пойме (третий пойменный уровень), средней – центральной пойме (второй пойменный уровень) и нижней пойме (первый пойменный уровень).

Результаты и их обсуждение. Как наиболее контрастные по процессам и их проявлениям в экосистемах, рассмотрим первый и третий экологические профили, заложенные соответственно в первом и третьем гидроголо-геоморфологических районах: в нижнем бьефе Волгоградского вдхр., т.е. в Волго-Ахтубинской пойме и в дельте Волги.

Первый комплексный комбинированный экологический профиль (рис. 2) располагался в первом гидролого-геоморфологическом районе Волго-Ахтубинской поймы между поселками Светлый Яр и Райгород (48° 28′ 42.6″ с.ш., 44° 48′ 13.0″ в.д. – 48° 28′ 04.1″ с.ш., 44° 48′ 58.9″ в.д. – 48° 27′ 58.5″ с.ш., 44° 48′ 51.5″ в.д.). Этот первый экологический профиль расположен на правом берегу реки Волги и

[2] Химические анализы почв по генетическим горизонтам (на водную вытяжку, общее засоление и pH) были выполнены в аналитической лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия (ФГБНУ ВНИИОЗ) по стандартным методикам.

простирается от уреза воды в основном русле (48° 28′ 48.8″ с.ш., 44° 48′ 13.6″ в.д.), проходя через меандровые понижения-озера и пойму разных высотных уровней занятой типичной интразональной пойменной мезофитной растительностью до коренной (внепойменной) террасы р. Волги (48° 28′ 30.5″ с.ш., 44° 47′ 46.7″ в.д.; 48° 27′ 53.8″ с.ш., 44° 48′ 26.2″ в.д.), возвышающейся над поймой на 27 м, занятой полупустынной зональной полынно-злаковой растительностью (Ass. *Poa bulbosa–Eremopyrum orientale–Artemisia lerchiana*).

Рис. 1. Расположение модельных профилей в соответствии с выделенными гидролого-геоморфологическими районам. Условные обозначения: черные кружки – места заложения поперечных инструментальных экологических профилей; 1-4 – гидролого-геоморфологические районы, 1 – Волго-Ахтубинская пойма в зоне активного влияния нижнего бьефа Волгоградского водохранилища (от г. Волгоград до пос. Черный Яр), 2 – собственно центральная часть Волго-Ахтубинской поймы (от пос. Черный Яр до г. Астрахань), 3 – непосредственно дельта р. Волги (южнее и юго-восточнее г. Астрахань до протоки Бахтемир), 4 – западные подстепные ильмени (западная часть дельты р. Волги; западнее протоки Бахтемир).

Fig. 1. Location of the model profiles in accordance with the selected hydrological and geomorphological areas. Legend: black circles – the place of instrumental cross-section environmental profiles; 1-4 – hydrology-geomorphological regions: 1 – Volga-Akhtuba floodplain in the zone of active influence of the downstream of the Volgograd Reservoir (from Volgograd to the village. Black Yar), 2 – actually the central part of the Volga-Akhtuba floodplain (from the village Cherny Yar to Astrakhan), 3 – directly delta Volga (to south and south-east of the city Astrakhan to Bakhtemir ducts), 4 – Western Podstepnye Ilmenies (western part of the delta. Volga; to west from Bakhtemir ducts).

На первом комбинированном экологическом профиле в нижнем бьефе Волгоградского водохранилища было выполнено два почвенных разреза и 9 геоботанических описаний (рис. 2).

Необходимо отметить, что в целом, поток безнапорных грунтовых вод для данного меженного сезона имеет норамальное направление стока – от коренной террасы к основному руслу реки (рис. 2). Однако при этом заметно, что уровень воды (УВ) в старичном озере превышает УВ в основном русле реки на 5 м. А верхний третий пойменный уровень превышает настоящий меженный УВ более чем на 9 м, что также доказывает отсутствие заливания в современный период на верхней пойме (рис. 2),

поскольку в настоящее время обеспеченность заливания паводковыми водами высотных уровней выше 7.8 м в этом районе составляет 0% (Новикова и др., 2005).

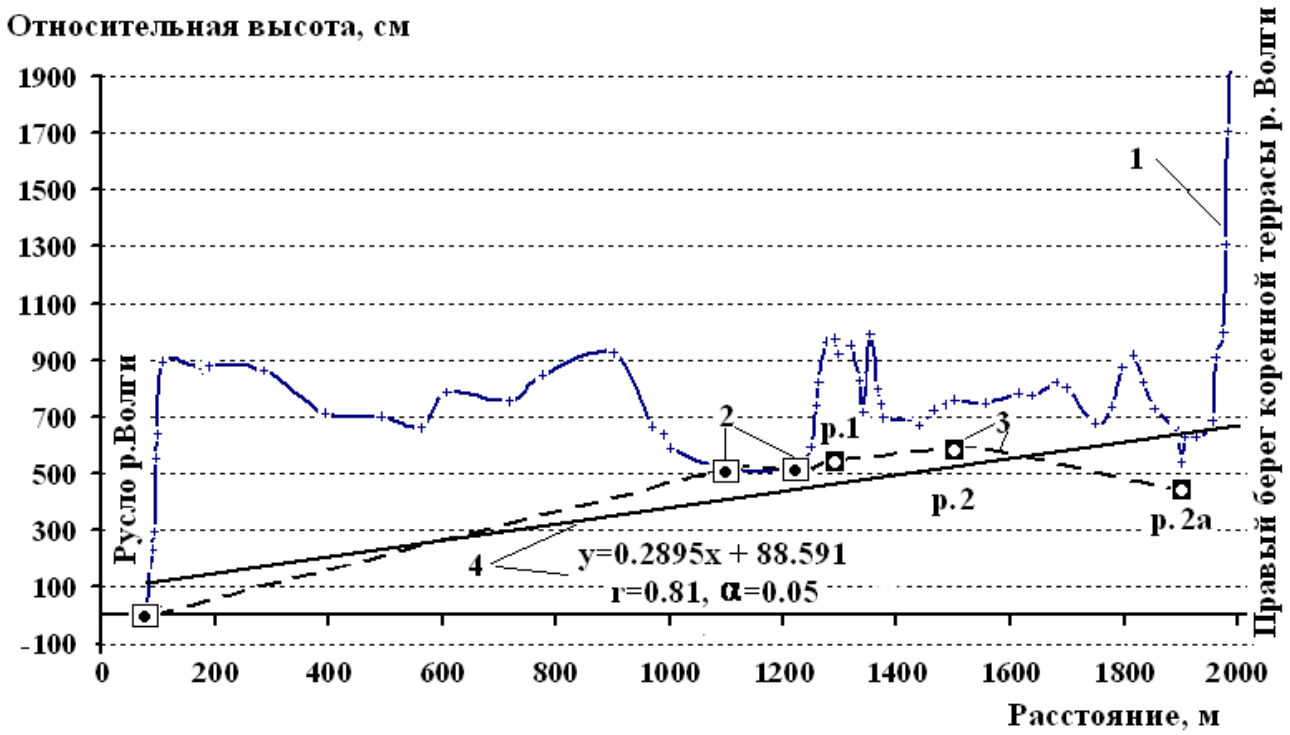


Рис. 2. Положение грунтовых и поверхностных вод в летнюю межень 2014 года на экологическом профиле № 1 Светлый Яр на правом берегу р. Волги в зоне активного влияния Волгоградского водохранилища (северная часть Низовьев Волги – в первом гидролого-геоморфологическом районе). Условные обозначения: 1 – инструментальный рельеф поймы реки на участке профиля, 2 – инструментальное положение уровня воды (УВ) в основном русле реки Волги и в старице (13.08.2014), 3 – инструментальное положение уровня грунтовых вод (УГВ) в почвенных разрезах №№ 1-2 (р. 1, р. 2, р. 2а) и на местности 13.08.2014, 4 – линейный тренд (с его математической формулой, коэффициентом корреляции и достоверностью) фактического УГВ в пойме 13.08.2014.
Fig. 2. Provision of ground and surface waters in the summer low water in 2014 on the ecological profile number 1 Svetliy Yar on the right bank of the river. Volga in the zone of active influence of the Volgograd Reservoir (northern part of the lower reaches of the Volga – the first hydrological and geomorphological area). Symbols: 1 – the instrumental terrain floodplain on the site profile, 2 – instrumental position of the water level (SW) in the mainstream of the river Volga (8/13/2014) 3 – instrumental groundwater level (GWL) in the soil profile number № 1-2 (p. 1, p. 2, p. 2a) and on the ground 08.13.2014, 4 – linear trend (with his mathematical formula, the correlation coefficient and reliability) of the actual groundwater level in the floodplain of 13/08/2014.

Первый почвенный разрез (№1, 12.08.2014; 46° 03′ 56.8″ с.ш., 47° 51′ 21.4″ в.д.; рис. 2) располагался на прирусловом валу правого берега одного из меандровых озер, находящихся на правом берегу Волги. Грунтовые воды (ГВ) под ним в меженный маловодный период августа 2014 г. вскрывались на глубине 430 см и были наиболее засоленными по сравнению со всеми 8-ю обследованными почвенными разрезами во всех трех гидролого-геоморфологических районах Нижней Волги, достигая 4.3 г/л. Модельный участок представлял собой вытянутый вдоль прирусловой вала лесной массив дубового погибающего условно-коренного пойменного леса (с сомкнутостью крон 0.1-0.2) с кустарником из сливы колючей и боярышника со злаковым травяным покровом при участии разнотравья (г/б описание № 3, 12.08.2014; Ass. *Quercus robur–Prunus spinosa+Crataegus monogyna–Bromopsis inermis+Erysimum cheiranthoides+Echinops sphaerocephalus–Galium ruthenicum+Helidonium majus*) с общим проективном покрытием 80%. На модельной площади (20x20 м^2) насчитывалось 11 взрослых, суховершинящих на 1/3-2/3 кроны экземпляров дуба, живой

высотой 11-13 м со средним диаметром стволов 31 см (от 26 до 42 см). Кроме того, здесь же находились 4 пня от сломанных стволов дуба и сухой дубовый подрост с диаметром стволов 2-10 см в количестве 10 экземпляров. Четырехъярусное растительное сообщество представляли: один древесный ярус, один кустарниковый и два травяных. Несмотря на то, что дубовый лес был довольно разнообразен в видовом отношении (38 видов высших растений), в его составе находилось достаточное количество (18%) сорнотравья, в том числе и колючего (*Echinops sphaerocephalus, Onopordon acanthium, Artemisia vulgaris*, *Erysimum cheiranthoides, Conyza canadensis, Alyssum laevis, Lepidium* sp.), что говорит о сильном нарушении пойменной лесной экосистемы. Кроме того, практически, весь состав травостоя указывал на то, что данный участок поймы не заливается весенними паводками. В травостое более половины видового состава (59%) представляли мезоксерофиты и ксерофиты[3] (*Poa bulbosa* (sol), *P. angustifolia* (sol), *Galium ruthenicum* (sol gr), *Cynoglossum officinale* (Un), *Erysimum cheiranthoides* (sp gr), *Melilotus albus* (sol), *Lactuca serriola* (sol), *Lepidium* sp. (sol), *Eryngium planum* (sp), *Conyza canadensis* (sol), *Verbascum tapsus* (sol), *Tragopogon orientalis* (Un), *Onopordon acanthium* (sol), *Echinops sphaerocephalus* (sol gr), *Alyssum laevis* (sol), *Lithospermum officinale* (Un)), в том числе и основной доминант – кострец безостый (*Bromopsis inermis*). Тпичные мезофиты в травостое составляли только одну треть (31%), а мезогигрофиты (*Chaiturus marrubiastrum, Melandrium album, Carex nigra*) только 10%. При этом 56% и 33% от древесно-кустарникового покрова составляли мезофиты и мезоксерофиты, в то время как от всего состава сообщества их соотношение было 37% и 45% соответственно. При этом типичные ксерофиты (*Eryngium planum, Alyssum laevis, Lepidium* sp.) добавляли еще 8%, а мезогигрофиты имели минимальное присутствие (11%) от всего состава сообщества при полном отсутствии гигрофитов (0%). Таким образом, обследованный модельный участок имел сильные нарушения, как в структуре сообщества (сокращение древесных ярусов, отсутствие подроста и всходов древесных и кустарниковых видов, снижение сомкнутости крон, усыхание и выпадение основного эдификатора – дуба), так и в его видовом разнообразии (сдвиг флористического состава участка в сторону формирования мезоксерофитного сообщества, появление сорнотравья), что полностью вызвано изменением гидрологического режима реки Волги (сокращением весенних паводковых затоплений) в связи с зарегулированием Волгоградским водохранилищем.

Особенностью почвенного разреза №1 под усыхающим дубовым лесом является абсолютная несасоленность почвенных горизонтов первого метрового слоя в то время как засоление второго и третьего метров почвы достигало от слабой до средней степени в разных горизонтах. Средневзвешенное засоление первого метрового слоя почвы достигало лишь 0.05% (от 0.07% до 0.09% в различных горизонтах). В то же время средневзвешенное засоление второго и третьего метров почвы составило 0.28% (от 0.06% до 0.53%) и 0.26% (от 0.13% до 0.43%) соответственно. При этом в четвертом метре средневзвешенное засоление падает в три раза, достигая только 0.09% и вновь возрастает (до 0.17%) в первой трети пятого метрового слоя почвы, который граничит с горизонтом выклинивания грунтовых вод, также имеющих достаточно высокое засоление – 4.3 г/л. Несмотря на то, что по классификации засоления поверхностных и подземных вод установленная минерализация ГВ разреза №1 относится к классу слабоминерализованных вод (3-5 г/л), тем не менее, для пойменных экосистем, экологически приспособленных к регулярным паводковым заливаниям, данная минерализация (4.3 г/л) достаточна высока, особенно для дубовых древостоев, которые не выдерживают засоления. Значительное засоление верховодки в условиях отсутствия регулярного промывания почв способствует постепенному засолению вышележащих почвогрунтовых слоев, вплоть до поверхности.

Повышение засоления во втором и третьем метрах почвы по сравнению с четвертым и пятым метрами почвенного разреза связано с утяжелением гранулометрического состава второго и третьего метровых слоев (до среднего суглинка – легкой глины) по сравнению с более глубокими почвенными толщами (4-м и 5-ым метрами), которые представлены мелкозернистым желтовато-сизоватым речным песком. Очень слабое засоление в первом метровом слое несмотря на его суглинистый гранулометрический состав (легко-среднесуглинистый) объясняется тем, что грунтовые воды постоянно стоят очень глубоко и капиллярная кайма находится приблизительно на глубине 125 см,

[3] Ксерофиты – растения сухих местообитаний, способные благодаря ряду приспособительных признаков и свойств переносить перегрев и обезвоживание.

где и происходит основное накопление солей. Горизонт максимального накопления солей – 125-160 см слагается средним суглинком, а его засоление достигает 0.53% (по водной вытяжке). Таким образом, основная причина гибели взрослого дубового древостоя состоит в средней степени засоления (0.53%; 0.43%; 0.43%) глубоких почвенных горизонтов (125-160 см, 220-240 см, 240-255 см соответственно) в которых, в основном, расположены крупные и средние корни деревьев. А поскольку ГВ практически постоянно располагаются очень глубоко и не происходит рассоления почвенных горизонтов из-за отсутствия должного ежегодного паводкового затопления, динамика изменения почвенного и растительного покровов данного третьего уровня поймы будет и дальше сдвигаться в сторону повышения засоления во всех почвенных горизонтах, исчезновения древесно-кустарниковых сообществ и формирования сообществ автоморфного (зонального) ряда.

Второй особенностью разреза №1 под усыхающим дубовым древостоем можно считать почти полное отсутствие ожелезнения и оглеения в верхней части почвенного профиля. Слабоконтрастное размытое оглеение начинает отмечаться впервые только с глубины 125 см. В то время как ожелезнение сверху вниз (до глубины 125 см) также плавно и медленно нарастает от 1% до 7%, резко снижаясь ниже 125 см до 1%. Увеличение (от 10% до 70%) слабоконтрастного размытого оглеения начинает отмечаться с глубины 160 см до глубины 240 см. Затем на глубине 240-255 см оно вновь немного падает – до 55% и затем опять плавно повышается с глубины 300 см вплоть до 430 см (только до 80%), нигде, однако, не составляя 100%. Таким образом, отсутствие целостного контрастного глеевого горизонта в нижней части почвенного профиля разреза №1 указывает на то, что ГВ в отдельные меженные периоды могут располагаться ниже 430 см, как минимум на 50-60 см. Положение ГВ на глубине 430-490 см от поверхности указывает на полугидроморфный режим функционирования почв, который не обеспечивает жизнеспособность пойменных дубовых лесов.

Одним из заключительных звеньев эволюции описанного ранее модельного участка дубового древостоя (г/б описание №3, 12.08.2014) при чуть более глубоком залегании ГВ в меженный период (450-500 см) и меньшем засолении почв на таком же третьем уровне поймы – на прирусловом валу основного русла реки Волги, следует считать разреженный очень маловидовой (всего 9 видов растений) дубовый древостой с верблюжьей колючкой (г/б описание № 9, 13.08.2014; 48° 28′ 42.6″ с.ш., 44° 48′ 13.0″ в.д.; Ass. *Quercus robur–Alhagi pseudalhagi*) с такой же низкой сомкнутостью крон (0.1-0.2), с очень редуцированным – двухъярусным строением (один древесный и один травяный) сообщества и общим проективным покрытием трав 55%. На модельной площади 20х20 м произрастало 10 экземпляров дуба с диаметром стволов 100-115 см высотой 15-17 м также с усыхающей сверху (на 1/5-1/3) кроной. При этом, очень редуцированный видовой состав участка был представлен в основном ксерофитами (*Alhagi pseudalhagi* (cop 1), *Artemisia austriaca* (sp gr), *Eryngium planum* (sp), *Kochia prostrata* (sol)) и мезоксерофитами (*Quercus robur*, *Poa bulbosa* (cop 2), *Onopordon acanthium* (sol)) – 45% и 33% соответственно, в то время как видов мезофитной природы было лишь 2 (*Poa pratensis* (sp gr), *Polygonum aviculare* (sp gr)) – 22%, при полном отсутствии мезогигрофитов и гигрофитов. Таким образом, деградация пойменных дубрав сопровождается как полным изменением структуры лесного сообщества (резкое сокращение ярусности, отсутствие древесно-кустарникового подроста и всходов, снижение сомкнутости крон, усыхание основного эдификатора – дуба), так и практически полным изменением его видового состава (резкое сокращение видового разнообразия до нескольких доминирующих видов, полная смена видового состава при частичном сохранении только одного древесного доминанта, замена мезофитного на нехарактерный ксерофитный видовой состав). Учитывая современные климатические тенденции Низовьев Волги (Кузьмина, Трешкин, 2014), которые ведут к повышению средних температур воздуха и усилению аридизации в вегетационный период, исчезновение затенения после окончательной гибели дубрав усилит инсоляцию поверхности почвы, что будет способствовать дальнейшему ее засолению и понижению ГВ. Полная гибель дубрав в ближайшем будущем будет сопровождаться возникновением на их месте травяных мятликово-полынных зональных сообществ. При этом полугидроморфный режим почвенного увлажнения сменится на полностью автоморфный. Пойма третьего уровня перестанет существовать, а ее бывшая территория перейдет в режим надпойменной террасы.

Второй почвенный разрез (№ 2, 12.08.2014; 48° 27′ 58.5″ с.ш., 44° 48′ 51.5″ в.д.; рис. 2) первого комбинированного инструментального экологического профиля в Волго-Ахтубинской пойме располагался в несколько пониженной выположенной части центральной поймы (второй пойменный уровень) занятой молодыми формирующимися и пока еще разреженными (сомкнутость крон 0-0.1)

лоховыми лесами (г/б описание № 4, 12.08.2014) с травяным покровом из чертополоха, злаков и разнотравья (Ass. *Elaeagnus angustifolia – Cirsium incanum – Poacea* [*Poa angustifolia + Calamagrostis epigejos – Poa bulbosa] –Mixtheherbosa* [*Galium aparine +Galium verum+Cynanchum acutum*]) со 100% проективным покрытием. Данный участок поймы располагался на максимально возможном удалении от основного русла реки, ближе к притеррасному понижению. Его затопление происходит на очень незначительный период весной. В сообществе выделяются только два яруса: 1-ый древесный высотой 4-7 м и 2-ой травяный высотой 0.6-1.3 м. Сообщество слагается из 29 видов растений. Некоторые виды, в том числе и эдификаторы представляют собой типичные виды, характерные для засоленных местообитаний: *Elaeagnus angustifolia, Glyzyrrhiza glabra* (sp)*, Lactuca saligna* (sol gr)*, Artemisia abrotanum* (sp gr)*, Lotus tenuis* (sol)*, Cynanchum acutum* (sp gr)*, Acroptylon repens* (sp gr). Видов чисто мезофитной природы не много, и представлены они в малом обилии (sol-Un): *Elytrigia repens, Asparagus officinalis, Althaea officinalis, Cichorium intybus, Chaiturus marrubiasrtum, Sonchus oleraceus.* При этом гигромезофитных видов, т.е. приуроченных к местообитаниям с повышенным увлажнением, в данном сообществе также очень мало и встречаются они в минимальном обилии: *Rumex maritimus* (Un), *Potentilla reptans* (Un)*, Galium palustre* (sol). В тоже время в рассматриваемом сообществе ксерофиты и мезоксерофиты (т.е. виды более сухих местообитаний) представлены более широко и с большим обилием, среди них встречаются и соэдификаторы: *Poa bulbosa* (cop 2), *Bromopsis inermis* (sp), *Poa angustifolia* (cop 1 gr), *Eryngium planum* (sol), *Linaria vulgaris* (sol gr), *Plantago media* (sol), *Conyza canadensis* (sol), *Lotus corniculatus* (Un). Таким образом, распределение общего количества видов растений участка по экологической приуроченности указывает на слабую заливаемость данной территории и на непременную засоленность почвенного профиля. В тоже время доминирование в травяном ярусе сообщества бодяка (*Cirsium incanum* с обилием cop 1 gr) указывает на слабое колебание УГВ в течении всего вегетационного периода и близкое к поверхности залегание грунтовых вод – до 2 м (Кузьмина, Трешкин, 2011).

Первой характерной особенностью почвенного разреза № 2 является наличие двух горизонтов максимального оглеения в почвенном профиле. Оглеение в первом их них, расположенном в верхнем гумусовом горизонте A_1 на глубине 4-10 см достигает 95%. Но уже на глубине 10-23 см оглеение резко падает до 60% и далее полностью исчезает на глубине 78-87 см. Однако уже с глубины 120 см оглеение опять резко возрастает до 85%, достигая 100% на глубине 165-175 см. Второй особенностью данного разреза (№ 2) является наличие засоленных горизонтов с большим количеством белых солевых конкреций и пятен в верхней части почвенного профиля до глубины 87 см. Причем над горизонтом максимального накопления солей (33-45 см – 0.58%) расположен горизонт 23-33 см, где также отмечалось максимальное проявление карбонатного мицелия и белоглазки (до 20% по фону). На возможное осолонцевание данной засоленной почвы указывали слоеватость горизонта А (4-10 см) и более плотный трещиноватый горизонт В (10-23 см) столбчато-призматической структуры. Грунтовая вода вскрывалась в рассматриваемом почвенном разрезе с глубины 175 см и достигала засоления в 3.2 г/л, что также как и в предыдущем разрезе №1, соответствует слабой степени минерализации грунтовых вод, однако эти воды уже не пригодны для питьевого водоснабжения, для которых введено ограничение в 1 г/л. Таким образом, почвы под молодым лоховником были более засоленными с поверхности и до глубины 1 м (средне взвешенное засоление горизонтов: 0-23 см – 0.14%, от 0.09 до 0.21%; горизонта 23-87 см – 0.49%, от 0.33 до 0.58%; горизонта 0-100 см – 0.35%, от 0.06% до 0.58%), а грунтовые воды, напротив, были менее засоленными (ниже на 1 г/л) и располагались ближе к поверхности более чем на 2 м по сравнению с дубовыми древостоями верхнего уровня прирусловой поймы.

Таким образом, почва под формирующимся лоховым сообществом была более тяжелая по гранулометрическому составу (глинисто-тяжелосуглинистая) и значительно более засоленная (0.35% по средневзвешенному засолению) в первом метре по сравнению с почвой под дубовым древостоем (0-100 см – 0.05% по средневзвешенному засолению). В тоже время во втором метровом слое почвы (100-200 см) средневзвешенная минерализация под лоховым сообществом была минимальна (0.08%), даже несмотря на тяжелый гранулометрический состав горизонтов и граничащих с ним засоленных грунтовых вод (3.2 г/л). Такое распределение засоления в почвенном профиле №2 показывает, что данный участок, расположенный на втором пойменном уровне, несмотря на сокращение паводкового затопления в связи с зарегулирование стока р. Волги, еще продолжает заливаться, хотя и недостаточно как по длительности заливания, так и по его частоте. Распределение засоленных

горизонтов указывает на сокращение заливания данного участка по количеству необходимых дней и на нерегулярное его ежегодное заливание, поскольку сверху находятся более промытые незасоленные горизонты (0-4 см – 0.21%, 4-10 см – 0.09%, 10-23 см – 0ю15%), а горизонты слабо и средне засоленные расположены на глубине 23-87 см, в то время как второй метровый слой абсолютно не засолен (0.08%).

Площади покрытые молодыми разреженными лоховниками и злаково-солодковыми лугами очень типичны для уровня центральной поймы (или второго пойменного уровня) первого гидролого-геоморфологического района – т.е. территории подверженной сильному влиянию нижнего бьефа Волгоградской ГЭС. Здесь из-за редукции поемного процесса происходит интенсивное засоление ранее продуктивных луговых аллювиальных почв на глубину более 1 м, а также поверхностных грунтовых вод. Сокращенные по времени и высоте заливания паводки не дают возможности ежегодного промывания этих почв, что способствует появлению засоления средней и сильной степени, вплоть до образования солончаков (Кузьмина, Трешкин, 2001, 2009). При сохранении современного режима обводнения поймы в будущем в этом районе будут развиваться сильнозасоленные почвы и солончаки, а пастбищные и луговые пойменные земли полностью деградируют, поскольку продуктивность пастбищ может упасть до нуля.

Третий комплексный экологический профиль (рис. 3) располагается в третьем гидролого-геоморфологическом районе и проходит по правому берегу протоки Старая Волга (между руслом Старой Волгой и протокой Бахтемир) в дельте р. Волги недалеко от Дамчинского участка Астраханского государственного заповедника. Экологический профиль был выбран в месте малодоступном для посещения людьми – на противоположном от поселков Самосделки и Хмелевка (правом) берегу Старой Волги (46° 03′ 39.2″ с.ш., 47° 51′ 24.6″ в.д.) и начинался с левого берега ерика Шалбуркин (46° 04′ 02.0″ с.ш., 47° 51′ 17.7″ в.д.). Таким образом, он ограничивался с востока и запада двумя протоками-руслами реки Волги и проходил через основные формы рельефа дельты, включая прирусловые валы, гривистую пойму и межгривные понижения.

В дельте р. Волги, т.е. на третьем экологическом профиле было выполнено три почвенных разреза и 13 геоботанических описаний ключевых участков.

Первый почвенный разрез (№ 6, 18.08.2014; 46° 03′ 56.8″ с.ш., 47° 51′ 21.4″ в.д.; рис. 3) был заложен на межгривном повышении соответствующем верхнему (третьему) пойменному уровню в ажреково-пырейно-солодковом с участием кермека растительном сообществе (Ass. *Glyzyrrhiza glabra-Elytrigia repens-Aeluropus littoralis-Limonium gmelinii*), имеющим в своем составе 14 видов растений, из которых 5 видов (36% флористического состава) относятся к галофитам слабой и средней степеней (*Cynodon dactylon, Glycyrrhiza glabra, Aeluropus littoralis, Limonium gmelinii, Suaeda salsa*; г/б описание № 1). Уровень ГВ в этом почвенном разрезе (№ 6) в меженный и маловодный период 2014 г. достигал 310 см, а засоление грунтовой воды составило 6.5 г/л. При этом средневзвешенное засоление верхних почвенных горизонтов данного щурфа (№ 6) начиная с поверхности и до глубины 24 см составило 1.69% (от 1.08 до 2.32%), что соответствует очень сильной солончаковой степени засоления (при засолении 1% почвы принято считать солончаками). При том, что средневзвешенное засоление первой метровой толщи (0-100 см) составляет 0.84% (от 0.15 до 2.32% для различных горизонтов). С глубины 25 см в почвенном разрезе началось типичное для дельтовых участков чередование песчаных и суглинисто-глинистых горизонтов аллювиальных отложений разных по мощности (16, 17, 26, 13, 50 см). При этом гумусовый горизонт A_1 (4-15 см) явился горизонтом максимального накопления солей – 2.32%. Начиная со второго метра засоление в почве снизилось вдвое (средневзвешенное засоление в горизонте 100-200 см составило 0.37%). В третьем метре почвы снижение засоления не было столь значительным (средневзвешенное засоление в горизонте 200-300 см составило 0.27%). Таким образом, вся трехметровая толща разреза была засолена. Как видим, рассмотренная почва является сильно засоленным аллювиальным луговым солончаком, у которого даже самые нижние горизонты второго и третьего метрового слоев достигают слабой степени засоления: 96-146 см – 0.39%, 146-195 см – 0.35%, 195-245 см – 0.36%, 295-310 см – 0.32%.

