ISSN 1993-3916

Том *Volume* **20** **Номер** **Number** **2 (59)** **Июнь** **June** **2014**

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

2014

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

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

ARID ECOSYSTEMS

Vol. 20, No. 2 (59), 2014, JUNE
Journal is founded in January 1995
Issued 4 times per year

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

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

Editorial Board:

B.D. Abaturov, S.-W. Breckle (Germany), M.G. Glantz (USA), P.D. Gunin, Zhigang Jiang (China), L.A. Dimeeva (Kazakhstan), I.S. Zonn, R.V. Kamelin, Zh.V. Kuzmina, G.S. Kust, E. Lioubimtseva (USA), V.M. Neronov, L. Orlovsky (Israel), I.V. Springuel (Egypt), A.A. Tishkov, V.I. Cherkashin, A.A. Chibilev, P. Shafroth (USA), Z.Sh. Shamsutdinov, A.K. Ustarbekov, T.V. Dikariova (*executive secretary*)

Responsibilities for issue:
N.M. Novikova*, Zh.V. Kuzmina*

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

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

MOSCOW: KMK Scientific Press Ltd

2014

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
ПРИКАСПИЙСКИЙ ИНСТИТУТ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА

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

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Том 20, № 2 (59), 2014, июнь
Журнал основан в январе 1995 г.
Выходит 4 раза в год

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

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

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

Ответственные за выпуск:
Н.М. Новикова*, Ж.В. Кузьмина*

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

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

Москва: Товарищество научных изданий КМК

2014

© Журнал основан в 1995 г.
Издается при финансовой 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 каталоге «Пресса России»

The journal has been founded in 1995.
It is published under financial 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 in the 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 публикуются в международной
справочной системе по периодическим и продолжающимся
изданиям «Ulrich’s Periodicals Directory».
Информация о журнале и архив располагаются на сайте
www.iwp.ru

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 published in the International
inquiry system of the «Ulrich’s Periodicals Directory».
Information about Journal and archive are at the site www.iwp.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Том 20, номер 2 (59), 2014 июнь

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Увлажнение засушливых земель европейской территории России: настоящее и будущее
А.Н. Золотокрылин, Т.Б. Титкова, Е.А. Черенкова 5-11

Экстремальная водность как фактор нарушения гидроэкологической безопасности в бассейне Верхнего Дона
В.А. Дмитриева 12-18

Пространственно-временные характеристики растительного покрова аридной и семиаридной климатических зон Монголии на основе индекса вегетации NDVI
А.К. Тулохонов, Б.З. Цыдыпов, А.Л. Волошин, Д.Ж. Батуева, Ц. Чимэддорж 19-29

Накопление и динамика с-биомассы в криоаридных почвах Забайкалья
Э.О. Чимитдоржиева, Г.Д. Чимитдоржиева 30-36

Население грызунов Западно-Казахстанской области Республики Казахстан. Сообщение 1. Карты населения грызунов и зоогеографического районирования
Н.М. Окулова, Л.А. Хляп, Ф.Г. Бидашко, А.А. Варшавский, А.К. Гражданов, В.В. Неронов 37-52

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

Зоопланктон Дургунского и Тайширского водохранилищ (Западная Монголия) в конце периода наполнения
А.В. Крылов, Д. Солонго, Б. Мэндсайхан 53-60

Современное состояние биоты водоемов Кума-Манычской впадины. Усть-Манычское, Веселовское, Пролетарское и Чограйское водохранилища (обзор)
О.В. Степаньян, А.В. Старцев 61-73

Формирование экосистемы карстового озера в степном поясе гор Кавказа (диатомовый анализ)
В.Л. Разумовский 74-79

Пауки (ARANEI) и некоторые их ценотические связи в байрачных лесах Нижнего Дона
А.В. Пономарёв, Н.В. Лебедева 80-91

Тенденции изменения ботанического разнообразия под влиянием опустынивания в Республике Калмыкия
В.А. Бананова, В.Г. Лазарева 92-98

Особенности репродукции некоторых видов рода Alhagi Gagnev. в аридной зоне Узбекистана
Х.К. Каршибаев 99-107

РЕЦЕНЗИИ

Важный шаг на пути укрепления трансграничного сотрудничества Монголии и России в области охраны природы. Рецензия на сборник статей «Оценка современного состояния экосистем Российско-Монгольских трансграничных территорий» (на примере Убсунурского, Селенгинского и Даурского регионов)
В.В. Неронов 108-109

ХРОНИКА

К юбилею Нины Максимовны Новиковой 110-112

CONTENTS

Volume 20, Number 2 (59), 2014 JUNE

SYSTEMATIC STUDY OF ARID TERRITORIES

Humidification of dryland of the European Russia: the present and future

A.N. Zolotokrylin, T.B. Titkova, E.A. Cherenkova 5-11

Extreme levels of water consumption as a factor of breach of hydroecological safety in the upper Don basin

V.A. Dmitrieva 12-18

Spatio-temporal characteristics of vegetation cover of arid and semiarid climatic zones in Mongolia on the base of vegetation index NDVI

A.K. Tulokhonov, B.Z. Tsydypov, A.L. Voloshin, D.Zh. Batueva, Ts. Chimeddorj 19-29

Accumulation and dynamics of carbon-biomass in krioarid soils of transbaikalia

E.O. Chimitdorzhieva, G.D. Chimitdorzhieva 30-36

Rodent communities of western Kazakhstan area, Kazakhstan Republic. 1 Maps of rodent communities or zoogeographic Regionalization

N.M. Okulova, L.A. Khlyap, F.G. Bidashko, A.A. Warshavskyi, A.K. Grazhdanov, V.V. Neronov 37-52

BRANCH PROBLEMS OF ARID LANDS DEVELOPMENT

Zooplankton of the Durgun and Taishir reservoir (Western Mongolia)

A.V. Krylov, D. Solongo, B. Mendsaikhan 53-60

Present state of the Kumo-Manych depression's water biota: Ust'-Manychskoeye, Veselovskoye, Proletarskoye and Chograyskoye water reservoirs

O.V. Stepanjan, A.V. Startsev 61-73

Formation of the karst lake ecosystem in the steppe zone of the Caucasus Mountains (diatom analysis)

V.L. Razumovsky 74-79

Spiders (Aranei) and some of their cenotic links in gully forests at the lower Don river

A.V. Ponomarev, N.V. Lebedeva 80-91

The tendencies of changes of botanical diversity under the influence of desertification in the Republic of Kalmykia

V.A. Bananova, V.G. Lazareva 92-98

Reproduction characteristics of some specials *Alhagi* Gagnev. in the arid zones of Uzbekistan

Hk.K. Karshibaev 99-107

REVIEWS

An important step to the strengthening of transboundary collaboration between Mongolia and Russia in the sphere on nature protection. Review of the book of collected articles «Evaluation of the modern state of ecosystems on the Russian-Mongolian transboundary territories» (taking Ubsu-Nur, Selenga and Dahuria regions as examples)

V.V. Neronov 108-109

CHRONICLE

Towards anniversary of Nina Novikova 110-112

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 5-11

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 551.5

УВЛАЖНЕНИЕ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ[1]

© 2014 г. А.Н. Золотокрылин, Т.Б. Титкова, Е.А. Черенкова

Институт географии Российской академии наук
Россия, 119017 Москва, Старомонетный переулок, 29. E-mail: azolotokrylin1938@yandex.ru

Поступила 30.04.2013

Исследовано развитие увлажнения засушливых земель Европейской территории России во второй половине XX в. – первой трети XXI в. Выявлено увеличение увлажнения территории в последние десятилетия XX в. Смена тенденции увлажнения произошла в начале XXI в. Модельные оценки будущего климата России, полученные по ансамблю 31 МОЦАО проекта CMIP5 в период 2011-2030 гг., свидетельствуют о сохранении устойчивой отрицательной тенденции увлажнения.

Ключевые слова: коэффициент увлажнения, осадки, испаряемость, SCEI, SWI, NDVI, гидротермический коэффициент.

Увлажнение в климатологическом смысле – это соотношение между количеством выпадающих осадков и испаряемостью за год, выраженное коэффициентом увлажнения. Под летним увлажнением понимается отношение суммы осадков к испаряемости в сезон активной вегетации. К засушливым относятся аридные, семиаридные и сухие субгумидные земли, где коэффициент увлажнения изменяется в диапазоне от 0.05 до 0.65 (UNCCD, 1994).

Засушливые земли России характеризуются повышенным увлажнением в последние десятилетия XX в. по отношению к предыдущим. Рост увлажнения наблюдался не только на засушливых землях, но и на большей части Европейской территории России (ЕТР) и Западной Сибири, включая целиком суббореальные ландшафты (Сиротенко и др., 2007; Черенкова, Золотокрылин, 2010; Золотокрылин, Черенкова, 2011; Титкина и др., 2011). В гумидизации климата территории основную роль играли осадки, а не изменения испаряемости. Увеличение осадков неоднократно отмечалось исследователями на территории, включающей засушливые земли (Семенов, Гельвер, 2003; Сотнева, 2005; Вомперский и др., 2006; Сажин и др., 2006; Опарин, 2007; Кузьмина, 2007; Золина, 2011).

Цель работы состоит в исследовании развития увлажнения засушливых земель ЕТР во второй половине XX в. на примере двух территорий: Кумо-Манычской впадины и Северо-Западного Прикаспия. Авторы, попытаются оценить тенденцию увлажнения в будущем опираясь на метеорологические наблюдения и на подготовленные Главной геофизической обсерваторией (ГГО) Росгидромета новые модельные данные о будущем климате России для интервала 2011-2030 гг.

Территория, данные и методика исследования

Исследование проводилось для территории сухих степей Кумо-Манычской впадины (45-47.5° с.ш., 40-46° в.д.), а также полупустынных и пустынных ландшафтов Северо-Западного Прикаспия (44-51° с.ш., 44-51° в.д.).

Были использованы суточные и средние месячные данные наблюдений за температурой воздуха и осадками 11-ти метеостанций на заданных территориях за период 1936-2012 гг. из архива ВНИИГМИ-МЦД: http://www.meteo.ru).

В качестве спутниковой информации анализировались данные MODIS Центра LP DAAC NASA за период 2000-2012 гг., включающие альбедо, температуру поверхности, NDVI (https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/products/modis_products). Данные имеют пространственное разрешение

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке Программы ОНЗ-13 РАН: Проект «Опустынивание засушливых земель юга России в контексте изменений климата».

0.05º x 0.05º (всреднем 5600 x 5600 м) и представлены за сроки: 9-25 мая, 26 мая - 9 июня, 10-25 июня, 26 июня - 11 июля, 12-27 июля, 28 июля - 12 августа, 13-28 августа. Альбедо (A) – спутники MODIS/Terra+Aqua BRDF/Albedo, модель MCD43 C1 версии 005 с дискретностью 16 дней. Индекс растительности (NDVI) – MODIS/Terra, модели MOD13C1 – версии 005 с шагом в 16 дней. Температура поверхности (Ts) – MODIS/Terra, модель MOD11 C2- версии 005, с периодичностью 8 дней. По двум 8-ми дневным срокам вычислялось среднее за период 16 дней, идентичным периодам для альбедо и NDVI.

Средние месячные данные о почвенной влажности получены из 2-х слойной модели TU-Wien пространственного разрешения 12.5 x 12.5 км за периоды 1992-2000 и 2007-2011 гг. (Bartalis at al., 2007). 1-й слой представлен значениями влажности почвы на поверхности по измерениям радиометрами со спутников ERS-1 и ERS-2, содержащих информацию о коэффициентах обратного рассеяния. Значения из 1-го слоя были приведены к единому углу наклона 40° и пересчитаны в относительные единицы (%) с учетом зависимости условий увлажнения почвы от географического местоположения, полученным из исторических данных. Данные 2-го слоя (индекс почвенной влаги SWI) показывают содержание воды в процентах в почвенной толще глубиной до 1 м. На основе значений SWI был рассчитан показатель MD_{SWI} как разность площадей (в %) с положительными и отрицательными экстремумами влажности почвы.

В работе проанализирован межгодовой ход осредненных по выбранным территориям годовых и сезонных сумм осадков, коэффициента годового увлажнения (коэффициент увлажнения К. Торнтвейта, КУТ), гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова (ГТК), спутникового индекса климатических экстремумов увлажнения (Satellite Climatic Extreme Index, SCEI) и влажности почвы (Soil Water Index, SWI).

Так как методики расчета рассмотренных выше коэффициентов и индексов неоднократно публиковались и обсуждались на страницах журнала «Аридные экосистемы» (КУТ – Золотокрылин, Черенкова, 2009; ГТК – Черенкова, 2009; SCEI – Золотокрылин, Титкова, 2012), то их описание далее опускается. Кратко остановимся только на описании показателя MD_{SCEI} (Moisture-Drought), вычисляемого по данным спутникового индекса SCEI. Положительное значение SCEI определяет увлажнение выше нормы (M) на территории, а отрицательное – ниже нормы (D, засуху). Показатель MD_{SCEI} представляет собой разность площадей с положительными и отрицательными значениями SCEI на территории и полезен для оценки тенденции увлажнения засушливых земель. Аналогично вычислялся показатель MD_{SWI} экстремумов влажности почвы SWI.

В работе также использованы подготовленные Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова данные о будущем климате России (осадки) в период 2011-2030 гг. Возможные изменения осадков (нормализованные, %) рассмотрены относительно базового периода 1981-2000 гг. и получены путем осреднения результатов расчетов по 31-й климатической модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО), участвующих в международном проекте сравнения глобальных климатических моделей CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project) и использующих современные сценарии семейства RCP (Representative Concentration Pathways) антропогенного воздействия на климатическую систему Земли. Рассмотрен «умеренный» сценарий RCP 4.5 и «жесткий» сценарий RCP 8.5, получившие свои названия в соответствии с ожидаемым к 2100 г. согласно каждому сценарию уровнем радиационного воздействия (4.5 W/m^2 и 8.5 W/m^2 соответственно; WCRP…, 2011).

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим межгодовые изменения КУТ и ГТК на территории Кумо-Манычской впадины и Северо-Западного Прикаспия, принимая во внимание, что осадки играют основную роль в изменениях этих коэффициентов (рис. 1). Как видно из рисунка 1 изменения КУТ и ГТК достаточно хорошо согласованы (коэффициент корреляции временных рядов за период 1951-2011 гг. составил 0.78 для Кумо-Манычской впадины и 0.89 – для Северо-Западного Прикаспия), что указывает на значимость вклада увлажнения сезона вегетации в годовое увлажнение. Также в большинстве случаев годы экстремумов увлажнения совпадают на сравниваемых территориях. Гумидизация во второй половине XX в. отражена нелинейным трендом. Периоды значимого для растительности повышения увлажнения наблюдались в Кумо-Манычской впадине в 1974-2006-х гг., а в Северо-

Западном Прикаспии – в 1987-2006-х гг. Они трактуются как фазы ослабления аридизации и увереннее выделяются по годовому увлажнению. Даже укороченной фазы ослабления аридизации оказалось достаточным для начала восстановления растительного покрова на территории Северо-Западного Прикаспия. Следует отметить, что резкое снижение увлажнения произошло почти одновременно на обеих территориях в середине первого десятилетия XXI в.

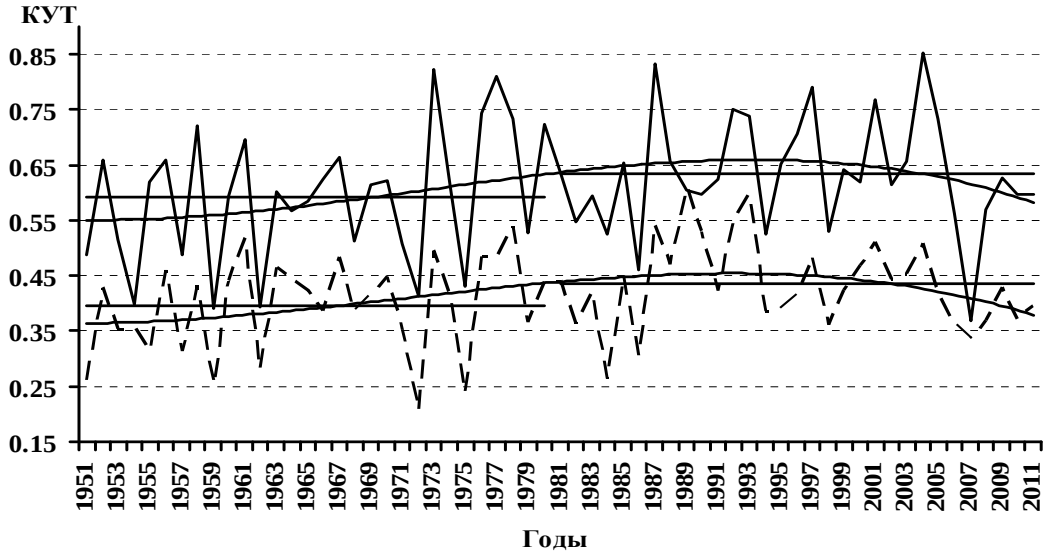


Рис. 1. Межгодовой ход годового увлажнения (КУТ) в период 1951-2011 гг. на территории Кумо-Манычской впадины (сплошная линия), Северо-Западного Прикаспия (пунктирная линия). Прямые линии: средние значения КУТ в периоды 1951-1980 и 1981-2011 гг. Тонкой линией показан полиномиальный тренд 3-го порядка. **Fig. 1.** Interannual variations of the annual humidification (Moisture Index, MI) in the period 1951-2011 in the Kuma-Manych depression (solid line), North-West Caspian (dotted line). Direct line: mean MI values in the periods 1951-1980 and 1981-2011. The polynomial trend of the third order is shown by the thin line.

Изменение годового увлажнения на сравниваемых территориях было синхронным до 1987 г. (рис. 1). Затем увлажнение территории Северо-Западного Прикаспия, достигнув своего максимального значения в 1989 г., начало понижаться, а увлажнение территории Кумо-Манычской впадины стало снижаться после максимума в 2005 г. Наиболее резкий качественный скачок в сторону увеличения годового увлажнения Северо-Западного Прикаспия произошел в период 1986-1989 гг.

Наибольшее увлажнение в сезон активной вегетации в период 1951-2012 гг. наблюдалось на территории рассмотренных районов в различные временные интервалы: на территории Кумо-Манычской впадины – в 1973-1978 гг., а в Северо-Западном Прикаспии – в 1989-2003 гг. (рис. 2).

Рост увлажнения Кумо-Манычской впадины произошел почти одновременно с началом интенсификации глобального потепления (конец 1970-х годов). Относить данное повышение увлажнения вегетационного сезона к региональному проявлению глобального потепления пока нет достаточных оснований. Вероятнее, что наблюдалась многолетняя положительная аномалия влажности регионального климата.