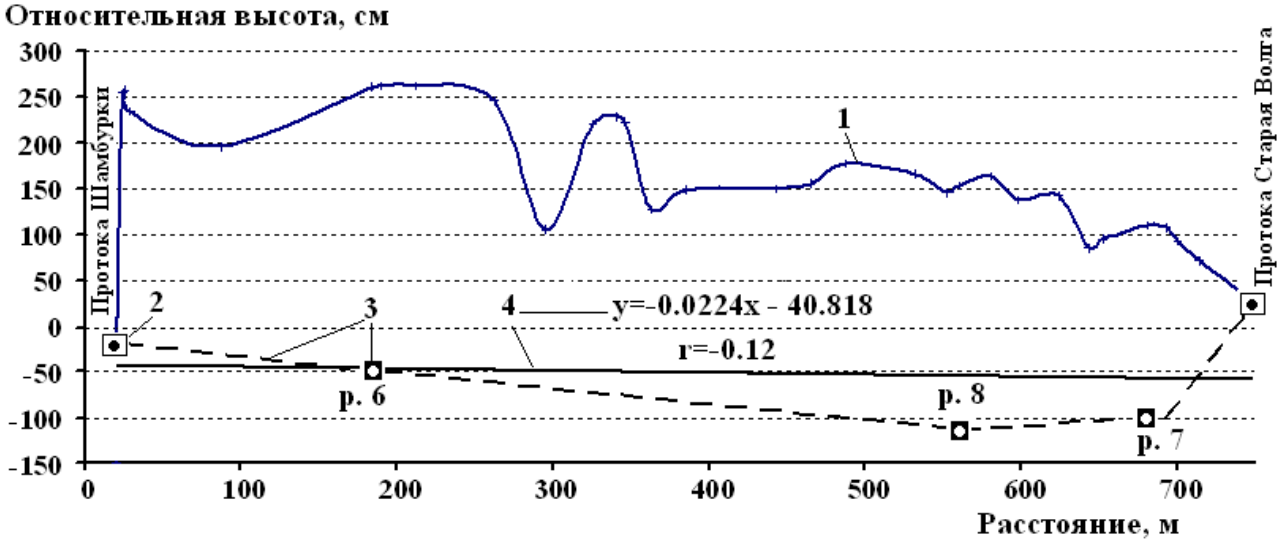


Рис. 3. Положение грунтовых и поверхностных вод в летнюю межень 2014 года на экологическом профиле № 3 Шамбурки–Старая Волга в дельте р. Волги (Южная часть Низовьев Волги – в третьем гидролого-геоморфологическом районе). Условные обозначения: 1 – инструментальный рельеф поймы реки на участке профиля, 2 – инструментальное положение уровня воды (УВ) в основном русле реки – в протоке Старая Волга и в протоке Шамбурки 18.08.2014, 3 – инструментальное положение уровня грунтовых вод (УГВ) в почвенных разрезах №№ 6-8 (р. 6, р. 7, р. 8) и на местности 18.08.2014, 4 – линейный тренд (с его математической формулой и коэффициентом корреляции) фактического УГВ в пойме 18.08.2014. **Fig. 3.** The position of ground and surface waters in the summer low water period in 2014 on the ecological profile number 3 Shamburki-old Volga River delta. Volga (South of the lower reaches of the Volga - the third hydrological and geomorphological area). Symbols: 1 - the instrumental terrain floodplain on the site profile, 2 - instrumental position of the water level (SW) in the mainstream of the river - in the old Volga duct and duct Shamburki 18.08.2014, 3 - instrumental groundwater level (GWL) in soil profiles №№ 6-8 (p. 6, p. 7, p. 8) and on the ground 08.18.2014, 4 - linear trend (with its mathematical formula and a correlation coefficient) of the actual groundwater level in the floodplain of 18/08/2014.

Нахождение горизонта максимального накопления солей в подповерхностном слое почвы (с глубины 4 см объясняется) глубоким залеганием ГВ, при котором капиллярная кайма располагалась ниже дневной поверхности. При этом сильное солончаковое засоление (1.31%) также и верхнего почвенного горизонта (0-4 см) указывает на то, что ГВ, возможно, находились чуть выше в меженные периоды прежних лет. Таким образом, все три первых горизонта почвенного разреза №6, начиная с поверхности имели сильную и очень сильную солончаковую степень засоления: 0-4 см – 1.34%, 4-15 см – 2.32% и 15-24 см – 1.08%.

Второй почвенный разрез (№ 7, 18.08.2014; 46° 03′ 41.8″ с.ш., 47° 51′ 24.4″ в.д.; рис. 3) данного – третьего экологического профиля был заложен на берегу плавно повышенного (по отношению к прибрежной тростниковой части реки) выположенного участка дельты, соответствующего второму пойменному уровню (для типичных пойменных, т.е. не дельтовых условий). Почвенный разрез № 7 был заложен в разнотравно-ясенево-ивовом лесу с невысоким общим проективным покрытием (35-40%) и средней сомкнутостью крон – 0.4 (г/б описание № 12). Несмотря на общее угнетение травяного покрова, сообщество достаточно многовидовое, в нем отмечено 29 видов растений, которые являются типичными мезофитами. При этом лишь будра плющевидная (*Glechoma hederacea*) имела заметное обилие в межкроновых пятнах (cop1 gr). Все остальные виды травостоя были представлены редко, в малом обилии (sol) и, в основном, в угнетенном состоянии (*Scutellaria galericulata, Stachys sylvatica, Mentha arvensis, Althaea officinalis, Valeriana officinalis, Achillea ptarmica, Lysimachia vulgaris, Galium palustre* и др.). Тем не менее, ива белая (*Salix alba*) представлена только 9 частично усыхающими взрослыми стволами с диаметром от 40 до 100 см и высотой 17-22 м, которые на высоте 1.7 м имеют воздушные корни, указывающие нам на высоту длительных преимущественно зимних затоплений в этом месте. Подрост и всходы ивы полностью отсутствуют. В

то время как ясень (*Fraxinus pennsylvanica*) представлен более широко. На типичной модельной площади размером 20х20 м зарегистрировано 11 взрослых экземпляров ясеня с диаметром ствола 16-35 см и высотой 12-15 м, 21 экземпляр подроста с диаметром ствола 5-13 см и высотой 4-10 м, а также многочисленный 2-3-х летний подрост высотой 0.5-2.5 м и всходы первого года высотой 5-7 см. Из древесных и кустарниковых видов в единственном экземпляре отмечена очень мелкая *Robinia pseudacacia* высотой 25 см. Несмотря на полное отсутствие кустарникового яруса, данный лес все же имеет 4-х ярусное строение (2 древесных и 2 травяных яруса). Несмотря на то, что грунтовые воды в данном лесу вскрываются на глубине 210 см, травяный покров сильно угнетен и основной травяный ярус достигает высоты всего лишь 5-25 см, в то время как на более отдаленных от берега участках ивово-ясеневого леса он достигал высоты 60-90 см с достаточно высоким проективным покрытием (75-90%). На участках данного сообщества, расположенных ближе к урезу воды отмечается самое высокое обилие дурнишника (сор 1-сор 2) в травяном ярусе ясенево-ивового леса. Дурнишник (*Xanthium albinum*) ближе к берегу полностью преобладает также и по высоте (в два-три раза выше всех других растений), достигая 50-90 см в высоту, формируя целый травяный ярус. Его появление и преобладание в травяном ярусе как лесов, так и длительно заливаемых в зимний период лугов связано с тем, что многолетний злаковый и разнотравный травостой длительный период в сильно теплеющие зимы последних лет находится в условиях полного дефицита кислорода и вымокает. В то время как однолетний дурнишник начинает развиваться из своих собственных семян, созревших в предыдущий вегетационный период и благоприятно переживших длительные зимние затопления без последствий. Таким образом, данная модельная точка представляет собой динамический переход ранее чистого ивового леса к ясеневому лесу путем полного замещения ивы ясенем.

Данные по общей минерализации разреза № 7 показали, что в целом почва под ясенево-ивовым лесом абсолютно не засолена. Верхний гумусовый горизонт (0-26 см) промыт (0.08%). В различных горизонтах с глубины 26 см до глубины 210 см засоление отсутствует, а минерализация достигает от 0.08 до 0.23%. При этом средневзвешенная минерализация стабильно низка и на глубине: в первом и во втором метровом слое почвы она составляет 0.10%. И только в единственном глинистом горизонте C_{1fg} на глубине 45-53 см отмечается слабое повышение минерализации до 0.23%, которая все же не дотягивает до слабой степени засоления с нижней границей в 0.25%.

На практически незасоленный почвенный профиль указывает также полное отсутствие галофитных видов растений в сообществе. Морфологическое описание почвы показало, что в данном почвенном разрезе (№ 7) отмечается два горизонта максимального оглеения. Один – с поверхности до глубины 26 см (оглеение слабоконтрастное размытое до 70% по фону) – висячий глеевый горизонт сезонного происхождения. Второй начинается с глубины 102 см (черновато-синевато-сизое сильное контрастное оглеение до 100%) – основной постоянный грунтовый глеевый горизонт, который, однако, для этого высотного уровня расположен приблизительно на 100 см выше, чем положено в стабильных поемных условиях. Все остальные горизонты до глубины 102 см также имеют оглеение (15-75%) и ожелезнение (25-75%) разной степени (в % и по контрастности). Таким образом, основной глеевый горизонт, начинающийся со 102 см и до глубины 210 см более не имеющий даже слабых намеков на ожелезнение, показывает, что большую часть года уровень грунтовых вод в этом лесу стоит значительно выше – на глубине 110-130 см. И лишь в редкие периоды, такие как меженный маловодный сезон августа 2014 года, УГВ в этой точке может понижаться до 2-х метров. Для взрослого ивового древостоя залегание грунтового глеевого горизонта на глубине 1 метра сказывается негативно, поскольку основная корневая масса сформировавшегося древостоя как раз и находится на глубине 80-100 см. В то время как глеевый горизонт токсичен для корней древесных растений. На изменение здесь увлажнения в сторону его повышения указывает также наличие некоторых видов растений – мезогигрофитов, характерных для более низкого (первого) поемного уровня, таких как *Bidens frondosa, B. radiata*, *Stachys palustris, Solanum dulcamara, Alisma plantago-aquatica, Lycopus europaeus, Carex* sp.

Таким образом, выпадение взрослых ивовых древостоев связано с поднятием к поверхности грунтового глеевого горизонта, а также с почти стабильным стоянием грунтовых вод на глубине чуть ниже 1 м. Замещение ивняков ясенем объясняется тем, что ясень любит стабильно повышенные грунтовые воды, которые не имеют значительных колебаний в вегетационный период (от паводка к межени). А это как раз и обеспечивается сокращением половодья и подтоплением дельтового района

из-за повышения уровня Каспийского моря.

Третий почвенный разрез (№ 8, 19.08.2014; 46° 03′ 45.5″ с.ш., 47° 51′ 22.3″ в.д.; рис. 3) данного – третьего экологического профиля был заложен в межгривном выположенном понижении дельты, которое в типичных пойменных условиях соответствует понижению на втором пойменном уровне (или понижению на центральной пойме). Этот разрез (№ 8) был заложен в высоком (3.5 м) густом тростнике с максимальным обилием (cop 3) и 100% проективном покрытием (г/б описание № 13; Ass. *Phragmites australis–Galium physocarpus*). Несмотря на очень высокое обилие и густоту стояния тростника, в сообществе отмечено 13 видов растений, в том числе по одному экземпляру подроста ясеня (*Fraxinus pennsylvanica*) высотой 3 м и тополя черного (*Populus nigra*) или осокоря высотой 1,8 м. Во втором травяном ярусе (5-30 см) достаточно обилен (sp gr-cop 1) был подмаренник вздутоплодный или волжский (*Galium physocarpus*). Остальные виды – в основном мезофиты (*Elytrigia repens, Asparagus officinalis, Calystegia sepium, Althaea officinalis* и др.) встечались в очень малом обилии (sol-Un). Несмотря на высокую жизненность и биомассу тростника ГВ под этим сообществом вскрывались в обследованный меженный период на глубине 267 см.

Рассматриваемая почва, так же, как и предыдущий разрез (№7), оказалась абсолютно незасоленной во всей трехметровой толще. Средневзвешенная минерализация первого метра (0-100 см) достигала лишь 0.12%, второго метра (100-200 см) – 0.08% и последних 67 см третьего метра (200-267 см) – 0.04%. Морфологическое описание разреза показало, что здесь основные почвенные процессы связаны с оглеением. В данном почвенном профиле, так же, как и в предыдущем разрезе №7, наблюдается две зоны максимального оглеения. Первый горизонт максимального оглеения среднеконтрастного размытого до 80% по фону располагается в самом верхнем горизонте A_1 до глубины 17 см, при этом ожелезнение в нем минимальное – до 5% и только по корням растений. Показательно то, что до глубины 150 см происходит постепенное снижение оглеения во всех выделенных горизонтах и такое же постепенное нарастание ожелезнения таким образом, что оно оранжево-буроватое среднеконтрастное в пятнах достигает 55% по фону в горизонте C_f (90-123 см), в то время как среднеконтрастное оглеение уже составляет только 45%. С глубины 155 см оглеение вновь начинает нарастать, причем более интенсивно. Таким образом, на глубине 173 см контрастное синевато-сизое оглеение достигает уже 100% от горизонта и проникает на глубину 267 см, практически не меняясь в оттенке. Как видим, вторая зона максимального оглеения, связанная с грунтовым оглеением в результате стояния поверхностных вод начинается с глубины 173 см. Выявленные расположение и характер оглеенных и ожелезненных почвенных горизонтов указывает нам на то, что в основном УГВ в меженный период в данном сообществе располагается приблизительно на глубине 170 см. И только благодаря исключительно высокой транспирации тростника, а также засушливости и маловодности в августе 2014 г. выявленный нами УГВ в данном сообществе составил 267 см. Кроме того, сильное висячее оглеение верхних почвенных горизонтов указывает на очень длительные затопления в сезонном цикле развития почв. Известно, что весенние поверхностные затопления снизились в низовьях и дельте Волги как по частоте, так и по высоте более чем в два раза, а зимние затопления (зимние сбросы) значительно увеличились, практически приблизившись по своим значениям к высоте максимальных весенних паводков, в то время как их длительность значительно превышает весенние паводковые затопления. В самой Волго-Ахтубинской пойме в последнее время вода из-за зимних сбросов стоит с декабря по март. Таким образом, формирование сильного поверхностного оглеения как в пойме, так и в дельте, связано, в основном, с зимними паводковыми затоплениями, которые осуществляются в результате гидротехнических сбросов воды из водохранилища.

Недалеко от почвенного разреза № 8 были выполнены два модельных описания на близких формах рельефа – в небольших межрусловых понижениях (второй пойменный уровень). Одно из них представляет собой погибающий вязово-тополевый лес с покровом из пырея, сменяющийся насаждениями ясеня (г/б описание № 11; 46° 03′ 51.1″ с.ш., 47° 51′ 24.1″ в.д.; Ass. *Fraxinus pennsylvanica+Populus nigra+Ulmus pumila–Elytrigia repens*). Второе описание сделано также в выположенном понижении (г/б описание № 4; 46° 03′ 48.2″ с.ш., 47° 51′ 24.3″ в.д.; Ass. (*Salix alba+Fraxinus pennsylvanica*)–*Phalaroides arundinacea+Cirsium incanum*) и представлено образующимся лугом на месте выпавшего ивняка с пока еще торчащими редкими сухими остовами стволов ивы и с участием редкого живого ясеня, который на 2/3 стволов усыхает снизу. Необходимо отметить, что для обоих описаний отмечалось довольно высокое количество видов: 21 (г/б описание

№ 4) и 22 (г/б описание № 11). Однако, такое положение достигалось, в основном, за счет переходного состояния сообщества, когда чисто мезофитные виды (*Elytrigia repens, Glyzyrrhiza glabra, Asparagus officinalis, Allium angulosum, Galium physocarpus, Vicia cracca* и др.) еще не все исчезли, а мезогигрофитные и гигрофитные виды (*Lythrum salicaria, Inula britannica, Alisma plantago-aquatica*, *Rumex maritimus*, *Phragmites australis*) только начали осваивать территорию.

Анализ этих двух модельных описаний (№ 4 и № 11) в дельтовом районе Нижнего Поволжья показал, что они представляют собой гибель естественных вязово-тополевых и ивовых лесов и замещение их через стадию ясеневых насаждений более гидроморфными тростниковыми (*Phragmites australis*) и двукисточниковыми (*Phalaroides arundinacea*) лугами в связи с увеличением гидроморфности почв из-за подтопления в зимний период в результате гидротехнических сбросов, повышения уровня Каспия и увеличения атмосферного увлажнения зимой. Условно-естественные динамические изменения идут в сторону гибели лесных сообществ и развития менее разнообразных, близких к монодоминантным сообществам тростника и двукисточника тростниковидного*: Ass. Populus nugra+Ulmus pumila* ⇒ *Ass. Fraxinus pennsylvanica* ⇒*Ass. Phragmites australis* и *Ass. Saliz alba* ⇒ *Ass. Fraxinus pennsylvanica* ⇒*Ass. Phalaroides arundinacea*, что ведет к полной потере биоразнообразия и продуктивности лугов и лесов дельты Волги.

Выводы

1. Проведенные комплексные исследования показали, что для первого гидролого-геоморфологического района Волго-Ахтубинской поймы (в зоне влияния нижнего бьефа водохранилища) основными тенденциями изменений пойменных экосистем первого и второго пойменного уровней является активное засоление аллювиальных почв, вплоть до образования солончаков. При этом для уровней верхних пойм характерно образование глубокозасоленных почв с полугидроморфным и автоморфным режимом увлажнения на фоне тенденции заглубления и засоления грунтовых вод верховодки. Здесь происходит гибель типичных пойменных дубовых лесов, находящихся в этом регионе на крайней границе ареала распространения дуба черешчатого, что само по себе требует дополнительной тщательной охраны и мероприятий по восстановлению утраченных древостоев. Типичная интразональная пойменная древесно-кустарниковая растительность замещается менее разнообразной и менее продуктивной зональной полупустнынной травяной растительностью. В тоже время для второго уровня центральной поймы характерно образование аллювиальных засоленных почв гидроморфного ряда на которых идет формирование галофитных растительных сообществ (лоховых, солодковых, ажрековых и др.) на фоне исчезновения типичных мезофитных ивовых лесов и злаково-разнотравных заливных лугов из пырея и двукисточника тростниковидного и снижения общей биологической продуктивности территорий. На втором пойменном уровне этого района повсеместно отмечается засоление грунтовых вод и почв по всему профилю.

2. В третьем гидролого-геоморфологическом районе – непосредственно в дельте Волги основными тенденциями динамики пойменных наземных экосистем является подтопление с одновременным сильным засолением аллювиальных луговых и лугово-болотных почв, вплоть до образования сильно- и глубокозасоленных гидроморфных солончаков с утратой древесно-кустарниковой пойменной растительности и деградацией заливных лугов на повышенных формах рельефа. Подтопление из-за естественных (подъем Каспия и увеличение атмосферного увлажнения зимой) и антропогенных причин (зимние сбросы) вызывает образование сильного глеевого поверхностного горизонта, токсичного для корней древесно-кустарниковых видов растений. Зимние поверхностные длительные заливания (из-за сбросов) на фоне потепления климата приводят к вымоканию корневых систем многолетних травяных луговых видов. А повышение аридизации в летне-осенний период из-за климатических изменений и увеличение инсоляции после гибели древесно-кустарниковой растительности на повышенных формах рельефа приводит к образованию сильно- и солончаковозасоленных луговых почв, на которых происходит полная утрата прежней типичной луговой растительности и возникновение маловидовых, близких к монодоминантным галофитных сообществ, которые также имеют тенденцию к гибели при увеличении засоления в почвах. На более пониженных и промываемых формах рельефа, находящихся под влиянием весенних паводковых затоплений в результате подтопления, повышения и стабилизации ГВ усиливается оглеение в верхних горизонтах почв, происходит дергадация многовидовых заливных лугов со

сменой их на монодоминантные гидроморфные варианты из тростника и двукисточника тростниковидного с участием колючего сорнотравья.

3. Общей тенденцией динамики наземных экосистем во всех четырех гидролого-геоморфологических районах Нижней Волги следует считать обезлесивание поемных территорий и деградация заливных лугов, т.е. утрата дубовых, ивовых, тополевых и ясеневых древостоев и многолетних разнотравно-злаковых травостоев. При этом причины гибели древостоев и лугов для всех районов различны.

Для первого района Волго-Ахтубинской поймы – главной причиной утраты лесов и ухудшения качества лугов является засоление почв и грунтовых вод, а также заглубление (понижение) ГВ из-за сильного сокращения высоты и частоты весенних паводков, повышения температурного режима в годовом цикле и увеличение аридизации климата в летнее-осенний период.

Для второго пойменного района центральной части Волго-Ахтубинской поймы основной причиной исчезновения древостоев и ухудшения качества заливных лугов является увеличение зимних паводков из-за гидротехнических сбросов воды из Волгоградского водохранилища и возникновение сильного поверхностного оглеения в первом метровом слое почвы в результате длительного зимнего стояния воды на поверхности почвы в условиях увеличения атмосферного увлажнения в зимний период на фоне повышения температур воздуха. Это способствует глеевой интоксикации и вымоканию корневых систем как древесных, так и травяных многолетних видов растений типичных пойменных лесов и лугов с заменой их на чрезвычайно маловидовые (2-3 вида) сообщества из травяных однолетников, таких как дурнишник (*Xanthium albinum*) или куриное просо (*Echinochloa crusgalli*), чьи семена могут выносить без последствий длительные зимние затопления искусственными паводками (сбросами).

В третьем гидролого-геоморфологическом районе, т.е. непосредственно в дельте Волги обезлесивание и деградация лугов связаны как с подтоплением сниженных прирусловых участков и межрусловых понижений (подъемом ГВ и образованием глеевого горизонта в верхнем слое почв) в результате естественных (подъема уровня Каспия и климатических изменений – повышения атмосферного увлажнения в зимний период) и антропогенных причин (увеличения высоты и длительности зимних паводков – гидротехнических сбросов воды), так и с засолением на более повышенных дельтовых участках на фоне увеличения аридизации в летне-осенний период в регионе.

Для четвертого гидролого-геоморфологического района западных подстепных ильменей обезлесивание ранее поемных территорий всех уровней полностью связано с автоморфным засолением почв, поскольку совершенно отсутствует естественное поемное заливание, а затопления даже русел-проток происходят нерегулярно.

4. Таким образом, результаты исследования показали, что естественно-антропогенная динамика наземных пойменных экосистем в современных условиях изменяющегося климата и полного зарегулирования водного стока р. Волги направлена в сторону деградации типичных лесных и луговых поемных экосистем с заменой их на маловидовые экосистемы, близкие к зональным или на абсолютно нетипичные практически монодоминантные однолетние травостои сорнотравья, при полной утрате биоразнообразия и продуктивности ранее интразональных пойменных экосистем. На основе оценки степени нарушений пойменных экосистем по видам индикаторам и сопутствующим биологическим показателям (Кузьмина, Трешкин, 2008, 2011, 2012) установлено, что практически все пойменные и дельтовые наземные экосистемы Низовьев Волги имеют среднюю, сильную или очень сильную степень нарушений и находятся в средне-, сильно- или полностью измененном состоянии. Для их восстановления требуются мероприятия по изменению гидрологического режима реки. Необходимо максимально возможно приблизить его к естественному гидрологическому режиму, наблюдавшемуся здесь до зарегулирования. Таким образом, прежде всего, нужно повысить уровень и частоту заливания весенними паводками и понизить уровень и длительность заливания в зимний период. Только тогда в современных климатических условиях могут быть сохранены типичные продуктивные и разнообразные поемные леса и луга.

Благодарности. *Авторы выражают глубокую благодарность за помощь в организации и проведении полевых работ в регионе Нижней Волги – академику РАН К.Н. Кулику – директору ФГБНУ “Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт” (ВНИАЛМИ), академику РАН В.П. Зволинскому – директору ФГБНУ “Прикаспийский научно-*

исследовательский институт аридного земледелия" (ПНИИАЗ), д.с.-х.н. М.Ю. Пучкову – директору ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства" (ВНИИОБ), а также д.с.-х.н. В.В. Мелихову – директору ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия" (ВНИИОЗ)– за организацию и проведение аналитической обработки почвенных образцов. За непосредственную помощь в полевых работах авторы также благодарят сотрудников ВНИАЛМИ – С. А. Шинкаренко и Г.А. Рулева.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анализ экологических последствий эксплуатации Волгоградского водохранилища для сохранения биоразнообразия основных водно-болотных территорий Нижней Волги. 2010. // Отчет по Проекту ПРООН/ГЭФ 00047701 «Сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги». Москва. 675 с.

Бармин А.Н. 1993.Динамика травянистой растительности дельты р. Волги в условиях возросшего водного стока. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж. ВГУ. 16 с.

Бармин А.Н. 2002. Волго-Ахтубинская пойма и дельта реки Волги: динамика травянистого растительного покрова в меняющихся природных и антропогенных условиях. Автореф. дис. … докт. геогр. наук. Волгоград. 47 с.

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.

Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 2003. Оценка влияния Южно-Каракалпакского магистрального коллектора на заповедник Бадай-Тугай // Аридные экосистемы. Т. 9. № 19-20. С. 93-105.

Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 2009. Изменения основных метеорологических характеристик на юге Европейской части России // Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве /Ред. Иванов А.Л., Кирюшин В.И. М.: Россельхозакадемия. С. 402-416.

Кузьмина Ж.В. , Трешкин С.Е. 2008. Методика определения и оценки нарушений пойменных экосистем при гидротехническом воздействии // Аридные экосистемы. Том 14. №35-36. С. 94-110.

Кузьмина Ж.В., Каримова Т.Ю., Трешкин С.Е., Феодоритов В.М. Влияние климатических изменений и зарегулирования речного стока на динамику растительности долин рек // Использование и охрана природных ресурсов в России. Научно-информационный и проблемно-аналитический бюллетень. 2011а. № 2 (116) С. 34-40.

Кузьмина Ж.В., Каримова Т.Ю., Трешкин С.Е., Феодоритов В.М. 2011б.Воздействие антропогенного регулирования речного стока и климатических изменений на динамику растительности долин рек // Антропогенная динамика растительного и почвенного покровов лесной зоны. Сборник научных трудов кафедры земледелия и растениеводства. М.: Государственный универсистет по землеустройству. С. 125–147.

Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 2012. Влияние климатических и гидрологических изменений на трансформацию естественных и антропогенно нарушенных в результате мелиорации экосистем зоны южной тайги // Рекультивация и использование залежных земель в нечерноземной зоне России: теория и практика. Материалы международной научно-практической конференции ГНУ ВНИИМЗ Россельхозакадемии, г. Тверь, ноябрь 2012 года. Тверь. С. 89-109.

Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 2011. Метод оценки гидротехнического воздействия и климатических изменений на экосистемы // Антропогенная динамика растительного и почвенного покровов лесной зоны. Сборник научных трудов кафедры земледелия и растениеводства. М.: Государственный университет по землеустройству. С. 148-163.

Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 2012. Оценка последствий гидротехнического воздействия на экосистемы пойменных гидроморфных и полуавтоморфных территорий // Вопросы географии. Вып. 134. Актуальная биогеография. М.: Издательский дом "Комус". С. 282-297.

Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. 2014. Климатические изменения в бассейне Нижней Волги и их влияние на состояние экосистем // Аридные экосистемы. Т. 20. № 3(60). С. 14-32.

Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е., Каримова Т.Ю. 2013. Воздействие основных тенденций совокупного влияния климатических и гидрологических изменений на сукцессионную динамику растительности в мелиоративно трансформируемых экосистемах зоны южной тайги // Современные проблемы использования мелиоративных земель и повышения их плодородия. Материалы международной научно-практической конференции ГНУ ВНИИМЗ Россельхозакадемии, г. Тверь, 27-28 июня 2013 г. Тверь. С.253-272.

Новикова Н.М., Кузьмина Ж.В., Подольский С.А., Балюк Т.В. 2005. Критерии, ограничивающие регулирование режима речного стока по экологическим показателям // Аридные экосистемы. Т. 11. № 28. С. 26-38.

Отчет экспертной группы по оценке биоразнообразия. 2002. / Проект ПРООН/ГЭФ «Сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги». 137 с.

Пилипенко В.Н. 2003. Современная флора и динамика растительности дельты Волги. Автореф. дисс. докт. биол. наук. Астрахань: АГУ. 24 с.

Стратегия и план действий по сохранению биоразнообразия Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. Проект ПРООН/ГЭФ 00047701. «Сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий нижней Волги». М.: ИГ РАН, 2009. 63 с.

DYNAMIC CHANGE OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS OF FLOODPLAIN AND DELTA OF LOWER VOLGA UNDER THE INFLUENCE REGULATION OF RIVER FLOW AND CLIMATIC FLUCTUATIONS

© 2015 Zh.V. Kuzmina*, S.E. Treskin, T.Y. Karimova*****

**Institute of water problems, Russian Academy of Sciences (IWP)*
Russia, 119333 Moscow, Gubkina str., 3. E-mail: jannaKV@yandex.ru
***The Federal Agency of scientific organizations (FANO)*
Russia, 119334 Moscow, Leninskyi prospect, 32A. E-mail: biost@yandex.ru
****Institute of problems of ecology and evolution. A.N. Severtsov (IEE)*
Russia, 119071 Moscow, Leninskyi prospect, 33. E-mail: katayur@gmail.ru

Integrated environmental studies conducted in low-water season of 2014 in the Lower Volga showed that the ecological condition of the riparian, floodplains, and floodplain and deltaic forests of the Lower Volga unsatisfactory. The main causes of the deterioration of floodplain and deltaic ecosystem is a regional hydraulic impacts to the floodplain and Delta of the Volga river, as well as climatic changes in the region. Floodplain and deltaic terrestrial ecosystems undergo significant dynamic changes under human impact and climate change. To prevent total loss of terrestrial ecosystems floodplains and deltas in the current volatile climate must change in the conditions of regulated downstream of the Volgograd reservoir.

Keywords: groundwater level, groundwater salinity, salinization and gleyzation of soils, riparian ecosystems, vegetation dynamics.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №4 (65), с. 54-60

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.48

ВОДНО-СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМОВ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

© 2015 г. Т.А. Девятова, Л.А. Яблонских, Л.А. Алаева, А.В. Белик, Е.А. Негробова, И.В. Румянцева

Воронежский государственный университет
Россия, 394006 Воронеж, Университетская пл., 1. E-mail: liliya-250477@yandex.ru

Поступила 22.04.2015

С усилением в последние годы фактора рискованного земледелия в Центрально-Черноземном регионе, во многих хозяйствах Воронежской области наметилась тенденция к восстановлению старых или созданию новых ирригационных систем. Поэтому детальный анализ водно-солевого режима черноземов, которые являются здесь базовым компонентом агроценозов, носит актуальный характер и составляет научную новизну данной работы.

Ключевые слова: водно-солевой режим, водная вытяжка, анионно-катионный состав, тип засоления, токсичные соли, солевые ассоциации.

Основная часть южной и юго-восточной части Воронежской области приурочена к Окско-Донской равнине, которая является большой материковой впадиной и относится к провинции соленакопления. Это не значит, что почвенный покров впадин состоит исключительно из засоленных почв. В данном случае на распределение и аккумуляцию солей влияет положение рельефа. Поверхность впадин не равномерна. На обширных возвышенных участках низменностей (плато, высоких террасах), где грунтовые воды залегают за пределами почвенного профиля, водный режим складывается по непромывному типу и засоления почвенной толщи не наблюдается. Однако в условиях неглубокого залегания грунтовых вод разной степени минерализации (полугидроморфное и гидроморфное почвообразование) складываются благоприятные условия для соленакопления в почвенном профиле черноземных почв.