Принимая во внимание эту точку зрения, дополнительно рассмотрим межгодовой ход экстремумов увлажнения (показатель MD_{SCEI}), экстремумов влажности почвы (показатель MD_{SWI}) и NDVI в последнее десятилетие.

Как видно из рисунка 3, на обеих территориях площадь, затрагиваемых засухой, увеличивалась по отношению к площади с переувлажнением. Отрицательные тренды показателя MD_{SCEI} отмечались во все сроки наблюдений. Хотя статистическая значимость линейных трендов показателя невелика, они все же отражают слабую тенденцию иссушения территорий.

Из имеющегося неполного ряда данных MD_{SWI} (рис. 4) в период с 1992 г. по 2011 г. можно сделать только предварительное заключение о характере изменения этого индекса. В мае в период 1992-2000 гг. площадь отрицательных экстремумов влажности почвы стала доминировать по отношению к площади положительных экстремумов на территории Северо-Западного Прикаспия с 1994 г., а в Кумо-Манычской впадине – с 1996 г., до этого наблюдалась обратная тенденция.

Следующий период 2007-2011 гг. характеризуется всреднем как более влажный по сравнению с периодом 1992-2000 гг. Выявленные особенности межгодового изменения экстремумов почвенной влажности в мае сохраняются и в июне. Из вышесказанного следует, что влажность почвы в мае повышалась на территории в начале и в конце рассмотренного периода. Необходимо также отметить, что межгодовые изменения показателя MD_{SWI} в мае в период 2007-2011 гг. согласуются с соответствующими изменениями показателей MD_{SCEI} и NDVI.

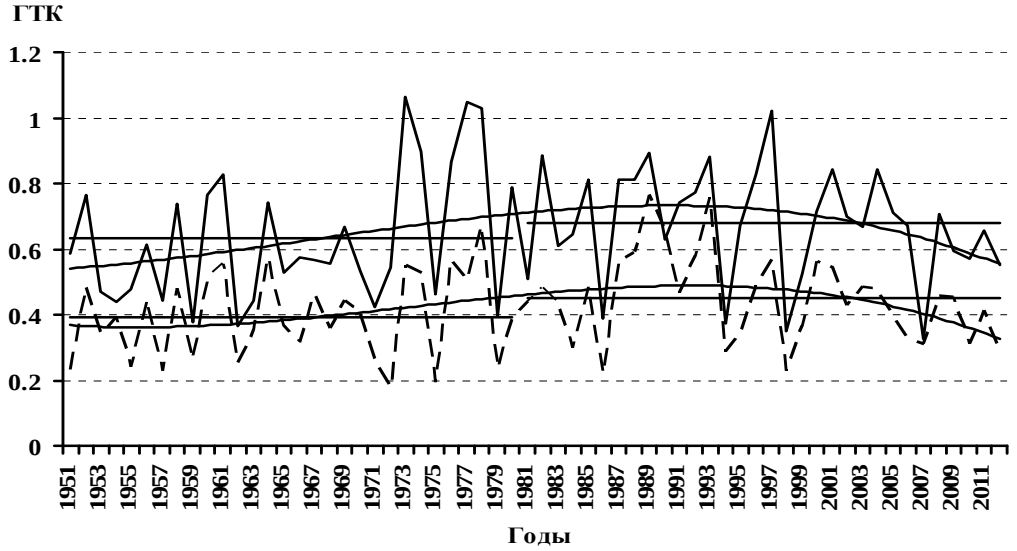


Рис. 2. Межгодовой ход увлажнения сезона активной вегетации (ГТК) в период 1951-2012 гг. на территории: Кумо-Манычской впадины (сплошная линия), Северо-Западного Прикаспия (пунктирная линия). Условные обозначения: прямые линии – средние значения ГТК в периоды 1951-1980 и 1981-2012 гг.; тонкой линией показан полиномиальный тренд 3-го порядка. **Fig. 2.** Interannual variations of the humidification in vegetation season (GTK) in the period 1951-2011 in the Kuma-Manych depression (solid line), North-West Caspian (dotted line). Symbols: Direct line – mean GTK values in the periods 1951-1980 and 1981-2011; the polynomial trend of the third order is shown by the thin line.

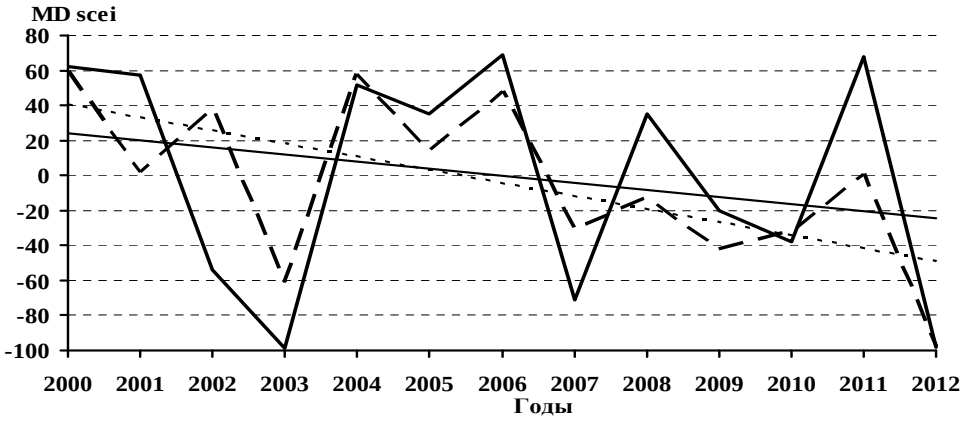


Рис. 3. Межгодовой ход MD_{SCEI} (%) с линейным трендом за период 9-25 мая на территории Кумо-Манычской впадины (сплошная линия) и Северо-Западного Прикаспия (пунктир). **Fig. 3.** Interannual variations MD_{SCEI} (%) with the linear trend in the period 9-25 May in the Kuma-Manych depression (solid line) and in the North-West Caspian (dotted line).

Представляет интерес сравнение наметившейся отрицательной тенденции увлажнения с изменением индекса растительности NDVI в последнее десятилетие на исследуемых территориях. Как видно из рисунка (рис. 5), тенденция изменения NDVI отрицательная, хотя значимость тренда невелика. Скорость снижения NDVI выражена сильнее на территории Северо-Западного Прикаспия, чем на территории Кумо-Манычской впадины. Таким образом, выявленная слабая тенденция

уменьшения увлажнения на исследуемых территориях в XXI в. проявилась также в снижении NDVI.

Результаты, полученные при анализе ансамблевых расчетов годовых осадков и осадков сезона вегетации на глобальных климатических моделях CMIP5, ориентируют на следующий ответ на вопрос о сохранении наметившейся отрицательной тенденции увлажнения засушливых земель ЕТР в XXI в. По оценкам ансамблевых расчетов 31-й МОЦАО количество годовых осадков в период 2011-2030 гг. согласно сценарию RCP 4.5 увеличится на всей рассмотренной территории (таблица). В Кумо-Манычской впадине рост годовых осадков не превысит всреднем 3%, а в Северо-Западном Прикаспии – 5%. Рост годовых осадков произойдет, в основном, за счет осадков холодного периода и весенних осадков. С другой стороны, уменьшение суммы осадков на территории Кумо-Манычской впадины ожидается в июле-сентябре и в ноябре всреднем на 5-10%, а в Северо-Западном Прикаспии – в августе-сентябре и в ноябре до 5%.

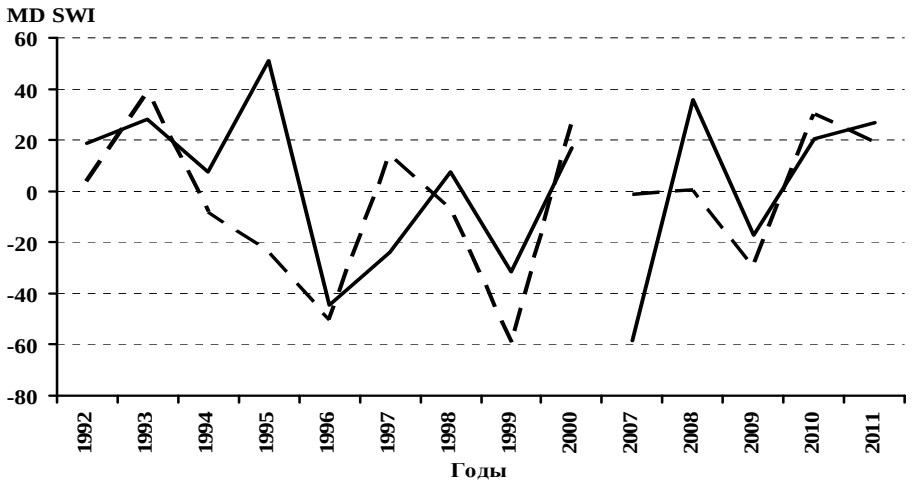


Рис. 4. Межгодовой ход MD_{SWI} (%) в мае на территории Кумо-Манычской впадины (сплошная линия) и Северо-Западного Прикаспия (пунктир). **Fig. 4.** Interannual variations MD_{SWI} (%) in May in the Kuma-Manych depression (solid line) and in the North-West Caspian (dotted line).

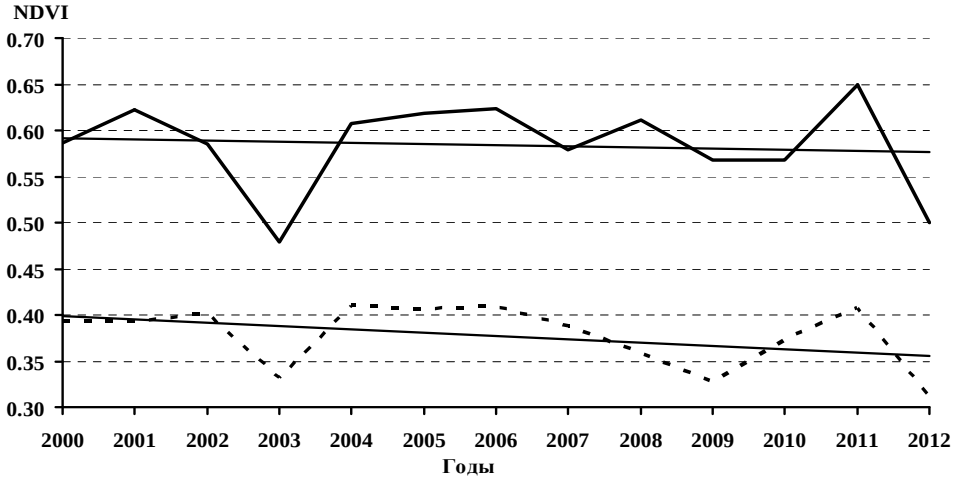


Рис. 5. Межгодовой ход NDVI за период 9-25 мая на территории Кумо-Манычской впадины (сплошная линия) и Северо-Западного Прикаспия (пунктир). **Fig. 5.** Interannual variations of NDVI for the period 9-25 May in the Kuma-Manych depression (solid line) and in the North-West Caspian (dotted line).

Другой сценарий RCP 8.5 предполагает аналогичные по знаку изменения годовых осадков и осадков вегетационного сезона в период 2011-2030 гг. на обеих территориях. Согласно этому сценарному прогнозу суммарные годовые осадки в Кумо-Манычской впадине могут возрасти до 4%, а в Северо-Западном Прикаспии – до 7%. Снижение количества осадков с июля по сентябрь на

территории Кумо-Манычской впадины может составить 10-12%.

Таким образом, с некоторой долей уверенности можно предположить, что тенденция медленного иссушения исследуемых территорий, по крайней мере в сезон вегетации, сохранится в ближайшие годы.

Таблица. Возможные изменения осадков (%) в период 2011-2030 гг. по ансамблю 31-й МОЦАО CMIP5 относительно базового периода 1981-2000 гг. на территории Кумо-Манычской впадины (1) и Северо-Западного Прикаспия (2) согласно сценариям RCP 4.5 и RCP 8.5. **Table.** Possible changes in precipitation (%) in the period 2011-2030 as projected by an ensemble of GCM CMIP5 in comparison with the base period 1981-2000 in the Kuma-Manych depression (1) and the North-West Caspian (2) according to the scenarios RCP 4.5 and RCP 8.5.

Район	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
	RCP 4.5											
1	10	10	10	7	9	4	-5	-10	-10	7	-5	10
2	7	7	10.8	10	12	9	5	-5	-7	8	-5	10
	RCP 8.5											
1	10	10	9	7	10	5	-12	-10	-10	10	5	12
2	10	11	10	8	12	12	-5	5	-5	10	7	10

Заключение

Многолетняя положительная аномалия влажности регионального климата наблюдалась на засушливых землях ЕТР во второй половине XX в. Увлажнение Кумо-Манычской впадины и Северо-Западного Прикаспия изменялось почти синхронно до начала 1990-х годов. Максимальное увлажнение Северо-Западного Прикаспия отмечалось в конце 1980-х годов, а Кумо-Манычской впадины в середине первого десятилетия XXI в. Затем стала формироваться слабая отрицательная тенденция увлажнения на исследуемых территориях, которая в первом десятилетии XXI в. подтверждается увеличением площади засух по сравнению с площадью переувлажненных участков и снижением индекса растительности NDVI. Скорость нарастания площади засух и уменьшения NDVI была выше на территории Северо-Западного Прикаспия, чем на территории Кумо-Манычской впадины.

Наметившаяся в XXI в. смена тенденции увлажнения не противоречит рассмотренным сценарным прогнозам будущего климата на засушливых землях ЕТР. Согласно прогнозам ожидается снижение количества осадков во второй половине лета – начале осени на территории Кумо-Манычской впадины и Северо-Западного Прикаспия в период 2011-2030 гг., что возможно поддержит тенденцию снижения увлажнения засушливых земель.

Полученные результаты детализируют представление о будущем развитии климатической составляющей опустынивания засушливых земель ЕТР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вомперский С.Э., Добровольский Г.В., Сапанов М.К., Сиземская М.Л., Соколова Т.А. 2006. Рукотворный лесной оазис в полупустыне // Вестник РАН. Т. 76. № 9. С. 798-804.

Золина О.Г. 2011. Изменение длительности синоптических дождевых периодов в Европе с 1950 по 2008 годы и их связь с экстремальными осадками // Доклады РАН. Т. 436. № 5. С. 690-695.

Золотокрылин А.Н., Черенкова Е.А. 2006. Изменение индикаторов соотношения тепла и влаги, биопродуктивности в зональных равнинных ландшафтах России во второй половине XX в. // Известия РАН. Серия географическая. № 3. С. 19-28.

Золотокрылин А.Н., Черенкова Е.А. 2009. Площадь засушливых земель равнин России // Аридные экосистемы. Т. 15. № 1 (37). С. 5-12.

Золотокрылин А.Н., Черенкова Е.А. 2011. Динамика границ зон увлажнения суббореальных ландшафтов России в XX-XXI веках // Известия РАН. Серия географическая. № 4. С. 33-41.

Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б. 2012. Спутниковый индекс климатических экстремумов засушливых земель // Аридные экосистемы. Т. 18. № 4 (53). С. 5-12.

Кузьмина Ж.В. 2007. Анализ многолетних метеорологических трендов на юге России и Украины (от лесостепи до пустыни) // Аридные экосистемы. Том 13. №32. С. 47-59.

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

Опарин М.Л. 2007. Антропогенная трансформация и естественное восстановление биоты сельскохозяйственных ландшафтов Нижнего Поволжья и Закавказья // Автореф. дис. … докт. биол. наук. Москва. 46 с.

Сажин А.Н., Петров С.А., Погосян Н.В., Васильев Ю.И., Волошенкова Т.В., Козина О.В., Моников С.Н. 2006. Связь внутривековых изменений увлажнения со сменой циркуляционных эпох и ее отражение в природных процессах Атлантико-Европейского сектора Евразии // Известия РАН. Серия географическая. №1. С. 26-34.

Семенов С.М., Гельвер Е.С. 2003. Климатические изменения годовой суммы осадков и частоты измеренных осадков на территории России и соседних стран в XX веке // Доклады РАН. Т. 393. № 6. С. 818-821.

Сотнева Н.И. 2005. Динамика климатических условий второй половины XX в. района Джаныбекского стационара Северного Прикаспия // Известия РАН. Серия географическая. № 4. С. 74-83.

Титкова Т.Б. 2003. Изменения климата полупустынь Прикаспия и Тургая в XX в. // Известия РАН. Серия географическая. № 1. С. 106-111.

Черенкова Е.А., Золотокрылин А.Н. 2010. Реакция границ зон увлажнения равнин России на изменения климата // Метеорология гидрология. № 12. С. 17-25.

Черенкова Е.А. 2009. Сравнение показателей увлажнения суббореальных равнинных ландшафтов России // Аридные экосистемы. Т. 15. № 4(40). С. 5-12.

Bartalis Z., Wagner W., Naeimi V., Hasenauer S., Scipal K., Bonekamp H., Figa J., Anderson C. 2007. Initial soil moisture retrievals from the METOP-A Advanced Scatterometer (ASCAT) // Geophysical Research Letters. Vol. 34. P. 13-29. L20401. Doi:10.1029/2007GL031088.

United Nations Convention to Combat Desertification. 1994. In those Countries Experiencing Serioous Drought and / or Desertification, particulary in Africa // Interim Secretariat for the Convention to Combat Desertification. Geneve Executive Center-C. P. 76-1219. Geneve: Chatelaine. 71 p.

WCRP Coupled Model Intercomparison Project – Phase 5. 2011 // Special Issue of the CLIVAR Exchanges Newsletter. No. 56. Vol. 15. No. 2. P. 32-46.

HUMIDIFICATION OF DRYLAND OF THE EUROPEAN RUSSIA: THE PRESENT AND FUTURE

© 2014. A.N. Zolotokrylin, T.B. Titkova, E.A. Cherenkova

Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences
Russia, 119017 Moscow, Staromonetnyi per., 29, E-mail: azolotokrylin1938@yandex.ru

Evolution of dryland humidification of the European Russia in the second half of the 20th century – the first third of the 21st century was investigated. The humidification of the territory increased in recent decades of the 20th century. Tendency of humidification changed in the beginning of the 21st century. According to the model estimates of future climate of Russia as projected by an ensemble of global climate models CMIP5 during the period of 2011-2030, negative trend of the humidification will be sustained.

Keywords: moisture index, precipitation, evapotranspiration, SCEI, SWI, NDVI, hydrothermal coefficient.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 12-18

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 556.5 (470)

ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ ВОДНОСТЬ КАК ФАКТОР НАРУШЕНИЯ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕГО ДОНА

© 2014 г. В.А. Дмитриева

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

Поступила 24.06.2013

В статье рассматриваются высокая и низкая водность рек, водно-эрозионные процессы в бассейне Верхнего Дона с позиции нарушения гидроэкологической безопасности. Указаны причины возникновения, характер проявления опасных гидрологических явлений и процессов, природные и социально-экономические последствия.
Ключевые слова: маловодье, высокая водность, экстремальная гидрологическая ситуация, гидроэкологическая безопасность.

Неординарные, выходящие за рамки обычности, гидрологические ситуации признаются как экстремальные гидрологические ситуации. К ним относятся, прежде всего, чрезвычайно высокая водность, приводящая к катастрофическим наводнениям, затоплениям, разрушениям, материальным и иным потерям, а также исключительно низкая водность, формирующая маловодье и создающая водный дефицит, водный голод. При интенсивном хозяйственном использовании водного объекта в годы маловодья усиливается угроза качественного истощения водных ресурсов. Следствием экстремальных гидрологических ситуаций является экономический, экологический, социальный ущерб, нарушается гидроэкологическая безопасность проживания населения и функционирование хозяйственных отраслей. Данная проблема постоянно привлекает внимание исследователей, краткий обзор широкого спектра публикаций по ней приводится в (Экстремальные …, 2010). Экстремальные гидрологические ситуации определяются гидрологическими характеристиками редкой повторяемости (максимальные и минимальные расходы и уровни воды, скорости течения, расходы наносов, температура воды, толщина льда, индекс загрязнения воды и т.д.), формирование которых в каждом конкретном случае имеет свою специфику.

Результаты и обсуждение

На территории бассейна Верхнего Дона экстремальные гидрологические ситуации также имеют место. Они связаны в большей степени с формированием высокой и низкой водности в речных потоках. Качество воды в настоящее время не является проблемой повсеместной, а имеет локальное распространение. Значительную локальную угрозу представляет водная эрозия и связанные с ней оползневые процессы, деформация русел и берегов.

Донской бассейн в верхнем течении реки не представляет собой опасный регион по катастрофическим наводнениям, но затопления – при уровнях подъема воды в реках более чем на 2 м – возможны (Коронкевич и др., 2010). Формирование расходов воды в реках с вероятностью превышения менее 16.7%, относящихся к очень многоводным годам (Методические …, 2009), в настоящее время происходит все реже. Фактически измеренные максимальные расходы воды весеннего половодья редкой повторяемости зарегистрированы в 1888, 1942 и 1970 гг. (рис. 1). На реке Дон у г. Лиски наибольшие расходы воды весеннего половодья в 1942 и 1970 гг. (в 1888 и последующие до 1895 г. измерения расходов воды проводились только во время весеннего половодья) превосходили среднегодовые в 67 и 48 раз соответственно.

В период после 1970 г. по настоящее время отмечается устойчивое снижение максимальных расходов воды. Аналогичная трансформация максимальных расходов воды в р. Хопёр, самом крупном притоке Верхнего Дона. Хронологический график максимальных расходов воды констатирует отрицательную динамику максимальных расходов воды весеннего половодья (рис. 2).

Объем стока половодья в бассейне Дона также неуклонно сокращается (Киреева, Фролова, 2013).

Таким образом, вследствие снижения максимальных расходов воды весеннего половодья угроза катастрофических наводнений уменьшается. Гидроэкологическая безопасность населения и жизненно важных объектов в многоводную фазу водного режима, напротив, повышается.

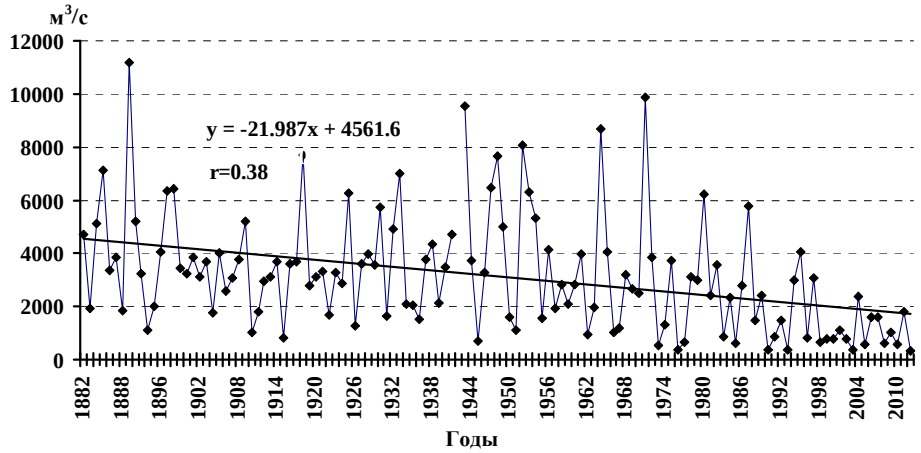


Рис. 1. Максимальные расходы воды весеннего половодья р. Дон–г. Лиски за 1881-2011 гг. **Fig. 1.** Maximum points of water consumption in the river Don in a spring flood time – Lisky town, 1881-2011.

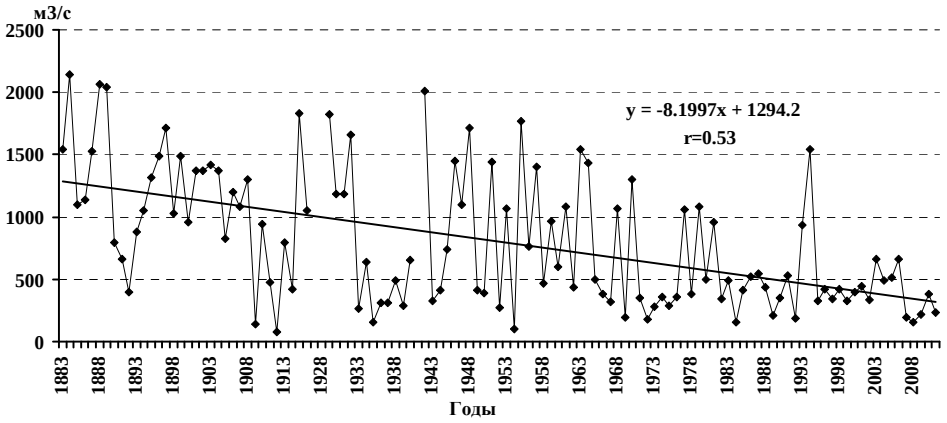


Рис. 2. Максимальные расходы воды р. Хопёр–г. Поворино за 1883-2011 гг. **Fig. 2.** Maximum points of water consumption in the river Khoper – Povorino town,1883-2011.

Участившимися опасными явлениями, отрицательно воздействующими на хозяйственную деятельность, являются резкие и кратковременные подъемы воды на малых реках, предшествующие основной волне весеннего половодья. Нередко на малых водотоках половодье предваряется увеличением водоносности рек, причиной которых являются зимние февральские или ранневесенние мартовские оттепели. При значительном и резком притоке инсоляции на всей площади бассейна малой реки начинается единовременное снеготаяние и стремительное увеличение расходов воды в реке. При выпадении в этот период жидких осадков усиливается эффект скоротечности образования угрожающего паводка, приводящего к экстремальным последствиям. Подтверждением сказанному может служить гидрограф реки Россошь у пгт. Подгоренский в 2010 г. (рис. 3).

Средний расход воды со значением 16.4 $м^3/с$ в марте 2010 г. в ряду наблюдений оказался максимальным за период наблюдений с 1961 г. (момента открытия поста), имеет обеспеченность 1.8%, превышает средний многолетний расход за период наблюдений и 1991-2011 гг. в 6.5 и 11.3 раза соответственно. Река Россошь с площадью водосбора 454 $км^2$ и длиной 35 км от истока до гидрологического створа представляет собой типичную малую реку. В результате повышения температуры воздуха на всей площади бассейна сформировался практически единовременный процесс таяния снега. Причиной столь бурного паводка послужил температурный скачок воздуха, который составил от 19 марта до 22 марта 16°С. Температура воздуха повысилась от -10.2°С до 5.8°С.

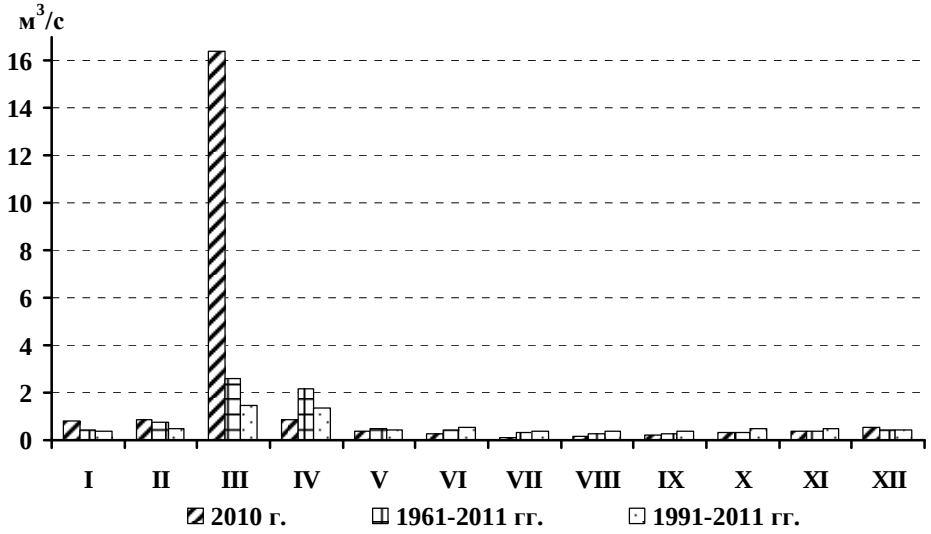


Рис. 3. Среднемесячные расходы воды р. Россошь – пгт. Подгоренский.
Fig. 3. Average monthly points of water consumption in the river Rossosh – Podgorensky township.

Гидрологическое событие не повлекло за собой катастрофических последствий только благодаря своевременному оповещению населения и хозяйствующих субъектов об изменениях в приземной атмосфере и гидросфере и принятию соответствующих мер. Именно такие паводки образовались в 2003 г. на реках Богучарка и Кантемировка в южной части Воронежской области, сопровождавшиеся разрушением дорожного полотна автомобильной дороги и мостов через названные реки.

Сложный характер весеннего половодья сложился в 2012 и 2013 гг., наиболее атипичный в Воронежской области Донского бассейна. Он связан с невысокой, ниже многолетней нормы, водностью рек. Речной сток, сформированный на собственной территории в 2012 г., был также мал, как и в предыдущем, 2011 году. Увеличение водности рек последовало только после поступления на территорию области транзитных вод из верховий Дона и его притоков, образовавших вторую волну весеннего половодья. Следствием неординарного весеннего половодья и невысокой его водности явилась нехватка вешней воды для заполнения прудов.

Зима 2012-2013 года в Воронежской области отличалась малой снежностью, что, как и в предыдущем весеннем сезоне, сулило незначительное по объему весеннее половодье местного формирования. Но в верховьях рек Дон, Воронеж, Битюг к концу зимы накопились значительные снегозапасы, способные сформировать достаточно высокое транзитное половодье на территории Воронежской области. В реальности из-за особых метеорологических и погодных условий марта, особенно его второй половины, и начала апреля, после обильных снегопадов и резкого притока инсоляции сложился атипичный режим весеннего половодья. Он характеризовался высоким и дружным подъемом воды, что на некоторых малых реках сопровождалось затоплением прибрежных территорий (в Калачеевском районе от р. Подгорная, в Семилукском от р. Девица и др.). В то же время на востоке Воронежской области весенний подъем воды в реках Хопер, Ворона и др. не достиг уровня предыдущего года. В Донском бассейне Липецкой области больших подтоплений и наводнений на реках не наблюдалось, так как снегозапасы холодного полугодия формировались на речном водосборе более равномерно во времени и пространстве.

Большую угрозу безопасности населения и нормальному функционированию объектов экономической и социальной сферы в настоящее время представляют маловодья. К маловодным относятся годы обеспеченностью 66.7% (повторяемость 1 раз в 3 года) и более, а к очень маловодным – обеспеченностью 83.3% (повторяемость 1 раз в 6 лет) и более (Методические …, 2009). Несмотря на увеличение стока межени и выравнивание годового стока по сезонам (Дмитриева, 2010), наступление маловодного года или группы маловодных лет вполне вероятно (рис. 4, 5).

Самая низкая водность в верхней трети бассейна Верхнего Дона чаще приходится на летнюю межень, и много реже – на зимнюю. Сокращение водоносности рек в летний период чревато особо отрицательными последствиями. Годы исторического маловодья 1972 и 1975 гг. дополнил 2010 г. Величина расхода воды в реках в этом году была выше, чем в названные годы, однако, водность в межень была очень низкой и составляла 37-59% от нормы. Нижняя граница относится к рекам юго-

востока Воронежской и Белгородской областей. Столь низкая величина стока рек объясняется тем, что реки юга и юго-востока областей имеют слабое подземное питание. Доля подземного питания в годовом объеме не превышает 23%. В жаркое лето 2010 г. из-за недостатка разгрузки подземных вод в русловую емкость реки, не имея поверхностного притока, только мелели вследствие испарения воды с зеркала речного русла. В реках, имеющих более устойчивое подземное питание (Дон, Хопёр и др.), такого снижения водности в летнюю жару не отмечалось. Более показательное представление о водности в межень дают значения минимальных расходов воды за данный период (табл.).

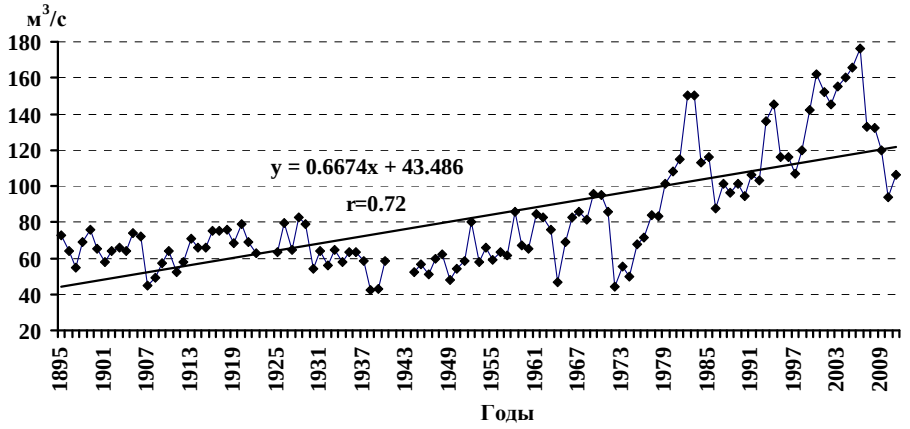


Рис. 4. Минимальные расходы воды летней межени р. Дон – г. Лиски за 1895-2011 гг. **Fig. 4.** Minimum points of water consumption in the river Don during summer mean water time – Lisky town, 1895-2011.

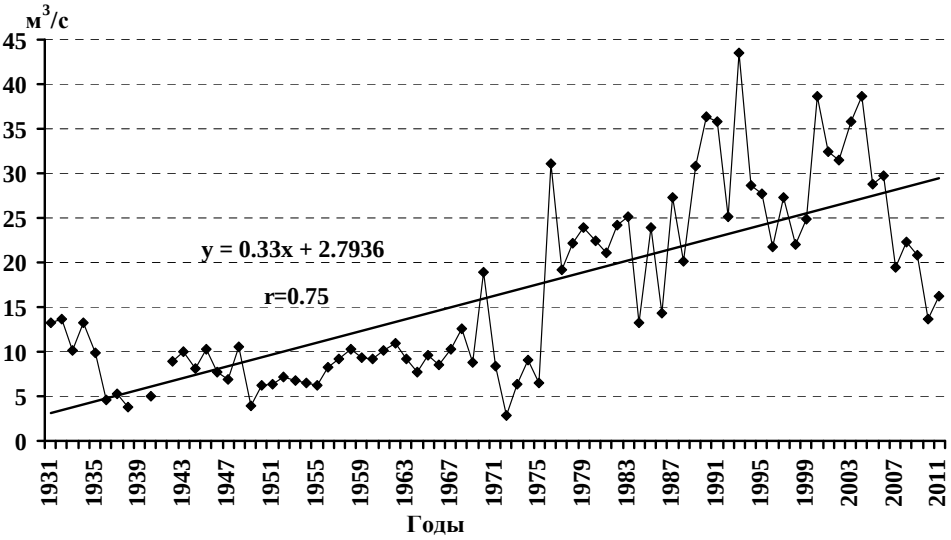


Рис. 5. Минимальные расходы воды летней межени р. Хопёр– г. Поворино за 1931-2011 гг. **Fig. 5.** Minimum points of water consumption in the river Khoper during summer mean water time – Povorino town, 1931-2011.

В таблице для сравнения приведены расходы воды названной категории речного стока в очень засушливые 1972, 1975 и 2010 гг. В эти годы пересыхали не только малые реки, но даже колодцы. Сопоставление данных показывает, что сток межени 2010 г. на всех реках был выше, чем в аналогичный период 1972 и 1975 г. Так что в гидрологическом отношении 2010 г. был не самым неблагоприятным, но достаточно сложным, особенно на востоке Воронежской области. Обмеление рек и прудов, пересыхание колодцев было явлением повсеместным.

Маловодье отдельных лет не представляет большой угрозы, хотя при глубоком падении водоносности рек последствия могут быть самыми тяжелыми. Если маловодье длится чередой лет, то гидрологическая ситуация складывается много сложнее. Гидрологическая обстановка 2010 г. имела негативное продолжение в 2011 г. Можно констатировать, что весеннее половодье в 2011 г. фактически не состоялось. Так, осенние осадки сформировали увеличение водности в реках, но, поскольку почва к осени была исключительно сухая и влагоемкая, фильтрация воды была большой. Осадки холодного периода выпали в достаточном количестве для образования весеннего половодья большого объема, но так как они легли на талую землю, достаточно сильно обезвоженную в летнюю

жару, то половодья не произошло. Склоновый сток был ничтожно мал, и в целом поверхностный речной сток получился низким. Вся образовавшаяся вода заполнила только русловую емкость, выхода воды на пойму не было. Наблюдалось исключительно редкое событие для Верхнего Дона: зимняя межень, минуя стадию половодья, перешла в летнюю межень. В результате те пруды, которые были спущены осенью 2010 г. на территории Липецкой, Воронежской, Белгородской областей, весной 2011 г. оказались незаполненными водой или заполнены частично.

Таблица. Минимальные суточные расходы воды летней межени в годы экстремально низкой водности.
Table. Average daily points of water consumption during summer mean for years of extreme shortage of water.