Водно-солевой режим – один из важнейших показателей почв при внедрении их в поливное земледелие, который является индикатором пригодности почв для такого рода мелиораций. Для его детальной характеристики необходимо проанализировать компонентно-количественный состав водной вытяжки. Сухой остаток включает общее количество всех легкорастворимых солей почвенного раствора. По этому показателю можно составить общее представление о степени засоления. Однако химизм засоления, количественно-компонентный состав сухого остатка требуют более основательной характеристики. Для этого необходимо провести определение количественного и качественного содержания ионов водной вытяжки и связать их в гипотетические соли. Полученные результаты позволяют сделать выводы о химизме и направленности процесса засоления в почвах. Исследования водно-солевого режима почв в условиях поливного земледелия проводились в разных регионах страны (Залетаев, 1995; Куст, 2013). Целью данного исследования является детальный анализ водно-солевого режима черноземов – базового компонентом агроценозов в районе исследований.

Объекты и методы

В качестве объекта исследования были выбраны черноземы типичные мощные и среднемощные, которые сформировались в плакорных условиях или на слабонаклонных поверхностях (крутизна склонов до 1° и 1-2°) на покровных карбонатных глинах без признаков засоления и солонцеватости, при уровне грунтовых вод ниже 6 м с минерализацией 0.6-1.3 г/л в юго-восточной части Воронежской области.

Климатические условия исследуемой территории неблагоприятны. Годовое количество осадков составляет 450-500 мм, коэффициент увлажнения равен 0.8-1.0. Данная территория лежит на границе

засушливой юго-восточной зоны и открыта действию восточных и юго-восточных ветров, знойных летом и холодных зимой. На основании климатических показателей юго-восток Воронежской области относится к лесостепной климатической зоне со средней температурой в июле +19.5 – +20.0ºС, а в мае-сентябре +16 – +17ºС. Сумма эффективных температур района исследования колеблется в пределах от 2600-2800°С. Число дней в году со среднесуточной температурой воздуха выше +10°С равно 155. Дефицит атмосферного увлажнения предопределил необходимость восстановления ирригационных систем в юго-восточной части Воронежской области, которую можно отнести к зоне рискованного земледелия.

Основным методом оценки степени засоления почв является анализ водной вытяжки. Он включает определение содержания сухого (плотного) остатка и его составляющих. Основными компонентами являются анионы (хлор-ион, сульфат-ион, гидроксид-ион) и катионы (ионы кальция, магния, натрия, калия). По их соотношению возможно выявить тип засоления, а связав анионы и катионы в эквивалентных количествах в гипотетические соли – его химизм.

Полученные результаты и их обсуждение

Черноземы типичные исследуемой территории по мощности гумусового горизонта (А+АВ = 75 - 100 см) относятся к мощным и среднемощным. Морфологические особенности строения их генетического профиля представлено на примере конкретного разреза.

Макрорельеф: Окско-Донская равнина.

Мезорельеф: слабопокатый склон западной экспозиции.

Микрорельеф: пахотные борозды.

Угодье: пашня.

$А_{пах}$ 0-20 см. Влажный, темно-серый, творожисто-комковатый, слабоуплотнен, тяжелосуглинистый, тонкопористый, пожнивные остатки, корни растений, вскипает с поверхности, переход постепенный.

$А_{Ca}$ 20-60 см. Влажный, темно-серый, комковато-творожистый, слабоуплотнен, тяжелосуглинистый, тонкопористый, карбонаты в виде пропитки, пожнивные остатки, корни растений, переход постепенный.

$АВ_{Ca}$ 60-100 см. Увлажнен, темно-серый с буроватым оттенком, комковато-зернистый, слабоуплотнен, тяжелосуглинистый, тонкопористый, корни растений, кротовины, переход ясный.

$В_{Ca}$ 100-120 см. Увлажнен, бурый с сероватым оттенком, комковато-призматический, тяжелосуглинистый, корни растений, затеки гумуса, карбонаты в виде псевдомицелия, переход постепенный.

$ВС_{Ca}$ 120-140 см. Свежий, бурый, призматический, тяжелосуглинистый, обилие карбонатов в виде псевдомицелия, переход постепенный.

$С_{Ca}$ 140 см и глубже. Свежий, буровато-палевый, призмовидный, тяжелосуглинистый, обилие карбонатов в виде псевдомицелия.

Почва: чернозем типичный мощный среднегумусный тяжелосуглинистый на покровных карбонатных суглинках.

Водный режим черноземов типичных характеризуется как периодически промывной. В нижних горизонтах их почвенно-грунтовой толщи, глубже слоя максимального промачивания, всегда содержится некоторое количество доступной влаги, которая может служить в засушливые годы резервом влажности.

По гранулометрическому составу черноземы типичные относятся к тяжелосуглинистым с содержанием физической глины 45-57 %. В ее составе заметно преобладает илистая фракция (30-40 %), на втором месте фракция мелкой пыли (5-13 %), на долю средней пыли приходится 0.4-9.7 %. В компонентно-количественном составе физического песка (43-55%) доминирует фракция мелкого песка (24-48 %), на втором месте крупнопылеватая фракция (0.8-13.3), доля участия крупного и среднего песка составляет 4-6 %. Такое распределение всех компонентов позволяет отнести данные почвы к иловато-мелкопылеватым тяжелосуглинистым.

Содержание гумуса постепенно убывает с глубиной от 6.1-6.5 в пахотном горизонте до 4.2-5.4 в средней и до 3.0-3.7% в нижней части профиля. Такой тип распределения гумуса по профилю является типичным для черноземного типа почвообразования. Содержание общего азота в пахотном горизонте колеблется от 0.29 до 0.37%, что соответствует высокой и очень высокой обеспеченности.

Сумма обменных оснований черноземов типичных колеблется в интервале от 27.7 – 31.3 в пахотном горизонте до 21.5-24.2 мг-экв/100 г почвы – на границе метровой толщи. Характер их распределения по профилю постепенно убывающий. В составе почвенно-поглощающего комплекса преобладает кальций с постепенно убывающим по профилю содержанием от 21.5-26.3 в пахотном горизонте до 12.7-20.0 мг-экв/100 г почвы в нижней части профиля. На долю магния приходится не более 10 по всему профилю, причем его количество либо нарастает с глубиной от 3.3-4.5 в пахотном горизонте до 9.7 на глубине 100-130 см, либо убывает от 4.3-5.7 до 3.0 мг-экв/100 г почвы. Содержание поглощенного натрия не превышает 0.8 мг-экв/100 г почвы, что соответствует 1.3-3.0 % натрия по всему профилю и позволяет отнести данные почвы к несолонцеватым.

Реакция почвенного раствора меняется по вертикальному профилю от нейтральной в верхней части гумусового горизонта до слабощелочной – в остальной части профиля. Содержание гипса на глубине 1 м составляет 0.029-0.102%.

Из приведенной характеристики следует, что черноземы типичные тяжелосуглинистые имеют хорошие физико-химические свойства и достаточно обеспечены кальцием. Почвенный поглощающий комплекс их обладает высокой буферностью, что делает их устойчивыми к неблагоприятным антропогенным воздействиям (Девятова, Щербаков, 2006; Девятова, 2007).

При оценки водно-солевого режима почв важно учитывать потенциальный источник легкорастворимых солей, которым выступают почвообразующие породы. Анализ водной вытяжки всех проб почвообразующих пород исследуемой территории показал, что они по величине сухого остатка (0.09-0.25 %) на глубине 3-7 м относятся к незасоленным. В анионном составе преобладают сульфат-ионы (0.82-2.91 мг-экв), на втором месте ионы HCO_3^-(0.7 – 0.85 мг-экв), на третьем месте – ионы хлора, содержание которых составляет 0.1-0.2 мг-экв, что отражает сульфатный и карбонатно-сульфатный типы засоления. В составе катионов чаще всего преобладают ионы натрия. Согласно оценке степени засоления по содержанию ионов натрия при сульфатном типе засоления, породы с содержанием натрия 0,3-0,8 мг-экв относятся к незасоленным, с содержанием 1.0-1.8 мг/экв – к слабозасоленным. Количество ионов магния составляет 0.4-1.3 мг-экв, ионов кальция – 0.5-0.9 мг-экв, на долю калия приходится не более 0.02 мг-экв во всех пробах. Такой катионный состав с переменным преобладанием ионов натрия, магния и кальция привел к кальциево-натриевому, кальциево-магниевому и магниево-кальциевому типам засоления пород.

Плотный остаток данных пород чаще всего представлен пятисолевыми ассоциациями, состоящими на 57-76 % из токсичных солей ($NaHCO_3$, Na_2SO_4, $MgSO_4$, $MgCl_2$). На долю гидрокарбоната кальция приходится 24-43 %. Когда в составе плотного остатка содержание ионов кальция больше, чем содержание ионов гидрокарбоната, состав гипотетических солей представлен пятисолевыми ассоциациями, состоящими из двух нетоксичных солей $Ca(HCO_3)_2$ и $CaSO_4$ (25-49 %) и трех токсичных Na_2SO_4, $MgSO_4$, $MgCl_2$ (51-75 %).

Согласно классификации почв и пород по содержанию токсичных солей (Почвенные изыскания, 1986) данные почвообразующие породы относятся к незасоленным (сульфатный тип засоления, сумма токсичных солей 0.12-0.13%).

Таким образом, черноземы типичные исследуемой территории сформировались на незасоленных почвообразующих породах, что позволяет исключить их как источник легкорастворимых солей при орошении почв.

В основе оценки водно-солевого режима черноземов типичных лежат результаты их водной вытяжки. Важным показателем является величина сухого остатка. В исследуемых почвах она составила 0.08-0.11%, что позволяет их отнести к незасоленным (Почвенные изыскания, 1986). Однако для мелиоративной оценки необходимо выявить химический и компонентно-количественный состав сухого остатка. Результаты данной характеристики показали, что преобладает хлоридно-сульфатный тип засоления по анионному составу, исключение составляет сульфатно-хлоридный на глубине 40-70 см (разрез 16) (табл. 1). По количеству натрия (меньше 1 мг-экв) черноземы типичные относятся к незасоленным почвам (табл. 2). По соотношению ионов натрия к ионам хлора черноземы типичные относятся к хлоридному (Na/Cl=0.3-1.0) и сульфатно-хлоридному (Na/Cl=1.7) типам засоления. Количественное содержание анионов попадает в интервалы: HCO_3^- – 0.40-0.75, SO_4^{2-} – 0.17-0.91, Cl^- – 0.20-0.35 мг-экв (табл. 3). По катионному составу данные почвы относятся к магниево-кальциевому типу засоления (табл. 4). Среди катионов преобладает кальций (пределы колебаний

составляют 0.6-1.0), на втором месте ионы магния (0.1-0.6) и натрия (0.1-0.5 мг-экв), содержание калия занимает третье место (0.01-0.03 мг-экв).

Таблица 1. Результаты химического анализа водной вытяжки черноземов (анионы). **Table 1.** The results of chemical analysis of the aqueous extract of chernozems typical (anions).

Глубина отбора проб, см	Сухой остаток, %	Анионы							
		Щелочность общая		Хлор		Сульфаты		Сумма анионов	
		Мг/экв	%	Мг/экв	%	Мг/экв	%	Мг/экв	%
Разрез 16									
10-40	0.10	0.70	0.043	0.35	0.012	0.38	0.018	1.43	0.073
40-70	0.08	0.65	0.040	0.20	0.007	0.17	0.008	1.02	0.055
100-130	0.09	0.70	0.043	0.20	0.007	0.31	0.015	1.21	0.065
Разрез 15									
80-110	0.09	0.55	0.034	0.25	0.009	0.41	0.020	1.21	0.063
Разрез 29									
10-40	0.11	0.75	0.046	0.30	0.011	0.47	0.023	1.52	0.080
40-70	0.10	0.60	0.037	0.35	0.012	0.56	0.027	1.51	0.076
100-140	0.09	0.60	0.037	0.20	0.007	0.41	0.020	1.21	0.064
Разрез 25									
10-40	0.11	0.40	0.024	0.35	0.012	0.91	0.044	1.62	0.080
40-70	0.08	0.60	0.037	0.25	0.009	0.26	0.013	1.11	0.059
100-130	0.11	0.65	0.040	0.30	0.011	0.66	0.032	1.61	0.083

Таблица 2. Результаты химического анализа водной вытяжки черноземов типичных (катионы). **Table 2**. The results of chemical analysis of the aqueous extract of chernozems typical (cations).

Глубина отбора проб, см	Катионы									
	Кальций		Магний		Натрий		Калий		Сумма катионов	
	Мг/экв	%	Мг/экв	%	Мг/экв	%	Мг/экв	%	Мг/экв	%
Разрез 16										
10-40	1.0	0.020	0.1	0.001	0.3	0.007	0.03	0.0020	1.43	0.0300
40-70	0.6	0.012	0.3	0.004	0.1	0.003	0.02	0.0010	1.02	0.0200
100-130	0.6	0.012	0.4	0.005	0.2	0.005	0.01	0.0005	1.21	0.0225
Разрез 15										
80-110	0.8	0.016	0.3	0.004	0.1	0.003	0.01	0.0005	1.21	0.0235
Разрез 29										
10-40	0.9	0.018	0.5	0.006	0.1	0.003	0.02	0.0010	1.52	0.0271
40-70	0.8	0.016	0.6	0.007	0.1	0.003	0.01	0.0005	1.51	0.0265
100-140	0.9	0.018	0.2	0.002	0.1	0.003	0.01	0.0005	1.21	0.0235
Разрез 2										
10-40	0.8	0.016	0.6	0.007	0.2	0.005	0.02	0.0010	1.62	0.0290
40-70	0.8	0.016	0.2	0.002	0.1	0.003	0.01	0.0005	1.11	0.0215
100-130	0.6	0.012	0.5	0.006	0.5	0.012	0.01	0.0005	1.61	0.0305

Качественная характеристика состава легкорастворимых солей показала (табл. 5), что они связываются в пятисолевые ассоциации, в составе которых постоянными являются соли $Ca(HCO_3)_2$, $MgCl_2$, Na_2SO_4. Остальные соли ($MgSO_4$, $CaSO_4$, $NaHCO_3$, NaCl) не всегда участвуют в составе солевых ассоциаций. Сумма токсичных солей колеблется в интервале 23-43% от суммы всех солей, что соответствует 0.044-0.079% (меньше 0.1%) - незасоленным почвам по сумме токсичных солей (Почвенные изыскания, 1986). Больше половины сухого остатка приходится на нетоксичные соли 57-77%. Исключение составляет верхний горизонт почвообразующих пород, сухой остаток которых на глубине 130 см на 56% состоит из токсичных солей. Их сумма составляет 0.125% (0.1-0.25%), что соответствует категории глубоко-слабозасоленных пород.

Таблица 3. Типы засоления черноземов типичных по соотношению анионов. **Table 3.** Ratio of anions types of salinization of chernozems typical.

№ разреза	Глубина, см	Сухой остаток, %	Анионы, мг-экв/100 г			Тип засоления
			$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}}$	$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^-}$	$\frac{HCO_3^-}{Cl^- + SO_4^{2}}$	
16	10-40	0.10	0.9	1.1	1.0	Хлоридно-сульфатный
	40-70	0.08	1.2	0.9	1.8	Сульфатно-хлоридный
	100-130	0.09	0.6	1.6	1.4	Хлоридно-сульфатный
15	80-110	0.09	0.6	1.6	0.8	
29	10-40	0.11	0.6	1.6	1.0	
	40-70	0.10	0.6	1.6	0.7	
	100-140	0.09	0.5	2.1	1.0	
25	10-40	0.11	0.4	2.6	0.3	
	40-70	0.08	1.0	1.0	1.2	
	100-130	0.11	0.4	2.2	0.7	

Таблица 4. Типы засоления черноземов типичных по соотношению катионов и Na^+/Cl^-. **Table 4.** Types of salinization of chernozems typical ratio of cations and Na+/Cl^-.

№ разреза	Глубина, см	Катионы, мг-экв/100 г			Тип засоления	$\frac{Na^+}{Cl^-}$	Тип засоления
		$\frac{Na^+ + K^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$	$\frac{Ca^{2+}+Mg^{2+}}{Na^+ + K^+}$	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$			
16	10-40	0.3	3.3	0.1	Магниево-кальциевый	0.8	Хлоридный
	40-70	0.1	7.5	0.5		0.5	
	100-130	0.2	4.8	0.7		1.0	
15	80-110	0.1	1.0	0.4		0.4	
29	10-40	0.1	11.7	0.6		0.3	
	40-70	0.1	12.7	0.7		0.3	
	100-140	0.1	10.0	0.2		0.5	
25	10-40	0.2	6.4	0.8		0.6	
	40-70	0.1	9.1	0.3		0.4	
	100-130	0.5	2.2	0.8		1.7	Сульфатно-хлоридный

Выводы

Детальный анализ водно-солевого режима черноземов типичных исследуемой территории показал, что в их профиле отсутствуют признаки накопления солей. Это подтверждается низкими значениями сухого остатка, преобладанием в нем нетоксичных солей, магниево-кальциевым и хлоридно-сульфатным типами засоления.

Таким образом, черноземы типичные, сформировавшиеся в плакорных условиях или на слабонаклонных поверхностях (крутизна склонов до 1° и 1-2°) на покровных карбонатных глинах без признаков засоления и солонцеватости, при уровне грунтовых вод ниже 6 м с минерализацией 0.6-1.3 г/л в юго-восточной части Воронежской области, имеют благоприятные водно-физические и физико-химические свойства. Показатели свойств этих почв позволяют отнести их к первой почвенно-мелиоративной группе и считать пригодными для орошения без предварительных мелиоративных мероприятий. Рекомендуется использовать черноземы типичные в полевых севооборотах с применением зональной агротехники и комплекса органоминеральных удобрений. Для них желательно активное управление водным режимом путем орошения. Они допускают орошение, как путем дождевания, так и другими наземными способами. При вегетационных поливах умеренными нормами нет угрозы заболачивания, засоления и осолонцевания, но при этом не исключена возможность окарбоначивания, слитости пашни, и образования верховодки, вследствие малой водопроницаемости подстилающих пород.

Таблица 5. Гипотетические соли черноземов типичных. **Table 5.** Hypothetical salts of typical chernozems.

Ионы	Мг-экв/100г	Соли	Мг-экв/100г	%	Сумма нетоксич-ных солей, %	Сумма токсич-ных солей, %	Тип засоления
Разрез 15, глубина 80-110 см							
HCO_3^-	0.55	$Ca(HCO_3)_2$	1.10	0.089	74	26	Магниево-кальциевый Хлоридно-сульфатный
SO_4^{2-}	0.25	$Ca\ SO_4$	0.50	0.034			
SO_4^{2-}	0.10	Na_2SO_4	0.20	0.014			
SO_4^{2-}	0.06	$MgSO_4$	0.12	0.007			
Cl^-	0.24	$MgCl_2$	0.48	0.023			
			Сумма	0.167	0.123	0.044	
Разрез 16, глубина 10-40 см							
HCO_3^-	0.70	$Ca(HCO_3)_2$	1.40	0.113	77	23	Магниево-кальциевый Хлоридно-сульфатный
SO_4^{2-}	0.30	$Ca\ SO_4$	0.60	0.041			
SO_4^{2-}	0.08	Na_2SO_4	0.16	0.011			
Cl^-	0.22	$Na\ SO_4$	0,44	0.026			
Cl^-	0.10	$Mg\ Cl_2$	0.20	0.010			
			Сумма	0.201	0.154	0.047	
Разрез 16, глубина 100-130 см							
HCO_3^-	0.60	$Ca(HCO_3)_2$	1.20	0.097	57	43	Магниево-кальциевый Хлоридно-сульфатный
HCO_3^-	0.10	$NaHCO_3$	0.20	0.017			
SO_4^{2-}	0.10	$Na_2\ SO_4$	0.20	0.014			
SO_4^{2-}	0.21	$Mg\ SO_4$	0.42	0.025			
Cl^-	0.13	$Mg\ Cl_2$	0.38	0.018			
			Сумма	0.171д	0.097	0.074	
Разрез 25, глубина 10-40 см							
HCO_3^-	0.40	$Ca(HCO_3)_2$	0.80	0.065	60	40	Магниево-кальциевый Хлоридно-сульфатный
SO_4^{2-}	0.40	$Ca\ SO_4$	0.80	0.054			
SO_4^{2-}	0.20	$Na_2\ SO_4$	0.40	0.014			
SO_4^{2-}	0.31	$Mg\ SO_4$	0.62	0.037			
Cl^-	0.29	$Mg\ Cl_2$	0.58	0.028			
			Сумма	0.198	0.119	0.079	
Разрез 25, глубина 130 см (переходный горизонт к почвообразующей породе)							
HCO_3^-	0.60	$Ca(HCO_3)_2$	1.20	0.097	44	56	Магниево-кальциевый Хлоридно-сульфатный
HCO_3^-	0.05	$NaHCO_3$	0.10	0.008			
SO_4^{2-}	0.45	$Na_2\ SO_4$	0.90	0.064			
SO_4^{2-}	0.21	$Mg\ SO_4$	0.42	0.025			
Cl^-	0.29	$Mg\ Cl_2$	0.58	0.028			
Сумма				0.222	0.097	0.125	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Девятова Т.А., Щербаков А.П. 2006. Изменение физико-химических и агрохимических свойств черноземов центра Русской равнины при сельскохозяйственном использовании // Агрохимия. № 4. С. 5-8.

Девятова Т.А. 2007. Агрогенная динамика физико-химических и агрохимических свойств черноземов // Плодородие. № 1. С. 6-7.

Залетаев В.С. 1995. Ирригационное опустынивание и дестабилизация среды как элементы экологического влияния орошения в аридных зонах // Аридные экосистемы. Т. 1. № 1. С. 41-49.

Куст Г.С. 2013. Некоторые особенности изменения солевого состояния почв при преобразовании структуры сельскохозяйственного использования орошаемых земель дельтовых территорий // Аридные экосистемы. Т. 19. № 3 (56). С. 83-90.
Почвенные изыскания для мелиоративного строительства ВСН -33-2.1.02-85, 1985.

WATER-SALT REGIME OF CHERNOZEMS OF CENTRAL BLACK SOIL REGION

© 2015. T.A. Devyatova, L.A. Yablonskykh, L.A. Alaeva, A.V. Belik,

E.A. Negrobova, I.V. Rumyantseva

Voronezh state university
Russia, 394006 Voronezh, University square, 1. E-mail: liliya-250477@yandex.ru

Because the factor of risky agriculture in Central Black Soil region in recent years amplified, the tendency to restoration was outlined in many farms of the Voronezh region old or to creation of new irrigational systems. Therefore the detailed analysis of a water-salt mode of black soils which are here a background component agrocoenosis, has actual character.
Keywords: water-salt mode, water extract, anion-cation structure, type of salinization, toxic salts, salt associations.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №4 (65), с. 61-74

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК: 581.524

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАЙСАНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

© 2015 г. Л.А. Димеева, Б.М. Султанова, В.Н. Пермитина, А.Ф. Исламгулова, А.В. Кердяшкин

Институт ботаники и фитоинтродукции
Министерство образования и науки Республики Казахстан
Казахстан, 050040 г. Алматы, ул. Тимирязева 36-Д. E-mail: l.dimeyeva@mail.ru

Поступила 30.04.2015

На основе анализа распределения растительности на трех экологических профилях в восточной части Зайсанской котловины выявлены закономерности пространственной структуры растительного покрова. На предгорных равнинах хребтов Куршум и Манрак распределение растительных сообществ обусловлено высотой над уровнем моря, элементами мезорельефа, степенью сформированности почвенного покрова, засолением почв и почвообразующих пород. Распределение растительных сообществ в Черноиртышских песках зависит от рельефа песков, их возраста и степени перевеянности, засоления почв межгрядовых понижений, глубины залегания и степени минерализации грунтовых вод.

Ключевые слова: Зайсанская котловина, предгорные равнины, растительность, пространственные закономерности.

Зайсанская котловина расположена между горными хребтами Алтая на севере и Саур-Манрак-Тарбагатая – на юге. Здесь проявляется так называемая кольцевая структура зональности, определяемая сложными инверсионными процессами, влияющими на погодный режим в котловине и за её пределами. Центральная, низменная часть занята пустынными экосистемами. Предгорные территории представлены опустыненными степями. Многообразие ландшафтов и экологических условий Зайсанской котловины обусловили разнообразие флоры и растительности региона. Флора территории достаточно хорошо изучена (Аралбаев, 1998), уникальность региона определяется высоким эндемизмом.

Согласно ботанико-географическому районированию (Рачковская и др., 2003) растительность Зайсанской котловины относится к Джунгарской провинции Ирано-Туранской подобласти Сахаро-Гобийской пустынной области. Зональный створ представлен северными пустынями.

Первые сведения о растительном покрове Зайсанской котловины появились в публикациях начала XX столетия (Седельников, 1910; Сапожников, Шишкин, 1916; Борисова, 1935). В дальнейшем исследования носили фрагментарный характер. Растительность Черноиртышских песков, особенно жузгунники (*Calligonum* spp.), была детально изучена Л.Я. Курочкиной (1962; 1966; 1978). В «Ботанической географии Казахстана и Средней Азии» (Курочкина, 2003) приводится краткая характеристика сообществ саксаула зайсанского (*Haloxylon ammodendron*). Среди геоботанических карт можно отметить мелкомасштабные (Атлас…, 1982; Карта растительности…, 1995; Национальный Атлас Республики Казахстан, 2010).

Недостаток данных о растительном покрове обусловил необходимость проведения инвентаризационных исследований малоизученного в геоботаническом отношении региона Республики. Исследования в Зайсанской котловине проводились по программе фундаментальных исследований Министерства образования и науки Республики Казахстан в 2009-2011 гг. По результатам исследований опубликован ряд статей (Димеева и др., 2011; Кердяшкин и др., 2012; Султанова и др., 2012; Исламгулова, Султанова, 2012; Пермитина, 2013), в которых описан почвенный покров, дается анализ эколого-физиономических типов растительности, приводится характеристика степной растительности предгорных равнин и впервые обсуждаются результаты обследования Кулуджунских песков (западная часть Зайсанской котловины) с реликтовыми

сосняками и зарослями можжевельника казацкого. В данной статье основной акцент уделяется закономерностям пространственного распределения растительности восточной части котловины.

Материалы и методы исследований

Изучение закономерностей распределения растительного покрова проводилось с использованием традиционных методов полевых геоботанических исследований (Полевая геоботаника, 1959-1976). Были заложены три профиля: в юго-восточной (Тугыл) и в северо-восточной (Аманат) части Зайсанской котловины; в песчаном массиве Бозайгыркум (Кабыргатал), который относится к Черноиртышским пескам (рис. 1). Названия видов растений, приведенные в тексте, даются по С.К. Черепанову (1995), за исключением рода *Calligonum*, для определения видов которого использованы «Флора Казахстана» (1960) и «Иллюстрированный определитель растений Казахстана (1969).

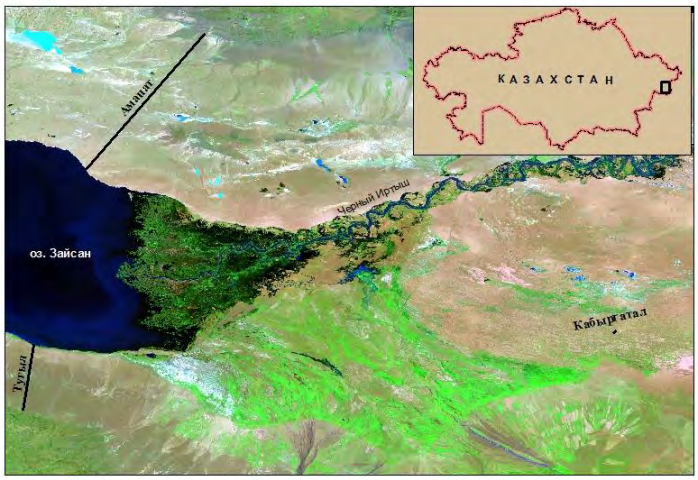


Рис. 1. Географическое положение района исследований. **Fig. 1.** Geographycal position of the study area.

Полученные результаты

Экологический профиль Тугыл (предгорная равнина хребта Манрак). Экологический профиль Тугыл простирается от уреза воды оз. Зайсан на высоте 386 м до отрогов хребта Манрак на высоте 726 м (рис. 2, табл. 1).

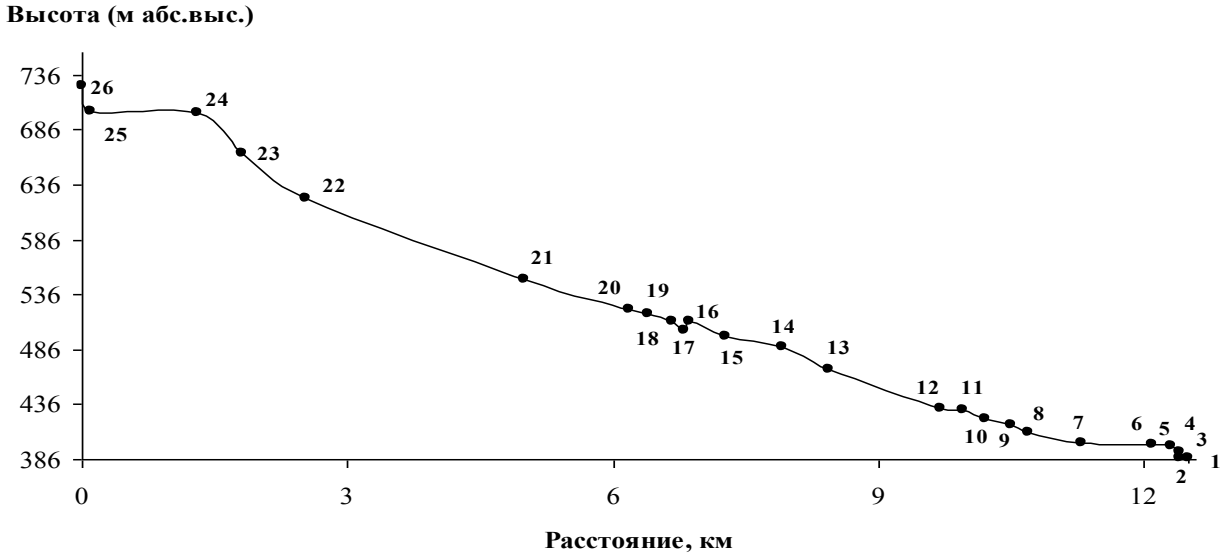


Рис. 2. Экологический профиль Тугыл: 1-26 – растительные сообщества профиля (легенда в табл. 1). **Fig. 2.** Ecological profile Tugyl: 1-26 – plant communities of the profile (legend is in the Table 1).

Таблица 1. Растительность экологического профиля Тугыл. **Table.1.** Vegetation of the Tugyl profile.