№ п/п	Река – пост	1972 г.		1975 г.		2010 г.	
		Q, м^3/с	Дата	Q, м^3/с	Дата	Q, м^3/с	Дата
1	Дон – Задонск (Липецкая обл.)	38.0	15.08	43.2	22.06	74.9	19.08
2	Дон – Лиски	44.0	28.08	67.6	08–09.09	60.0	28–29.08
3	Девица – Девица	0.52	27–28.07	0.78	22.07	1.06	19.08
4	Битюг – Бобров	1.52	30.06	1.67	02.07	4.42	25–26.08
5	Чигла – Первомайский	прсх.	12.7–7.08	прсх.	28.5–6.07	0.42	25.08
6	Россошь – Подгоренский	0.063	21.08	0.092	15–16.07	0.11	04–12.06
7	Подгорная – Калач	0.12	10.08	0.26	31.5	0.64	19–20.09
8	Хопёр – Поворино	6.70	15–25.09	10.6	31.08	13.7	18.08
9	Хопёр – Новохопёрск	11.2	11.09	18.7	23.09	26.0	13.09
10	Ворона – Чутановка (Тамбовская обл.)	0.94	09–15.09	1.28	22–25.07	2.04	15.09
11	Ворона – Борисоглебск	3.94	07.09	7.28	28–29.06	10.3	26–31.08
12	Тихая Сосна – г. Алексеевка (Белгородская обл.)	0.46	16.04	0.63	12.08	-	-

Примечание к таблице: пункты наблюдений 2-9, 11 расположены на территории Воронежской области;
- отсутствие фактических данных. **Note to table:** points 2–9, 11 are located in Voronezh region, - data is failure.

Произошло понижение уровня грунтовых вод. Косвенным показателем этого процесса является усыхание лиственных и хвойных деревьев летом 2011 г., уже после перезимовки и весеннего распускания листьев лишившихся достаточного водообеспечения корневой системы.

С уменьшением водности в годы маловодья за счет снижения разбавляющей и транспортирующей способности потока увеличивается концентрация загрязняющих веществ в воде и донных отложениях водных объектов, служащих приемниками сточных вод. Вследствие этого возрастает опасность дефицита воды не только по количеству, но по качественным показателям.

В современный период вода лучше и быстрее прогревается. В многолетнем разрезе этому способствует общее потепление климата. За период измерений температуры воды в стационарных гидрологических пунктах на Воронежском водохранилище у г. Воронеж и р. Воронеж у с. Чертовицкое (в истоке водохранилища) отмечается выраженная, хотя и слабая, динамика данного показателя. Максимальная температура воды в водохранилище имеет отрицательную тенденцию, а в створе на реке – положительную тенденцию. Амплитуда различий температуры для реки и водохранилища сокращается (рис. 6).

Прогревание воды в реке при снижении водности имеет свои негативные гидроэкологические последствия. Во-первых, увеличение температуры воды способствует развитию водной растительности, зарастанию русел рек, образованию застойных зон и заводей. Во-вторых, одновременный рост температуры воды и воздуха усиливает процесс испарения с акватории водного зеркала, что ведет к обмелению рек и водоемов. В-третьих, в результате активизации химических реакций при повышении температуры воды снижается ее качество по физико-химическим, микробиологическим и иным показателям. Последствием всех этих процессов является дефицит водных ресурсов, возникновение гидроэкологического риска или даже экстремальной гидрологической ситуации, в конечном итоге – снижение гидроэкологической безопасности.

К экстремальным гидроэкологическим ситуациям могут привести оползневые процессы, связанные с деятельностью вод. Критическая ситуация создается на правобережье Дона вблизи г. Павловск Воронежской области. Обрушение берегов стремительно ускоряется и подбирается к жилым постройкам. Современный геоморфологический процесс формирования вогнутого берега р. Дон особенно активен в пору весеннего половодья при неустановившемся движении высокой воды, косоструйности водного потока, сопровождается размывом коренных пород. В остальные гидрологические сезоны его интенсивность выражена слабее. Эрозионные оползневые процессы, ведущие к разрушению дорожного полотна автомобильной магистрали, наблюдаются в районе г. Острогожск Воронежской области.

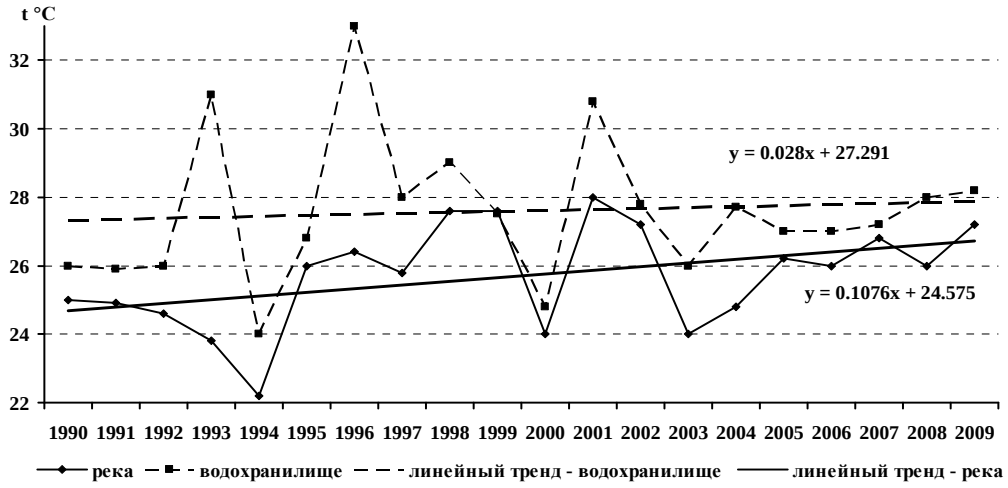


Рис. 6. Максимальная месячная температура воды р. Воронеж – с. Чертовицкое и вдхр. Воронежское – г. Воронеж в 1990-2009 гг. **Fig. 6**. Maximum monthly temperature of water in the river Voronezh (Chertovitskoe village) and Voronezh reservoir, 1990-2009.

Выводы

Нарушение гидроэкологической безопасности на речном водосборе Верхнего Дона связано как с наступлением маловодья, особенно чередой маловодных лет, так и зимних и весенних паводков перед прохождением основной волны половодья.

Снижение объема и максимума весеннего половодья в целом повышает гидроэкологическую безопасность, но может явиться причиной недостатка воды при заполнении и последующем использовании для различных водохозяйственных целей многочисленных искусственных водоемов в бассейне Верхнего Дона.

Увеличение осенне-зимнего стока ведет к подтоплению земель и развитию оползневых процессов, но способствует более равномерному внутригодовому распределению стока и тем самым повышению гидроэкологической безопасности.

Рост температуры воды в водных объектах стимулирует вегетацию водной растительности, ускоряет эвтрофирование мелководий и нарушает процессы самоочищения воды.

Очевидно, предотвращение или минимизация отрицательных последствий, вызываемых опасными гидрологическими явлениями, и опережение экстремальных гидрологических ситуаций могут быть достигнуты только благодаря их своевременному прогнозированию и устранению, заблаговременному оповещению населения и оперативному принятию мер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дмитриева В.А. 2011. Внутригодовая и многолетняя динамика сезонного речного стока // Аридные экосистемы. Т. 17. № 2 (47). С. 23-32.

Киреева М.Б., Фролова Н.Л. 2013. Современные особенности весеннего половодья рек бассейна Дона // Водное хозяйство. № 1. С. 60-76.

Коронкевич Н.И., Зайцева И.С., Барабанова Е.А. 2010. Экстремальные гидрологические ситуации и мероприятия по защите от них [СД-диск] // Труды XIV съезда РГО, 11-14 декабря 2010 г. Т. III. Ч. 2. С. 165-168.

Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. 2009. / Под ред. А.В. Рождественского. СПб.: Нестор-История. 193 с.

Экстремальные гидрологические ситуации. 2010. / Под ред. Н.И. Коронкевича, Е.А. Барабановой, И.С. Зайцевой. М.: ООО Медиа-ПРЕСС. 464 с.

EXTREME LEVELS OF WATER CONSUMPTION AS A FACTOR OF BREACH OF HYDROECOLOGICAL SAFETY IN THE UPPER DON BASIN

© 2014. V.A. Dmitrieva

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

The high and low levels of water consumption of rivers and water erosion processes in the Don Basin are considered in this article from the point of view of hydroecological safety. The causes of genesis and a character of passing of dangerous hydrological phenomena and processes are shown. Also natural and socio-economic impacts of dangerous hydrological processes are shown.

Key words: shortage of water, high water content, extreme hydrological situation, hydroecological safety.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 19-29

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 528.854:574.4:551.577.38

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА АРИДНОЙ И СЕМИАРИДНОЙ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН МОНГОЛИИ НА ОСНОВЕ ИНДЕКСА ВЕГЕТАЦИИ NDVI[1]

© 2014 г. А.К. Тулохонов*, Б.З. Цыдыпов*, А.Л. Волошин*, Д.Ж. Батуева*, Ц. Чимэддорж**

**Байкальский институт природопользования Сибирского отделения РАН*
Россия, 670047 г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6. E-mail: atul@binm.bscnet.ru
***Монгольский государственный сельскохозяйственный университет*
Монголия, 210153 г. Улаан-Баатар, Зайсан-53. E-mail: gantulaga@yahoo.com

Поступила 18.02.2013

Для модельных полигонов, расположенных в аридной и семиаридной климатических зонах Центральной Монголии, построены графики временного хода NDVI и карты его разновременных значений по снимкам Landsat. Проведена натурная ландшафтная индикация выделенных ареалов NDVI. Индикация подкреплена анализом растительности по экологическим группам по засухоустойчивости. Почти по всей территории выделенных полигонов прослеживается дигрессия растительности за данный период.
Ключевые слова: опустынивание, деградация растительности, аридная, семиаридная, Landsat, NDVI, ландшафтная индикация, эуксерофиты.

Более 85% территории Монголии находится в пределах засушливых климатических зон: экстрааридной, аридной, семиаридной, сухой субгумидной. Согласно определению Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (1994), деградация земель, протекающая в пределах этих климатических зон, называется опустыниванием. В своем развитии процессы опустынивания затрагивают и нарушают последовательно следующие компоненты геосистем: растительность, почвы и подстилающие горные породы, формы рельефа (Дамбиев, Тулохонов, 1993; Борликов, Харин и др., 2000). Растительность первой среди компонентов ландшафтов ощущает воздействие опустынивания (Гунин и др., 2003), поэтому исследованию ее изменений в результате этого дигрессионного явления нами уделено особое внимание.

Целью представленной работы является выявление и анализ изменений растительного покрова засушливых климатических зон Монголии с помощью комплекса натурных и дистанционных исследований.

Материалы и методы

Территория исследования. За годы выполнения проекта «Разработка системы комплексной индикации процессов опустынивания для оценки современного состояния экосистем Сибири и Центральной Азии, создание на ее основе прогнозных моделей и системы мониторинга» Программы фундаментальных научных исследований Президиума РАН (2008-2012 гг.) на территории Монголии заложен ряд модельных мониторинговых полигонов в различных широтных зонах по меридиональному трансекту (105°-107° в.д., 51°-44° с.ш.) с широким охватом территорий с засушливыми климатическими условиями. Данная работа позволила выявить основные факторы, агенты и тренды развития процессов опустынивания в различных климатических зонах (Волошин, 2009). Рассмотрены два модельных полигона в Центральной Монголии: 1) центральная часть аймака Дундговь (Среднее Гоби); 2) бассейн нижнего течения р. Хараагол, правого притока р. Орхон (территории аймаков Сэлэнгэ и Дархан-уул). Первый полигон расположен в пределах аридной

[1] Работа выполнена при частичной поддержке проекта РФФИ 12-05-98066-р_сибирь_а «Комплексные исследования процессов деградации и опустынивания земель Байкальского региона с использованием геоинформационных технологий».

климатической зоны и в ботанико-географическом отношении характеризуется доминированием опустыненных степей, второй – в семиаридной климатической зоне с преобладанием разнотравно-дерновиннозлаковых степей. Для исследования биофизических параметров растительности с использованием нормализованного разностного вегетационного индекса NDVI выбраны 3 ключевых участка: два находятся на территории Хараагольского мониторингового модельного полигона, третий – в пределах среднегобийского полигона.

Период исследования. Оценка временной динамики растительности по архивным данным геопортала Института космических исследований РАН (ИКИ РАН) произведена за 2001-2011 гг. Картографирование ареалов NDVI выполнено по спутниковым данным за первую половину сентября с 20-летним интервалом времени с 1990 по 2011 гг. Выбор периода исследования обоснован доступностью за этот период данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Мультиспектральные данные Landsat. Регулярная космическая съемка предоставляет объективный, оперативно получаемый материал о состоянии земной поверхности и ее изменениях, а современные геоинформационные технологии обработки космоснимков обеспечивают точное покоординатное совмещение разновременных материалов для изучения динамики изменений, происходящих на поверхности Земли. С геопортала Геологической службы США с помощью поисковой системы GloVis (http://glovis.usgs.gov) загружены необходимые разновременные мультиспектральные снимки спектрорадиометра TM спутника Landsat-5 на территории выбранных полигонов (для Хараагольского полигона path=132, row=26; для среднегобийского полигона path=131, row=28). Пространственное разрешение снимков равно 30 м/пиксел. Обязательным условием при загрузке снимков являлось полное отсутствие облачности (0%), высокое качество (Qlty=9) и достаточный уровень подготовки снимков (уровень L1T – ортотрансформирование, радиометрическая и атмосферная коррекции). Использование свободно доступных данных обуславливает достаточно легкое продолжение временной серии динамики растительности в последующие годы, а при необходимости также и расширение района исследования.

Цифровая модель рельефа (ЦМР) SRTM. При изучении ландшафтной структуры геосистем одной из важнейших задач является анализ ключевых морфометрических показателей. Применение возможностей ГИС и ЦМР позволяет значительно углубить и детализировать такой анализ (Pike, 1995). В последнее время широкое распространение получила глобальная ЦМР SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), которая является основой для крупномасштабного морфометрического картографирования (Farr et al., 2000). С ftp-сервера Геологической службы США были загружены высотные радарные данные SRTM v. 4. Все морфометрические показатели тестовых участков получены при анализе данной ЦМР. С целью проведения морфометрического анализа рельефа был построен и проанализирован (в совокупности с данными натурных наблюдений) ряд соответствующих морфометрических карт: гипсометрии, уклонов и экспозиции склонов земной поверхности. Также проведены работы по топографическому моделированию трехмерного изображения. В отличие от двумерной карты, трехмерные модели рельефа, драпированные космоснимком, позволяют отчетливо увидеть и визуально оценить форму и «пластику» рельефа, границы геоморфологических единиц и природных объектов.

Вегетационный индекс NDVI. Бурное развитие в последние десятилетия дистанционных, в первую очередь спутниковых, методов наблюдения открыло новые возможности для организации оперативного мониторинга растительности. Особое значение при построении систем дистанционного мониторинга приобретает возможность организации полностью автоматизированной обработки спутниковых данных. Она позволяет получать максимально объективную информацию, не зависящую от субъективного мнения отдельных специалистов, а также позволяет минимизировать расходы на эксплуатацию систем мониторинга. Такие технологии в последние годы активно разрабатываются и развиваются в ИКИ РАН. Они позволили создать и постоянно актуализировать архив спутниковых наблюдений на территорию России и сопредельных государств за период с 2000 г. по настоящее время (Лупян и др., 2004). Байкальский институт природопользования СО РАН и ИКИ РАН проводят совместные работы в области использования информационных технологий и данных ДЗЗ для решения научных задач мониторинга состояния и динамики растительного покрова. В основе автоматизированных технологий, созданных в ИКИ РАН, лежит анализ временного хода нормализованного разностного вегетационного индекса NDVI (Лупян и др., 2011). NDVI

основывается на анализе различий в отражении хлорофиллом в красной и ближней инфракрасной (БИК) зонах электромагнитного спектра, и дает численное значение для характеристики и оценки пространственной вариации биофизических параметров растительного покрова (Kauth, Thomas, 1976). Расчет NDVI базируется на двух наиболее стабильных, не зависящих от прочих факторов, участках кривой отражения растений. В красной области (0.6-0.7 мкм) лежит максимум поглощения солнечной радиацией хлорофилла высших сосудистых растений, а в БИК области (0.7-1.3 мкм) находится область максимального отражения от клеточных структур листа. Таким образом, высокая фотосинтетическая активность (связанная, как правило, с густой растительностью) ведет к меньшему отражению в красной области спектра и к большему отражению в БИК. Соотношение этих показателей друг к другу позволяет четко отделять растительные объекты от других природных объектов и проводить их анализ (Харин, Грингоф, 2002; Шовенгердт, 2010). Имеется опыт создания электронных карт осредненного показателя пороговой зеленой фитомассы за отдельные десятилетия (1982-1991 и 1992-2002 гг.) и разницы показателей между десятилетиями для территории южной Монголии (Гунин и др., 2004).

При идентификации видового состава растительности использовались определители растений Монголии (Грубов, 1982) и Бурятии (Аненхонов и др., 2001).

Результаты и их обсуждение

Семиаридная климатическая зона. Среди выделенных FAO-UNEP типов опустынивания (Provisional …, 1981) на большей части бассейна р. Селенги, особенно в монгольской его части, наиболее широко распространена деградация растительного покрова. Она проявляется в изменении структуры растительности степных, лесостепных, луговых фитоценозов, сукцессии их видов синантропными, уменьшении проективного покрытия и высоты травостоя (Микляева и др., 2004). В отдельных местах с наиболее интенсивным развитием процессов деградации и опустынивания земель, обусловленных большой плотностью выпасаемых животных на легкоразвеваемых песчаных и супесчаных почвах, дигрессионные процессы степных и лесостепных геосистем еще более усиливаются. В результате этого в них происходит разрушение почвенного покрова под воздействием вытаптывания и последующего развевания, и перестройка существующих форм микрорельефа. Особенно сильное проявление таких процессов было нами отмечено на слабозалесенном сосной *Pinus sylvestris* L. и засухоустойчивыми ильмами *Ulmus pumila* L. Хараагольском песчаном массиве (абсолютные отметки высот 735-815 м).

Согласно схеме ландшафтно-экологического районирования (Гунин, Востокова, 2000), расположенный в центральной части бассейна р. Селенга Хараагольский модельный полигон находится в зоне высокой экологической напряженности, обусловленной как природными, так и антропогенными факторами. Рассмотрим ключевой участок площадью 19.16 км^2, расположенный в северной части Хараагольского полигона, в 3 км юго-западнее г. Дархан. Большая часть этого участка находится на расчлененных склонах низкогорий Орхон-Хараагольского междуречья (абсолютные отметки высот 810-870 м; рис. 1), характеризуется степной карагано-злаково-холоднополынной (*Artemisia frigida–Leymus chinensis–Caragana microphylla*) растительностью. Как показали проведенные геоботанические обследования, в проективном покрытии растительности участка доминирует карагана мелколистная *Caragana microphylla* (Pall.) Lam. (17-20%), широкое распространение имеют полынь холодная *Artemisia frigida* Willd., колосняк китайский *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvelev и др. Большая часть данного земельного угодья используется как пастбище (Цыдыпов и др., 2012б).

Используя доступ к спутниковому сервису мониторинга состояния растительности «Вега» построены осредненные кривые NDVI для Хараагольского участка за первые 11 лет XXI столетия (Лупян и др., 2011). Видна некоторая неравномерность распределения NDVI по годам, что обусловлено дифференциацией климатических условий. Среднее летнее значение NDVI в 2011 г. для участка равно 0.45, что говорит о разреженной растительности в этом году (рис. 1). Отметим, что в 2007 и 2008 гг. NDVI достигал достаточно высокого значения, равного 0.6, что связано с повышенными значениями температуры и режимом увлажнения в летние месяцы в эти годы.

Подсчитаны и визуализированы индексы NDVI территории участка по мультиспектральным

космическим снимкам Landsat TM сентябрьских залетов 20-летней разницы: 1990 и 2010 гг. (рис. 2). Обработка изображений проведена с помощью программного комплекса ENVI 4.7 (www.ittvis.com/ENVI), который хорошо зарекомендовал себя как полнофункциональное решение для визуализации, обработки и анализа данных ДЗЗ. Задействованы 2 канала спектрорадиометра TM: № 3 – красный, № 4 – БИК. Во время полевых измерений подготовлены GPS-треки границ участков, которые впоследствии были конвертированы в векторные шейп-файлы, послужившие маской для выделения границ участков. Картирование ареалов NDVI с шагом 0.1 проводилось только в пределах выделенных замкнутых полигонов.

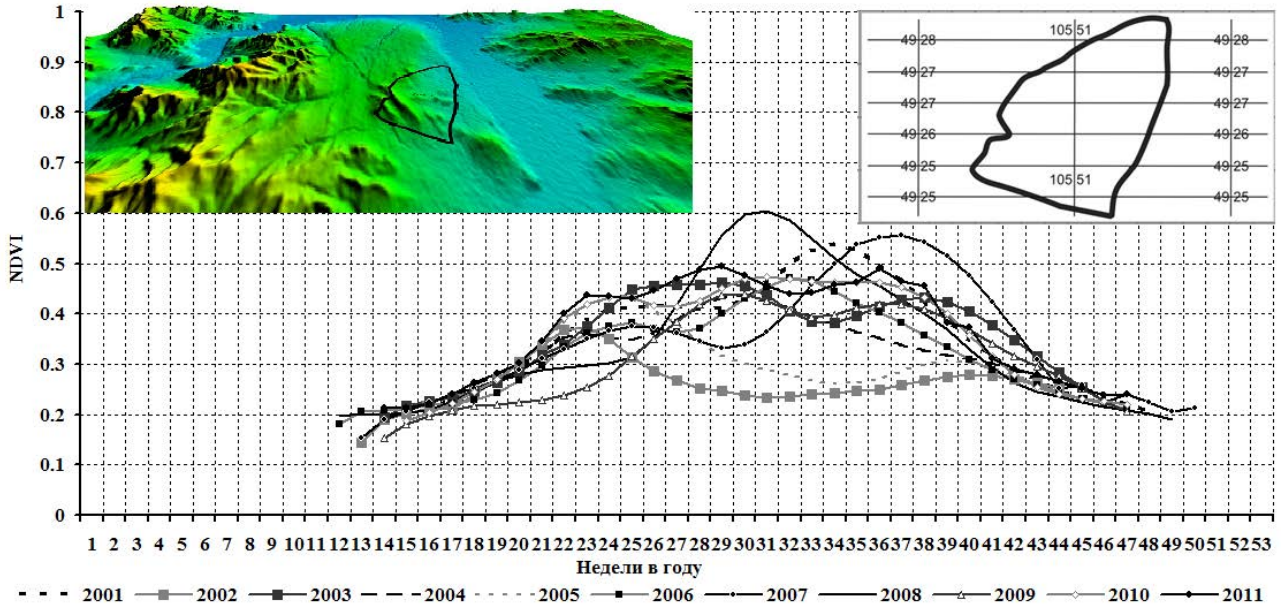


Рис. 1. Ход осредненного индекса NDVI за 2001-2011 гг. для территории северного участка Хараагольского полигона. Условные обозначения: вверху справа – схема участка, вверху слева – трехмерный вид на основе ЦМР SRTM v. 4. **Fig. 1.** Variations of averaged NDVI on 2001-2011 for the north area of the Kharaagol polygon. Symbols: the upper right inserted image is the scheme of the site; the upper left inserted image is 3D-view on the base of DEM SRTM v. 4.

Сопоставление изображений NDVI наглядно указывает на дигрессию растительности, обусловленную главным образом большой пастбищной нагрузкой. Если в сентябре 1990 г. большая часть участка (53%) характеризовалась значениями NDVI 0.3-0.4, то в сентябре 2010 г. 86% его площади – значениями 0.2-0.3 (табл. 1, рис. 2).

В ходе экспедиционных исследований 2010-2012 гг. выполнена натурная ландшафтная индикация ареалов NDVI с различными значениями, изучены природные и антропогенные факторы динамики их изменений. Значениям NDVI 0.1-0.2 от 8 сентября 2010 г., занимающим 8% территории (табл. 1) на местности, соответствуют территории убранных от посевов пашен, а также участки степных склоновых пастбищ, находящихся в стадии сильной дигрессии из-за перевыпаса на них скота и характеризуемых проективным покрытием растительности менее 50%.

Наиболее распространенное для участка сентябрьское значение NDVI 0.2-0.3 характерно в настоящее время для преобладающих здесь расчлененных склоновых эрозионно-денудационных степных ландшафтов с караганово-разнотравно-дерновиннозлаковой растительностью (*Leymus chinensis–Artemisianfrigida+Potentilla acaulis–Caragana microphylla*). Из-за перевыпаса скота растительность этих ландшафтов находится в стадии средней дигрессии, величина ее проективного покрытия составляет большей частью 65-70%. Из общего проективного покрытия растительности около 17-20% занимают кустарники караганы мелколистной *Caragana microphylla* (Pall.) Lam., 15-16% – колосняк китайский *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvelev, 12-13% – полынь холодная *Artemisia frigida* Willd., 9-10% –лапчатка бесстебельная *Potentilla acaulis* L.

Значения NDVI 0.3-0.4, характерные только для 6% площади участка (табл. 1), приурочены к

ложбинам и к наиболее западным и возвышенным (абсолютные отметки высот 810-870 м) верхним частям склонов. Проективное покрытие растительности фитоценозов достигает 80-85%. По видовому составу здесь преобладают осока твердоватая *Carex duriuscula* C.A. Mey., занимающая 27-33% проективного покрытия растительности, карагана мелколистная *Caragana microphylla* (Pall.) Lam. – 30-33%, колосняк китайский *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvelev – 10%, зопник клубненосный *Phlomis tuberosa* L. – 10%.

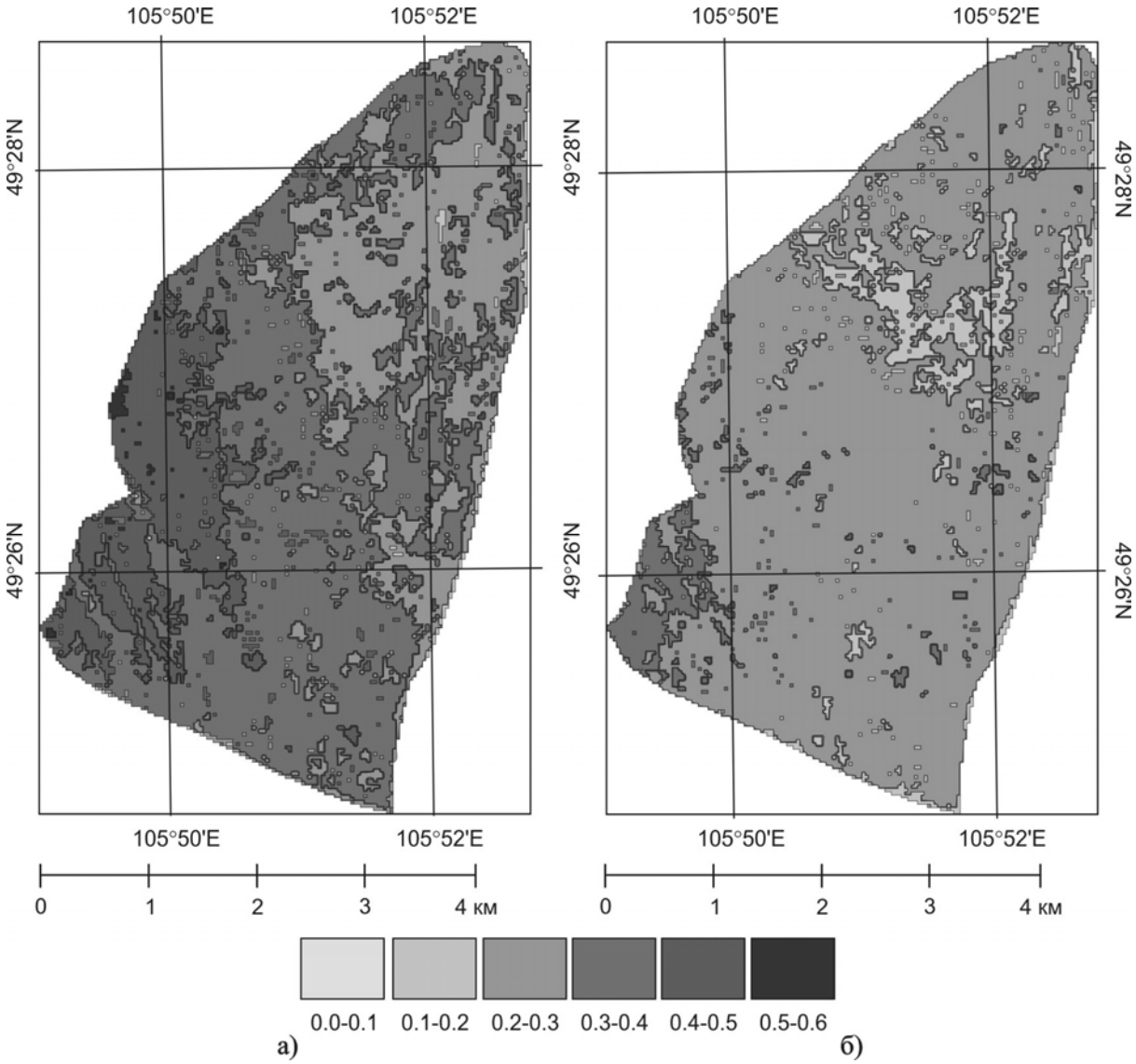


Рис. 2. Карты NDVI северного участка Хараагольского полигона. Условные обозначекния: обработанный снимок Landsat TM от 17.09.1990 (а) и от 08.09.2010 (б). **Fig. 2.** NDVI maps for the north area of the Kharaagol polygon. Symbols: processed image Landsat TM for September 17, 1990 (a) and for September 8, 2010 (б).

В сентябре 1990 г. некоторые из этих расположенных в западной части участка фитоценозов характеризовались значениями NDVI 0.4-0.55. По всей видимости, эти фитоценозы имели большее проективное покрытие (около 90-97%), более высока в них была доля осок, ковылей и разнотравья, в частности *Phlomis tuberose* L. Об этом свидетельствуют проведенные нами обследования смежных с ключевым участком территорий. Причиной дигрессии фитоценозов здесь также явился перевыпас скота.

Следует заметить, что синтезированные изображения NDVI характеризуют одномоментное состояние территории, но в целом они показывают динамику состояния геосистем. В идеале, конечно, необходимо брать усредненные изображения NDVI за декаду или месяц, например, как это

практикуется при обработке гиперспектральных снимков низкого разрешения MODIS Terra (усредненные значения позволяют избежать влияния случайных и некоторых систематических погрешностей). Но в связи с особенностями прохождения спутника Landsat (он возвращается на то же место через 16 суток) и условиями облачности не удается получить композитные изображения NDVI за определенный промежуток времени.

Таблица 1. Классификация по градациям NDVI территории северного ключевого участка Хараагольского полигона. **Table 1.** Classification on NDVI graduation for the north area of the Kharaagol polygon.

NDVI	17 сентября 1990 г.		8 сентября 2010 г.	
	Площадь, км^2	Площадь, %	Площадь, км^2	Площадь, %
0.0-0.1	0	0	0.0067	0
0.1-0.2	0.117	1	1.581	8
0.2-0.3	5.44	28	16.454	86
0.3-0.4	10.194	53	1.116	6
0.4-0.5	3.296	17	0.0072	0
0.5-0.6	0.1179	1	0	0
Всего:	19.1649	100	19.1649	100

Несколько иная картина наблюдается на южном участке Хараагольского модельного полигона, расположенном на песчаном массиве на левобережье р. Хараагол, в 18 км южнее степного ключевого участка. Площади территорий со значениями NDVI, равными 0.2-0.3 и 0.3-0.4, в 2010 г. по сравнению с 1990 г. незначительно уменьшились, но зато существенно (в 2 раза) увеличились площади ареалов со значениями NDVI 0.1-0.2, характерными для открытой почвы с редкой растительностью, что также, как и на северном участке полигона, свидетельствует о выраженном тренде деградации растительного покрова (табл. 2).

Таблица 2. Классификация по градациям NDVI территории южного Хараагольского участка.
Table 2. Classification on NDVI graduation for the south area of the Kharaagol polygon.

NDVI	17 сентября 1990 г.		8 сентября 2010 г.	
	Площадь, км^2	Площадь, %	Площадь, км^2	Площадь, %
0.0-0.1	0.063	0	0.1719	1
0.1-0.2	5.286	16	11.147	34
0.2-0.3	21.934	67	16.808	51
0.3-0.4	5.035	16	4.507	14
0.4-0.5	0.3339	1	0.0324	0
0.5-0.6	0.0144	0	0	0
Всего:	32.6663	100	32.6663	100

Проведенные натурные ландшафтные обследования 2008-2012 гг. на Хараагольском песчаном массиве и его окрестностях свидетельствуют, что основным фактором деградации покрывающей его растительности является выпас и прогон сельскохозяйственных животных, преимущественно овец и коз, в меньшей степени – лошадей и крупного рогатого скота. Сравнительный анализ изменения значений NDVI с климатическими показателями (количеством атмосферных осадков, показателями температуры и относительной влажности) корреляционной зависимости за 20-летний период не выявил.

Натурная ландшафтная индикация ареалов NDVI с различными значениями на этом массиве показала, что значения NDVI 0.1-0.2 характерны для поверхностей барханов, дюн и песчаных межбарханных и междюнных понижений со следами интенсивного прогона скота с проективным

покрытием растительности 3-15%. Значениям NDVI 0-0.1 соответствуют участки голых песков с проективным покрытием растительности до 3%. Преобладающим для большей части массива значениям NDVI 0.2-0.3 соответствуют поверхности сосновых (*Pinus sylvestris* L.) боров и небольших ильмовых (*Ulmus pumila* L.) рощ. Уменьшение их площадей в настоящее время по сравнению с 1990 г., помимо выпаса и прогона сельскохозяйственных животных, обусловлено также несанкционированными вырубками их древостоя на отдельных участках и слабым развитием подроста. Характерным для 14-15% площади песчаного массива значениям NDVI 0.3-0.4 (табл. 2), приуроченным, в основном, к южной, наиболее его возвышенной части (абсолютные отметки высот 780-815 м), соответствуют более густые сосновые боры с хорошо выраженным подлеском из кустарников.

По данным Монгольского государственного национального статистического комитета (Монгол улсын…, 2009) на территориях аймаков Сэлэнгэ и Дархан-Уул в 2000-х годах наблюдалась устойчивая тенденция увеличения поголовья сельскохозяйственных животных. Проведенные нами экспресс-опросы аратов, ведущих свое хозяйство в пределах территории Хараагольского модельного участка, показали, что около половины из них мигрировали сюда (ближе к основным рынкам сбыта животноводческой продукции) со своими стадами в 2000-х годах из других периферийных аймаков Монголии: западных (большей частью) и гобийских.

Аридная климатическая зона. На территории аймака Дундговь (Среднее Гоби) с продвижением с севера на юг происходит постепенная смена ландшафтов опустыненных степей полупустынь пустынями с саксаулом (*Haloxylon* sp.). Обследования показали, что в условиях крайне недостаточного увлажнения (годовая сумма атмосферных осадков менее 100 мм на территории сомона Улзийт южной части аймака Дундговь, максимальная величиной в 150 мм в северной, полное отсутствие пресных поверхностных вод) гобийские ландшафты сильно уязвимы к деградационным процессам, в особенности к физическому выветриванию, дефляции, деградации растительности. И хотя в целом по территории аймака Дундговь пастбищная нагрузка небольшая из-за очень малой плотности животноводческих стоянок, вокруг стоянок в радиусе до 0.5-0.7 км земная поверхность отличается сильной выбитостью с почти полным отсутствием растительного покрова (проективное покрытие от 0 до 1%).

Севернее аймачного центра Мандалговь доминируют южносухостепные ландшафты, располагающиеся на 70-80% территории, опустыненно-степные занимают 10-20%, солончаковые и солонцово-солончаковые – менее 8%. К югу от Мандалговь в пределах среднегобийского модельного полигона преобладают опустыненно-степные ландшафты (65-75%), южносухостепные занимают 20-30%, солончаковые – менее 9% территории.

Осредненное значение NDVI за последнее десятилетие, агрегированное по модельному среднегобийскому полигону (Лупян и др., 2011), равно 0.12, что говорит о крайне скудной растительности (рис. 3). Проведенный анализ временного хода NDVI показывает уменьшение его значений в 2011 г. в августе (с 0.17 до 0.135) и в июне (с 0.15 до 0.125) по сравнению с 2010 г. (Цыдыпов и др., 2012а). Сравнение результатов проведенных нами натурных геоботанических обследований 2011-2012 гг. с результатами обследований 2010 г. гобийских участков по экологическим группам подтверждает этот вывод, свидетельствуя об увеличении доли растений-эуксерофитов в проективном покрытии разных участков на 12-15%, указывая на продолжающуюся инвазию эуксерофитных пустынных видов растений на север. Так, на ключевом участке, расположенном в равнинных каменистых опустыненных степях в 20 км южнее Мандалговь, доля эуксерофитов в проективном покрытии увеличилась с 77% в августе 2010 г. до 96% в августе 2012 г.