Номер сообщества	**Высота (м. абс.)**	**Растительность**	**Мезорельеф**	**Почвы**
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	386	Тростниковая (*Phragmites australis*)	Низкая озерная терраса	Болотные
2	387	Щавелевая (*Rumex aquaticus*)	Низкая озерная терраса	Лугово-болотные
3	388	Рогозовая (*Typha laxmannii)*	Низкая озерная терраса	Лугово-болотные
4	393	Злаково-брунцовая с аргузией (*Pseudosophora alopecuroides, Calamagrostis epigeios, Elytrigia repens, Argusia sibirica*)	Низкая озерная терраса	Луговые засоленные
5	398	Чиевая (*Achnatherum splendens*)	Низкая озерная терраса	Луговые солончаковатые
6	399	Чернополынно-биюргуновая (*Anabasis salsa, Artemisia pauciflora*)	Высокая озерная терраса	Бурые пустынные солонцеватые щебнистые
7	401	Итсигеково-биюргуновая с климакоптерой (*Anabasia salsa, A. aphylla, Climacoptera brachiata*)	Высокая озерная терраса	Бурые пустынные солонцеватые щебнистые
8	410	Полынная с итсигеком и пармелией (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora, Parmelia vagans*)	Нижняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные солонцеватые щебнистые
9	417	Полынная с итсигеком (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora*)	Нижняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные солонцеватые щебнистые
10	423	Белоземельнополынно-тырсиковая с итсигеком (*Stipa sareptana, Artemisia terrae-albae, Anabasis aphylla*)	Нижняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные нормальные щебнистые
11	431	Полынная с итсигеком и пармелией (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora, Parmelia vagans*)	Нижняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные солонцеватые щебнистые
12	433	Полынная с итсигеком (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora*)	Нижняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные солонцеватые щебнистые
13	468	Полынная (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora, A. sublessingiana*)	Нижняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные солонцеватые щебнистые
14	488	Чернополынная с итсигеком (*Artemisia pauciflora, Anabasis aphylla*)	Средняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные солонцеватые щебнистые
15	498	Биюргуново-чернополынная (*Artemisia pauciflora, Anabasis aphylla)*	Средняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные солонцеватые щебнистые

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
16	512	Тасбиюргуновая (*Nanophyton erinaceum*)	Средняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные солонцеватые щебнистые
17	504	Кокпековая с чием (*Atriplex cana, Achnatherum splendens*)	Ложбина стока	Солончак луговый солонцеватый
18	511	Кокпековая (*Atriplex cana*)	Понижение	Солонец пустынный солончаковый щебнистый
19	519	Чернополынная с тасбиюргуном и биюргуном (*Artemisia pauciflora, Nanophyton erinaceum, Anabasis salsa*)	Средняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные солонцеватые щебнистые
20	523	Чернополынная с биюргуном и итсигеком (*Artemisia pauciflora, Anabasis salsa, A. aphylla*)	Средняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные солонцеватые щебнистые
21	550	Сублессингиановополынно-тырсово-типчаковая (*Festuca valesiaca, Stipa capillata, Artemisia sublessingiana*)	Средняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные нормальные щебнистые
22	624	Типчаково-сублессингиановополынная (*Artemisia sublessingiana, Festuca valesiaca*)	Верхняя часть предгорной пологонаклонной равнины	Бурые пустынные нормальные щебнистые
23	665	Тырсово-типчаково-сублессингиановополынная (*Artemisia sublessingiana, Festuca valesiaca, Stipa capillata*)	Склон западной экспозиции к ложбине стока	Бурые пустынные малоразвитые щебнистые
23 А	700	Кустарниковая (*Caragana pumila, Spiraea hypericifolia*)	Ложбина стока	Лугово-бурые
24	702	Тырсово-типчаково-сублессингиановополынная со спиреей (*Artemisia sublessingiana, Festuca valesiaca, Stipa capillata, Spiraea hypericifolia*)	Склон западной экспозиции к ложбине стока	Бурые пустынные малоразвитые щебнистые
25	703	Кустарниковая (*Caragana pumila, Spiraea hypericifolia*)	Ложбина стока	Лугово-бурые
26	726	Тонковатополынная с дерновинными злаками (*Artemisia gracilescens, Festuca valesiaca, Stipa capillata)*	Верхняя часть предгорной пологонаклонной равнины, подошва хребта	Бурые пустынные малоразвитые щебнистые

Протяженность профиля 12,6 км. Профиль пересекает озерные террасы, переходящие в предгорную равнину. Почвенный покров озерных террас характеризуется болотными, лугово-болотными и луговыми почвами. На предгорной равнине широко распространены бурые пустынные солонцеватые, бурые пустынные малоразвитые щебнистые почвы, реже встречаются лугово-бурые щебнистые почвы, солончаки луговые и солонцы пустынные щебнистые. На поверхности почвы характерно наличие щебня, количество которого увеличивается в сторону гор. Пространственное распределение интразональной растительности приозерных террас характеризуется формированием концентрических микропоясных (экологических) рядов сообществ.

Тростниковые плавни, ранее широко распространенные вдоль всей береговой зоны, в настоящее время не образуют сплошной полосы. В составе тростниковых плавней характерны: *Scirpus lacustris, Bolboschoenus maritimus, Typha latifolia*. На низкой озерной террасе у уреза воды произрастают

тростниковые заросли, включающие такие виды, как: *Glaux maritima, Lactuca tatarica*, *Batrachium circinatum*. На низкой озерной террасе отмечено значительное распространение щавеля (*Rumex aquatica),* создающего яркий аспект красно-бурого цвета.

За полосой щавеля по экологическому ряду следуют сообщества гигрофитов, отличающиеся высоким видовым разнообразием: *Typha laxmannii, Juncus articulatus, Carex appendiculata, Sparganium stoloniferum, Butomus umbellatus, Alisma lanceolata* и др. Распространение галофитнозлаковой (*Puccinellia dolicholepis, Aeluropus littoralis, Hordeum brevisubulatum*) и мезофитнозлаковой (*Calamagrostis epigeios, Elytrigia repens)* растительности обусловлено условиями засоления и характеризуется лабильностью во времени и пространстве.

На следующем уровне встречаются злаково-разнотравные ценозы. Мезофитнозлаково-разнотравные (*Glycyrrhiza glabra, Sphaerophysa salsula, Leymus multicaulis, Bromopsis inermis*) луга часто сменяются галофитными сообществами с участием *Artemisia nitrosa, A. schrenkiana, Aeluropus littoralis, Saussurea amara, Limonium otolepis*. На более высоком уровне почти повсеместно встречаются чиевники (*Achnatherum splendens*). Образуемые ими крупнозлаковые луга занимают большие площади в дельтах рек, впадающих в озеро Зайсан. Подобные луга часто встречаются на высоких надпойменных террасах рек Кальджир, Черный Иртыш, Каратал. В составе чиевников обычны чингил (*Halimodendron halodendron*), обиона (*Halimione verrucifera*), солодка уральская (*Glycyrrhiza uralensis*), волоснец узкий (*Leymus angustus*), галофитное разнотравье (*Saussurea salsa*, *Plantago maritima*, *Limonium gmelinii*), галофитные злаки (*Aeluropus littoralis, Puccinellia dolicholepis, P. tenuissima*), однолетние солянки (виды родов *Salsola, Suaeda, Climacoptera, Petrosimonia*). Мелкими пятнами встречаются сообщества с участием *Camphorosma monspeliaca, Halimione verrucifera*. На высокой озерной террасе последовательно сменяются сообщества: кокпечники (*Atriplex cana*) на солончаках луговых; чернополынники (*Artemisia pauciflora*) и биюргунники (*Anabasis salsa*) на солонцах пустынных.

На высотных отметках выше 410 м озерные террасы смыкаются с предгорными равнинами. Получают распространение чернополынные (*Artemisia pauciflora*), биюргуновые *(Anabasis salsa*) и кокпековые (*Ariplex cana*) ценозы. В комплексе с ними встречаются тасбиюргунники (*Nanophyton erinaceum*). Местами растительный покров нарушен выпасом. Пастбищная дигрессия растительного покрова предгорных равнин выражается в распространении эбелека (*Ceratocarpus utriculosus*) и полынка (*Artemisia austriaca*). До отметки 550 метров абсолютной высоты тянутся сублессингиановополынно-дерновиннозлаковые (*Stipa capillata, Festuca valesiaca, Artemisia sublessingiana*) сообщества. Иногда, в зависимости от эдафических условий, меняются количественные соотношения дерновинных злаков: доминируют типчак (*Festuca valesiaca*), ковыль-тырсик (*Stipa sareptana*), ковылек (*Stipa orientalis*). Во флористическом составе наиболее характерны виды: *Koeleria cristata, Kochia prostrata* и др. Профиль заканчивается у подножия гор Манрак на отметке 726 м в типчаково-тонковатополынном с тырсой (*Artemisia gracilescens, Festuca valesiaca, Stipa capillata*) сообществе. Характерными видами являются типично степные растения - ирис кожистый (*Iris scariosa*), анкафия огненная (*Ancanthya igniaria*). Русла временных водотоков обусловливают гетерогенность растительного покрова предгорной равнины. По ложбинам стока формируется кустарниковая растительность (*Spiraea hypericifolia, Caragana pumila, C. frutex*).

Экологический профиль Кабыргатал (Черноиртышские пески). Пески левобережья Черного Иртыша имеют ряд названий: Бозайгыркум, Таскум, Акжан, Аккум. По характеру рельефа они делятся на два массива: северная песчаная и супесчаная равнина Акжан и бугристо-барханные пески на юге. Характерной чертой Черноиртышских песков является их относительно высокое положение над уровнем моря - 410-640 м абс. выс. Местность представляет собой пологую подгорную равнину со значительным уклоном к ЗСЗ (к оз. Зайсан и реке Черный Иртыш). Повышенные участки не закреплены растительностью и представлены барханными песками. Барханы окружены бугристыми песками. Обычно они невысокие (5-10 м) и местами рассечены долинообразными понижениями. По кромке бугристых песков с юга массива распространены пески – чуроты, с мелкими озерками и тростниковыми лугами в понижениях (Курочкина, 1962).

Экологический профиль заложен в песчаном массиве Бозайгыркум в урочище Кабыргатал (рис. 3, табл. 2). Пески Бозайгыркум относятся к бугристо-грядовым. Песчаные гряды ориентированы в направлении СЗ-ЮВ. Профиль простирается перпендикулярно песчаной гряде, начинается в туранговой роще (*Populus diversifolia*) на выровненных песках, пересекает межгрядовое понижение,

бугристые пески, следующее межгрядовое понижение и заканчивается перед новой песчаной грядой. Общая протяженность профиля – 700 м.

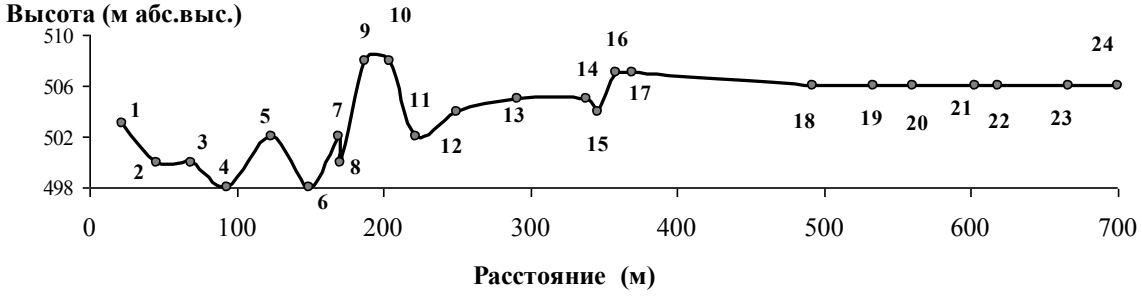


Рис. 3. Экологический профиль Кабыргатал: 1-24 - растительные сообщества профиля (легенда в таблице 2). **Fig. 3.** Ecological profile Kabyrgatal: 1-26 – plant communities of the profile (legend is in the Table 2).

Таблица 2. Растительность экологического профиля Кабыргатал. **Table 2.** Vegetation of the Kabyrgatal profile.

Номер сообщества	Высота (м. абс.)	Растительность	Рельеф	Почвы
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	503	Турагновая (*Populus diversifolia*)	Выровненное понижение	Пески равнинные
2	500	Осочково-песчанополынная (*Artemisia arenaria, Carex pachystilis*)	Выровненное понижение	Пески равнинные
3	500	Спирейная (*Spiraea hypericifolia*)	Понижение	Пески равнинные
4	500	Галофитнополукустарничково-кияково-селитрянополынная (*Artemisia nitrosa, Leymus racemosus, Camphorosma monspeliacum, Kochia prostrata*)	Межгрядовое понижение	Пески лугово-пустынные
5	502	Галофитноразнотравная (*Artemisia nitrosa, Limonium gmelinii, Plantago salsa, Saussurea salsa)*	Межгрядовое понижение	Пески лугово-пустынные
6	498	Галофитноразнотравно-селитрянополынная (*Artemisia nitrosa, Saussurea salsa, Limonium gmelinii*)	Межгрядовое понижение	Пески лугово-пустынные
7	502	Кустарниковая (*Halimodendron halodendron, Spiraea hypericifolia)*	Подошва бугра	Пески лугово-пустынные
8	500	Песчанополынная с кустарниками (*Artemisia arenaria, Halimodendron halodendron, Calligonum membranaceum*)	СВ склон бугра	Пески бугристые
9	508	Песчанополынно-жузгуновая (*Calligonum sinuoso-aculeolatum, Artemisia arenaria*)	Вершина бугра	Пески бугристые
10	508	Песчанополынная (*Artemisia arenaria*)	ЮЗ склон бугра	Пески бугристые
11	502	Песчанополынная с кияком (*Artemisia arenaria, Leymus racemosus)*	Котловина выдувания	Пески бугристые
11 А	505	Тростниково-песчанополынная (*Artemisia arenaria*, *Phragmites australis*)	СВ склон бугра	Пески бугристые

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
11 Б	501	Тополево-ивовая с жимолостью *(Salix sp., Populus laurifolia, Lonicera tatarica)*	Межбугровая котловина	Пески лугово-пустынные
11 В	501	Жимолостно-ивовая с шиповником (*Salix sp., Lonicera tatarica, Rosa laxa*)	Межбугровая котловина	Пески лугово-пустынные
12	504	Песчанополынная с тростником и жузгуном (*Artemisia arenaria, Calligonum sinuoso-aculeolatum)*	Слабо выраженное повышение	Пески мелкобугристые
13	505	Песчанополынно-чингиловая с ивой и тополем (*Halimodendron halodendron, Artemisia arenaria, Populus laurifolia, Salix sp.)*	Межбугровая котловина	Пески лугово-пустынные
13 А	500-498	Ивовая с березой (*Salix sp*., *Betula microphylla*)	Межбугровая котловина	Пески лугово-пустынные
13 Б	501-497	Шиповниково-чингиловая с березой (*Halimodendron halodendron, Rosa laxa, Betula microphylla)*	Межбугровая котловина	Пески лугово-пустынные
14	505	Жузгуновая с песчаной полынью и хондриллой (*Calligonum dissectum, Artemisia arenaria, Chondrilla ambigua*)	Вершина бугра	Пески барханные
15	504	Песчанополынная разреженная (*Artemisia arenaria*)	Понижение, котловина выдувания	Пески бугристые
16	507	Песчанополынно-чингиловая с ивой и тополем (*Halimodendron halodendron, Artemisia arenaria, Populus laurifolia, Salix sp*.)	Бугристые пески	Пески бугристые
17	506	Галофитноразнотравная (*Artemisia nitrosa, Saussurea salsa, Limonium gmelinii*)	Межгрядовое понижение	Пески лугово-пустынные
18	-	Галофитноразнотравная (*Plantago salsa, Saussurea salsa, Limonium gmelinii, Glycyrrhiza uralensis*)	Межгрядовое понижение	Пески лугово-пустынные
19	-	Селитрянополынная (*Artemisia nitrosa*)	Межгрядовое понижение	Пески лугово-пустынные
20	-	Галофитноразнотравная (*Phragmites australis, Saussurea salsa, Euphorbia lamprocarpa*)	Межгрядовое понижение	Пески лугово-пустынные
21	-	Обионовая (*Halimione verrucifera*)	Межгрядовое понижение, залежь	Пески лугово-пустынные
22	-	Подорожниково-камфоросмовая (*Camphorosma monspeliacum, Plantago salsa*)	Межгрядовое понижение	Пески лугово-пустынные
23	-	Кустарниковая (*Spiraea hypericifolia*)	Подошва бугра	Пески лугово-пустынные
24	506	Песчанополынная (*Artemisia arenaria*)	СВ склон бугра	Пески бугристые
24 А	-	Песчанополынно-псаммофитнокустарниковая (*Calligonum sinuoso-aculeolatum, Krascheninnikovia ceratoides, Artemisia arenaria*)	Вершина бугра	Пески бугристые

На равнинных и пологонаклонных песках профиля отмечены осочково-песчанополынные (*Artemisia arenaria, Carex pachystilis*) и спирейные (*Spiraea hypericifolia*) сообщества. На вершинах бугристых песков формируются сообщества жузгуна (*Calligonum* spp.). По мелкобугристым и бугристым пескам распространены песчанополынники (*Artemisia arenaria)*. Участие в сообществах в качестве субдоминанта тростника указывает на более благоприятные условия увлажнения, которые создаются по склонам или у подножья песчаных бугров. По котловинам выдувания в песчанополынниках увеличивается доля участия хондриллы, селина и верблюдки (*Chondrilla ambigua, Stipagrostis pennata, Corispermum hyssopifolium*). Межгрядовые понижения характеризуются

близким залеганием минерализованных грунтовых вод. В таких экологических условиях формируются галофитноразнотравные и галофитнополукустарничковые (обионовые, камфоросмовые – *Halimione verrucifera, Camphorosma monspeliacum*) сообщества. Особые условия создаются в межбугровых котловинах. При близком залегании пресных грунтовых вод и стоке в котловины поверхностных вод атмосферных осадков формируются небольшие рощи из тополя, березы, ивы с кустарниками (*Populus laurifolia, Betula microphylla, Salix sp., Halimodendron halodendron, Rosa laxa, Lonicera tatarica*), придающие неповторимый облик песчаной пустыне.

Экологический профиль Аманат (предгорная равнина Куршумского хребта). Экологический профиль Аманат простирается от уреза воды оз. Зайсан на высоте 390 м до отрогов Куршумского хребта на высоте 571 м (рис. 4, табл. 3). Протяженность профиля 30 км. Профиль пересекает высокую озерную террасу с выровненной поверхностью, постепенно рельеф становится слабоволнистым, потом холмисто-увалистым, далее сменяется наклонной равниной и завершается мелкосопочником, переходящим в низкогорья.

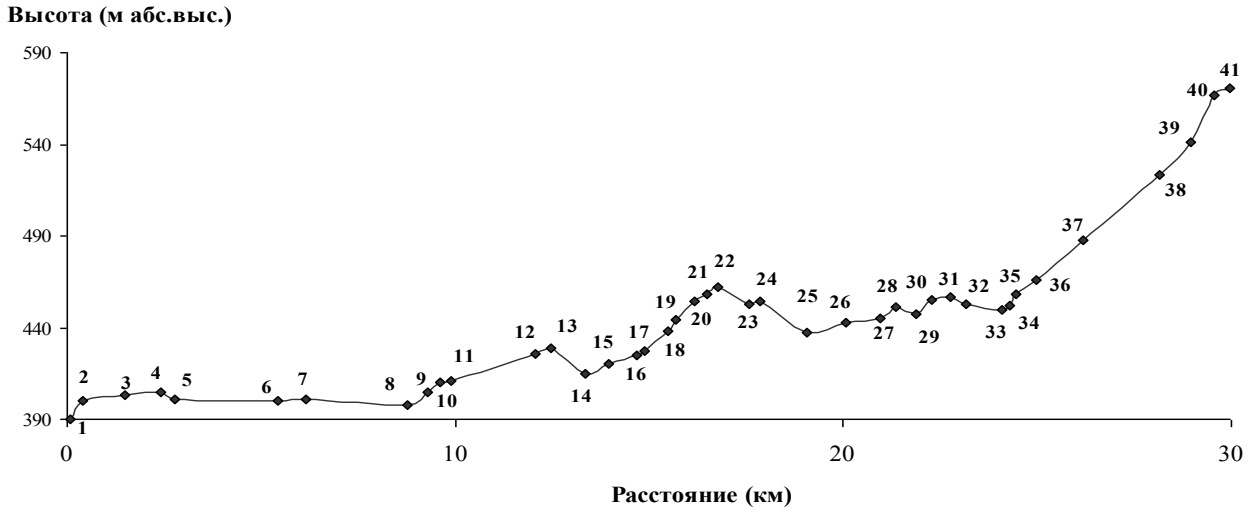


Рис. 4. Экологический профиль Аманат: 1-41 – растительные сообщества профиля (легенда в таблице 3). **Fig. 4.** Ecological profile Amanat: 1-26 – plant communities of the profile (legend is in the Table 3).

Растительный покров профиля начинается с аргузиевых группировок (*Argusia sibirica*) на песчаной отмели. Современная береговая линия находится на 10 м ниже уступа коренного берега, это свидетельствует о понижении уровня озера. На высокой озерной террасе широкое распространение получили двучленные комплексы биюргуновых и белоземельнополынных (*Anabasis salsa, Artemisia terrae-albae*) сообществ, соответствующих комплексам солонцов пустынных с серо-бурыми пустынными солонцеватыми почвами. Близость населенного пункта определяет сильную степень нарушенности, связанную, главным образом, с выпасом.

При переходе на пологонаклонную слабоволнистую равнину комплексность почвенно-растительного покрова сохраняется. Изредка встречаются трехчленные комплексы тасбиюргуново-биюргуновых, белоземельнополынных и анабазисовых сообществ (*Nanophyton erinaceum, Anabasis salsa, A. truncata, Artemisia terrae-albae)* с саксауловыми редколесьями *(Haloxylon ammodendron*), соответствующими комплексам серо-бурых пустынных солонцеватых почв с серо-бурыми пустынными маломощными щебнистыми почвами. Кроме того, отмечены участки с гомогенными контурами растительного покрова - эфемеровые белоземельнополынники (*Artemisia terrae-albae, Descurainia sophia*) с редколесьями саксаула и терескеном (*Krascheninnikovia ceratoides).*

Таблица 3. Растительность экологического профиля Аманат. **Table 3.** Vegetation of the Amanat profile.

№	Высота (м абс.)	Растительность	Мезорельеф	Почвы
1	2	3	4	5
1	390	Единичная аргузия (*Argusia sibirica*)	Песчаная отмель	Озерные пески
2	400	Белоземельнополынно-тасбиюргуновая (*Nanophyton erinaceum, Artemisia terrae-albae*)	Высокая озерная терраса	Серо-бурые пустынные малоразвитые
3	403	Комплекс биюргуновых и белоземельнополынных (*Anabasis salsa, Artemisia terrae-albae*) сообществ	Высокая озерная терраса	Комплекс солонцов пустынных с серо-бурыми пустынными солонцеватыми почвами
4	405	Комплекс белоземельнополынных и биюргуновых (*Artemisia terrae-albae, Anabasis salsa)* сообществ	Высокая озерная терраса	Комплекс серо-бурых пустынных солонцеватых почв с солонцами пустынными
5	401	Комплекс белоземельнополынных и биюргуновых сообществ (*Anabasis salsa, Artemisia terrae-albae*)	Высокая озерная терраса	Комплекс серо-бурых пустынных солонцеватых почв с солонцами пустынными
6	400	Комплекс биюргуновых и белоземельнополынных сообществ (*Anabasis salsa, Artemisia terrae-albae*)	Высокая озерная терраса	Комплекс солонцов пустынных с серо-бурыми пустынными солонцеватыми почвами
7	401	Белоземельнополынно-биюргуновая (*Anabasis salsa, Artemisia terrae-albae*)	Высокая озерная терраса	Серо-бурые пустынные солонцеватые
8	398	Эфемерово-биюргуновая с однолетними солянками (*Anabasis salsa, Lepidium perfoliatum, Salsola foliosa)*	Высокая озерная терраса	Солонец пустынный
9	410	Эфемерово-белоземельнополынная с редколесьями саксаула (*Artemisia terrae-albae, Haloxylon ammodendron, Descurainia sophia*)	Полого-наклонная слабоволнистая равнина	Серо-бурые пустынные малоразвитые щебнистые
10	411	Эфемерово-белоземельнополынная с редколесьями саксаула и терескеном (*Artemisia terrae-albae, Lepidium perfoliatum, Goldbachia laevigata, Haloxylon ammodendron, Krascheninnikovia ceratoides*)	Полого-наклонная слабоволнистая равнина	Серо-бурые пустынные малоразвитые щебнистые
11	419	Комплекс эфемерово-биюргуновых и белоземельнополынных сообществ (*Anabasis salsa, Artemisia terrae-albae, Descurainia sophia, Lepidium perfoliatum*)	Полого-наклонная слабоволнистая равнина	Комплекс солонцов пустынных с серо-бурыми пустынными солонцеватыми почвами
12	426	Комплекс тасбиюргуново-биюргуновых, белоземельнополынных и анабазисовых сообществ с редколесьями саксаула (*Anabasis salsa, A. truncata, Nanophyton erinaceum, Artemisia terrae-albae, Haloxylon ammodendron*)	Полого-наклонная слабоволнистая равнина	Комплекс серо-бурых пустынных солонцеватых почв с серо-бурыми пустынными маломощными щебнистыми почвами

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
13	426	Комплекс белоземельнополынных и эфемерово-биюргуновых (*Artemisia terrae-albae, Anabasis salsa, Lepidium perfoliatum*) сообществ	Пологo-наклонная слабоволнистая равнина	Комплекс серо-бурых пустынных солонцеватых почв с солонцами пустынными
14	429	Эфемерово-белоземельнополынно-биюргуновая с саксаулом (*Anabasis salsa, Artemisia terrae-albae, Descurainia sophia, Haloxylon ammodendron*)	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Серо-бурые пустынные солонцеватые щебнистые
15	415	Эфемерово-биюргуновая с саксаулом (*Anabasis salsa, Lepidium perfoliatum, Haloxylon ammodendron*)	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Серо-бурые пустынные солонцеватые щебнистые
16	420	Биюргуново-полынная (*Anabasis salsa, Artemisia terrae-albae, A. pauciflora*)	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Солонцы пустынные
17	425	Однолетнесолянково-биюргуновая (*Anabasis salsa, Climacoptera brachiata, Salsola foliosa, Bassia sedoides*)	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Солонцы пустынные
18	427	Саксауловая (*Haloxylon ammodendron*)	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Серо-бурые пустынные солонцеватые
19	438	Полынная с терескеном, саксаулом и биюргуном (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora, Krascheninnikovia ceratoides, Haloxylon ammodendron, Anabasis salsa*)	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Серо-бурые пустынные солонцеватые малоразвитые
20	444	Спирейная с терескеном (*Spiraea hypericifolia, Krascheninnikovia ceratoides*)	Межувалистое понижение	Лугово-бурые обыкновенные
21	454	Биюргуновая с редколесьями саксаула (*Anabasis salsa, Haloxylon ammodendron*)	Склон увала	Серо-бурые пустынные солонцеватые щебнистые
22	458	Белоземельнополынно-биюргуновая с терескеном (*Anabasis salsa, Artemisia terrae-albae, Krascheninnikovia ceratoides*)	Вершина увала	Серо-бурые пустынные нормальные
23	462	Биюргуново-белоземельнополынная с саксаулом (*Artemisia terrae-albae, Anabasis salsa, Haloxylon ammodendron*)	Склон увала	Серо-бурые пустынные солонцеватые щебнистые
24	454	Белоземельнополынная с редколесьями саксаула (*Artemisia terrae-albae, Haloxylon ammodendron*)	Склон увала	Серо-бурые пустынные щебнистые
25	437	Биюргуново-полынная (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora, Anabasis salsa*)	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Бурые пустынные солонцеватые
26	443	Биюргуновая (*Anabasis salsa*)	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Солонцы пустынные
27	445	Полынная с дескурайнией, терескеном и тырсой (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora, Descurainia sophia, Krascheninnikovia ceratoides, Stipa capillata)*	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Бурые пустынные солонцеватые
28	451	Биюргуново-полынная с терескеном (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora, Anabasis salsa, Krascheninnikovia ceratoides*)	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Бурые пустынные солонцеватые
29	447	Полынная (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora*)	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Бурые пустынные солонцеватые
30	455	Биюргуново-полынная (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora, Anabasis salsa*)	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Бурые пустынные солонцеватые

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
31	457	Полынно-биюргуновая (*Anabasis salsa, Artemisia terrae-albae, A. pauciflora*)	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Бурые пустынные солонцеватые
32	453	Биюргуново-полынная (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora, Anabasis salsa)*	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Бурые пустынные солонцеватые
33	450	Полынная (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora)*	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Бурые пустынные солонцеватые
34	452	Кокпеково-биюргуновая с гребенщиком (*Anabasis salsa, Atriplex cana, Tamarix laxa*)	Межувалистое понижение	Солонцы лугово-бурые
35	458	Селитрянополынно-лебедовая с терескеном и караганой (*Atriplex tatarica, Artemisia nitrosa, Krascheninnikovia ceratoides, Caragana sp.)*	Межувалистое понижение	Лугово-бурые солончаковатые
36	466	Комплекс белоземельнополынных и тасбиюргуново-биюргуновых (*Artemisia terrae-albae, Anabasis salsa, Nanophyton erinaceum*) сообществ	Холмисто-увалистая наклонная равнина	Комплекс бурых пустынных солонцеватых почв с бурыми пустынными малоразвитыми щебнистыми почвами
37	488	Полынно-биюргуновая (*Anabasis salsa, Artemisia terrae-albae, A. pauciflora*)	Наклонная равнина	Бурые пустынные солонцеватые
38	523	Тасбиюргуново-биюргуново- полынная (*Artemisia sublessingiana, A. gracilescens, Anabasis salsa, Nanophyton erinaceum*)	Наклонная равнина	Бурые пустынные малоразвитые щебнистые
39	541	Комплекс тасбиюргуново-биюргуновых и полынных сообществ с ковылем восточным и тырсой (*Anabasis salsa, Nanophyton erinaceum, Artemisia sublessingiana, A. gracilescens, Stipa orientalis, S. capillata*)	Наклонная равнина	Комплекс бурых пустынных малоразвитых щебнистых почв с бурыми пустынными нормальными щебнистыми почвами
40	567	Полынная (*Artemisia sublessingiana, A. gracilescens*)	Наклонная равнина	Предгорные бурые пустынные малоразвитые щебнистые
41	571	Тасбиюргуново-полынная (*Artemisia sublessingiana, A. gracilescens, Nanophyton erinaceum*)	Вершина холма	Предгорные бурые пустынные малоразвитые щебнистые

На холмисто-увалистой наклонной равнине распространены: биюргунники – эфемерово-белоземельнополынные с саксаулом (*Anabasis salsa, Artemisia terrae-albae, Descurainia sophia, Lepidium perfoliatum, Haloxylon ammodendron)*, однолетнесолянковые (*Climacoptera brachiata, Salsola foliosa, Bassia sedoides*) и полынники – биюргуновые (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora, Anabasis salsa*), с участием терескена, саксаула, биюргуна (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora, Krascheninnikovia ceratoides, Haloxylon ammodendron, Anabasis salsa*). Полынь черная (*Artemisia pauciflora*) наряду с полынью белоземельной (*Artemisia terrae-albae*) формирует полынники на бурых пустынных солонцеватых почвах, часто в комплексе с биюргуном и тасбиюргуном на солонцах пустынных.