Более наглядно тренд ксерофитизации гобийской растительности демонстрирует анализ индексов NDVI территории среднегобийского полигона по разновременным сентябрьским снимкам Landsat TM 1990 и 2011 гг. Так, если в сентябре 1990 г. 75% площади полигона характеризовалось значением NDVI, равным 0-0.1, то в сентябре 2011 г. площади со значениями NDVI, равными 0-0.1 составили уже 92% (табл. 3). Проведенная натурная ландшафтная индикация ареалов с разновеликими значениями NDVI показала, что преобладающие (92% площади) значения 0.0-0.1 характерны для каменистых опустыненных степей с доминированием лука многокорневого *Allium polyrrhizum* Turcz. ex Regel, характерного в 90-х годах XX века для более южных гобийских районов. Ареалы со значениями NDVI 0.1-0.2, занимающие в настоящее время всего 8% площади

среднегобийского полигона, свойственны для осоково-чиевых (*Achnaterum splendens–Carex duriuscula*) сообществ солончаково-мелкоземистых равнин.

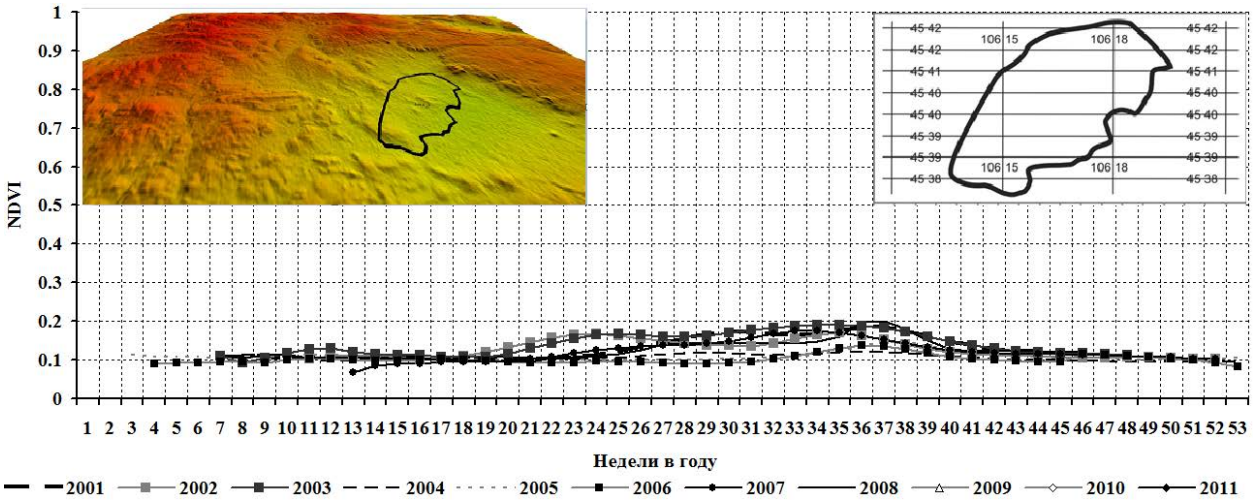


Рис. 3. Ход осредненного вегетационного индекса NDVI за 2001-2011 гг. для территории Среднегобийского полигона. Условные обозначения: вверху слева – трехмерный вид территории участка на основе ЦМР SRTM v. 4, вверху справа – схема участка. Fig. 3. Variations of averaged NDVI on 2001-2011 for the territory of the Middle Gobi polygon. Symbols: the upper left inserted image is 3D-view of the site on the base of DEM SRTM v. 4; the upper right inserted image is the scheme of the site.

Таблица 3. Классификация по градациям NDVI территории модельного полигона южнее Мандалговь.
Table 3. Classification on NDVI graduation for the model polygon, located near Mandalgov.

NDVI	10 сентября 1990 г.		4 сентября 2011 г.	
	Площадь, км^2	Площадь, %	Площадь, км^2	Площадь, %
0.0-0.1	28.2315	75	34.8506	92
0.1-0.2	8.941	24	2.888	8
0.2-0.3	0.5481	1	0.0054	0
0.3-0.4	0.0234	0		
Всего:	37.744	100	37.744	100

Доминантные виды растительных сообществ на ключевых участках Среднегобийского модельного полигона представлены в табл. 4. При ее составлении нами были применены следующие принципы: 1) при определении экологических групп растений учтено указание А.А. Горшковой (1982) о необходимости выделения их по одному фактору; 2) в основу выделения экологических групп растений положено их отношение к водному режиму по А.П. Шенникову (1950); 3) эколого-фитоценотический тип растений выделен согласно работе Т.И. Казанцевой (2009).

Анализ метеорологических данных свидетельствует о проявлении в XXI веке в Гоби более сильных засух в летний период, чем в минувшем столетии, что на наш взгляд, является основным фактором дигрессионного тренда гобийской растительности.

Выводы

Проведенные исследования с использованием методов, основанных на учете различий в спектральном отражении для разных каналов оптического диапазона, в совокупности с полевыми натурными измерениями свидетельствуют о том, что деградация растительного покрова на исследуемых полигонах за последние два десятилетия усиливается. Методы ДЗЗ, основанные на анализе пространственно-временной вариации биофизических параметров растительности,

позволяют оперативно выявлять участки экологической напряженности, обусловленные деградацией растительного покрова и опустыниванием.

Таблица 4. Доминантные виды растительных сообществ на ключевых участках Среднегобийского модельного полигона по данным натурных экспедиционных исследований 2010-2012 гг. **Table 4.** Dominant species of plant communities on the key sites of the Middle Govi model polygon on the base field expedition data 2010-2012.

Наименование растений	Проективное покрытие вида в растительном сообществе, %			Эколого-фитоценотический тип	Экологическая группа
	август 2010 г.	август 2011 г.	август 2012 г.		
Луково-полынно-ковыльковое сообщество с участием караганы Бунге щебнисто-каменистых равнин – гамад (45°40′25″N; 106°17′48″E; $h_{абс.}$=1335 м)					
Allium polyrrhizum Turcz. ex Regel Лук многокорневой	45	54	60	пустынностепной	эуксерофит
Stipa gobica Roshev.Ковыль гобийский	11	0	19	пустынностепной	эуксерофит
Artemisia frigida Willd. Полынь холодная	1	27	15	степной	эуксерофит
Caragana bungei Ledeb. Карагана Бунге	3	9	3	горностепной	эуксерофит
Salsola collina Pall. Солянка холмовая	8	0	0	пустынностепной	эуксерофит
Общее проективное покрытие сообщества, %	18	11	32		
Луково-баглурово-ковыльковое сообщество щебнисто-каменистых равнин – гамад (45°40'32"N, 106°19'06"E, $h_{абс.}$=1328 м)					
Anabasis brevifolia C.A. Mey Ежовник коротколистный	29	11	3	степнопустынный	эуксерофит
Stipa gobica Roshev. Ковыль гобийский	16	22	5	пустынностепной	эуксерофит
Artemisia xerophytica Krasch. Полынь сухорос	2	10	2	пустынностепной	эуксерофит
Artemisia Adamsii Besser Полынь Адамса	0	0	5	степной	эуксерофит
Allium polyrrhizum Лук многокорневой	9	9	60	пустынностепной	эуксерофит
Общее проективное покрытие сообщества, %	28	62	60		
Луково-ковыльно-осоковое сообщество с участием караганы Бунге солончаково-мелкоземистых равнин (45°39′49″N; 106°16′08″E, $h_{абс.}$=1324 м)					
Stipa gobica Roshev. Ковыль гобийский	28	8	9	пустынностепной	эуксерофит
Caragana bungei Ledeb. Карагана Бунге	19	11	11	горностепной	эуксерофит
Achnaterum splendens (Trin.) Nevski Чий блестящий	13	9	9	пустынностепной	ксеромезофит
Allium polyrrhizum Лук многокорневой	13	47	44	пустынностепной	эуксерофит
Carex duriuscula A. Mey. Осока твердоватая	0	15	19	степной	эуксерофит
Общее проективное покрытие сообщества, %	23	52	63		

Значения NDVI для различных ландшафтных зон характеризуются своими особенностями, поэтому выявленные по дистанционным материалам ареалы NDVI с целью их ландшафтной

индикации должны быть обязательно идентифицированы материалами непосредственных натурных наблюдений.

Для предотвращения развития процессов деградации и опустынивания земель на выявленных участках с наибольшей экологической напряженностью необходимо принятие срочных организационно-хозяйственных мероприятий по сохранению естественной растительности (мелиорация, регулирование выпаса скота и т.д.). Так, на рассматриваемых участках наблюдается перевыпас скота, обуславливающий чрезмерную нагрузку на пастбища и ведущий в свою очередь к дигрессии их растительного покрова. В этой связи местным животноводам и другим землепользователям необходимо рационально использовать пастбищные угодья, периодически меняя их для выпаса и регулируя тем самым пастбищеоборот земель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аненхонов О.А., Пыхалова Т.Д., Осипов К.И., Бадмаева Н.К., Мункуева М.С., Кривобоков Л.В., Намзалов Б.Б., Сэкулич И.Р., Суткин А.В., Тубанова Д.Я., Тубшинова Д.Б. 2001. Определитель растений Бурятии. Улан-Удэ: Издательство БНЦ. 670 с.

Борликов Г.М., Харин Н.Г., Бананова В.А., Татеиши Р. 2000. Опустынивание засушливых земель Прикаспийского региона. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ. 89 с.

Волошин А.Л. 2009. Тренды современных процессов опустынивания земель трансграничного бассейна р. Селенга // Материалы международной научной конференции «Трансграничные территории азиатской части России и сопредельных государств: геоэкологические и геополитические проблемы и предпосылки устойчивого развития». Улан-Удэ: Изд-во БГУ. С. 89-91.

Горшкова А.А. 1982. Значение эколого-физиологических методов в исследованиях растительного покрова // Нетрадиционные методы в исследованиях растительности Сибири. Новосибирск: Наука. С. 3-9.

Грубов В.И. 1982. Определитель сосудистых растений Монголии. Л.: Наука. 443 с.

Гунин П.Д., Золотокрылин А.И., Виноградова В.В., Бажа С.Н. 2004. Динамика состояния растительного покрова Южной Монголии по данным NDVI // Аридные экосистемы. Т. 10. № 24-25. С. 29-34.

Гунин П.Д., Востокова Е.А. 2000. Ландшафтная экология. М.: Биоинформсервис. 232 с.

Гунин П.Д., Микляева И.М., Бажа С.Н., Слемнёв Н.Н., Чердонова В.А. 2003. Особенности деградации и опустынивания растительных сообществ лесостепных и степных экосистем южного Забайкалья // Аридные экосистемы. Т. 9. № 19-20. С. 7-21.

Дамбиев Э.Ц., Тулохонов А.К. 1993. Антропогенное опустынивание в Бурятии // География и природные ресурсы. № 3. С. 60-63.

Казанцева Т.И. 2009. Продуктивность зональных растительных сообществ степей и пустынь Гобийской части Монголии. М.: Наука. 336 с.

Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. 2004. Технология построения автоматизированных систем сбора, обработки и хранения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т. 1. С. 81-88.

Лупян Е.А., Савин И.Ю., Барталев С.А., Толпин В.А., Балашов И.В., Плотников Д.Е. 2011. Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности («Вега») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т. 8. № 1. С. 190-198.

Микляева И.М., Гунин П.Д., Слемнёв Н.Н., Бажа С.Н., Факхире А. 2004. Нарушенность растительности степных экосистем // Аридные экосистемы. Т. 10. № 24-25. С. 35-46.

Харин Н.Г., Грингоф И.Г. 2002. Концептуальный подход к использованию вегетационного индекса для оценки деградации засушливых земель // Метеорология и гидрология. № 7. С. 83-93.

Цыдыпов Б.З., Волошин А.Л., Батуева Д.Ж., Гармаев Е.Ж., Аюржанаев А.А., Чимэддорж Ц. 2012. Динамика растительного покрова аридной климатической зоны Монголии с помощью индекса вегетации NDVI // Научный журнал Института ботаники АН Монголии. Улан-Батор. № 24. С. 129-135.

Цыдыпов Б.З., Волошин А.Л., Батуева Д.Ж., Чимэддорж Ц. 2012. Исследования деградации и опустынивания растительного покрова аридных и семиаридных геосистем Монголии с использованием современных методов обработки данных дистанционного зондирования // Региональный отклик окружающей среды на глобальные изменения в Северо-Восточной и Центральной Азии. Материалы Международной научной конференции (г. Иркутск, 17-21 сентября 2012 г.). Иркутск: Изд-во института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. Т. 2. С. 262-264.

Шенников А.П. 1950. Экология растений. М.: Советская наука. 376 с.

Шовенгердт Р.А. 2010. Дистанционное зондирование. Модели и метолы изображений. М.: Техносфера. 560 с.

Farr T.G., Kobrick M. 2000. Shuttle Radar Topography Mission produces a wealth of data // EOS Trans. AGU. Vol. 81. P. 583-585.

Kauth R.J., Thomas G.S. 1976. The tasseled Cap – A Graphic Description of the Spectral-Temporal Development of Agricultural Crops as Seen by LANDSAT. Proceedings of the Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data, Purdue University of West Lafayette, Indiana. P. 4B 41-51.

Mongolian statistical yearbook 2009. 2010. Ulaanbaatar: National Statistical Office of Mongolia. 448 p.

Pike R.J. 1995. Geomorphometry – progress, practice, and prospect // Zeitschrift fuer Geomorphologie. Suppl. 101. P. 221-238.

Provisional methodology for desertification assessment and mapping. 1981. Rome: FAO/UNEP. 83 p.

SPATIO-TEMPORAL CHARACTERISTICS OF VEGETATION COVER OF ARID AND SEMIARID CLIMATIC ZONES IN MONGOLIA ON THE BASE OF VEGETATION INDEX NDVI

© 2014 A.K. Tulokhonov*, B.Z. Tsydypov*, A.L. Voloshin*, D.Zh. Batueva*, Ts. Chimeddorj**

**Baikal Institute of Nature Management of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences*
Russia, 670047 Ulan-Ude, Sakhyanova str., 6. E-mail: atul@binm.bscnet.ru

***Mongolian State University of Agriculture*
Mongolia, 210153 Ulaanbaatar, Zaisan-53. E-mail: gantulaga@yahoo.com

Two model polygons in the Central Mongolia are considered for investigation of vegetation dynamics. They are located in rainless climatic zones – arid and semiarid. For the emphasized polygons plots of the NDVI temporal variation and NDVI maps of its multi-temporal values on the base of Landsat TM imagery are constructed. The full-scale landscape indication of the selected NDVI areas with different values with the step through 0.1 is conducted. This indication is supported by the analysis of vegetation to environmental groups for drought resistance. Almost the entire territory of the emphasized polygons vegetation digression during this period is traced.

The analysis of the time variation of NDVI shows a decrease of its values. This indicates a trend xerophytization already sparse vegetation of Gobi. In the semiarid climatic zone a digression vegetation trend is directly related to heavy load on the pastures.

Keywords: desertification, vegetation degradation, arid, semiarid, Landsat, NDVI, landscape indication, euxerophytes.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 30-36

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 631.461

НАКОПЛЕНИЕ И ДИНАМИКА С-БИОМАССЫ В КРИОАРИДНЫХ ПОЧВАХ ЗАБАЙКАЛЬЯ

© 2014 г. Э.О. Чимитдоржиева, Г.Д. Чимитдоржиева

Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения РАН
Россия, 670047 Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6. E-mail: erzhena_ch@mail.ru

Поступила в редакцию 29.05.2013

Представлены результаты трехлетних полевых наблюдений содержания углерода биомассы в целинных и пахотных каштановых почвах Тугнуйской котловины Забайкалья. Дана оценка показателя в сравнении с аналогами других регионов. Выявлена достоверная связь между изменением температуры и количеством углерода микробной биомассы (С-биомассы) в почвах. Дефицит влаги в почвах лимитировал рост микроорганизмов в отдельные периоды вегетации. Влияние влажности проявлялось через изменение активности растений и обеспеченности микроорганизмов субстратом и биогенными элементами.

Ключевые слова: углерод, микробная биомасса, каштановые почвы, Забайкалье.

Микробная биомасса играет исключительно важную роль в превращениях всех биогенных макроэлементов в экосистеме. Почвенные микроорганизмы контролируют потоки углерода в биосфере, осуществляя такие ключевые процессы, как деструкция и минерализация органического вещества почвы. Содержание микробной биомассы характеризует степень биогенности почвы и является одним из индикаторов биологического качества почвенного органического вещества.

Понимание фундаментальных основ этих процессов становится в последнее время особенно актуальным из-за глобальных изменений природной среды и климата, вызванных деятельностью человека. Запасы микробной биомассы в различных почвах, ее активность и структура являются основными параметрами в экологических исследованиях (Звягинцев, 1987).

Количественная оценка микробной биомассы необходима в исследованиях круговорота углерода в экосистемах и биосфере. Содержание углерода микробной биомассы наиболее изучено в почвах европейской части России (Благодатский и др., 1987, 2008; Паников, 1991, 1999), Западной Сибири (Наумова, 1993; Якутин, 1994), Прибайкалья (Помазкина, 1999) и Юга Витимского плоскогорья Забайкалья (Корсунова, Чимитдоржиева, 2012). Для многих других регионов отсутствуют даже приблизительные оценки содержания С–биомассы в почвах (Помазкина, 1999).

Содержание углерода микробной биомассы в каштановых почвах Западного Забайкалья, в т.ч. Тугнуйской котловины, не изучены, имеются лишь отдельные сведения по разным типам почв (Чимитдоржиева, 1990; Корсунова, Чимитдоржиева, 2012).

Цель работы – количественно определить содержание углерода микробной биомассы в режиме оперативного мониторинга с интервалом 7-10 сут. в целинных и пахотных каштановых почвах Забайкалья.

Объекты и методы исследования

Работа выполнена в 2008-2010 гг. в Тугнуйской котловине (Мухоршибирский район, Республика Бурятия). Объектами исследования являлись целинные и пахотные каштановые почвы, расположенные в урочище Тарбаганы (координаты экспериментальных точек: 51°10.890’ с.ш. и 108°02.210’ в.д., 758.3 м н.у.м. и 51°11.570’ с.ш. и 108°03.021’ в.д., 737.4 м н.у.м.).

Физико-химические свойства почв определяли общепринятыми методами (Аринушкина, 1970; Агрохимические …, 1975). Запасы С-микробной биомассы исследовали регидратационным методом (Благодатский и др., 1987). Принцип регидратационного метода заключается в мягком высушивании почвы при 65-70°С, при этом происходит нарушение целостности цитоплазматических мембран живых микробных клеток. На мертвое органическое вещество такие температуры практически не действуют. После регидратации внутриклеточные компоненты высвобождаются и переходят в

раствор слабой нейтральной соли, где могут быть определены по сумме органических соединений. Для анализа используются только свежие образцы почвы, поскольку в воздушно-сухих образцах биомасса резко снижается. Образцы почв отбирались с глубины 0-20 см. в 3-х кратной повторности.

Одновременно с определением С-биомассы производили измерение температуры и влажности почвы в слое 0-20 см. Подобные исследования гидротермического режима темно-каштановых почв производили в Центральной Монголии (Бажа и др., 2012; Данжалова и др., 2011; Гунин и др., 2010).

В сухостепных геосистемах Тугнуйской котловины преобладающим типом почв являются каштановые. Общая площадь каштановых почв Бурятии – 688.68 тыс. га (28.8%); в том числе (тыс. га): пашни – 296.09 (43.0%), сенокосы – 1.17 (0.2%) и пастбища – 391.42 (56.8%). Располагаясь на наиболее инсолируемых формах рельефа, почвы каштанового типа являются самыми теплообеспеченными в Забайкалье.

В каштановых почвах исследуемого региона аридность почвенного климата проявляется в наиболее резкой форме. Главной особенностью климата сухостепной зоны является еще большее, чем в степи, несоответствие между количеством выпадающих осадков и испаряемостью. В течение года выпадает 180-250 мм осадков, а испаряемость превышает их в два–три раза, 340-875 мм, К=0.33–0.55 (Ногина, 1964). Во время суровой зимы почвы накапливают большой «запас холода», они промерзают на 200-300 см и находятся в мерзлом состоянии 5-7 месяцев. Весна холодная, сухая, с частыми ветрами и с большими суточными колебаниями температуры. Лето жаркое, сухое, короткое, безморозный период длится 80-119 дней.

Исследуемым каштановым почвам свойственны небольшая мощность горизонта А (24-26 см), легкий гранулометрический состав, низкая емкость катионного обмена. Содержание гумуса в каштановых почвах низкое (1.0-2.3%), отмечается резкое снижение его количества с глубиной (табл).

Таблица. Основные физико-химические показатели каштановых почв. **Table.** The main physical and chemical characteristics of chestnut soils.

Угодье	Горизонт	Глубина, см	Частицы размером <0.01 мм, %	pH водн.	Поглощенные основания			Гумус, %	CO_2 карбонатов, %
					Ca^{2+}	Mg^{2+}	Σ		
					мг.•экв. на 100 г почвы				
Целина	A_1	0-26	27.5	6.7	14.6	3.9	18.5	2.3	-
	A_1B	26-34	21.7	6.9	13.9	3.3	17.3	1.4	-
	B	34-70	19.3	7.2	10.8	3.1	13.9	0.7	-
	Bк	70-88	15.5	8.0	16.0*		16.0	0.2	1.59
	Ск	88-150	15.3	8.4	14.0*		14.0	-	3.76
Пашня	$A_{пах}$	0-24	20.5	6.9	8.8	3.3	12.1	1.0	-
	A_1B	24-34	18.0	7.3	8.5	3.1	11.6	0.8	-
	$Bк_1$	34-67	15.4	7.9	10.0*		10.0	0.45	1.41
	$Bк_2$	67-104	10.8	8.5	8.0*		8.0	0.15	1.31
	Ск	104-200	9.2	8.6	8.0*		8.0	-	0.93

Примечание к таблице: *емкость поглощения. **Note to Table:** * the absorption capacity.

Результаты и обсуждение

Сезонные изменения С-биомассы лимитируются, в основном, энергетическим и трофическим факторами, причем в широком диапазоне температур и влажности. Однако, экстремальные условия способны влиять на количество микроорганизмов и интенсивность осуществляемых ими процессов. Например, влияние влажности часто проявляется при выпадении осадков после продолжительной засухи, а влияние температур при промерзании и оттаивании почв. В течение вегетационного сезона микробная биомасса может в несколько раз уменьшаться, например, при отмирании во время засухи или увеличиваться при благоприятных условиях (Звягинцев, 1987; Аристовская, 1980; Паников,

1991).

В природных условиях динамика микробной биомассы обусловлена сукцессией микробного сообщества в изменяющихся условиях среды (Аристовкая, 1980; Паников, 1991). Явление усиления конкуренции между растениями и микроорганизмами за источники питания достаточно часто отмечены в литературе. Изменение трофических факторов и повышение температуры в сочетании с дефицитом влаги в почве, по-видимому, лимитируют рост микроорганизмов, преимущественно гидролитиков. Благоприятные условия для функционирования r-стратегов складываются, вероятно, только в ризосфере и ризоплане, благодаря активному поступлению корневых выделений. Поскольку границы этих микрозон не превышают 250-1000 мкм (Умаров, 1986), активность роста ризосферных микроорганизмов не вносит существенного вклада в общее накопление С-биомассы в почвы. В этих условиях возможно доминирование К-стратегов, более устойчивых к неблагоприятным факторам среды, но не способных к бурному росту (Паников, 1991; Гузев, Иванов, 1986; Звягинцев, 1987).

В *вегетационных сезонах 2008-2010 гг.* динамика содержания углерода микробной биомассы соответствовала изменениям погодных условий. Количество С-биомассы было невысокое, что обусловлено глубоким промерзанием почв и медленным их весенним прогреванием. Оттаивание почв весной, высокое содержание в них биогенов и доступных минерализации органических остатков способствовало инициации гидролитической микрофлоры (L-стратеги). Активность последней приводило к разложению сложных органических веществ, что обеспечивало легкогидролизуемым субстратам другие группы микроорганизмов (Умаров, 1986). Активному формированию микробной массы способствовало выпадение осадков и повышение температуры почвы (рис. 1-3).

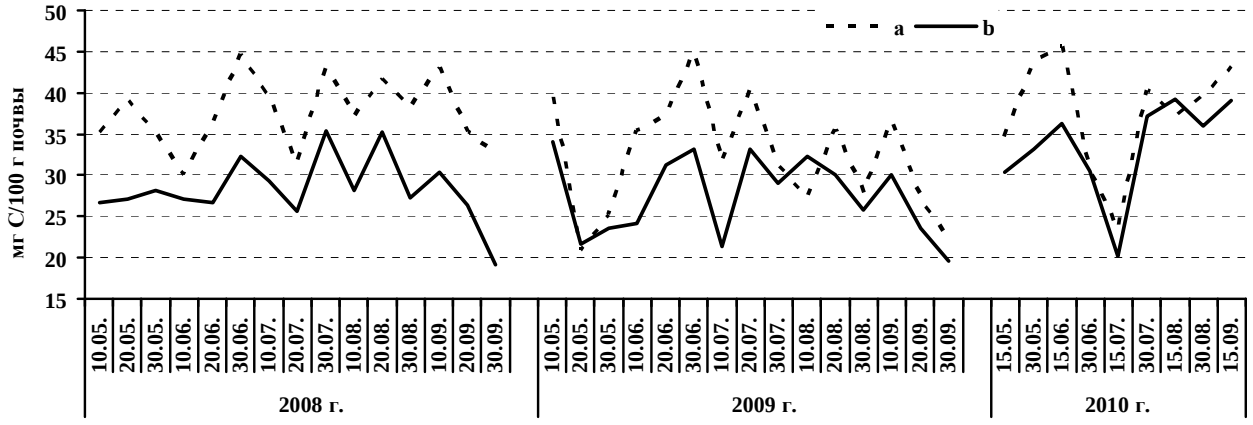


Рис. 1. Динамика С-биомассы в каштановых почвах за вегетационный сезон 2008-2010 гг. **Fig. 1.** Dynamics of the C-biomass of chestnut soils during the growing seasons of 2008-2010 years.

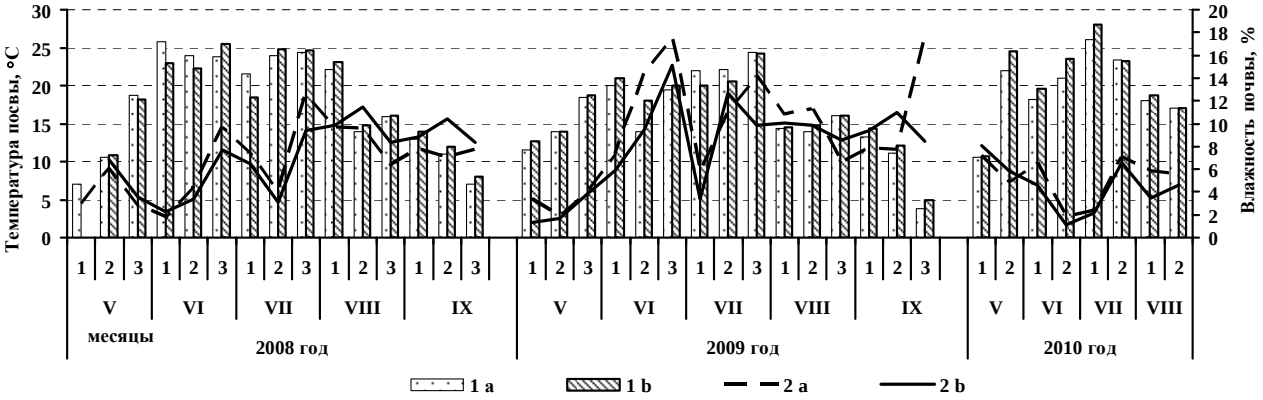


Рис. 2. Влажность (W) и температура (t) почв за 2008-2010 гг. Условные обозначения: 1 – температура почвы, 2 – влажность почвы, %, a – пашня, b – целина. **Fig. 2.** Moisture (W) and temperature (t) of soils for 2008-2010 years. Symbols: 1 – soils temperature, 2 – soils moisture, %, a – arable land, b – virgin territory.

По мере использования почвенными микроорганизмами легкодоступных органических соединений, содержащихся в растительных остатках, корневых экссудатах, низкомолекулярных гумусоподобных веществах в почвах под паром происходит уменьшение количества и видового разнообразия почвенной микробиоты вследствие исчерпания доступных питательных субстратов (Нимаева, 1992).

Увеличение количества С-биомассы в июне связано, вероятно, с бурным ростом r-стратегов (Гузев, Иванов, 1986; Звягинцев, 1987; Паников, 1991). При благоприятных гидротермических условиях (рис. 2-3), накопление углерода микробной биомассы плавно нарастало и достигало первого максимума.

В середине вегетации усиливалась конкуренция между растениями и микроорганизмами за источники питания, что снижало содержание С-биомассы в почве. Содержание С-биомассы в этот период было сравнительно низким на всех почвах.

В конце вегетационного периода наблюдается спад содержания С-биомассы, что связано с затуханием биологических процессов в почвах. Количество углерода микробной биомассы плавно понижалось.

В сентябре 2010 г. наблюдается, наоборот, не снижение, а незначительное возрастание содержания С-биомассы. Вероятно, этот максимум количества С-биомассы связан с микробиологической сукцессией: вследствие поступления в почву свежих растительных остатков ослабляются конкурентные взаимоотношения между растениями и микроорганизмами за питательные вещества, а отсутствие лимитирования по субстрату и элементам питания способствует активному росту различных групп микроорганизмов. Активность и всплеск микробной активности были очень тесно связаны с температурой и влажностью почвы.

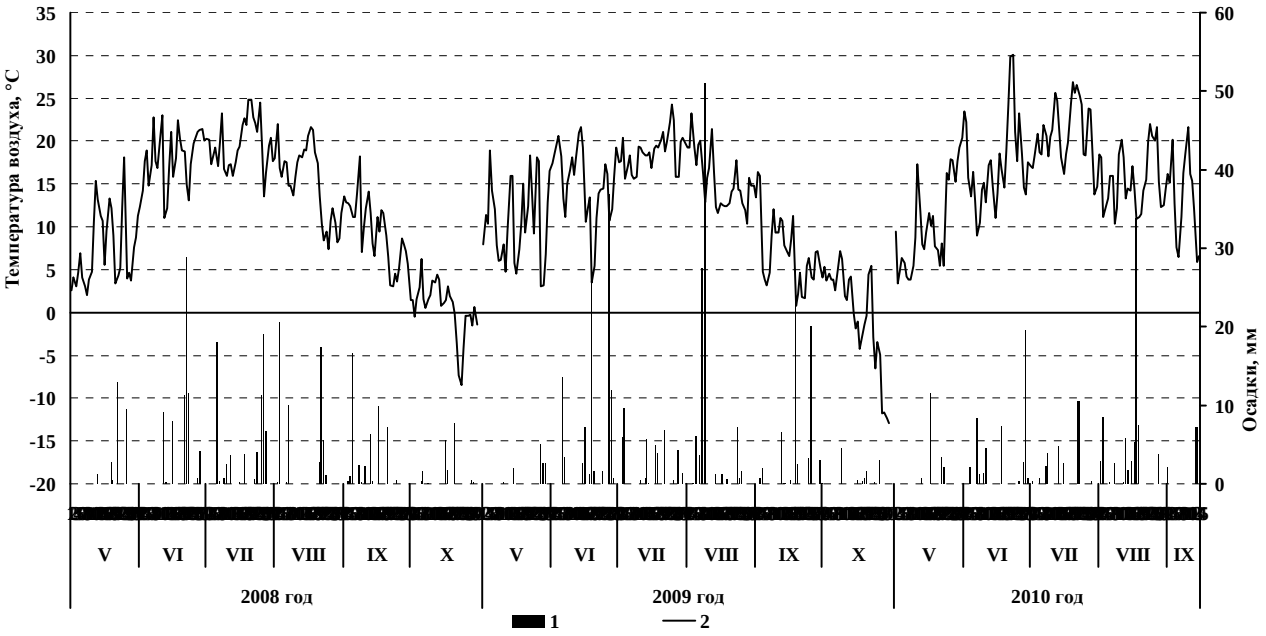


Рис. 3. Средняя температура воздуха (°С) и количество осадков (мм) в 2008-2010 гг. **Fig. 3.** The average air temperature (°C) and rainfall (mm) in 2008-2010 years.

Проведенный анализ позволяет связать сезонные изменения накопления С-биомассы с воздействием трофических и климатических факторов. Сходный характер сезонной динамики роста микроорганизмов в разных типах почв свидетельствует о существовании единых внутренних и внешних механизмов, регулирующих сукцессионные изменения микробного сообщества. В природных условиях на кинетику роста микробных популяций влияет, в основном, взаимодействие их с другими компонентами экосистемы (Паников, 1991).

Анализ результатов изучения динамики содержания С-биомассы показал, что в течение вегетационного сезона ее максимумы и минимумы совпадают с таковыми влажности периода «весна-

лето» (рис. 1). Подобный характер сезонной динамики численности и биомассы микроорганизмов неоднократно отмечается в литературе (Благодатский и др., 1987; Наумова, 1993; Паников, 1991).

Статистическая обработка данных показала, что в разных угодьях содержание С-биомассы достоверно различалось. В наших экспериментах выявлена достоверная связь между изменением температуры и количеством С-биомассы в почвах. Дефицит влаги в почвах лимитировал рост микроорганизмов в отдельные периоды вегетации. Доказательством является прямая связь между содержанием С-биомассы и влажностью почв r=0.6-0.9.

Амплитуда колебаний содержания С-биомассы за весь период наблюдений характеризует способность микробного комплекса реагировать на изменение условий среды. Резкие колебания в содержании С-биомассы в почвах, отличающихся меньшим ресурсом гумуса, связаны с реакцией микроорганизмов на изменение факторов среды, которые влияют на поступление в почву легкогидролизуемого органического субстрата. Высокая амплитуда колебаний характеризует меньшую устойчивость микробного комплекса этих почв.

По нашим данным, количество С-биомассы от запаса органического углерода почвы всреднем составляет для исследуемых почв 1.8-3.3%.

В почвах Западной Сибири количество С-биомассы колеблется от 1.2 до 7.5% (Наумова, 1993; Якутин, 1994). По другим оценкам, на долю почвенной микробной биомассы приходится от 3 до 10% органического углерода (Семенов и др., 2006). По зарубежным публикациям, доля С-биомассы в органическом веществе пахотных почв колеблется от 1 до 4% (Тейт, 1991). Эти оценки близки к количественным показателям для изученных каштановых почв Тугнуйской котловины.

Процессы микробиологической иммобилизации углерода в большей степени зависели от количества и качества субстрата. Опосредованное влияние климатических факторов связано с продукционными и деструкционными процессами, включая поступление в почву растительных остатков, которые разлагаются постепенно в течение нескольких лет. Связь между биомассой микроорганизмов и накоплением растительной массы в экосистемах известна (Берестецкий, 1984; Благодатский и др., 1987).

В Европейской части России процессы микробиологической иммобилизации углерода наиболее полно исследованы в серой лесной почве Московской области. В полевых опытах выявлено, что содержание С-биомассы в течение сезона может изменяться от 10 до 85 мг С/100 г почвы (Благодатский и др., 1987; Горбенко, Паников, 1989). Отмечаются и более широкие пределы колебаний – от 20 до 130 мг С/100 г почвы (Благодатский, Благодатская, 1996). По оценкам некоторых авторов, содержание С-биомассы в верхнем слое почв Западной Сибири изменялось от 20 до 350 мг С/100 г почвы, причем наименьшим было в пахотных почвах (Наумова, 1993; Якутин, 1994). В лесостепи Прибайкалья 2-133 мг С/100 г почвы (Помазкина, 1999). Для криогенных черноземов гидрометаморфизованных юга Витимского плоскогорья 21-32 мг С/100 г почвы (Корсунова, Чимитдоржиева, 2012). Длительное воздействие холода накладывает отпечаток на биологическую активность почв, поэтому по сравнению с показателями С-биомассы почв Европейской части России и Западной Сибири количественные показатели для изученных каштановых почв Тугнуйской котловины значительно ниже – 20-45 мг С/100 г почвы.

По гидротермическим условиям 2008 г. был самым оптимальным, 2009 г. – влажным, 2010 г. – холодным и засушливым. За вегетационные периоды средние показатели накопления углерода биомассы составили в каштановых целинных почвах 37.5, 32.2 и 37.6; в пахотных 28.5, 27.5 и 33.5 соответственно. В сухой год содержание $C_{мб}$ значительно, что может быть связано с тем, что приспособительная реакция микроорганизмов к условиям среды отсутствует у микроорганизмов, завершающих процесс минерализации органических остатков. Очевидно, что для их существования, температурная адаптация не имеет большого значения. Некоторые микроорганизмы, преимущественно актиномицеты и ряд грибов, могут развиваться при ничтожной влажности почвы. Таким образом, микроорганизмы переводят $C_{гум}$ в С-биомассы, происходит перегруппировка углерода внутри $C_{орг}$. Так, в пахотных почвах из-за отсутствия поступления пожнивных остатков ожидаема медленная во времени деструкция гумуса, в целинных почвах гумус находится в состоянии природного равновесия.