В межувалистых понижениях формируются селитрянополынные (*Artemisia nitrosa*) с участием кустарников (*Tamarix laxa, Caragana frutex, Spiraea hypericifolia*); кокпеково-биюргуновые с гребенщиком (*Anabasis salsa, Atriplex cana, Tamarix laxa*), спирейные с терескеном (*Spiraea hypericifolia, Krascheninnikovia ceratoides*) сообщества.

Редколесья саксаула зайсанского (*Haloxylon ammodendron*) распространены, главным образом, по склонам увалов. Саксаул занимает обычно 5-7% на фоне чернополынных, белоземельнополынных и биюргуновых сообществ. Очень редко проективное покрытие саксаула в сообществах достигает 15%. Такие участки были отмечены на склонах увалов на высотных отметках от 410 до 454 м абс.

Приближаясь к низкогорьям Куршумского хребта, большее ландшафтное значение приобретает тасбиюргун (*Nanophyton erinaceum*), распространение которого связано с бурыми пустынными малоразвитыми щебнистыми почвами.

В восточной части Зайсанской котловины выявлены редкие растительные сообщества: зайсанскосаксаульники (*Haloxylon ammodendron*), заросли облепихи крушиновидной (*Hyppophae rhamnoides)*, копеечника прутьевидного (*Hedysarum scoparium*), туранги (*Populus diversifolia*), эндемичных для Зайсанской котловины видов жузгуна (*Calligonum sinuoso-aculeolatum, C. dissectum, C. pappii* и др.*)*, сообщества с участием группировок караганы трагакантовой (*Caragana tragacanthides*). Распределение редких сообществ неравномерное. В Черноиртышских песках встречаются сообщества туранги, облепихи, жузгуна, копеечника. Некоторые из редких сообществ произрастают в труднодоступных местах, например, копеечник прутьевидный приурочен к понижениям барханных высокогрядовых массивов на приграничной с Китаем территории. Ограниченность ареала копеечника только пределами Зайсанской впадины требует постоянного мониторинга за всеми имеющимися сообществами. Редколесья саксаула зайсанского приурочены к холмисто-увалистой равнине в северо-восточной части котловины, озерно-аллювиальной равнине и склонам останцовых возвышенностей. Исходя из ретроспективных источников, заросли его значительно сократились. За время исследований по проекту ни разу не была обнаружена древесная форма саксаула, а только кустарниковая, что вызывает большую тревогу. Нечасто были отмечены группы редкого эндемичного вида караганы трагакантовой (*Caragana tragacanthoides*) на каменистых склонах останцовых гор Ашутас, Кара-Бирюк, Киин-Кериш, Шекельмес.

Выводы

Исследования показали, что закономерности пространственной структуры растительного покрова восточной части Зайсанской котловины определяются комплексом экологических факторов. На предгорных равнинах хребтов Куршум и Манрак распределение растительных сообществ обусловлено высотой над уровнем моря, элементами мезорельефа, степенью защебненности и сформированности почвенного покрова, засолением почвообразующих пород. Абсолютная высота определяет проявление инверсионной зональности почвенного и растительного покрова. Центральная, низменная часть котловины, наиболее засушливая. С севера к котловине примыкает пояс серо-бурых пустынных почв с характерными комплексами растительных сообществ – белоземельнополынных на серо-бурых пустынных почвах и биюргуновых – на солонцах пустынных. Пояс бурых пустынных почв начинается на высоте 437 м в северной части котловины и 399 м – в южной части. На бурых пустынных солонцеватых почвах наибольшее распространение получили полынники (*Artemisia terrae-albae, A. pauciflora*), часто в комплексе с биюргуном и тасбиюргуном. Гетерогенность растительного покрова также связана с наличием ложбин стока, близким залеганием минерализованных грунтовых вод.

Береговая полоса с южной стороны озера Зайсан – низменная и приподнятая – с северной стороны. Это определяет формирование различной прибрежной растительности. На северном побережье вдоль берега тянутся песчаные пляжи с разреженными группировками аргузии (*Argusia sibirica*). На южном побережье хорошо выражена низкая озерная терраса с интразональной растительностью – тростниковой, рогозовой, щавелевой, злаково-разнотравной, чиевой (*Phragmites australis, Typha laxmannii, Rumex aquatica, Glycyrrhiza uralensis, Leymus angustus, Achnatherum splendens*).

Распределение растительных сообществ в Черноиртышских песках зависит от рельефа песков, их возраста и степени перевеянности, засоления песчаных почв межгрядовых понижений, глубины залегания и минерализации грунтовых вод.

Выявлены редкие растительные сообщества Зайсанской котловины: зайсанскосаксаульники (*Haloxylon ammodendron*), заросли облепихи крушиновидной (*Hyppophae rhamnoides)*, копеечника прутьевидного (*Hedysarum scoparium*), туранги (*Populus diversifolia*), эндемичных для Зайсанской котловины видов жузгуна (*Calligonum sinuoso-aculeolatum, C. dissectum, C. pappii* и др.*)*, сообщества с

участием группировок караганы трагакантовой (*Caragana tragacanthides*). Для сохранения уникальных сообществ необходимо проводить мониторинг и картирование ареалов, вести просветительскую работу среди местного населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аралбаев Н.К. 1998. Флора Зайсанской котловины, ее анализ и генезис. Автореф. дис… докт. биологических наук. Алматы. 25 с.

Атлас Казахской ССР. 1982. Природные условия и ресурсы. М.: ГУ геодезии и картографии СССР. Т. 1. 81 с.

Борисова А.Г. 1935. От озера Зайсан к Нарымскому хребту // Изв. ВГО. Т. 67, № 4. С. 495-517.

Рачковская Е.И., Волкова Е.А., Храмцов В.Н. (ред.). 2003. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). СПб.: Бостон-Спектр. 424 с.

Димеева Л.А., Султанова Б.М., Кердяшкин А.В. 2011. Растительность Кулуджунских песков (Зайсанская котловина) // Труды конф. «Актуальные проблемы геоботаники», посвященной 100-летию акад. Б.А. Быкова. Алматы. С.46-53.

Иллюстрированный определитель растений Казахстана. 1969. Алма-Ата: Наука. Т. 1. 644 с.

Исламгулова А.Ф., Султанова Б.М. 2012. Степная растительность Зайсанской котловины // Материалы 6 Международного симпозиума «Степи северной Евразии». Оренбург. С. 316-318.

Карта растительности Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной зоны). 1995. М. 1: 2500000. СПб.: ЭКОР. 3 л.

Кердяшкин А.В., Медведев А.Н., Димеева Л.А., Султанова Б.М., Говорухина С.А. 2012. Остаточные сосняки левобережья Иртыша на Кулуджунских песках // Метериалы регион. научн. конф. «Мамаевские чтения». Екатеринбург: ООО «УИПЦ». С. 66-70.

Курочкина Л.Я. Жузгунники Черноиртышских песков. 1962 // Труды Ин-та ботаники АН КазССР. Алма-Ата. Т. 13. С. 101-132.

Курочкина Л.Я. 1978. Псаммофильная растительность пустынь Казахстана. Алма-Ата: Наука КазССР. 271 с.

Курочкина Л.Я. 1966. Растительность песчаных пустынь Казахстана // Растительный покров Казахстана. Алма-Ата: Наука КазССР. Т. 1. С. 191-592.

Курочкина Л.Я. 2003. Саксауловые пустыни // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) / Рачковская Е.И., Волкова Е.А., Храмцов В.Н. (ред.). СПб.: Бостон-Спектр. С. 92-105.

Национальный Атлас Республики Казахстан. 2010. Алматы: Print-S. 125 с.

Пермитина В.Н. 2013. Характеристика почвенного покрова как условий формирования растительности восточной части Зайсанской котловины. // Материалы международной научной конференции «Изучение ботанического разнообразия Казахстана на современном этапе». Алматы: LEM, 2013. С. 114-117.

Полевая геоботаника. 1959-1976. М.- Л.: Наука. В 5 томах. Т. 1. 498 с.; Т. 2. 500 с.; Т. 3. 530 с.; Т. 4. 336 с.; Т. 5. 320 с.

Сапожников В.В., Шишкин, Б.К. 1918. Растительность Зайсанского уезда. Исследование 1914 г. Томск: Министерство земледелия и колонизации. 379 с.

Седельников А. 1910. О поездке на оз. Зайсан и сопку Ашутас в 1910 г. // Записки Западно-Сибирского Отдела Императорского РГО. Омск. 128 с.

Султанова Б.М., Димеева Л.А., Исламгулова А.Ф., Пермитина В.Н., Кердяшкин А.В., Говорухина С.А. 2012. Растительность Зайсанской котловины. // Труды. межд. конф., посв. 80-летию ИБФ. Алматы: LEM. С. 195-200.

Флора Казахстана. 1960. Алма-Ата: Наука. Т. 3. 460 с.

PECULIARITIES OF SPATIAL DISTRIBUTION OF VEGETATION IN THE EASTERN PART OF ZAISSAN HOLLOW

© 2015. L.A. Dimeyeva, B.M. Sultanova, V.N. Permitina, A.F. Islamgulova, A.V. Kerdyashkin

Institute of Botany & Phytointroduction
Ministry of Education & Science Republic of Kazakhstan
Kazakhstan, Almaty 050040, Timiryazev str. 36-D, E-mail: l.dimeyeva@mail.ru

Spatial patterns of vegetation cover distribution has been revealed on a basis of analysis of plant communities allocation along three ecological profiles in the eastern part of Zaissan depression. Distribution of plant communities in piedmont plains of the Kurshum and Manrak mountain ridges is caused by absolute height, meso-relief, degree of detritus and salt content in soils. Distribution of plant communities in the sand desert of the Black Irtish river left bank depends on relief, age, degree of aspiration of sands, salt content in soil, depth and mineralization of ground water.
Keywords: Zaissan hollow, piedmont plains, vegetation, spatial distribution.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №4 (65), с. 75-83

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 911.52631.4

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ПЛАТО УСТЮРТ В УЗБЕКИСТАНЕ

© 2015 г. Х.Ф. Шомуродов*, Ш.У Сарибаева*, А. Ахмедов**

**Институт растительного и животного мира АН РУз*
Узбекистан, 100053 Ташкент, ул. Боги-шамол, 232 «Б». E-mail: h.shomurodov@mail.ru
***Самаркандский государственный университет*
Узбекистан, 140104 Самарканд, ул. Университет хиёбони, 15
E-mail: rakbar@rambler.ru

Поступила 02.04.2015

Статья посвящена оценке современного состояния редких видов плато Устюрт. Выявлены новые ценотические популяции двух краснокнижных видов (*Malacocarpus crithmifolius* (Retz.) C.A.Mey., *Euphorbia sclerocyathium* Korov. et M. Pop.) и оценено их состояние по онтогенетической структуре. Охарактеризовано распространение некоторых редких не занесенных в Красную книгу Узбекистана видов, произрастающих на каракалпакской части Устюрта (*Crambe edentula, Lagochilus acutilobus, Crataegus korolkowii, Allium delicatulum*).

Ключевые слова: плато Устюрт, нефтегазовая индустрия, эндемики, редкие виды, состояние ценопопуляции, дополнение к флоре.

Устюрт представляет собой приподнятое плато, расположенное в центре Туранской низменности, почти со всех сторон плато ограничено обрывами, или чинками. На востоке чинк Устюрта образован бывшим западным берегом Аральского моря. На юге он обрывается к Куня-Дарьинской древнеаллювиальной равнине и долине Узбоя. На западе – к впадине Карынярык и пескам Северо-Прикаспийский Каракумов, а на севере – к Прикаспийской низменности. Выровненный рельеф, отсутствие водотоков и вообще открытой пресной воды делают Устюрт одной из наиболее аридных и экстремальных территорий региона.

При ботанико-географическом районировании Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) Е.И. Рачковская (2003) и др. плато Устюрт относят к Западно-Северотуранской подпровинции Северотуранской провинции. Суммарная солнечная радиация в северотуранской пустыне достигает 130-140 ккал/см^2 в год, а радиационный баланс – 45-50 ккал/см^2 в год. Сумма температур выше 10°С достигает 3600°С. Средняя температура января составляет 10°С, июля –26-29°С. Вегетационный период длится 200-210 дней (в южнотуранской пустыне он длится 240-270 дней). Режим выпадения осадков ближе к средиземноморскому типу. Суммарное количество осадков 100-150 мм в год. Снежный покров на северной части Устюрта более устойчивый (Рачковская, 2003). Гидротермический режим хорошо отражает индекс сухости (2.5-6.0).

Почвенный покров Устюрта образован комплексом серо-бурых почв в различной степени солончаковатых и солонцеватых.

На Устюрте растительный покров слагается немногими видами, образующими монодоминантные сообщества, это *Salsola arbusculiformis, Anabasis salsa, Artemisia terrae-alba, Haloxylon aphyllum, Salsola orientalis.* Реже доминантами и субдоминантами растительных сообществ являются *Salsola arbuscula, Atraphaxis spinosa, Stipa richteriana, S. hohenackeriana, S. gemmascens, Nanophyton erinaceum* (Момотов, 1973).

На юге Устюрта большие площади заняты однообразным растительным покровом биюргуновой ассоциации, создающей монотонно-серый фон на протяжении многих километров. Микрокомплексное сочетание ассоциаций биюргуна (*Anabasis salsa*), полыни (*Artemisia terrae-albae*), боялыша (*Salsola arbusculiformis*) и некоторых других растений в центральной и северной частях Устюрта придают растительному покрову оригинальные, нигде более в Узбекистане неповторяющиеся черты. Относительная бедность растительного покрова Устюрта травянистыми растениями, в частности эфемерами, находит отражение в ограниченности состава ассоциаций.

Растительный покров нередко образует только один вид с относительно равномерным размещением растений на всей площади сообщества. Так, часто выглядят ассоциации биюргуна, полыни, черного саксаула. Хорошо заметны на фоне полынников и боялышников только *Rheum tataricum, Atraphaxis spinosa* и *Stipa richteriana.*

Растительный покров Устюрта, как и других гипсовых пустынь, его структура и динамика теснейшим образом связан с условиями внешней среды. По мнению Е.П. Коровина и др. (1949) после осушения сарматских толщ в миоцене Устюрт находился в зоне аридного климата. Заселение его территории растительностью происходило «за счет прибрежно-морской флоры». Растительные ландшафты на Устюрте формировались за счет растений первичной гамады и пестроцветной флоры, фрагменты которой сохранились в современном растительном покрове плато в виде редких видов. К ним Е.П. Коровин и др. (1949) относят *Salsola chivensis, Sisymbrium subspinescens, Cleome noeana, Seseli tenuifolium, S. cuneifolium, Zigophyllum macropterum, Z.brachypterum, Z. eichvaldii, Z.turcomanicum.*

По данным Б. Сарыбаева (1987) флора Устюрта исчисляется 724 видами, относящимся к 295 родам и 60 семействам. Ведущее положение в спектре семейств занимают Chenopodiaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Poaceae и Fabaceae. В растительном покрове удельный вес занимают многолетние травы, затем следуют однолетники, полукустарники, кустарнички, двулетники, кустарники и деревья.

Экологические условия на плато Устюрт в последние десятилетия изменяются негативно для произрастания растительности в связи с усыханием Аральского моря и с развитием нефтегазовой индустрии. Широкомасштабные разведочно-поисковые работы привели к увеличению числа паутинообразных дорог, ранее используемых для соединения колодцев. Выявлено негативное влияние пылевых частиц, образующихся за тяжелыми грузовиками, на жизненное состояние растений. Вдоль пыльных дорог на юге Устюрта жизненность доминантных видов низкая, в демографическом спектре отсутствуют молодые особи, проективное покрытие относительно низкое по сравнению с контрольной территорией. По мере удаления от дорог вышеприведенные показатели изменяются в позитивную сторону. Такая тенденция изменения растительности свойственна и для Центрального Устюрта в период усиленного использования дорог. Но с сокращением движения тяжелых грузовиков, за счет накопления песка с семенами растений в колеях, и благодаря атмосферным осадкам, дороги зарастают, и местами проективное покрытие бывших дорог возрастает до 80-90% (за счет *Artemisia terrae-albae*). Сходная тенденция изменения растительности наблюдается и вокруг скважин. Жизненное состояние доминантов, проективное покрытие и видовой состав сообществ повышается по мере удаления от центра скважин.

В сложившихся сложных экологических условиях представляет интерес рассмотрение состояния популяций редких и исчезающих видов растений.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись: *Malacocarpus crithmifolius* (Retz.) C.A.Mey., *Euphorbia sclerocyathium* Korov. et M. Pop., *Crambe edentula* Fish. et Mey., *Lagochilus acutilobus* (Ldb.) Fisch. et Mey., *Crataegus korolkowii* L' Henry, *Allium delicatulum* Siev. Материал собран в 2011-2014гг. Маршрутными исследованиями охвачены различные экотопы каракалпакской части Устюрта. Геоботанические описания сделаны во всех сообществах, где изучали популяционную структуру видов, по общепринятой методике (Полевая геоботаника, 1964). Тип ценопопуляции определялся по классификации «дельта-омега» (Δ-ω) Л.А. Животовского (2001). При идентификации видовой принадлежности растений использовали «Определитель растений Средней Азии» (1993).

Обсуждение результатов

В ходе экспедиций, организованных в течение 2011-2013 гг. в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Интегрирование принципов сохранения биоразнообразия в нефтегазовый сектор Узбекистана», нами было оценено современное состояние растительных сообществ, включая редкие элементы флоры каракалпакского Устюрта. Маршрут экспедиций включил следующие пункты: Асха–Мазар, окрестности озера Сарыкамыш, Асаке-аудан, Карабаур, пески Картбайкум, Лысая, Жарынкудук, Чурук, Белеули, Байтерек, Алмамбет, Актумсук, Касарма и Кырккыз (рис. 1). Мониторинговые площадки представляли собой как слабо затронутые индустриальным воздействием участки Устюрта, так и территории, находящиеся под серьезным воздействием нефтегазового сектора. Вокруг

лагерей и по дороге из одной точки к другой было выполнено 208 геоботанических описаний. На основе анализа собранных материалов для исследованной территории было зарегистрировано 185 видов сосудистых растений, относящихся к 117 родам и 36 семействам.

Рис. 1. Маршрут экспедиций, организованных по каракалпакскому Устюрту: 1 – Асха-Мазар, 2-окр. озера Сарыкамыш, 3 – Асаке-аудан, 4 – Карабаур, 5 – пески Картбайкум, 6 – Лысая, 7 – Жарынкудук, 8 – Чурук, 9 – Белеули, 10 – Байтерек, 11 – Алмамбет, 12 – Актумсук, 13 – Касарма, 14 – Кырккыз.
Fig. 1. The expedition route organized to Karakalpakistan part of Ustyurt: 1 – Askha-Mazar, 2 – surroundings of the Sarykamysh lake, 3 – Asake-audan, 4 – Karabaur, 5 – sandy area of Kartbaykum, 6 – Lysaya, 7 – Jarynkuduk, 8 – Churuk, 9- Beleuli, 10 – Bayterek, 11 – Almambet, 12 – Aktumsuk, 13 – Kasarma, 14 – Kyrkkyz.

Следует отметить, что в последние годы в Устюрте наблюдаются критические экологические условия, связанные с одной стороны с усыханием Аральского моря (западный берег которого ранее граничил с восточной частью плато Устюрт), а с другой с развитием нефтегазовой индустрии, негативно влияющих на биоразнообразие в целом. В настоящее время Узбекистан в лице Национальной холдинговой компании «Узбекнефтегаз» вместе с российскими компаниями «Лукойл» и «Газпром» приступает к разработке крупных месторождений природного газа. Ведется разведка перспективных площадей и начата реконструкция газопроводов.

В северной подзоне Устюрта расположены многочисленные старые и две современные буровые. Естественный растительный покров на буровых площадках не восстановился до настоящего времени. Ещё одним, негативно влияющим на растительный покров фактором является движение автотранспортных средств. Дороги как паутина покрывают плато в самых разных направлениях, соединяя колодцы. Вдоль дороги растительность значительно деградирует и подолгу не восстанавливается. Совокупность всех этих факторов приводит к ухудшению жизненного состояния, как доминантных, так и редких элементов флоры Устюрта.

На территории каракалпакского Устюрта произрастают 4 вида растений, занесенных в Красную книгу Узбекистана – *Malacocarpus crithmifolius* (Retz.) C.A.Mey., *Euphorbia sclerocyathium* Korov. et M. Pop*., Salsola chiwensis* M. Pop. и *Climacoptera ptiloptera* U.P.Pratov (Красная книга…., 2009). Кроме вышеуказанных видов на этой территории встречаются небольшие популяции довольно редко встречаемых видов, таких как *Crataegus korolkowii* L. Henry, *Crambe edentula* Fish. et Mey*., Lagochilus acutilobus* (Ldb.) Fisch.et Mey., *Allium delicatulum* Siev. и недавно описанного нами вида - *Allium ravenii* F.O.Khass., Shomuradov& Kadyrov.

На обследованных нами участках *Salsola chiwensis* и *Climacoptera ptiloptera* не встречались. *Malacocarpus crithmifolius* и *Euphorbia sclerocyathium* были зарегистрированы в составе биюргуново-полынно-боялышевого комплекса.

Malacocarpus crithmifolius – произрастает на каменистых склонах, песчанисто-солонцеватых местах, на скалах и на обрывах чинка. Общий ареал включает Северный Иран, Копетдаг, Малые и Большие Балханы, Бадхыз, Юго-Западно-Туркменская низменность, Устюрт и Мангышлак (Определитель…., 1983).

В ходе экспедиций нами было найдено всего 3 ценотических популяции вида. По данным Б. Сарыбаева (1987) на восточном чинке исследуемый вид ранее встречался в составе разнотравно-шиповниковой, боярышниково-шиповниковой, шиповниковой и тростниково-шиповниковой ассоциациях. Все эти ассоциации произрастали в более влагообеспеченных местах на западной окраине Аральского моря. В связи с усыханием моря заросли шиповника и боярышника практически исчезли. Малочисленные популяции этих видов можно найти лишь под обрывами или в неглубоких ущельях, защищенных от прямого попадания солнечных лучей.

В этом районе нами была найдена единственная ценопопуляция (ЦП 1) *Malacocarpus. crithmifolius* (№1) в 6-7 км к востоку от населенного пункта Кырккыз на гипсированных почвах под обрывом (N 43º13.350'; E 058º18.230'). В данном разнотравно-селитрянковом сообществе зарегистрировано 13 видов сосудистых растений: *Malacocarpus crithmifolius, Atraphaxis spinosa, Nitraria sibirica, Lycium ruthenicum, Karelinia caspia, Zosima orientalis, Allium sabulosum, Capparis spinosa* и др. Вторая ценопопуляция (ЦП 2) была встречена на южном чинке, в районе озера Сарыкамыш, на высоте 70-90 м н.у.м. (N 42º12.868'; E 057º38.676'). Здесь в растительном покрове помимо *Malacocarpus crithmifolius* с разным обилием встречаются *Atraphaxis spinosa, Convolvulus fruticosus, Halothamnus subaphylla, Nitraria sibirica, Lycium ruthenicum, Salsola arbuscula, Limonium suffruticosum*, *Ferula caspica, Jurinea multiloba, Allium sabulosum, Acroptilon repens, Crambe edentula* и др. Проективное покрытие травостоя не превышает 35%. Еще одна ценопопуляция (ЦП 3) произрастает в западной части оз. Сарыкамыш (рис. 2). (N 41º58.866'; E 057º00.824'). Почва гипсоносная, в растительном покрове доминирует *Lycium ruthenicum.* Проективное покрытие травостоя составляет 30%. Видовой состав сообщества почти идентичен предыдущему.

Для оценки состояния ценотических популяций в различных местообитаниях изучена онтогенетическая структура трех ценопопуляций *Malacocarpus crithmifolius.* По особенностям биологии вида характерный онтогенетический спектр для *M. crithmifolius* должен быть центрированным за счет увеличения длительности жизни особей в зрелом генеративном состоянии и плохого семенного возобновления. Онтогенетическая структура изученных ценопопуляций имеет два типа спектра: левосторонный (ЦП 1) и правосторонний (ЦП 2 и 3). Все изученные ЦП нормального типа, неполночленные (в ЦП 2 отсутствуют все фракции прегенеративного возрастного состояния, а в ЦП 1 и 3 – проростки, ювенильные и имматурные).

Абсолютный максимум в ценопопуляциях приходится на молодую генеративную (ЦП 1) и старую генеративную фракции (ЦП 2 и 3). Их доля в ценопопуляциях составляет от 32,8% до 37,9% (рис. 2). Отсутствие в цнопопуляции прегенеративной фракции, в первую очередь, связано с экотопом вида. Все обследованные ценопопуляции *M. crithmifolius* произрастают в тени под обрывом. Селевой поток, образовавшийся за счет весенних осадков, вымывая нижние части обрывов, приводит к обвалу, под которым остается основная масса растений, включая неокрепшие проростки. Другой фактор, определяющий отсутствие особей молодой фракции в годы обследований, – нерегулярность семенного возобновления вида. Постепенное снижение доли особей синильной фракции исследуемых ценопопуляций – результат достаточно быстрого отмирания особей.

По классификации «дельта-омега» Л.А. Животовского (2001) первая и третья ценопопуляции *M. crithmifolius* являются зрелыми, (Δ =0.53-0.54), (ω = 0.70-0.77), вторая – стареющая (Δ = 0,60; ω = 0,73).

Euphorbia sclerocyathium Korov. et M. Pop. произрастает на каменисто-глинистых, галечноглинистых и песках прикаспийских восточных пустынь – Устюрт, Мангышлак, Заузбай. Данный вид нами был отмечен в районе Асаке-аудан и Карабаур на гипсоносных почвах в составе разноторавно-кустарникового, полынно-караганового, полынно-боялышевого и разнотравно-биюргунового сообщества. На засоленных песках и солонцеватых супесях северной, северо-западной части района исследований и на восточном чинке он не отмечен, т.е. основная популяция вида

распространена на юге каракалпакского Устюрта (рис. 3). Всего в данном районе зафиксировано 6 ценотических популяций вида, из которых нами изучена структура только трех. Они распространены в южной и юго-восточной части Шахбахтынского газового месторождения, где антропогенное воздействие довольно высокое. В четвертой ценопопуляции (N 42º36.592'; E 056º16.964') ведущее положение в сложении растительного сообщества занимают кустарники. Проективное покрытие травостоя не превышает 20%. В сложении сообщества участвуют 11 видов растений, общее число *E. sclerocyathium* насчитывает 33 шт. Проективное покрытие пятой ценопопуляции (N 42º56.931'; E 056º28.899') около 6%, видовой состав включает 5 видов, доминирует *Calligonum junceum*. Шестая ценопопуляция (N 43º06.717'; E 056º40.205') растет вдоль сухого ручья, где в растительном покрове доминирует *Caragana grandiflora.* Видовой состав данной ценопопуляции насчитывает 13 видов. Общее проективное покрытие не превышает 12%. Здесь отмечено 25 особей исследуемого вида.

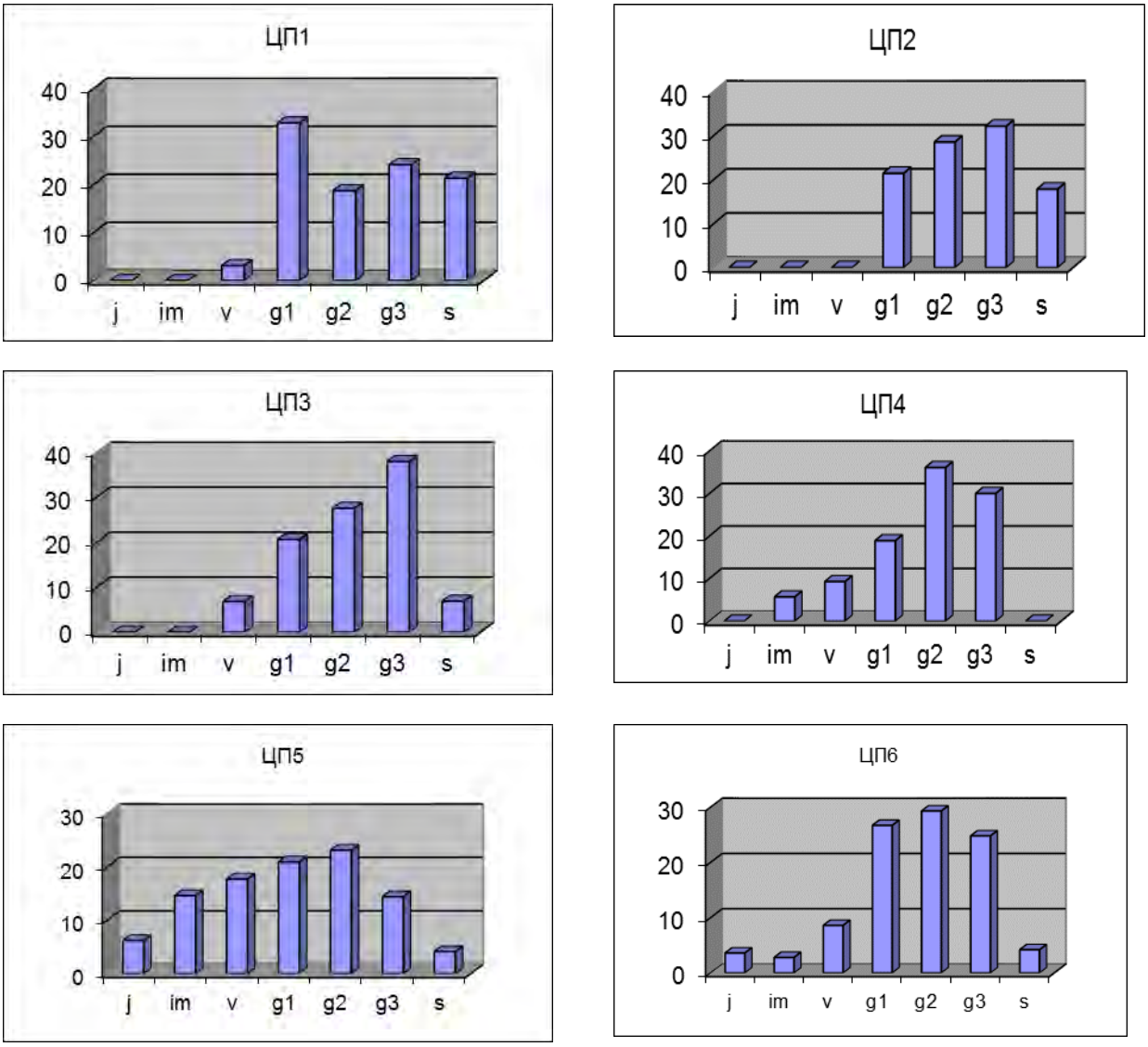


Рис. 2. Онтогенетические спектры ценопопуляций *Malacocarpus crithmifolius* (ЦП1, ЦП2, ЦП3) и *Euphorbia sclerocyathium* (ЦП4, ЦП5, ЦП6). **Fig. 2**. Ontogenetic structure of coenopopulations of *Malacocarpus crithmifolius* (CP1, CP2, CP3) and *Euphorbia sclerocyathium* (CP4, CP5, CP6).

Исходя из биологических особенностей вида, характерный онтогенетический спектр ценопопуляции *E. sclerocyathium* должен быть центрированным. Большинство исследованных его ценопопуляций имеют полночленный (только в ЦП 4 отсутствуют ювенильные и синильные особи) одновершинный онтогенетический спектр, с абсолютным максимумом на средневозрастных

генеративных особях (рис. 2). Доля этих особей в обследованных ЦП колеблется от 22.8 до 34.7%. Накопление средневозрастных генеративных растений в ЦП связано с продолжительным развитием и наименьшей элиминацией особей данной онтогенетической группы. Четвертая ценопопуляция описана на солонцеватой почве южного микросклона останцовой возвышенности. Отсутствие субсинильных и синильных особей свидетельствует о сукцессивном состоянии данной ЦП. Недавно войдя в данное сообщество, особи *E. sclerocyathium* не проходили полный этап онтогенеза. Отсутствие ювенильных фракций, вероятно, связано с элиминацией неокрепших молодых особей под воздействием селевых потоков в весенний период. Онтогенетические спектры конкретных ценопопуляций совпадают с характерным спектром. Незначительные колебания наблюдаются только в количественном соотношении одних и тех же онтогенетических групп.

Четвертая ценопопуляция *E. sclerocyathium,* исходя из соотношения значения дельта-омега, оценивается как зреющая ($\Delta = 0.31$; $\omega = 0.70$), пятая – как переходная ($\Delta = 0.44$; $\omega = 0.66$), а шестая – как зрелая ($\Delta = 0.37$; $\omega = 0.71$).

В ходе полевых исследований немало внимания было уделено распространению довольно редких, не занесенных в Красную книгу Узбекистана видов района исследований. Один из таких видов – *Crambe edentula* Fish. et Mey., произрастающий на осыпях, скалах и по глинистым склонам оврагов. *C. edentula* преимущественно распространен на восточном побережье Каспийского моря (Мангышлак, Устюрт, Большие Балханы) и в Копет-Даге. При обработке рода *Crambe* L. для Определителя растений Средней Азии, С.С. Ковалевская (1974) в общий ареал *C. edentula* включает и горы Актау (Центральный Кызылкум), ссылаясь на гербарный материал, хранящийся в гербарии БИНа РАН. При этом автор указывает, что по экологии эти образцы напоминают *C. edentula,* но по отдельным признакам (растения голые) они больше подходят к *C. cretacea*. Имея ввиду вышесказанное, в ходе экспедиций, организованных в апреле 2014 г., нами особое внимание было уделено поиску данного вида в горах Актау. К сожалению, эти поиски не увенчались успехом. Однако, на северном склоне, на осыпях и вдоль сухих ручьев на каменистых местообитаниях на высоте 200-400 м, нами была отмечена небольшая популяция *C. kotschyana* Boiss. Следует отметить, что данный вид в Определителе растений Средней Азии приводится только для южного Кызылкума.

На каракалпакской части Устюрта *C. edentula* нами был отмечен лишь на южном чинке в северной части оз. Сарыкамыш (N 42º12.868'; E 057º38.676') на глинистом склоне под обрывом (рис. 3). На описываемом участке количество особей насчитывает 9 шт. Вместе единичными особями *Crambe edentula* рассеянно встречается и *Anabasis brachiata.*

Другим, наиболее редким видом Устюрта, является *Lagochilus acutilobus* (Ldb.) Fisch.et Mey. В литературе имеются скудные данные по распространению и ценозообразующей роли *L. acutilobus.* На редкую встречаемость вида в растительном покрове прикаспийских пустынь обратили внимание также Е.И. Рачковская и И.Н. Сафронова (2003). Авторы упоминают *L. acutilobus* в составе лишь редких сообществ полыней (на Мангышлаке в составе формации *Artemisieta gurganicae*). Причем, как утверждают названные авторы, наряду с *Astragalus ustiurtensis, Crambe edentula, Haplophyllum versicolor* и *Tragopogon ruber,* в составе вышеупомянутых сообществ *L. acutilobus* встречается довольно редко.

Как показали наши последние исследования, южная граница распространения *L. acutilobus* в пределах Узбекистана проходит в центральной части каракалпакского Устюрта. На юге, на солончаково-солонцеватых почвах и на песчаных массивах к северу от оз. Сарыкамыш, а также на гипсоносных почвах в районе Асаке-аудан, в составе биюргуново-полынных и черносаксаулово-полынно-биюргуновых комплексов исследуемый вид не встречается. Он также не был отмечен в составе биюргуново-боялышевого комплекса в юго-западной части каракалпакского Устюрта. Основной ареал вида находится в северной части Устюрта, в окрестностях колодцев Белуле (N 44º30.384'; E 057º07.657'), Байтерек (N 45º18.895'; E 057º39.714'), Чурук (N 44º57.174'; E 056º50.335'), Алмамбет (N 45º15.878'; E 057º54.331'). *L. acutilobus* также встречается вдоль восточного чинка, местами образуя небольшие группировки (рис. 3). В этих районах *L. acutilobus* произрастает как в составе биюргуновых, так и в составе боялышевых ассоциаций, но в последнем случае он расселяется небольшими пятнами в сочетании с некоторыми травянистыми растениями, где отсутствуют сплошные заросли боялыша, поскольку *L. acutilobus* неспособен конкурировать с его высокорослыми кустами. Небольшие группировки он образует среди низкорослого биюргунника,

местами его численность достигает 21 особи на 10 м^2 (в районе Белули), но такое обилие встречается редко.

Рис. 3. Карта распространения редких видов на Устюрте (в пределах Каракалпакстана, Узбекистан).
Fig. 3. Distribution map of the rare species of Ustyurt (within Karakalpakstan, Uzbekistan).

Ещё одним редким флористическим элементом Устюрта является *Crataegus korolkowii*. Боярышниковая формация на чинке ранее была зарегистрирована Б. Сарыбаевым (1987). В ходе экспедиции нам не удалось обнаружить формации боярышника. Однако, нами была отмечена единственная, небольшая популяция боярышника Королькова (N 44º27.686'; E 058º11.242') из 6 особей (рис. 3), подавляющее большинство которых состояло из прегенеративных особей (83.3%). Малочисленность особей в популяции, на наш взгляд, напрямую не связана с антропогенным воздействием, а скорее всего – с особенностями его местообитания. Растения произрастают на днище промоин, где периодически происходит засыпание растения, и тем самым ограничивается рост численности особей.

На севере восточного чинка, в районе бетонного спуска (N 45º12.898'; E 058º21.531') также был найден довольно редкий для флоры Узбекистана вид *Allium delicatulum* (рис. 3). Этот вид обычно произрастает на солонцах, в полынных пустынях, реже – на мелах. На описываемом участке в составе разнотравно-терескенового сообщества кроме малочисленных особей *Allium delicatulum* (не более 20 особей разного возраста), зарегистрированы *Tanacetum santolina, Astragalus brachylobus, Krascheninnikovia ceratoides, Hulthemia persica, Agropyron fragile, Onosma stamineum, Echinops meyeri* и др., где проективное покрытие травостоя составляет около 70%.

Немаловажное значение имеет нахождение на восточном чинке ещё двух новых для флоры Узбекистана видов из семейства Asteraceae. При обработке гербарных материалов, собранных в ходе экспедиций, были обнаружены не упоминавшиеся ранее во флоре Узбекистана виды: *Centaurea apiculata* Ledeb. и *Jurinea schischkiniana* Iljin. Малочисленные особи первого вида были найдены в верхней части восточного чинка (N 44º36.813'; E 058º16.737') в составе разнотравно-люцернового сообщества на гипсоносных почвах (рис. 3). *Jurinea schischkiniana* был собран на полузакрепленных песках осушенного дна Аральского моря (N 45º12.898'; E 058º21.531') в районе бетонного спуска восточного чинка.

Заключение

На основании структуры ценопопуляций двух краснокнижных видов Узбекистана – *Malacocarpus crithmifolius* и *Euphorbia sclerocyathium,* произрастающих на плато Устюрт, оценено их современное состояние.

Malacocarpus crithmifolius можно считать угрожаемым видом, т.к. все обследованные ценопопуляции неполночленные из-за отсутствия фракции молодых особей. Об этом свидетельствуют и типы ценопопуляций, которые оценены как зрелая и стареющая.

Euphorbia sclerocyathium по-видимому не является угрожаемым видом, т.к. большинство из исследованных ценопопуляций этого вида имеют полночленный одновершинный онтогенетический спектр, с абсолютным максимумом на средневозрастных генеративных особях.

В работе охарактеризовано распространение некоторых редких видов Узбекистана, произрастающих на плато Устюрт (*Crambe edentula, Lagochilus acutilobus, Crataegus korolkowii, Allium delicatulum*): приведены географические координаты встречи этих видов, информация о местообитании, видовом составе сообществ с участием этих видов, численность особей.

Немаловажным является дополнение флоры Узбекистана ещё двумя видами из семейства Asteraceae – *Centaurea apiculata* Ledeb. и *Jurinea schischkiniana* Iljin. Вышеприведенные данные по возрастному спектру ценотических популяций, включая их географические координаты, послужат для дальнейшего мониторинга редких видов в растительном покрове Устюрта, где в последние годы интенсивно развивается нефтегазовая индустрия.

Благодарности. Работа была выполнена при финансовой поддержке проекта ПРООН-ГЭФ «Интегрирование принципов сохранения биоразнообразия в нефтегазовый сектор Узбекистана». Авторы выражают благодарность К.Ш. Тожибаеву за идентификацию новых для флоры Узбекистана видов *Jurinea schischkiniana* Iljin. и *Centauria apiculata* Ledeb. Мы также считаем своим долгом поблагодарить Н.Ю. Бешко за оказание помощи при составлении карты маршрутов и распространения редких видов на Узбекской части Устюрта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Асташенков А.Ю. 2008. Структура и стратегия ценопопуляций стержнекорневых каудексовых степных поликарпиков Юга Сибири. Автореферат. дисс. канд. биол. наук. Новосибирск. 12 с.

Животовский Л.А. 2001. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. № 1. С. 3-7.

Ковалевская С.С. 1974. Род Crambe L. //Определитель растений Средней Азии. Т. 4, Ташкент. Фан. 184 с.

Коровин Е.П., Гранитов И.И. 1949. Растительный покров// Устюрт Каракалпакский, его природа и хозяйство. Ташкент: Фан. С. 72-145.

Красная книга Республики Узбекистан. 2009. Том I. Растения и грибы. Ташкент: Изд-во «Чинор ЭНК». 356 с.

Момотов И.Ф. 1973. Гипсофильная растительность – Gipsophyta. // Растительный покров Узбекистана. Ташкент: Фан. С. 81-192.

Определитель растений Средней Азии. Т. VII. 1983. Ташкент: Фан. 240 с.

Определитель растений Средней Азии. Т. X. 1993. Ташкент: Фан. 690 с.

Полевая геоботаника / под ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. 1964. М.-Л.: Изд-во АН СССР. Т. 3. 530 с.

Рачковская Е.И., Сафронова И.Н. 2003. Редкие сообщества полыней (Artemisia gurganica, A. kaschgarica) // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). Санкт-Петербург: БИН. С. 49-128.

Рачковская Е.И. 2003. Природные особенности Казахстана и Средней Азии // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). Санкт-Петербург: БИН. С. 13-17.

Сарыбаев Б. 1987. Флора и растительность восточного чинка Устюрта. Ташкент. Фан. 88 с.

DISTRIBUTION AND CURRENT STATUS OF RARE PLANT SPECIES ON THE USTYURT PLATEAU IN UZBEKISTAN

© 2015. H.F. Shomurodov*, U. Sh. Saribayeva*, A. Akhmedov**

**Institute of Gene Pool of Plants and Animals, Uzbekistan Academy of Sciences,*
Uzbekistan, 100053 Tashkent, Bogi-shamol street, 232 "B". E-mail: h.shomurodov@mail.ru
***Samarkand State University*
Uzbekistan, 140104 Samarkand, University xiyoboni street, 15. E-mail: rakbar@rambler.ru

The article is devoted to assessing the current status of rare species of the Ustyurt plateau. The new coenotic populations of two endangered species was identified (Malacocarpus crithmifolius (Retz.) C.A. Mey., Euphorbia sclerocyathium Korov. et M. Pop.) and assessed their status by ontogenetic structure. Distribution of some rare not listed in the Red Data Book of Uzbekistan species (Crambe edentula, Lagochilus acutilobus, Crataegus korolkowii, Allium delicatulum), growing on the Karakalpak part of Ustyurt as well are characterized.

Keywords: Ustyurt Plateau, oil and gas industry, endemic, rare plant species, the state of coenopopulations, addition to flora of Uzbekistan.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №4 (65), с. 84-94

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 574.9+574.472

К МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ И ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПОБЕРЕЖИЙ[1]

© 2015 г. Н.М. Новикова*, Н.А. Волкова*, О.Г. Назаренко**

**Институт водных проблем Российской академии наук*
Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, д. 3. E-mail: nmnovikova@gmail.com
***Государственный центр агрохимической службы «Ростовский»*
Россия, 346493 Ростовская обл., Аксайский р-н, пос. Рассвет. E-mail: nazarenkoo@mail.ru

Поступила 22.12.2014

Даны обоснование и характеристика методики изучения и оценки воздействия крупных водохранилищ на компоненты природных комплексов побережий. Предложен алгоритм работы, включающий этап выявления участков территории побережья, подверженных прямому (заливание) и косвенному (подтопление) воздействию водохранилища и этап собственно оценки трансформации природных комплексов на каждом из этих участков. Оценка воздействия базируется на системе биологических и экологических показателей и критериев – индикаторов гидрогенной трансформации среды и биоты побережий (грунтовых вод, почв и растительности). Их совокупность дает возможность оценить степень и глубину произошедших изменений околоводных природных комплексов как путем сопоставления с компонентами исходного ландшафта, существовавшего до создания водохранилища, так и на основе разработанных шкал для каждого из показателей. Использование методики рассмотрено на примере равнинных водохранилищ степной зоны европейской территории России.

Ключевые слова: уровень воды водохранилища, побережье, функциональные блоки экотонной системы «вода-суша», заливание, подтопление, топо-экологическое профилирование, показатели, критерии, шкалы.

Проблема оценки воздействия искусственных водоемов на прилегающие территории и гидрогенной трансформации природных комплексов побережий в настоящее время актуальна как в связи с решением теоретических вопросов взаимодействия вод суши с окружающей средой, так и из-за необходимости решения важных практических задач по оценке влияния существующего или создаваемого водохранилища на прилегающие территории, повышению рационального использования их ресурсов и определению направления усиления водоохранных функций побережий.

За длительное время исследований, начиная с середины прошлого (XX) века, был накопленный обширный объем информации по вопросу воздействия водохранилищ на окружающую среду. Оно получило достаточно полное освещение в научных публикациях, включая сведения о структурно-функциональной организации природных комплексов побережий. Для проведения дальнейших исследований и прогнозирования с позиций новых знаний была разработана методика, обеспечивающая корректное решения задач и получение сопоставимых репрезентативных оценок по влиянию водохранилища на побережье. В задачу данной статьи входит освещение основных положений этой методики и демонстрация основных приемов ее использования.

Основные положения методики. «Объектом» данной методики являются природные комплексы побережий, а «предметом» – оценка воздействия на них водохранилища.

Назначение методики. Методика разработана для обеспечения стандартизации процедур оценки воздействия водохранилища на природные комплексы побережья на основе алгоритма

[1] Работа выполнена по программе фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН №12, проект «Оценка роли водных ресурсов с позиций национальной безопасности России» 2015-2017 гг. и теме НИР ИВП РАН «Разработка оценочных показателей и критериев трансформации наземных экосистем при изменении климатических и гидрологических факторов» 2013-2016 гг.

последовательных действий. Задачи, на решение которых направлена методика: 1 – определение участков побережья водохранилища, испытывающих его разное воздействие (заливание и подтопление и только подтопление) и выявление их водного режима; 2 – изучение компонентов природных комплексов на участках, испытывающих разное воздействие водохранилища и оценка глубины и степени произошедшего изменения в направлении гидроморфизации на основе применения системы показателей и критериев и специально разработанных шкал.

Область применения методики: использование в системе мониторинга создаваемых гидротехнических сооружений для обеспечения экологической безопасности, при решении вопросов рационального использования ресурсов побережий уже существующих и вновь создаваемых водных объектов, и при рассмотрении и уточнении границ водоохранных зон.

Источники информации для конкретного водохранилища: официальные данные метеорологических станций (температура и осадки, высота снежного покрова), ежедневные данные по положению уровня водохранилища, которыми располагают Бассейновые речные управления и Управления водными ресурсами водохранилищ, данные натурных наблюдений на побережьях водохранилищ и на территории прилегающих ландшафтов, не затронутых их воздействием. Сбор данных и их накопление проводится по разным компонентам природных комплексов по специально разработанному алгоритму.

Общей теоретической платформой методики является представление о том, что, водный фактор – ведущий в трансформации вмещающих ландшафтов побережий. В результате его комплексного воздействия на прилегающие территории, исходные автоморфные ландшафты приобретают черты и свойства полу- и гидроморфных. Многими исследователями показано (Балюк, Кутузов, 2006; Новикова, Назаренко, 2007, 2013; Новикова и др., 2011, 2014; Новикова, Уланова, 2012; Экотоны …, 2011; Плисак, 1980; Природные комплексы …, 2014 и др.), что в результате изменение водного режима участка реки и превращения его в водохранилище, на открытых участках побережья активизируются абразионные процессы; под влиянием длительного затопления и волновой деятельности на периодически обнажающемся дне полностью разрушаются исходные природные комплексы; на участках побережья, подверженных кратковременному заливанию одновременно идет смыв верхних горизонтов почв и накопление на поверхности отложений, принесенных водой в паводок; формируются гидроморфные и полугидроморфные почвы и растительные сообщества; здесь и на прилегающей территории происходит активное пополнение и подпор грунтовых вод; на незаливаемых участках, где грунтовые воды залегают ближе, чем 3 (5) м от поверхности, идут процессы формирования полугидроморфных природных комплексов. Ранее существовавшие в исходном ландшафте почвы, растительность и животное население в процессе адаптации к новым условиям водного режима изменяются в разной степени в зависимости от гидролого-геоморфологических условий конкретных биотопов.

Методические подходы и методы, используемые в работе:

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

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

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

– для оценки длительности и частоты заливания участков территории используются принятые в гидрологии расчетные формулы;

– основной прием для получения достоверной и репрезентативной экологической оценки действия водного фактора – сопряженный анализ приуроченности его характеристик и исследуемых

параметров к высотным (абсолютным или относительным) отметкам рельефа. Именно такой подход позволяет районировать побережье по типу воздействия водохранилища, совмещать разнообразные данные, относящиеся к конкретной точке, и подвергать их совместной обработке и сопряженному анализу.

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

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

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

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

Первый шаг согласно методики, решает задачу выявления пространственной организации природных комплексов побережий водохранилищ: установления участков, подверженных его разному воздействию (длительности заливания, наличия подтопления). С этой целью используется ландшафтно-экологический подход, в основу которого положено рассмотрение побережья как блоковой системы экотонной системы «вода-суша» в понимании В.С. Залетаева (1997). Согласно этому подходу выделяются пять типов участков (функциональных блоков), испытывающих различное воздействие водохранилища (рис. 1).

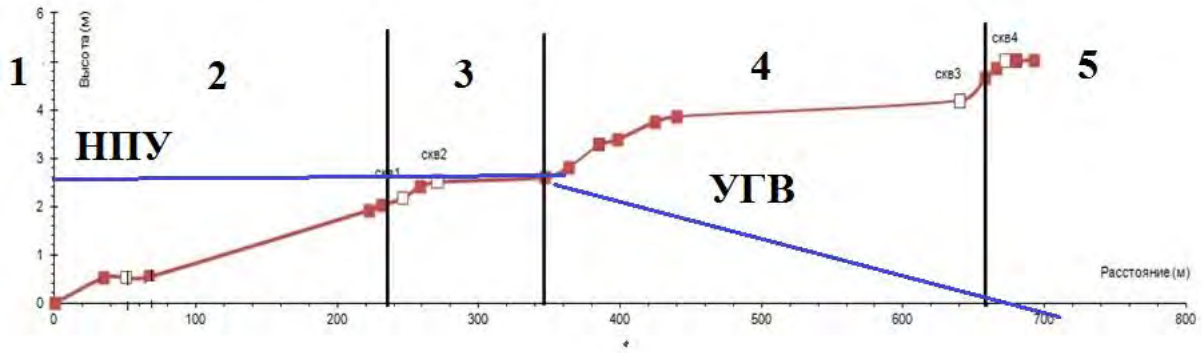


Рис. 1. Схема блоковой структуры экотона «вода-суша». Арабские цифры 1-5 – блоки экотона; НПУ – нормальный подпорный уровень; УГВ – уровень грунтовых вод. **Fig. 1.** The block structure of water-terrestrial ecotone. Arabic numerals (1-5) – blocks of ecotone; FSL – full supply level; GWL – groundwater level.

Первый из них (аквальный блок, рис.1, №1) – глубоководная часть водохранилища, расположенная ниже Уровня мертвого объема (УМО). Второй (амфибиальный блок, рис.1, №2) – заливаемое дно водохранилища, обнажающееся при сработке уровня, где на открытом побережье ведущую роль играет волноприбойная деятельность водных масс, а в лагунах – аккумуляция наносов. Этот участок располагается на высотных отметках от УМО до береговой линии. Третий участок (динамический блок, рис.1, №3) – территория побережья, подверженная кратковременному заливанию в весенний период с близким стоянием уровня грунтовых вод в вегетационный период.

Этот участок побережья протягивается от береговой линии до максимально возможного подъема уровня водохранилища (НПУ). Четвертый участок (дистантный блок, рис. 1, № 4) – незаливаемая подтопленная территория побережья с грунтовыми водами на глубине до 3-х (5) м. Этот участок располагается от высотных отметок НПУ до территорий, где глубина уровня грунтовых вод залегает на 3(5) м ниже поверхности. Последний, пятый блок (маргинальный, рис. 1, № 5,) не подвержен гидрологическому влиянию водохранилища. Здесь природные комплексы испытывают его влияние через биотические связи. Внешняя граница воздействия водохранилища определяется эмпирически, во время полевых исследований, на основании глубины залегания грунтовых вод ниже 3 м от поверхности в весенний период.

Экспериментальным путем (Природные комплексы …, 2014) было получено, что высотная отметка береговой линии водохранилища соответствует 50% обеспеченности заливания, рассчитанной на основании значений уровня водохранилища за все годы его существования.

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

- *частота* (обеспеченность) определяется как количество случаев достижения уровнем вод данной высотной отметки за весь период наблюдений по формуле (1):

$$P = (n-0.3)/(D+0.4)\times 100\%, \quad (1)$$

где P – обеспеченность уровня, в %, n – номер в ранжированном ряду, D – количество дат наблюдений. Полученный результат следует представлять в виде графика (рис. 2А). Знание интервалов высотных отметок позволяет для наглядности провести границы

- *продолжительность заливания* определяют как время стояния вод водохранилища на данной отметке в течение года по формуле (2):

$$A = m/N, \quad (2)$$

где A – продолжительность, сутки, m – количество дней стояния воды на данной отметке (за период наблюдений), N – период наблюдений, годы. Длительность заливания также может быть отображена на графиках в виде кривых стояния воды на разных высотных отметках за каждый год и в виде обобщенной кривой, показывающей обеспеченность длительности заливания за длительный промежуток времени (рис. 2Б).

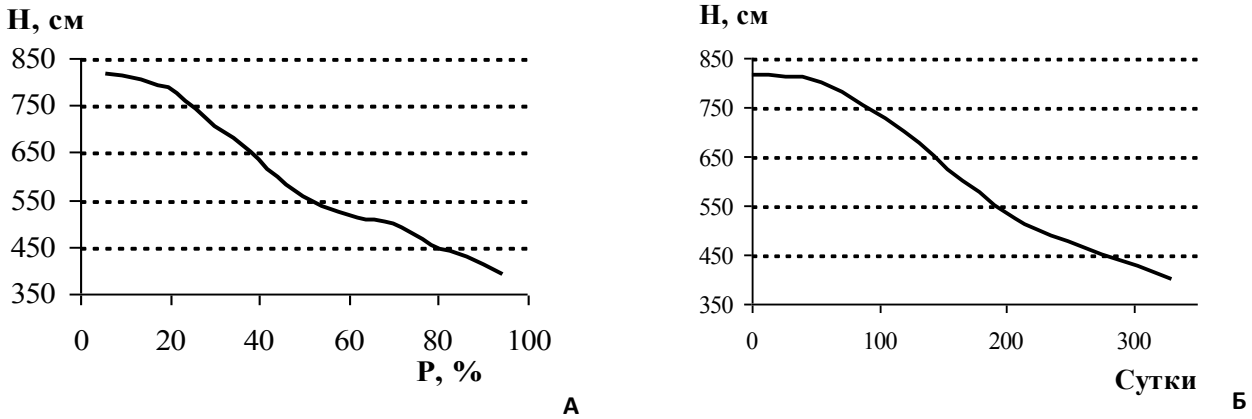


Рис. 2. Частота (А) и длительность (Б) паводкового заливания высотных отметок, Краснодарское водохранилище. **Fig. 2.** Frequency (A) and duration (Б) flood inundation elevation at the Krasnodar reservoir.

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

Третий шаг связан с получением дополнительной информации при проведении полевых экспериментальных исследований. Топо-экологическое инструментальное профилирование позволяет связать между собой в единую систему полученные теоретические данные по высотным

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

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

Каждый раз после проведения полевых работ при обработке данных вычерчиваются профили и к ним в соответствии с расположением точек стационарных наблюдений в блоках экотона прикладываются развернутые легенды, отражающие состояние всех изученных компонентов на дату исследования (рис. 3).

В легенду рекомендуется включать данные по каждой обследованной точки в виде тематических слоев о химизме и засолении почв, минерализации и химическом составе поверхностных и подземных вод, проективном покрытии и запасах надземной и подземной фитомассы растительности, данные учетов зверей, птиц и др. биоты. Такие развернутые легенды позволяют рассмотреть участок побережья как единую систему взаимодействия водоема и прилегающей суши – экотонную систему «вода-суша» и оценить действие водного и других факторов в совокупности.

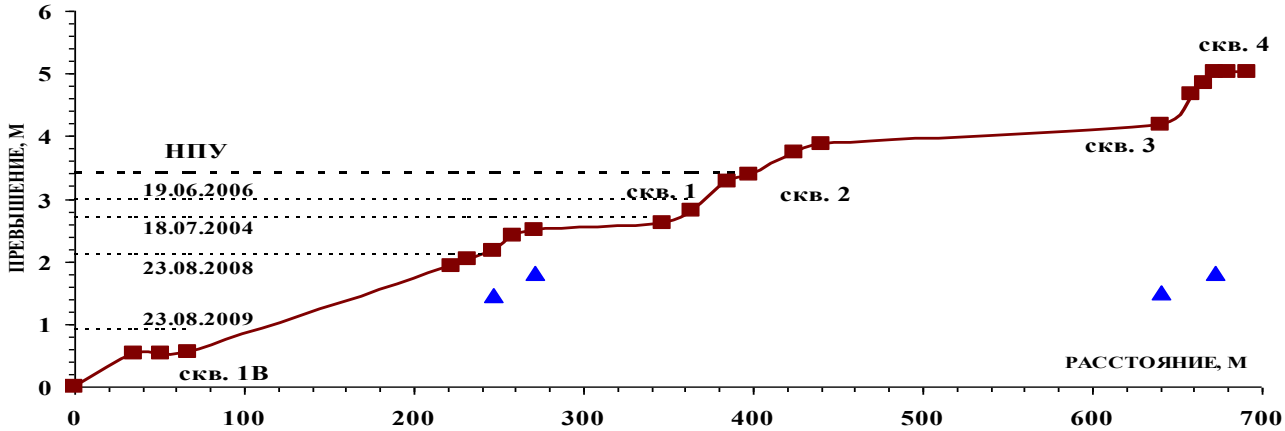
Данные по грунтовым водам исследуются и анализируются самостоятельно и включают рассмотрение положения внутри блоков, изменение внутри года, по годам разной водности. Выявляются тенденции пространственно-временных изменений, устанавливается связь их колебания с изменением уровня водохранилища. Данные представляются в виде графиков и таблиц (рис. 4).

Протяженность отдельных блоков, характеризующих воздействие водохранилища на разных типах побережья зависит от особенностей ландшафта конкретного участка. При наличии инструментально проложенных топо-экологических профилей в разных типах, примыкающих к берегу (вмещающих) ландшафтов, следует получить сравнительную характеристику представленности и протяженности блоков экотона в каждом из них, и таким образом, оценить расположение, а затем и площади территорий, подверженных тому или иному воздействию водохранилища (рис. 5).

Четвертый шаг. *Оценка трансформации природных комплексов.* Изменение природных комплексов оценивается в баллах на основании *степени* и *глубины* их трансформации путем сопоставления характеристик актуального состояния природных комплексов блоков экотонной системы с характеристиками вмещающего ландшафта до создания водохранилища. Изменение, произошедшее в каждом из исследованных компонентов экосистем в каждом блоке экотонной системы, оцененное в баллах, характеризует *степень* его гидрогенной трансформации. *Глубина* изменения – совокупный показатель продвинутости процесса гидроморфизма в почвах, растительности, и грунтовых водах. Для этой цели используется система биологических и экологических показателей и критериев – проявления современного гидроморфизма. В качестве индикаторов рассматриваются глубина залегания грунтовых вод, характер водного режима биотопа, признаки гидроморфизма в почвах и растительности (табл. 1).

Метод прямого сопоставления показателей в исходных и трансформированных водохранилищем в разных блоках, доступен для восприятия специалистами и сложен для специалистов водного

хозяйства. С целью расширения возможности проведения оценки был разработан алгоритм дифференцированной оценки на основании условных баллов.



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

Условные обозначения. На рисунке*:* пунктирные горизонтальные линии – положение уровня воды водохранилища на дату исследований в разные годы. Квадраты на линии рельефа – точки наблюдений, треугольники – положение уровня грунтовых вод в 2004 г. *В таблице под рисунком*: **А** – блоки экотона: **1** – аквальный; **2** – амфибиальный; **3** – динамический; **4** – дистантный. **Б** – почвы: **1, 2** – почвы отсутствуют; **3** – темно-каштановая среднемощная среднесмытая среднесуглинистая на лессовидном суглинке. **В** – растительные сообщества: **1** – водоросли**, 2** – обнажившееся дно без сосудистых растений; **3** – первичное зарастание: доминируют проростки ив, тополя, горца наземно-водного с остатками давно отмершего тростника; **4** – сообщества макрофитов: полоса куртин рогоза – *Typha* sp. сменяется далее высокими плотно стоящими тростниками, перемежающимися 3 полосами старых экземпляров ивы белой (*Salix alba*), протягивающихся вдоль берега; **5** – тростниковое сообщество с участием молодых кустарниковых ив (*Salix viminalis, S. triandra*); **6** – злаково-разнотравное осокорево-ивововое сообщество (*Salix viminalis, S. triandra - Populus nigra - Glycyrrhiza echinata - Elytrigia repens, Poa angustifolia)*; **7** – наземновейниково-вязовое (*Ulmus laevis-Calamagrostis epigeios*); **8** – разнотравно-злаковые сообщества (*Calamagrostis epigeios, Poa angustifolia, Cichorium intybus, Artemisia absinthium*); **9** – пашня.

Рис. 3. Распределение компонентов природных комплексов на топо-экологическом профиле на аккумулятивном типе побережья в сухостепном аллювиально-аккумулятивном ландшафте на побережье Цимлянского водохранилища, 2011 г. **Fig. 3.** The distribution of the components of natural complexes of topo-ecological profile on the accumulative type of coast in dry alluvial accumulative landscape on the coast of the Tsimlyansk reservoir, 2011).

Для оценки изменения грунтовых вод разработана шкала с градациями, отражающими их экологическое значение (табл. 2). Пример: подъем грунтовых вод на один шаг – с глубины 3(5) м до 1.5 м и с глубины 3-1.5 м до 0.5 м оценивается 2 баллами. Максимальное значение – 3 балла присваивается при подъеме грунтовых вод с глубины 3 (5) м практически до дневной поверхности (0.5-0 м).

Для оценки трансформации почв также разработана шкала, связывающая показатели и оценочные значения (табл. 3). При этом принят разный «вес баллов». Отсутствие признаков гидроморфизма означает отсутствие гидрогенной трансформации в почвах и оценивается «0».

Изменения в растительности от коренного берега к урезу воды в связи с увеличением влагообеспеченности биотопов идут в направлении смены влагоустойчивых видов и растительных сообществ влаголюбивыми. При составлении оценочной шкалы для облегчения ее восприятия, приведены не конкретные сообщества, а условный экологический ряд, отражающий суть изменений при усилении гидроморфизма биотопов от зонального к околоводному и водному (табл. 4).

Засоление почв побережий под влиянием водохранилища оценивается на основании содержания водорастворимых солей в сухом остатке водной вытяжки. Этот показатель изменяется в диапазоне от менее одного до 3%. При построении шкалы выбран шаг в 0.25% для двух нижних ступеней

(отсутствия и слабого засоления) и 0.5% – для верхних ступеней (среднего и высокой степени засоления).

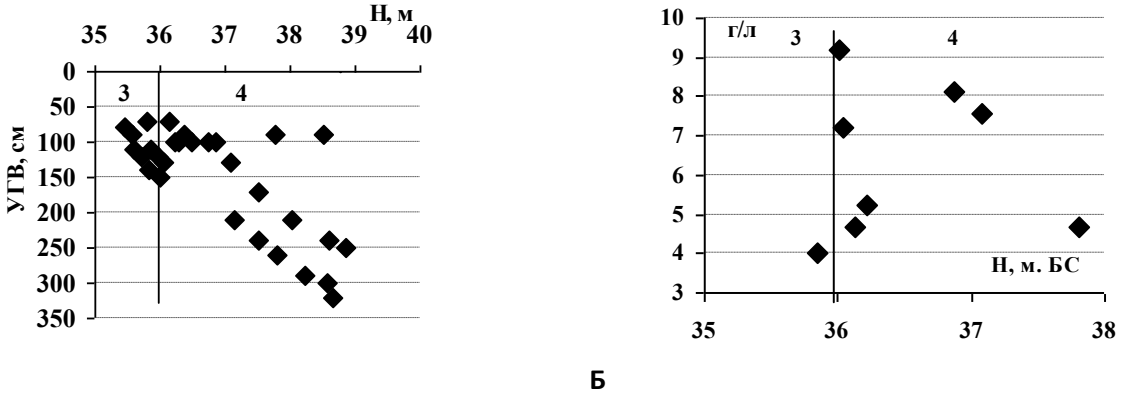
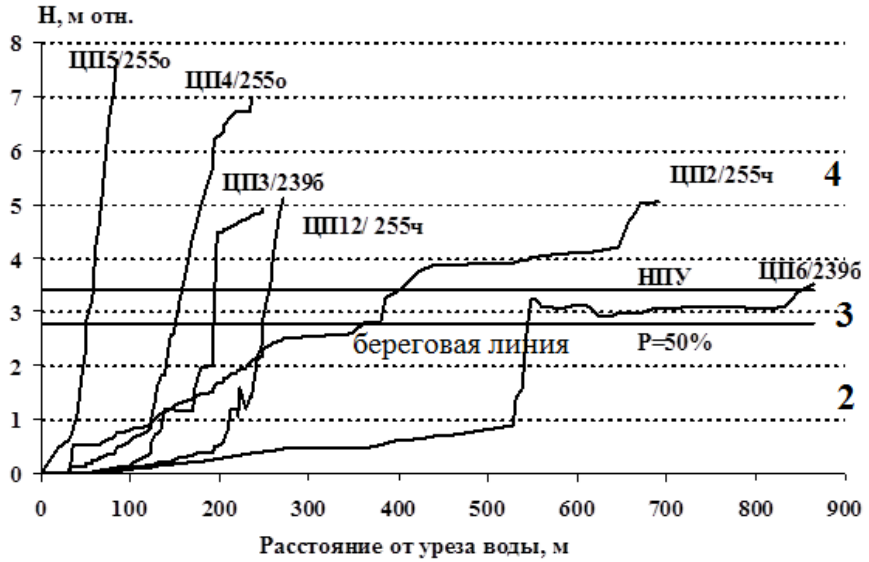


Рис. 4. Глубина залегания (А) и минерализация грунтовых вод (Б) на разных участках воздействия водохранилища (в разных блоках экотона: 3- динамический, 4 – дистантный). **Fig. 4.** The depth (A) and groundwater salinity (B) in different parts of the impact of the reservoir (in different blocks ecotone: 3 - dynamic 4 – distant).



Условные обозначения: Кривые – рельеф поверхности топо-экологических профилей на Цимлянском водохранилище. Подписях к профилям в числителе – номер профиля, в знаменателе – номер ландшафта. Горизонтальные сплошные линии на графике: нижняя, равная значению высотной отметки с заливанием обеспеченностью Р=50%, она же соответствует высотной отметке положения границе дна и берега; верхняя – НПУ. Арабские цифры справа от графика – блоки экотона: 2 – амфибиальный (обнажившееся дно); 3 – динамический (заливаемый); 4 – дистантный (подтопленная территория). Окончание профилей определяется глубиной залегания грунтовых вод глубже 3 м. За ноль графика по оси ***У*** принято значение уровня воды водохранилища в период наблюдений в августе 2011 г., равное 32,6 м. По оси ***Х*** ноль графика соответствует положению уреза воды в период наблюдений. *Legend:* Curves represent the surface topography topo-ecological profiles on tsimlyanskii reservoir. The captions to the sections in the numerator – the number of the profile, in the denominator – the number of the landscape. Horizontal solid lines on the chart: lower, equal to the value of the elevations of the flood security P=50%, it corresponds to the altitude position the border of the bed and banks; top – NPU. Arabic numerals right of the graph blocks ecotone: 2 – Imperially (bare bottom); 3 – dynamic (fill); 4 – distant (podtoplennaya territory). The end profile is determined by the depth of the watertable deeper than 3 m. For the zero of the graph along the Y-axis value is the water level of the reservoir in the observation period in August 2011, equal to 32.6 m. X-axis zero of the graph corresponds to the position of the water level of the observation period.

Рис. 5. Рельеф побережий на топо-экологических профилях и протяженность блоков экотона. **Fig. 5.** The relief of the on topo-environmental profiles and the length of the blocks ecotone.

Таблица 1. Индикаторы гидроморфизма и их экологическое значение (критерии). **Table 1.** Indicators of hydromorphism and their ecological significance (criteria).

№ п.п	Показатели	Экологическое значение
1	Заливание, длительность и частота, дни	слабое – 10 до 15 дней, не ежегодно среднее –16-40 дней, ежегодно сильное –более 40 дней ежегодно.
2	Грунтовые воды, подтопление, м	сильное 0.3-1 м; умеренное – 1.25 м слабое– от 2.5 до 5(6) м.
3	В почвенном профиле	- повышенная мощность гумусового горизонта (А+В) для луговато- и луговых почв более 130 см; для влажно-луговых более 100 см; - глубины горизонтов с развитием признаков современных окислительно-восстановительных процессов в виде гидроокисных пленок железа (охристых пятен); сизоватости, включения марганцево-железистых новообразований: от 1 до 2 м - слабое проявление лугового процесса; под гумусовым горизонтом, в слое 50-80 см – активный луговый процесс; - развитие глеевого процесса; - для степной зоны – глубина залегания первичного и вторичного гипса, свидетельствующие об уровне поднятия капиллярной каймы грунтовых вод; присутствие карбонатной плесени или размытых палевых пятен белоглазки ($CaCO_3$).
4	В растительности	- изменение экологического типа растительности на основе характеристик представленности (соотношения) видов разных экологических групп по отношению к водному фактору и доминирования (гигрофиты, гидрофиты, мезофиты, ксерофиты), а также по отношению к типу водного питания (фреатофиты, трихогидрофиты, омброфиты) и засолению почв (мезофиты, мезогалофиты, галофиты); - доминирование или присутствие видов-индикаторов водного режима (подтопления и затопления)
5	В животном населении	Изменение численности и плотности популяций индикаторных групп

Таблица 2. Шкала для оценки изменения положения грунтовых вод при возрастании гидроморфизма. **Table 2.** Scale to assess changes in groundwater depth with increasing hydromorphism.

Глубина грунтовых вод (в исходном ландшафте, до затопления), м	Глубина грунтовых вод (современная), м			
	>3 (5)	3-1,5	1,5-0,5	0,5-0
>3 (5)	0	1	2	3
3-1.5	1	0	1	2
1.5-0.5	2	1	0	1
0.5-0	3	2	1	0

Примечание: число внутри ячеек таблицы – баллы, оценивающие изменение исходного уровня грунтовых вод, указанных в левой вертикальной колонке по отношению к значению в настоящее время, указанным в верхней горизонтальной строке. Note: the number within the table cells – scores, which evaluate the change of the initial groundwater level, shown in the left vertical column relative to the value currently specified in the upper horizontal row

Таблица 3. Шкала для оценки гидрогенной трансформации почв в баллах. **Table 3.** Scale for the evaluation of hydrogenic transformation of soils in points.

Показатель	Индикаторы современного гидроморфизма						Луговый процесс		Болотный процесс	
	Вски-пание	Вторич-ный гипс	Охрис-тость	Сизова-тость	Бобовин-ки Fe+Mn	$CaCO_3$ пле-сень	Подтип	Тип	Подтип	Тип
Исходный тип – автоморфные зональные почвы	1	1	1	1	1	1	6	8	9	10
Примечание: в амфибиальном блоке, в условиях открытого побережья почвы смыты, присваивается максимальный балл, оценивающий наивысшую степень трансформации – 12. Note: in amphibial block, on the open coast the soil is washed away, is assigned the maximum score that estimates the highest degree of transformation – 12										

Таблица 4. Шкала для оценки гидрогенной трансформации растительности в направлении возрастания увлажнения. **Table 4**. Scale for the evaluation of hydrogenic transformation of vegetation in the direction of increasing moisture.

Зона	Экология растительных сообществ функциональных блоках экотона			
	амфибиальный	динамический	дистантный	маргинальный
Степная	гидрофильные и гигрофильные	гигрофильные и мезофильные	мезофильные, мезоксерофиль-ные, ксерофильные	ксерофильные, мезоксерофильные
Баллы	6	4	2	0
Примечание: при отсутствии сомкнутой надземной растительности в амфибиальном блоке, изменению присваивается еще 2 балла. В итоге здесь присваивается 8 баллов. Note: in the absence of closeness of above-ground vegetation in empirialism block, the change is assigned 2 more points. In the end, there is assigned 8 points				

Разработанные шкалы (табл. 2-4) были использованы для проведения оценки *степени трансформации* компонентов природных комплексов (грунтовых вод, почв и растительности) в блоках экотонной системы вмещающих ландшафтов побережий исследованных водохранилищ степной зоны на европейской территории России (табл. 5). Затем была рассчитана *глубина трансформации* как их сумма – отдельно для каждого блока вмещающего ландшафта (табл. 5, правый столбец). Чем выше значение балльной оценки, тем более глубокой трансформации подвергся природный комплекс данного блока. Кроме того, на основании глубины трансформации природных комплексов по блокам была рассчитана глубина трансформации природных комплексов в среднем по водохранилищу (табл. 5). Как видим, самое низкое значение среднего балла (6.6) оказалось у Краснодарского, и оно возрастает по градиенту аридизации среды в направлении на юг, где в Кума-Манычской впадине на Пролетарском и Веселовском водохранилищах засоление почв дополнило трансформацию экосистем, и она оказалась самой высокой (11.3 и 12.4 соответственно).

Таблица 5. Оценка трансформации экосистем в зоне влияния водохранилищ в баллах на основании индикаторов современного гидроморфизма в функциональных блоках**. Table 5.** Assessment of ecosystem transformation in the zone of influence of reservoirs in scores based on indicators of modern hydromorphism in function blocks.

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

Примечания: *номера в скобках - индексы ландшафтов по Ландшафтной карте (1987); под ними – индексы топо-экологического профиля на каждом водохранилище; **римскими цифрами обозначены блоки экотонной системы побережья: II – амфибиальный; III – динамический; IV – дистантный; V – маргинальный. Notes: *numbers in brackets are indices of landscape according to the Landscape map (1987); under them – the indices of the topo-ecological profile for each reservoir. **designated by Roman numerals blocks ecotone system coast: II – Imperially; III – dynamic; IV – distant; V is the marginal

В заключение следует сказать, что разработанная методика пока географически ограничена областью применения в степной зоне, но дальнейшее развитие исследований в других зонах позволит расширить ее использование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балюк Т.В., Кутузов А.В. 2006. Методы выявления состава и структуры экотонной системы «вода-суша» на побережье Цимлянского водохранилища // Аридные экосистемы. Т. 12. № 30-31. С. 68-78.

Залетаев В.С. 1997. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. М.: РАСХН. С. 11-29.

Ландшафтная карта СССР. 1987. Масштаб 1:2 500 000. М.: Мин-во геологии.

Лучшева А.А. 1983. Практическая гидрометрия. Л.: Гидрометеоиздат. 424 с.

Новикова Н.М., Волкова Н.А., Уланова С.С., И.Б. Шаповалова, А.А. Вышивкин. 2011. Ответные реакции экосистем на изменение водного режима территорий в степной зоне // Аридные экосистемы. Т. 17. № 3 (48). С. 38-48.

Новикова Н.М., Волкова Н.А., Назаренко О.Г. 2014. Функционирование экотонных систем побережья Цимлянского водохранилища //Аридные экосистемы. Т. 20. № 4(61). С. 24-35.

Новикова Н.М., Назаренко О.Г. Современный гидроморфизм: процессы, формы, проявления, признаки // Аридные экосистемы. 2007. Т. 13. № 33-34. С. 70-82.

Новикова Н.М., Назаренко О.Г. 2013. Природные комплексы побережий искусственных водоемов на юге европейской части России//Аридные экосистемы. Т.19. №3. С.35-62

Новикова Н.М., Уланова С.С. 2012. Искусственные водоемы Калмыкии: режим, использование, природоохранное значение // Изменение природной среды России в XX веке. М.: Молнет. С. 288-306.

Плисак Р.П. 1981. Изменение растительности дельты реки Или при зарегулировании стока. Алма-Ата: Наука. 215 с.

Природные комплексы побережья Цимлянского водохранилища. 2014 / под ред. Н.М. Новиковой. М.: Агронаучсервис. 152 с.

Экотонные экосистемы «вода-суша»: методика исследований, структурно-функциональная организация и динамика. 2011 / Отв. ред. Новикова Н.М. М.: Товарищество научных изданий КМК. 272 с.

THE METHODOLOGY FOR INVESTIGATIONS AND ASSESSING THE IMPACT OF THE RESERVOIR ON THE COASTAL TERRITORY

© 2015. N.M. Novikova*, N.A. Volkova*, O.G. Nazarenko**

** Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences*
Russia, 119333 Moscow, Gubkina Str. 3. E-mail: nmnovikova@gmail.com
*** Rostov State Center of Agrochemical Service*
Russia, 346493 Rostov region, Aksayskii raion, Rassvet poselok. E-mail: nazarenkoo@mail.ru

Given the rationale and characteristics of the methodology of the study and evaluation of the impact of large reservoirs on the natural complexes of the coasts. The algorithm works including the step of identifying areas of the coast that is exposed to direct (flood) and indirect (flooding) effects of reservoir stage and the actual assessment of the transformation of natural complexes in each of these areas. The impact assessment is based on a system of biological and environmental indicators and criteria indicators hydrogenic transformation of the environment and biota of the coasts (groundwater, soils, and vegetation). Their combination allows us to estimate the extent and depth of the changes natural wetland complexes as by comparison with the components of the source landscape that existed before the creation of the reservoir, and on the basis of the developed scales for each of the indicators. Using techniques discussed on the example of lowland reservoirs of the steppe zone of European Russia.

Keywords: the water level of the reservoir, coastal, functional blocks ecotone system water-land, flood, flooding, topo-ecological profiling, metrics, criteria, scales.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №4 (65), с. 95-105

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 574.4; 574.5

ОРНИТОКОМПЛЕКСЫ ПОБЕРЕЖИЙ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2015 г. И.Б. Шаповалова

**Институт водных проблем Российской академии наук*
Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, д. 3. E-mail: ibshapovalova@yandex.ru

Поступила 30.03.2015

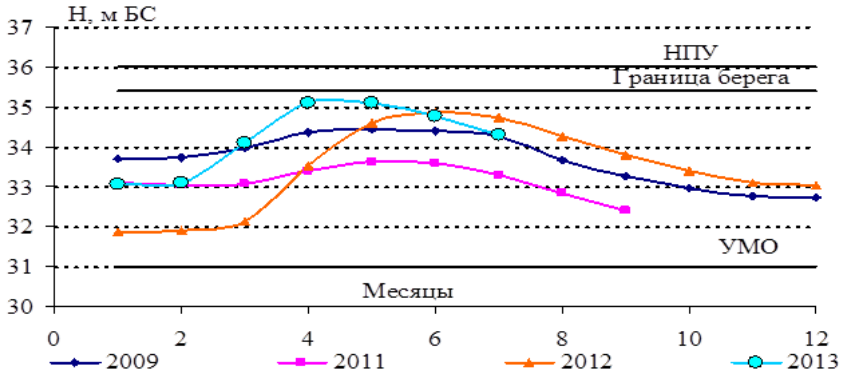
Охарактеризована современная орнитофауна побережий Цимлянского водохранилища. Впервые оценена плотность населения птиц и видовое богатство на участках, подверженных разному влиянию водохранилища: заливанию, подтоплению и обсыхающего дна водоема при сработке уровня. Рассмотрен вклад Цимлянского водохранилища в формирование орнитофауны региона. Выявлены основные диагностические показатели трансформации орнитокомплексов в связи с изменением уровня водохранилища в весеннее-летний период, что является предпосылкой к обсуждению предложений по управлению режимом Цимлянского гидроузла.
Ключевые слова: степная зона, водохранилище, экотонная система, орнитокомплексы, экосистема, трансформация, водный режим, амплитуда колебания уровня воды, основные факторы воздействия на орнитокомплексы, критерии оценки.

Проблемы трансформации природных экосистем (в частности, орнитокомплексов) в результате изменения водного режима территории в следствии хозяйственной деятельности человека (создание искусственных водоёмов, ирригация) хорошо освещены в работах ряда авторов В.И. Азарова (1984); К.В. Горбунова (1976); В.И. Дробовцева и В.Г. Кривенко (1975, 1981, 1991); В.А. Миноранского (1961) и др. Вследствие водохозяйственной деятельности человека значительные изменения претерпели природные экосистемы регионов на юге России под влиянием водохранилищ после наполнения ложа и введения их в эксплуатацию (Потапов, 1959; Экзерцев, 1961, 1963). В настоящее время у водохранилищ степной и полупустынной зон, созданных в середине прошлого века, в процессе их эксплуатации и усиления антропогенной нагрузки, наблюдается изменение их конфигурации и режима использования (Уланова, 2010; Природные комплексы …, 2014). Вслед за этим меняется и характер воздействия водохранилища на прилегающие территории. Это обусловливает трансформацию структурной организации и функционирования природных экосистем побережий, и в том числе, – состав и структуру орнитокомплексов, как наиболее подвижного их компонента. Изучение этого процесса, выявление характера и степени воздействия водохранилища на прибрежные природные комплексы (в частности – птиц), определение доли участия его в поддержании и сохранении видового биоразнообразия регионов, актуальные научные проблемы, изучение которых позволит дать экологическое обоснование для принятия решений по управлению использованием водных ресурсов на юге России.

Проблема состояния некоторых видов птиц на водоемах юга России поднималась неоднократно в публикациях, касающихся ряда регионов: Ростовской, Волгоградской, Ставропольской, Саратовской областях, а также республики Калмыкия. В основном они посвящены водоемам Кумо-Манычской системы (Черников, 1881; Огарев, 1954; Шехов, 1956; Миноранский, 1961; Казаков, 1976) и Волгоградскому водохранилищу (Беляченко, Пискунов, 1996, 1997; Кубанцев и др., 1999; Чернобай, 2000). Перечисленные исследования посвящены изучению отдельных видов: преимущественно их биологии, численности, распространения на данных территориях и редко рассматривают проблему с экологических позиций. В связи с этим и было проведено данное исследование. Особенность работы состоит в том, что впервые рассмотрены, не отдельные виды, а их территориальные сообщества, приуроченные к участкам, различающимся по характеру воздействия водохранилища на прибрежные территории (участкам обнажающегося дна при сработке уровня, территориям кратковременного заливания и подтопления).

Район исследования

Исследования проводились на побережье Цимлянского водохранилища, в Ростовской и Волгоградской областях на 6 ключевых участках: 2 (ЦП-2: N 47,77506°; E 42,20714°), 3 (ЦП-3: 47,62391°; E 42,41035°,), 4 (ЦП-4: N 47,63033°; E 42,51324°), 5 (ЦП-5: N 47,61922°; E 42,52164°) и 6 (ЦП-6: N 47,56640°; E 42,20410°), 12 (N 48,21876°; E 42,91419°), на которых были заложены топо-экологические профили и проводились наблюдения в течение ряда лет. В статье каждый из них обозначен как «Цимлянский Профиль» (ЦП), с соответствующим стандартным порядковым номером. ключевого участка (ЦП-2, ЦП-3,… и ЦП-12.) (Природные комплексы …, 2014). Из них в данной работе рассмотрены 3 профиля, как наиболее показательные: профиль ЦП-2 располагается в заливе, в аккумулятивном типе побережья; ЦП6 – на приплотинном участке на левом берегу, в аккумулятивно-абразионном типе берега; ЦП12 – в центральной части водохранилища на правом берегу, на открытом участке побережья, в абразионно-аккумулятивном типе берега. Данные собраны в период 2009-2013 гг., в августе, в период начала осенней миграции птиц и в ранне-летний период гнездования. В эти годы уровень водохранилища был низким и не выходил за пределы береговой линии (рис. 1), при этом наиболее низко он находился в 2011 г., и наиболее высоко – 2012 и 2013 гг. Собранный материал носит рекогносцировочный, оценочный характер из-за малого срока исследований территории. Таким образом, основным объектом исследований избраны орнитокомплексы побережий исследуемого водоема, а предметом исследований – структура и динамика населения птиц разных биотопов, находящихся под прямым и косвенным влиянием водохранилища.



Условные обозначения: НПУ (нормальный подпорный уровень) – значение максимально допустимого подъема уровня водохранилища**;** УМО (уровень мертвого объема) – значение минимального допустимого снижения уровня водохранилища. *Legend:* НПУ – flood-control storage level; УМО – minimum level of available capacity.

Рис. 1. Изменение уровня водохранилища в годы наблюдений. **Fig. 1.** Changes in the level of the reservoir at the years of observation.

Материалы и методы

Основным методическим приемом работы является ландшафтно-экологический подход (концепция блоковой организации экотонной системы «вода-суша» по В.С. Залетаеву, 1997) и топо-экологическое профилирование, которые позволяют оценить комплексное воздействие водохранилища на природные комплексы и их компоненты побережья, и, в частности, – на орнитофауну. Птицы – наиболее динамичный компонент ландшафта, они быстро реагируют на малейшие изменения и помогают выявлять особенности не только произошедших, но и наметившихся трансформации среды побережий под влиянием водохранилища.

Работы по учету численности и относительному обилию видов птиц велись стандартными методами. В основу положены маршрутные эколого-фаунистические обследования территории в сочетании с работой на стационарах, учеты на маршрутах, в трансектах дифференцированной ширины (Равкин, 1967, Tomialojc, 1980).

Обследования территории на ключевых участках производились ежедневно, два раза в день, в утренние и вечерние часы (в среднем от 3 до 5 часов за один обход). Всего пройдено 9 маршрутов, разной протяжённости. Средняя протяжённость маршрута составила 5 и 10 км. Общая протяжённость маршрутов в период с 14 по 21 августа (8 дней) в 2009 г. составила 128.2 км; с 17 по 22 августа (6 дней) в 2011 г. – 97.6 км; с 9 по 13 июня (5 дней) – 87.4 км; 20 по 26 августа (6 дней) 2012 г – 97.6 км и с 24 по 29 августа (6 дней) 2013 г. – 97.6 км. Таким образом, суммарно за весь период исследований с 2009 по 2013 гг. было пройдено на всех маршрутах 508.4 км. Общее время наблюдений составило 254.2 часа.

Плотность населения птиц определялась с помощью относительного и абсолютного учетов (Ларина, 1981). Сидящие и летящие особи учитывались отдельно. Все полученные количественные характеристики пересчитывались в показатели видового обилия: число пар (или особей) на единицу площади. Суммарная плотность всех видов в отдельных ландшафтных выделах понималась как плотность населения. Полученное количественное значение плотности видов позволило отнести каждый к одной из групп по условной шкале обилия, где **ссс** – абсолютно преобладающий вид (100 и более особей/км²), **сс** – многочисленный (10-99 особей/км²), **с** – обычный (6-9 особей/км²), **р** – малочисленный (1-5 особей/км²), **рр** – редкий (0.1-0.9 особей/км²) и **ррр** – очень редкий (< 0.1 особей/км²). В соответствии с полученными значениями, все встреченные виды птиц в районе исследования были поделены на категории: редкие, малочисленные, обычные и многочисленные, им присваивалась бальная оценка. Русские и латинские названия таксонов птиц приводятся в соответствии со сводкой Л.С. Степаняна (1990), типы фауны – по Б.К. Штегману (1938) с некоторыми изменениями и дополнениями.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: установлены особенности водного режима водохранилища в период осенней миграции 2009-2013 гг. и дана характеристика биоразнообразия в блоках экотонной системы «вода-суша» на основании данных, полученных на ключевых участках побережья. В процессе работы были выявлены видовой состав, количество редких видов и видов, входящих в состав Красной книги РФ (2000) с разным статусом охраны, а также обилие птиц прибрежных орнитокомплексов Цимлянского водохранилища в целом. Далее была выявлена экологическая структура и особенность распределения птиц на побережье в соответствии с блоковой структурой экотона «вода-суша», а также установлена зависимость разнообразия и численности птиц с годовой динамикой обводненности водоемов и степенью развития прибрежной растительности.

Результаты

На побережье Цимлянского водохранилища за весь период наблюдений 2009-2013 гг. отмечено обитание 138 видов птиц. Они относятся в 15 отрядам, 28 семействам и 61 роду. Суммарная плотность видов варьировала по годам (рис. 2) и зависела от водности года и степени заливания побережий: в 2011г. было зарегистрировано 98 видов птиц, в 2012 г. – 99, а в 2013 г. – 84 вида птиц.

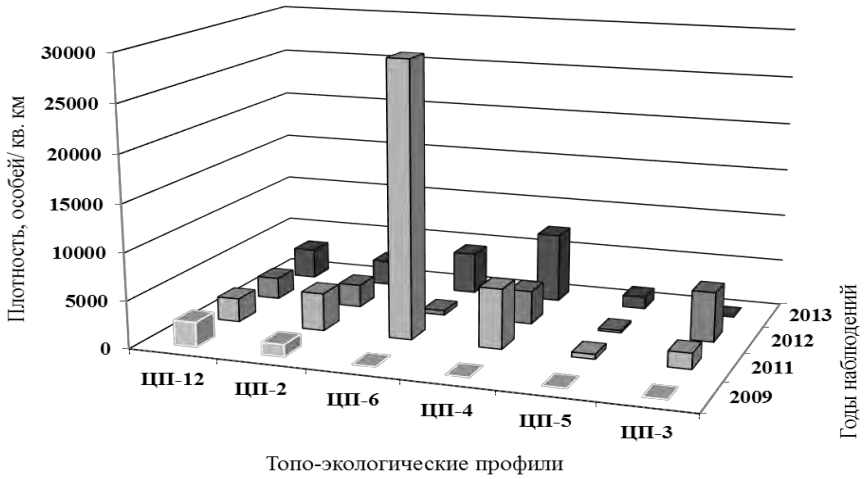
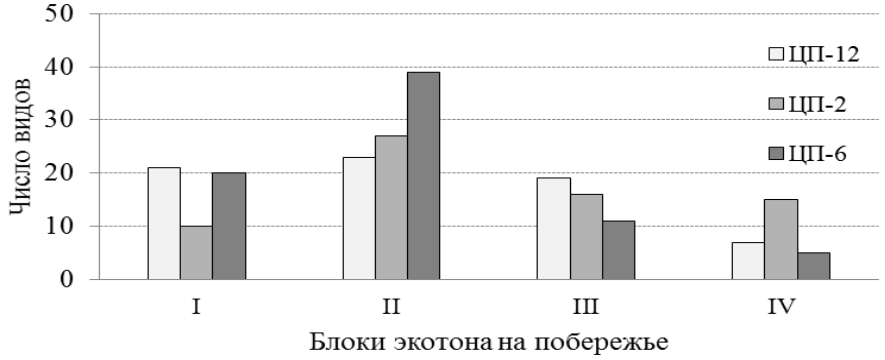


Рис. 2. Общая плотность видов в разных ландшафтах побережья в разные годы наблюдений, ос./км².
Fig. 2. The total abundance of bird species in different years of research, nb./km^2.

Экологическая характеристика орнитокомплекса побережий. Анализ распределения видов птиц в блоках экотона «вода-суша» (табл., рис. 3) показал, что наибольшее видовое разнообразие отмечается в амфибиальном и динамическом блоках экотонной системы. Так, на профилях ЦП-12, ЦП-2 и ЦП-6 суммарное число видов составило 23, 27 и 39 видов в амфибиальном блоке и 19, 16, 11 видов – в динамическом, что соответствует типу биотопов побережья и является экологически обоснованным (рис. 3).



Условные обозначения: Блоки экотона: I – *аквальный*, мелководье у уреза воды; II – *амфибиальный* – обсохшее дно водохранилища (зона сработки); III – *динамический* – заливаемая часть побережья; IV – *дистантный* (испытывающий влияние подтопления грунтовыми водами на глубине до 3 м). *Legend:* Blocks of ecotone: I – *aquatic,* shallow water at the water's edge; II – *amfibialny* – the dried bottom of the reservoir (drawdown zone); III – *dynamic* - Fill the part of the coast; IV – distant (are influenced by flooding groundwaters to a depth of 3 m).

Рис. 3. Структура численности видового состава орнитокомплекса Цимлянского водохранилища в экотоне «вода-суша». **Fig. 3.** Ecological structure of the species composition ornithocomplexes Tsimlyansky reservoir.

Данные блоки экотона «вода-суша» отличаются наличием большого количества биотопических стаций, которые отвечают экологическим потребностям (наличие укрытий, мест для гнездования и обилие корма) большинства обитающих в них видов лимнофильной и денрофильных групп птиц, доминирующих на побережье водохранилища. Суммарно на исследуемых участках побережья (ЦП-12, ЦП-2, ЦП-6) по местопребыванию преобладают лимнофильные виды (61 вид, 50%), среди остальных отмечены: дендрофильные виды – 32 (26%), кампофильные – 17(14%), склерофильные – 12 видов (10%) (рис. 4).

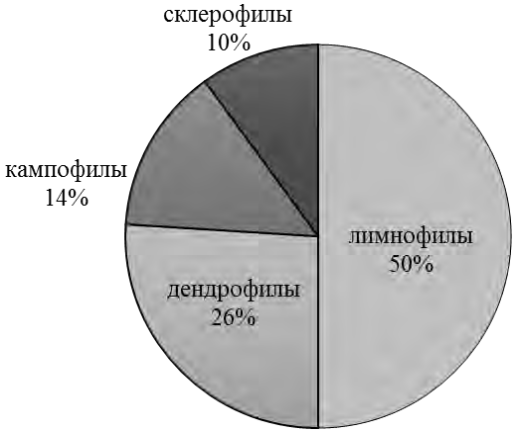


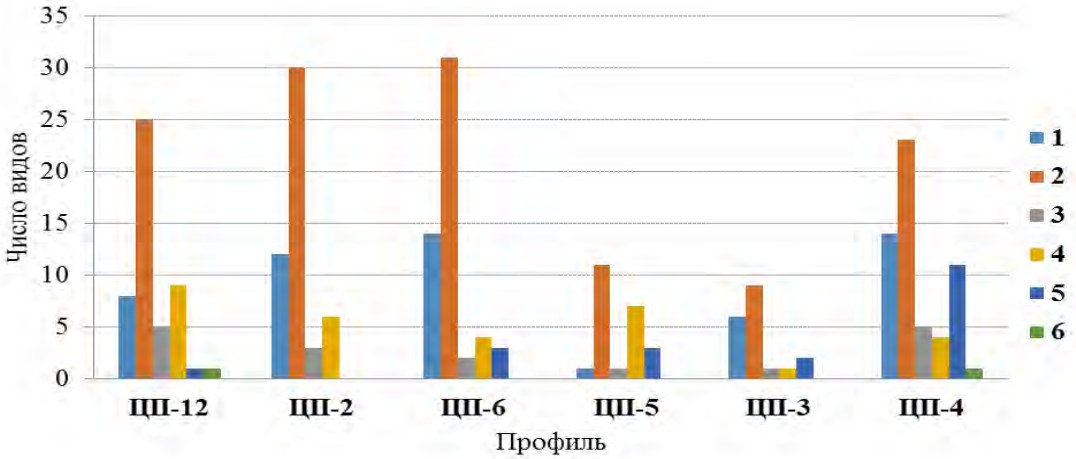
Рис. 4. Экологическая структура видового состава орнитокомплекса на исследованном побережье водохранилища. **Fig. 4.** Overall Rating abundance of species in key parts of the reservoir.

Таблица. Ландшафтно-экологическая структура экотонной системы «вода-суша» и распределение видов птиц в блоках экотона «вода-суша» на побережьях Цимлянского водохранилища. **Table.** Landscape-ecological structure of the of the water-terrestrial ecotone and the distribution of species of birds within blocks on the coasts of Tsimlyanskyi reservoir.

Блок экотонной системы	Биотопы	Положение по отношению к береговой линии, м			Воздействие водохранилища	Распределение видов в экотоне "вода-суша"					
						ЦП-12		ЦП-2		ЦП-6	
		ЦП-12	ЦП-2	ЦП-6		число видов	ос./км²	число видов	ос./км²	число видов	ос./км²
Аквальный	Аквальный в глубоководной части водохранилища	ниже -2.5	ниже -2.5	ниже -2.5	Относительно стабильная водная среда	-*	-	-	-	-	-
	Аквальный на мелководье	(-2.5)-0	(-2.5)-0	(-2.5)-0	Комплекс с быстрой реакцией на изменение уровня	21	0	10	0	20	0
Амфиби-альный	Пляж и песчаный вал с сорнотравьем, порослевое возобновление ивы и тополя, береговые обрывы	0-2.5	0-2.0	0-3.2	Длительное заливание, суточные колебания уровня	29	950.2	33	1481.8	42	2854.6
Динами-ческий	Ивово-тополевое сообщество (узкая полоса); заливные луга нижнего экологического уровня	2.5-4.0	2.0-3.5	3.2-3.0	Сезонное ежегодное заливание	19	1880.4	14	619.2	9	294.4
Дистант-ный	Тополево-вязовое сообщество с шиповником, дорога, залежь с сорной растительностью	4.0-5.2	3.5-4.6	3.0->3.5	Отсутствие заливания, грунтовые воды на глубине до 3.5 (5) м	15	649.2	10	974.2	10	333.5
Суммарное число видов и плотность (особей/км²), встреченных на профиле						55	3479.8	52	3075.2	54	3482.5

Примечание: *прочерк обозначает отсутствие данных. **Note**: *dash indicates no data.

Согласно описанной методике была изучена структура орнитокомплексов на разных участках побережья по представленности видов с разным обилием. Оказалось (рис. 5), что за весь период проведенных автором исследований на Цимлянском водохранилище, на профиле ЦП-12 отмечено общее количество абсолютно преобладающих (**ссс**) – 8 видов, многочисленных (**сс**) – 25 видов, обычных (**с**) – 5, малочисленных (**р**) – 9, редких (**рр**) – 1, очень редких (**ррр**) – 1 вид. На профиле ЦП-2 отмечено **ссс** – 12, **сс** – 30, **с** – 3, **р** – 6, **рр** – 0 и **ррр** – 0 видов. На профиле ЦП-6: **ссс** – 14, **сс** – 31, **с** – 2, **р** – 4, **рр** – 3, **ррр** – 0 видов. Таким образом, оказалось, что орнитокомплексы побережья на участках ЦП-2 и ЦП-6 имеют наибольшее количество абсолютно преобладающих (**ссс**) – 12 и 14 видов, и многочисленных видов (**сс**) – 30 и 31 вид. А по числу обычных видов (**с**) наиболее выделяется профиль ЦП-12 – 5 видов. Здесь же было зарегистрировано больше всего малочисленных (**р**) – 9 видов. Наибольшее число редких видов (**рр**) отмечено в ЦП-6 – 3 вида.



Условные обозначения. 1-6 группы видов по обилию, рассчитанные по данным по всему побережию: 1 – (**ссс**) абсолютно преобладающие; 2 – (**сс**) многочисленные; 3 – (**с**) обычные; 4 – (**р**) малочисленные; 5 – (**рр**) редкие; 6 – (**ррр**) очень редкие.

Рис. 5. Структура орнитокомплексов по представленности видов разного обилия на разных участках на побережье Цимлянского водохранилища. **Fig. 5.** The structure of bird communities on the presence of species of different density in different parts of the coast of the Tsimlyansk reservoir.

Суммарная плотность видов в разных группах обилия орнитокомплексов на участках ЦП-12, ЦП-2 и ЦП-6 прямо соотносится с их видовым богатством в группе. Среди лимнофильных видов амфибиального блока экотона в 2011 г. по числу видов и плотности преобладала группа многочисленных видов (**сс**): в ЦП-12 она была представлена 17 видами (593.5 ос./км²), в ЦП-2 – 18 видами (765.9 ос./км²), а в ЦП-6 – 20 видами (658.4 ос./км²). В группе дендрофильных видов динамического блока экотона многочисленными (**сс**) являются в ЦП-12 – 6 видов (240 ос./км²), в ЦП-2 – 6 (255.8 ос./км²), в ЦП-6 – 8 (305.7 ос./км²). Они составляют вершину нормального распределения в сообществе, и их экологическим требованиям соответствует зона оптимума в биотопе (блоке экотона). Остальные группы обилия выражены незначительно.

В 2011 г. произошло увеличение территории дна, освободившейся от вод водохранилища в сравнении с предыдущими годами. Так, на профиле ЦП-12 в августе 2009 г. ее протяженность составляла 200-300 м, а в 2011 г. в том же месяце – около 500 м.

Наблюдениями в августе 2011 г. (маловодный), в период начала осенней миграции птиц выявлено, что их видовое разнообразие и обилие на побережье в районе исследования не были снижены по сравнению с 2009 г. (средний по водности). А некоторые виды, наоборот, увеличили свою плотность по сравнению с 2009 г. на некоторых профилях. Так на ЦП-2 в амфибиальном блоке экотона отмечено увеличение плотности у перевозчика (*Actitis macularius*) с 201.7 (2009 г.) до 406.0 ос./км² (2011 г), у сизой чайки (*Larus canus*) – с 27.0 до 85.0 ос./км², соответственно, у ремеза обыкновенного (*Remiz pendulinus*) – 244.0 и 526.3 ос./км², у вяхиря (*Columba palumbus*) – с 3.2 до 27.6 ос./км². Для птиц дендрофильного комплекса это связано с хорошо развитой прибрежной

растительностью, а, следовательно, – с наличием укрытий, мест для отдыха, и обилием доступного корма. Кроме того, большинство видов, встреченных на побережье водохранилища являются представителями лимнофильного комплекса (болотно-околоводные виды), которые нуждаются в основном в наличии просторных пляжей (место отдыха в период миграции) и являются водно-животноядными или водно-растительноядными видами. Однако, стоит отметить, что в последующие годы исследований, уровень воды в водохранилище в период начала межени (июнь) значительно поднялся (рис. 1). Наиболее высокий уровень воды отмечен в июне 2012 года. В этот период на всех участках наблюдений уровень воды водохранилища был примерно вровень с береговым урезом. Это обусловило значительное сокращение территории пляжей. Заводи, окружённые тростником, быстро зарастали нитчатыми водорослями, ряской и погружённой растительностью (рдест продырявленный, стрелолист, валлиснерия). Кроме того, на открытой воде отмечен довольно высокий волновой режим. Это привело к значительному сокращению обилия водоплавающих видов (гусеобразные, чайки) и куликов, лишившихся мест кормёжки и отдыха. Плотность животноядных обитателей тростниковых крепей (цаплевые, пастушки), а также некоторых хищных видов птиц (чёрный коршун, чеглок, канюк, пустельга, болотный лунь) и курообразных, напротив возросло.

Обсуждение результатов

За время исследований было выявлено, что на ключевых участках прибрежной зоны Цимлянского водохранилища преобладают виды лимнофильной и дендрофильной групп с плотоядным и смешанным типом питания. Наибольшее видовое богатство и обилие видов отмечено в период сезонной (осенней миграции), когда, наряду с местной фауной, наблюдались виды из других регионов, а также отмечены кочевые перемещения в поисках корма групп молодняка (подросшие птенцы летних выводков) разных видов птиц побережья. Наиболее продуктивными по обилию и видовому разнообразию являются биотопы амфибиального и динамического блоков экотона «вода-суша». Выявлена зависимость численности и разнообразия видов птиц в разных блоках экотона в зависимости от водности года и степени заливания прибрежной полосы.

Цимлянское водохранилище – довольно крупное, равнинного типа (общая площадь водного зеркала – 27.02 км^2, Природные комплексы …, 2014). В нем отсутствуют резкие и частые сезонные или годовые перепады уровня воды. Однако появление в отдельные годы обширной новой незаселенной и не заросшей суши Цимлянского водохранилища (200-500 м обнажающегося дна в приплотинной части в 2009 и 2011 гг.), создает благоприятные условия для некоторых видов птиц лимнофильного (перевозчик, малый и морской зуек, кулик-сорока, сизая чайка и др.) и дендрофильного комплексов (вяхирь, славка-завирушка, серая славка, большая синица, зяблик, серая мухоловка, рябинник, большой пестрый дятел, белая трясогузка, ремиз обыкновенный), способствует росту численности видов как в период гнездования, так и на пролете.

Ранее было отмечено на других водоемах, что увеличение площадей илистых отмелей и пляжей при кратковременном (один-два сезона) обмелении водоема способствует привлечению на эти территории большого количества куликов, чаек и некоторых водоплавающих видов (гусеобразные, поганкообразные), а также некоторых хищников (орлан-белохвост, чёрный коршун, болотный лунь, перепелятник, скопа) как на летование, так и в период сезонных миграций (наши данные), что также связано с увеличением кормовой базы и доступностью кормов на отмелях, так как большинство привлечённых болотно-околоводных видов, являются водно-животноядными или водно-растительноядными и нуждаются в наличии просторных пляжей (место отдыха в период летования и миграции). Таким образом, обнажение дна на обширной площади в маловодные годы не оказывает негативного воздействия на численность лимнофильных видов.

В группе дендрофилов рост численности отдельных видов связан с экологическим состоянием древесной растительности в прибрежной полосе (амфибиальный и динамический блоки экотона). Разрастание деревьев приводит к увеличению площадей ключевых стаций (биотопов: ивняка, тополёвников, лоха), удовлетворяющих потребностям вида (наличие укрытий, мест для отдыха, широкая кормовая база и ее доступность). Сформировавшаяся в первые годы работы Цимлянского водохранилища лесополоса на его побережье, в настоящее время достигла своего максимального развития и способствует увеличению биоразнообразия, численности видов прибрежного орнитокомплекса, повышает природоохранную значимость водоема.

Однако, если тенденция к низкому положению уровня водохранилища будет сохраняться длительное время, это может привести к существенному сокращению численности болотно-околоводных видов: исчезновению куликов, чайковых, а также водоплавающих видов; существенному сокращению численности обитателей тростниковых зарослей (цаплевых, воробьиных). Вслед за изменением численности можно ожидать и сокращения видового разнообразия прибрежных орнитокомплексов.

Подобное явление было отмечено на Веселовском водохранилище (Лебедева, Ломадзе, 2009, 2013; Савицкий и др., 2009, 2012), на примере некоторых куликов (ходулочника и турухтана) в разные фенологические периоды.

Разрастание луговой травянистой растительности на аккумулятивных типах побережья в устьевых частях впадающих в водохранилище рек, способствовало увеличению численности мышевидных грызунов в динамическом и маргинальном блоках экотона и, в свою очередь, обусловило увеличение плотности животноядных обитателей тростниковых крепей (цаплевые, пастушки), а также некоторых хищных видов птиц (чёрный коршун, чеглок, канюк, пустельга, болотный лунь) и курообразных (серая куропатка, перепел, фазан обыкновенный). Кроме того, в отдельные годы при снижении уровня водоема отмечено появление большого количества больной вялой и мертвой рыбы в водоёме (особенно много её наблюдалось в августе 2012 г.). Мы связываем это явление с сильным цветением воды, вызванным высоким температурным режимом, большим количеством выделяемого водорослями углекислого газа и развитием эпизоотий у рыб. У многих особей отмечены множественные грибковые и бактериальные очаги поражения покровов в области головы (лобная часть, губы, жабры) и на теле.

Для населения птиц на побережье Цимлянского водохранилища характерны флуктуации численности и пребывания видов в связи с колебанием уровня водоема в гнездовой период. Так на профиле 6 (ЦП-6) близ г. Волгодонск, Цимлянский р-н, известно гнездование 2 пар кулика-сороки (в 2009 и 2011 г., а в 2012 г. в связи с сильным подъёмом уровня, место гнездования оказалось затопленным, вблизи старого места гнездования были зарегестрированы 2 летующие особи (наши данные). Кроме того, отмечена незначительная колония речной и светлокрылой крачек на заиленном участке мелководья в балке Мокро-Солёновской, насчитывающей около 7 пар в годы с невысокой водностью (2009, 2011 гг.), потом колония исчезла в связи с подъемом уровня. Сходные флуктуации характерны и для Веселовского водохранилища, они описаны в ряде работ на примере некоторых куликов (Ломадзе, Лебедева, 2009; Лебедева, Ломадзе, 2014).

Напротив, на Цимлянском водохранилище в 2011 г., несмотря на большую территорию обсохшего дна в приплотинной части (до 500 м), нами были отмечены стайки из 10-70 особей, рассредоточенных на мелководьях вдоль побережья. В июне 2012 г., когда уровень водохранилища резко поднялся, численность турухтана на побережье резко сократилась – до 1-7 особей на км. береговой линии, что значительно ниже предыдущих лет, когда была широкая территория обсохшего дна. Такую разницу в численности мы связываем с особенностью строения берегов Цимлянского водохранилища и характером заливания. В 2012 г. уровень воды водохранилища находился у бровки берега, пляжи и отмели, ключевые места остановки, отдыха и кормёжки турухтана были затоплены. В августе 2012 г. вода располагалась на некотором расстоянии (1 м) от береговой линии, но ситуация с численностью вида практически не изменилась. Тоесть, численность турухтана как на Цимлянском, так и на Веселовском водохранилище колеблется из года в год, что связано отчасти с изменением уровня в водоемах и изменением кормовой базы в местах миграционных остановок, а сроки пребывания варьируют в зависимости от хода температур.

Заключение

Благодаря проведенной работе установлено, что наибольшее видовое разнообразие отмечается в амфибиальном и динамическом блоках экотонной системы. На обследованных ключевых участках побережья (профили ЦП-12, ЦП-2 и ЦП-6) оно составило 23, 27 и 39 видов соответственно в амфибиальном блоке и на тех же участках в динамическом блоке 19, 16, 11 видов.

Средняя плотность за весь период наблюдений составила на ЦП-12 – 3479.8; ЦП-2 – 3075.2; ЦП-6 – 3482.5 особей/км². Наибольшая плотность птиц – 5018.02 особей/км², отмечена в маловодном 2011 г. на профиле ЦП-6, в основном за счет водоплавающих видов амфибиального блока. По местопребыванию на исследуемых участках побережья преобладают лимнофильные виды (61 вид,

50%), среди остальных отмечены: дендрофильные виды – 32 (26%), кампофильные – 17 (14%), склерофильные – 12 видов (10%).

По показателям обилия орнитокомплексы побережья на участках ЦП-2 и ЦП-6 имеют наибольшее количество абсолютно преобладающих (ССС) – 12 и 14 видов, и многочисленных видов (СС) – 30 и 31 вид. А по числу обычных видов (С) наиболее выделяется профиль ЦП-12 – 5 видов. Здесь же было зарегистрировано больше всего малочисленных (Р) – 9 видов. Наибольшее число редких видов (РР) отмечено в ЦП-6 – 3 вида.

Суммарная плотность видов в разных группах обилия орнитокомплексов на участках ЦП-12, ЦП-2 и ЦП-6 соотносится с их видовым богатством в группе. Например, по данным 2011 г. наибольшим видовым богатством и показателями плотности обладала группа многочисленных видов (СС): в ЦП-12 она была представлена 17 видами (593.5 ос./км²), в ЦП-2 – 18 видами (765.9 ос./км²), а в ЦП-6 – 20 видами (658,4 ос./км²). В дендрофильной группе видов многочисленными (СС) являются в ЦП-12 – 6 видов (240 ос./км²), ЦП-2 – 6 (255.8 ос./км²), ЦП-6 – 8 (305.7 ос./км²).

Установлено, что в августе маловодного года (2011 г.), в период начала осенней миграции птиц их видовое разнообразие и плотность на побережье в районе исследования не были снижены по сравнению со средним по водности (2009 г.). А некоторые виды, наоборот, в этот год увеличили свою плотность на некоторых участках. Так, на профиле ЦП-2: в амфибиальном блоке экотона численность перевозчика увеличилась с 201.7 (2009 г.) до 406.0 ос./км² (2011 г); сизой чайки *(Larus canus*) – с 27.0 до 85.0 ос./км²; в динамическом блоке – численность ремеза обыкновенного (*Remiz pendulinus*) возросла с 244.0 до 526.3 ос./км², у вяхиря (*Columba palumbus*) – с 3.2 до 27.6 ос./км². Такая тенденция у видов, вероятно, связана с образованием дополнительных территорий пляжа и разрастанием надземной растительности в связи с увеличением территории дна, освободившейся от вод водохранилища в сравнении с предыдущими годами.

Положение уровня воды, в течение сезона или по годам по-разному оказывает влияние на отдельные виды птиц болотно-околоводного комплекса в связи с изменением длительности и частоты заливания. Большое значение имеет также пластичность вида, способность его быстро приспосабливаться к меняющимся условиям (в данном случае, к заливанию). К наибольшей группе риска относятся те виды птиц, которые гнездятся непосредственно на границе водоема с сушей, либо на мелководье. В первую очередь это виды, которые строят гнезда непосредственно на поверхности подтопленного грунта, на кочке (чайки, крачки, некоторые кулики) или надстраивая специальные сооружения (голенастые), либо прикрепляют их к нижней части стеблей высшей надводной и прибрежной растительности (заросли тростника, рогоза, ивовый подрост), и которые нуждаются в определённой степени увлажнения гнездовой территории, в наличии грязевых илистых отмелей, где легко добыть корм. Любое сильное отклонение условий от оптимума (обсыхание или сильное заливание гнездовых участков) в период гнездования будет существенно влиять на численность и успех размножения этих видов. Тот же результат ожидает и пролётные виды во время миграции. Отсутствие пригодных мест для отдыха и трудность добывания корма делают невозможным пребывание вида на данной территории во время сезонной миграции и на летней линьке. Это приводит к снижению видового разнообразия и численности птиц болотно-околоводного комплекса, а при длительном воздействии, – и к смене сообщества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Залетаев В.С. 1997. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере / Отв. ред. В.С. Залетаев. М.: РАСХН. С. 11-29.

Казаков Б.А. 1976. Новые и редкие птицы юго-западной части Ростовской области // Орнитология. М.: Изд-во Моск. ун-та. Вып. 12. С. 61-67.

Ломадзе Н.Х., Казаков Б.А., Лебедева Н.В., Динкевич М.А., Савицкий Р.М. 2007. Редкие виды птиц Весёловского водохранилища по результатам мониторинга 2001-2007 гг. // Вестник Южного научного центра. Т. 3. № 4. С. 81-86.

Кривенко В.Г. 1991. Водоплавающие птицы и их охрана. М.: Агропромиздат. 271 с.

Ларина Н.И., Голикова В.Л., Лебедева Л.А. 1981.Учебное пособие пометодике полевых исследований эко логии наземных позвоночных.Саратов: Изд-во Саратов. ун-та. 120 с.

Ломадзе Н. Х., Лебедева Н. В. 2009. Влияние гидрологического режима водоемов на гнездование ходулочника *Himantopus himantopus* (на примере бассейна Весёловского водохранилища) // Кулики

Северной Евразии: экология, миграции и охрана / Тезисы докладов VIII Международной научной конференции (10–12 ноября 2009 г., г. Ростов-на- Дону). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. С. 85-86.

Лебедева Н.В., Ломадзе Н.Х. 2013. Зимовка гусеобразных на Веселовском водохранилище (Западный Маныч) в 2010–2013 гг.// Вестник Южного научного центра РАН. Т. 9. № 2. С. 68-79.

Лебедева Н.В., Ломадзе Н.Х. 2014. Турухтан на Веселовском водохранилище // Кулики в изменяющейся среде Северной Евразии: Материалы IX Международной научной конференции (4-6 февраля 2012, г. Кисловодск) / Науч. ред. А. О. Шубин М.: Изд-во «ТЕЗАУРУС», С. 201-203.

Маловичко Л.В., Федосов В.Н. 2008. Современное состояние степной тиркушки (*Glareola nordmanni*) в Ставропольском крае //Достижения в изучении куликов Северной Евразии. Мичуринск. С.88-93.

Маловичко Л.В., Федосов В.Н. 2012. Структура населения птиц островов озера Маныч // Русский орнитологический журнал. Т. 21. № 761. С. 1238-1239.

Маловичко Л.В., Блохин Г.И., Каледин А.П., Федосов В.Н. 2008. Рекомендации и перспективы сохранения птиц Кумо-Манычской впадины. // Естественные науки. № 3. С. 37-40.

Миноранский В.А. 1961. Некоторые данные об орнитофауне озера Маныч-Гудило и его окрестностей // Матер. XIV науч. студ. конф. Ростов н/Д. С. 88-91

Огарев В.В. 1954. Изменения в орнитофауне Маныча после его обводнения /Материалы по изучению Ставропольского края. Ставрополь. Вып. 6. С. 361-371.

Природные комплексы побережья Цимлянского водохранилища. 2014 / Под ред. Н.М. Новиковой. М.: Изд-во «Агронаучсервис». 152 с.

Потапов А. А. 1959. Зарастание водохранилищ при различном режиме уровней / Ботан. журн. Т. 44. № 9. С. 1271-1278.

Равкин Ю.С. 1967. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае (Северо-Восточная часть). Новосибирск: Наука. С. 66 - 75.

Равкин Ю.С., Ливанов С.Г. 2008. Факторная зоогеография: принципы, методы и теоретические представления. Новосибирск: Наука. 205 с.

Савицкий Р. М., Лебедева Н. В. 2009. Кулики в окрестностях озера Маныч-Гудило // Кулики Северной Евразии: экология, миграции и охрана / Тезисы докладов VIII Международной научной конференции (10–12 ноября 2009 г., г. Ростов-на- Дону). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. С. 127-129.

Савицкий Р. М., Лебедева Н.В., Ломадзе Н.Х. 2012. Влияние гидрологического режима на пространственное распределение колоний ходулочника // Теоретические аспекты колониальности у птиц. / Лебедева Н. В. (ред.). Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН. С. 223-227.

Степанян Л.С. 1990. Конспект орнитологической фауны СССР / Отв. ред. В.Е. Соколов. АН СССР. Ин-т эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова. М.: Наука. 728 с.

Уланова С.С. 2010. Эколого-географическая оценка искусственных водоемов Калмыкии и экотонных систем «вода-суша» на их побережьях / Отв. ред. д.г.н., проф. Н.М. Новикова. М.: Изд-во РАСХН. 263 с.

Черников Н.К. 1881. Очерки ружейной охоты на Задонских степях и по рекам Салу и Манычу. // Природа и охота. Т. 2. С. 22 – 35.

Шехов А.Г. 1956. Пеликаны и чайки на оз. Маныч-Гудило // Природа. № 10. С. 115-116.

Штегман Б.К. 1938. Фауна СССР // Птицы / Основы орнитогеографического деления Палеарктики. М.: Изд-во АН СССР. Том I. Вып. 2. 160 с.

Экзерцев В. А. 1961. Первые стадии зарастания мелководий волжских водохранилищ / Бюл. ИБВ АН СССР. № 10. С. 11-13.

Экзерцев В.А. 1963. Зарастание литорали волжских водохранилищ // Труды ИБВВ АН СССР. Вып. 6(9). С. 15-29.

Yu. I. Vergeles. 1994 Quantitative counts of bird population: a methodological review. Berkut. 3 (1). P. 43-48.

Tomialojc L. 1980. The combined version of mapping method // Proc. VI Int. Conf. Bird census Work. Gottingen, P. 92-106.

ORNITHOCOMPLEXES OF THE COASTS OF THE TSIMPLYANSKYI RESERVOIR

© 2015. I.B. Shapovalova

Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences
Russia, 119333 Moscow, Gubkina Str. 3. E-mail: ibshapovalova@yandex.ru

For the first time the reservoir is considered as a complex environmental factor of impact on ornithocomplexes of the steppe zone of the south of European Russia. The main criteria (factors) of the impact are presented. The characteristic of modern aviafauna of the coastal zones is given and its changes as resulst of the transformation of the landscape environment after the creation of the reservoir are shown. The contribution of the Tsimlyanskyi reservoir in the formation and maintenance of the avifauna of the region is estimated. Basic diagnostic indicators of bird communities' transformations due to changes in the level of the reservoir in the spring and summer were revealed, which is a prerequisite to the discussion on the regime management of Tsimlyanskyi waterworks.

Keywords: steppe zone, reservoir, ecotone system, ornithocomplexes, ecosystem transformation, water regime, the amplitude of fluctuations in water levels, the main factors of influence on ornithocomplexes, evaluation criteria.

ISSN 1993-3916

ЖУРНАЛ АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ 2015. Т. 21. № 4 (65)

JOURNAL ARID ECOSYSTEMS 2015. Vol. 21. № 4 (65)

Учредители: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН (ПИБР ДНЦ РАН), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных проблем РАН (ИВП РАН), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии Дагестанского научного центра РАН (ИГ ДНЦ РАН).

Свидетельство о регистрации средства массовой информации в Роскомнадзоре (Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций) – ПИ № ФС77-56164 от 15 ноября 2013 г.

ТОВАРИЩЕСТВО НАУЧНЫХ ИЗДАНИЙ КМК

Формат 60х 84 $^{1}/_{8}$	Объем 6.5 п.л.
Тираж 200 экз.	Заказ №

Тиражировано в типографии ИП Гаджиева С.С.
367025, Махачкала, ул. Юсупова, 47
RIZO-PRESS, Тел. 8(8722) 68-40-21

Индекс 39775 (каталог «Пресса России»)