Непостоянство экологических условий каждого вегетационного периода вызывает глубокие изменения структуры микробного сообщества, соотношения отдельных микробных ассоциаций, их численности и размаха колебаний. Ритмы динамики численности микроорганизмов, как и отношение

максимальной численности к минимальной, определяется метеорологическими условиями вегетационного периода каждого года. Эти данные свидетельствуют о том, что экологические условия развития микроорганизмов в зависимости от их физических свойств обусловливают сукцессию микробного сообщества. В целом, ритмы динамики развития микробных ценозов исследуемых почв сходны и определяются временем, количеством осадков и влажностью почв. Различия между разностями почв наблюдаются в разном уровне численности микроорганизмов в них. Ограничивающим фактором является низкий уровень содержания гумуса.

Для прогнозирования изменений свойств и плодородия каштановых почв существенное значение приобретает оценка качественных и количественных показателей биологических процессов, протекающих в этих почвах. Большая активность процессов минерализации органического вещества в пахотных почвах по сравнению с почвами целины приводит к коренным изменениям трансформации и круговорота веществ и в конечном итоге к изменению плодородия каштановых почв.

Выводы

Участие С–биомассы микроорганизмов в общем запасе органического углерода каштановых почв составляет 1.8-3.3% от $C_{орг}$. Несмотря на относительно небольшую величину накопления С-биомассы она является активной частью $C_{орг}$, катализирующей интенсивность трансформационного потока органического вещества и энергии в экосистемах.

Динамика накопления С–биомассы лимитируется влажностью почв и запасом энергетических ресурсов.

Микробиологические показатели криоаридных почв значительно ниже, а параметры их колебаний выше, по сравнению с аналогами почв других территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агрохимические методы исследования почв. 1975. М.: Наука. 656 с.

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

Аристовская Т.В. 1980. Микробиология процессов почвообразования. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние. 187 с.

Бажа С.Н., Гунин П.Д., Концов С.В. 2012. Опыт исследования годового гидротермического режима темно-каштановых почв Центральной Монголии // Аридные экосистемы. Т. 18. № 1. С. 47-59.

Берестецкий О.А. 1984. Биологические основы плодородия почвы. М.: Колос. 286 с.

Благодатский С.А., Благодатская Е.В., Горбенко А.Ю., Паников Н.С. 1987. Регидратационный метод определения микробной биомассы в почве // Почвоведение. № 4. С. 64-71.

Благодатский С.А., Благодатская Е.В. 1996. Динамика микробной биомассы и соотношение эукариотных и прокариотных микроорганизмов в серой лесной почве // Почвоведение. № 12. С. 1485-1490.

Благодатский С.А., Богомолова И.Н., Благодатская Е.В. 2008. Микробная биомасса и кинетика роста микроорганизмов в черноземах при различном сельскохозяйственном использовании // Микробиология. Т. 77. № 1. С. 113-120.

Горбенко А.Ю., Паников Н.С. 1989. Количественное описание динамики роста гетеротрофных микроорганизмов в почве в связи с первичным продукционным процессом // Журнал общей биологии. Вып. 50. № 1. С. 38-59.

Гузев В.С., Иванов П.И. 1986. Функциональная структура зимогенной части микробной системы почв // Известия АН СССР. Серия биологическая. № 5. С. 739-746.

Гунин П.Д., Бажа С.Н., Данжалова Е.В., Цэрэнханд Г., Дробышев Ю.И., Ариунболд Э. 2010. Современная структура и динамика растительных сообществ на южной границе сухих степей Центральной Монголии // Аридные экосистемы. Т. 16. № 42. С. 65-75.

Данжалова Е.В., Бажа С.Н., Ариунболд Э. 2011. Структура растительных сообществ сухих степей Центральной Монголии и их реакция на условия увлажнения // Аридные экосистемы. Т. 17. № 3. С. 83-90.

Звягинцев Д.Г. 1987. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во Моск. ун-та. 256 с.

Косунова Ц.Д.-Ц., Чимитдоржиева Г.Д. 2012. Криогенез и микробная биомасса почв // Современные проблемы науки и образования. № 6. С. 12

Наумова Н.Б. 1993. Формирование биомассы почвенных микроорганизмов в ходе первичной сукцессии // Сукцессии и биологический круговорот. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние. С. 44-52.

Нимаева С.Ш. 1992. Микробиология криоаридных почв. Новосибирск: Наука. 176 с.

Ногина Н.А. 1964. Почвы Забайкалья. М.: Наука. 312 с.

Паников Н.С. 1991. Кинетика роста микроорганизмов: Общие закономерности и экологические приложения.

М.: Наука. 310 с.

Помазкина Л.В., Котова Л.Г., Лубнина Е.В. 1999. Биогеохимический мониторинг и оценка режимов функционирования агроэкосистем на техногенно загрязняемых почвах. Новосибирск: Наука. 208 с.

Тейт Р.Ш. 1991. Органическое вещество почвы. М.: Мир. 398 с.

Семенов В.М., Иванникова Л.А., Кузнецова Т.В. 2006. Структурно-функциональное состояние органического вещества почвы // Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв. М.: Наука. С. 230-247.

Умаров М.М. 1986. Ассоциативная азотофиксация. М.: Изд-во Моск. ун-та. 136 с.

Чимитдоржиева Г.Д. 1990. Гумус холодных почв: Экологические аспекты. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е. 145 с.

Якутин М.В. 1994. Биомасса и активность микроорганизмов пойменных почв Средней Оби // Почвоведение. № 12. С. 70-76.

Panikov N.S. 1999. Understanding and prediction of soil microbial community dynamics under global change // Applied Soil Ecology. Т. 11. № 2-3. С. 161-176.

ACCUMULATION AND DYNAMICS OF CARBON-BIOMASS IN KRIOARID SOILS OF TRANSBAIKALIA

© 2014. E.O. Chimitdorzhieva, G.D. Chimitdorzhieva

Institute of General and Experimental Biology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Russia, 670047 Ulan-Ude, Sakhyanovoy str., 6. E-mail: erzhena_ch@mail.ru

The results of three years of field observations of carbon biomass in the virgin and cultivated chestnut soils of Tugnui Hollow of Transbaikalia are presented. The estimation of the indicator compared to the similar indicators from other regions is given. There was a significant relationship between changes in temperature and the amount of C-biomass in soils. Moisture deficit in the soils limited the growth of microorganisms in some periods of the growing season. Influence of moisture revealed itself through changes in the activity of plants and microorganisms provision by substrate and nutrient elements.

Keywords: carbon, microbial biomass, chestnut soils, Transbaikalia.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 37-47

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 591.553:599.32(571.1)

НАСЕЛЕНИЕ ГРЫЗУНОВ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН. СООБЩЕНИЕ 1. КАРТЫ НАСЕЛЕНИЯ ГРЫЗУНОВ И ЗООГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

© 2014 г. Н.М. Окулова*, Л.А. Хляп*, Ф.Г. Бидашко, А.А. Варшавский*, А.К. Гражданов***, В.В. Неронов***

**Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН*
Россия, 117071 г. Москва, Ленинский просп., д. 33. E-mail: natmichok@mail.ru
***Уральская противочумная станция*
Казахстан, 417001 г. Уральск, ул. Чапаева, д. 36/1. E-mail: pchum@nursat.kz
****Российский научно-исследовательский противочумный институт "Микроб"*
Россия, 410005 г. Саратов, ул. Университетская, д. 46. E-mail: akgrazhdanov@mail.ru

Поступила 31.01.2013

На основе почти 100-летних зоологических исследований на территории Западного Казахстана созданы карта и ГИС населения грызунов и проведено иерархическое зоогеографическое районирование с применением кластерного анализа.
Ключевые слова: население грызунов, Западный Казахстан, карта, ГИС, зоогеография, иерархическое районирование.

Создание картографических материалов позволяет наглядно и всесторонне представить особенности пространственного размещения населения животных и дать его всестороннюю характеристику в максимально сжатой форме (Тупикова, 1996). Такое зоогеографическое обобщение и осмысление важно для любых территорий, но для Западно-Казахстанской области Республики Казахстан (ЗКО) представляет особый интерес в связи с большим массивом накопленных зоологических материалов и сложностью территории. Картографирование населения мелких млекопитающих ЗКО до сих пор не проводилось, за исключением работы Г.А. Медзыховского (1993) по картированию поселений малого суслика и мелкомасштабной карты населения грызунов и пищух, которая была составлена на всю территорию СССР, в основном, по литературным данным (Тупикова и др., 1998). В задачу настоящей публикации входило обобщение опыта предыдущих работ и результатов многолетних исследований грызунов в ЗКО с использованием картографических методов.

Методика изучения пространственного размещения грызунов

Картографирование населения грызунов на территории Западно-Казахстанской области было проведено нами по результатам почти 100-летней (с 1914 г.) деятельности Уральской противочумной станции, в основном, с 1933 по 2008 гг. с учётом литературных данных. Учёты грызунов вели стандартными методами: 1) суслики, песчанки, тушканчики – капканно-площадочным методом, при этом численность выражают в числе зверьков на 1 га (для сусликов – весной, для песчанок –осенью, для тушканчиков – всреднем за сезон); 2), тушканчики – кроме того, и ночью с автомобиля в свете фар (численность выражают в числе зверьков на 10 км маршрута); 3) водяная полёвка – ленточным маршрутным методом, расставляя капканы № 0 или 1 вдоль береговой линии водоема (численность выражают в числе зверьков на 1 км береговой линии); 4) мелкие млекопитающие в природе – с помощью стандартных линий ловушек Геро (Кучерук, 1952, Карасева и др., 2008); при этом выставляют 50-100 ловушек со стандартной приманкой на расстоянии 5 м друг от друга на одну ночь (показатель численности – число зверьков на 100 ловушко-суток или лс.). Обилие степных пеструшек и общественных полевок оценивали в числе особей или нор на 1 га. Учёты обычно проводили дважды в сезон: сусликов – в марте и июле, а других грызунов – весной и осенью. Ежегодно на

территории области противочумная станция открывала 10-15 стационаров, на каждом обследовали по 20-40 га капканно-площадочным методом, выставляли по 2000-4000 лс. давилками Геро; ночные учёты тушканчиков вели обычно в объеме 50-250 км за сезон. На каждом стационаре обследовали ежегодно от 500 до 6000 экз. животных.

Показатели численности популяций в составленных нами обобщающих таблицах даны в 3-балльной шкале: высокая средняя и низкая. При этом использованы следующие соответствия: для желтого и большого сусликов: низкая численность – менее 1 экз./га, средняя – 1-5, высокая – 6 и более; для малого суслика (соответственно): менее 10 экз./га, 10-30 и более 30; для песчанок – до 3 экз./га, 3-6, более 6; для мышей и полёвок в природных биотопах – менее 1 зверька на 100 лс., 1-5, 6 и более. Численность степных пеструшек, общественной и обыкновенной полевок оценена по следующим признакам: при высокой численности их норы и колонии повсеместны, зверьки днём попадаются на глаза, прослеживается скопление хищников, при средней – зверьки нередки в отловах, норы и колонии лишь в некоторых биотопах, при низкой – единичные встречи при отловах при постановке 2-3 тыс. ловушек. Для видов, по которым не проводили стандартных учётов, баллы численности приведены на основе экспертных оценок, главным образом на основе числа зверьков, из года в год добываемых на данном стационаре любыми орудиями лова и учтённых в лаборатории.

Сбор материала вели, в основном, на следующих стационарах: 1) Уральск; 2) Зеленовский (Переметное); 3) Тельнов; 4) Чапаев; 5) Джамбейта; 6) Калмыково (Тайпак); 7) Кара-тобе; 8) Райгородок; 9) Джаныбек (использованы данные стационара РАН – Линдеман с соавт., 2007; Быков, 2010); 10) Урда; 11) Новая Казанка (Жана-Казан); 12) Байгазы; 13) Кзыл-Капкан; 14) Айбас; 15) Новый Уштаган, а также на более чем 70-100 точках недолговременных наблюдений. С 1976 г. в работе станции используется формальная сетка деления территории (Методические рекомендации …, 1976). Лист карты масштаба 1 см: 10 км делится на 2304 квадрата (сторона примерно 3х3 км), которые объединены в более крупные путем построения иерархической сети квадратов с уникальной восьмизначной системой нумерации. Начиная с 1976 г., адрес формальной сетки для каждой поимки грызуна отмечали в журнале наблюдений. На основе этих данных составляли карты размещения каждого вида в области, использованные нами при составлении карты населения грызунов.

На основе литературных (Иванов, 1959; Доскач, 1979 и др.) и собственных данных было проведено ландшафтное районирование местности и определена приуроченность каждого из стационаров к тому или иному ландшафтному району (рис. 1).

Нами были оценены многолетние материалы станции и литературы по видовому составу, численности, соотношению видов с различным типом ареала (географического происхождения), эколого-географических форм на различных стационарах и точках недолговременных наблюдений. На основе этих данных были построены кластеры сходства населения грызунов стационаров по этим признакам отдельно и по их совокупности. Расчёт проводили методом одной связи, мера измерения дистанций – эвклидовы расстояния согласно ППП Statistica-6 (рис. 2). На основе совокупного кластера сходства были определены ранги сходства стационаров и других мест учета грызунов, построена иерархическая классификация населения грызунов стационаров и сделано иерархическое зоогеографическое районирование. Оценку сходства фаун или населения применяли и ранее для зоогеографических исследований (Неронов, 1976; 1980; Скулкин, Пузаченко, 1986; Равкин, Ливанов, 2008; Равкин, 2012 и др.). Наш подход отличается от упоминавшихся ранее тем, что кроме видового состава (в работах Ю.С. Равкина и его последователей – и численности) использован комплекс вышеперечисленных зоогеографических и экологических характеристик населения грызунов и входящих в него видов.

Для более детального анализа была составлена карта и геоинформационная система (ГИС) населения грызунов ЗКО – выделены и закартографированы участки, характеризующиеся сходством видового состава обитающих там грызунов, сходством преобладающих (= доминирующих) видов и однотипностью ландшафтных условий. При этом взятые за основу карта и ГИС «Население грызунов и пищух России и сопредельных территорий» (Тупикова и др., 1998) были скорректированы и детализированы с учетом карт распространения отдельных видов, вычерченных по формальной сетке, и карт растительности (Грибова и др., 1986; Акжигитова и др., 2003). Выявленным вариантам населения присвоены номера и в специальных таблицах дана характеристика с использованием имеющихся многолетних материалов о структуре и динамике сообществ грызунов.

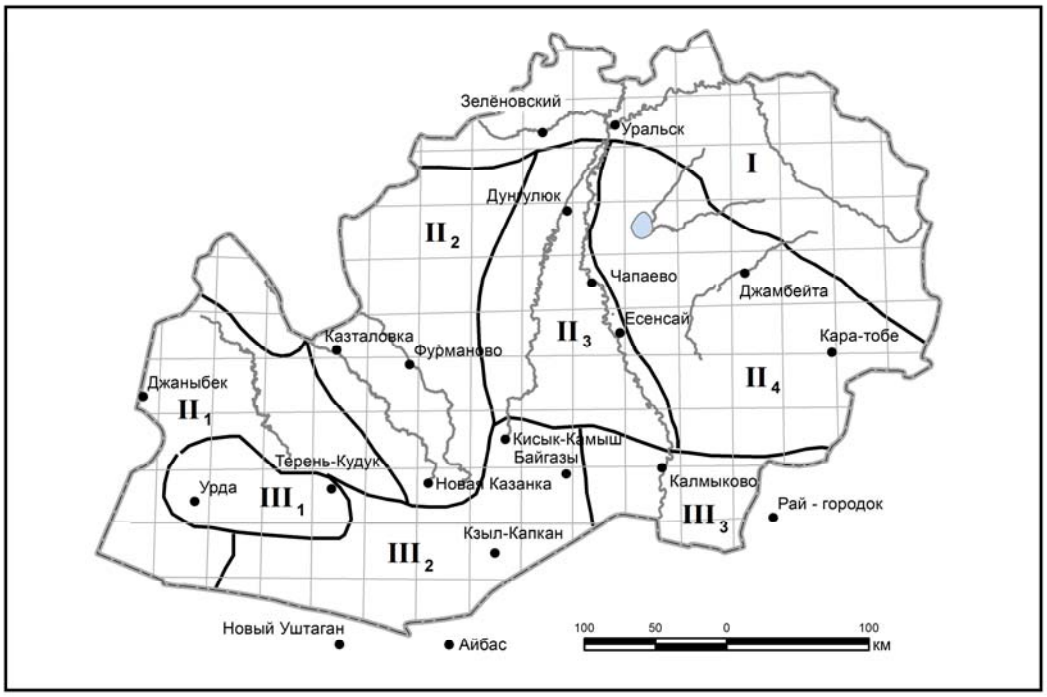


Рис. 1. Ландшафтное районирование Западно-Казахстанской области и размещение основных стационаров. Условные обозначения: I – Луго-степной ландшафтный район (ЛР) (стационар Уральск); II_1 – Западный полупустынный ЛР (Джаныбек); II_2 – Центральный полупустынный, или Узенско-Чижинский ЛР (Фурманово); II_3 – Приуральный полупустынный, или Урало-Кушумский ЛР (Чапаев); II_4 – Зауральный степной ЛР (Джамбейта); III_1 – Урдинский ЛР (Урда); III_2 – Песчаные ЛР – Камыш-Самарский (Новая Казанка), Северо-Восточный песчаный (Кзыл-Капкан), Центральный песчаный (Новый Уштаган, Сасык-Тау, Айбас), северо-восточная окраина Волго-Уральских песков (Байгазы); III_3 – Приуральный пустынный ЛР (Калмыково).
Fig. 1. The landscape regionalization of Western Kazakhstan area and distribution of the main research stations. Symbols: I – Meadow steppe landscape region (LR) (Uralsk research station); II_1 – Western semidesert LR (Dzanybek); II_2 – Central semidesert or Uzen-Chzhinsky LR (Zhalpaqtal); II_3 – Pryural semidesert or Uralo-Kushum LR (Chapaev); II_4 –Zaural steppe LR (Dzambeyta); III_1 – Orda LR (Orda); III_2 – Sand landscape regions Kamish-Samarsky (Zhangaqala), North-Eastern sand LR (Kzyl-Kapkan), Central sand LR (Novy Ushtagan, Sasyk-Tau, Aybus), North-eastern border of Volga-Ural Sands (Baygazi); III_3 – Pryural desert LR (Kalmykovo).

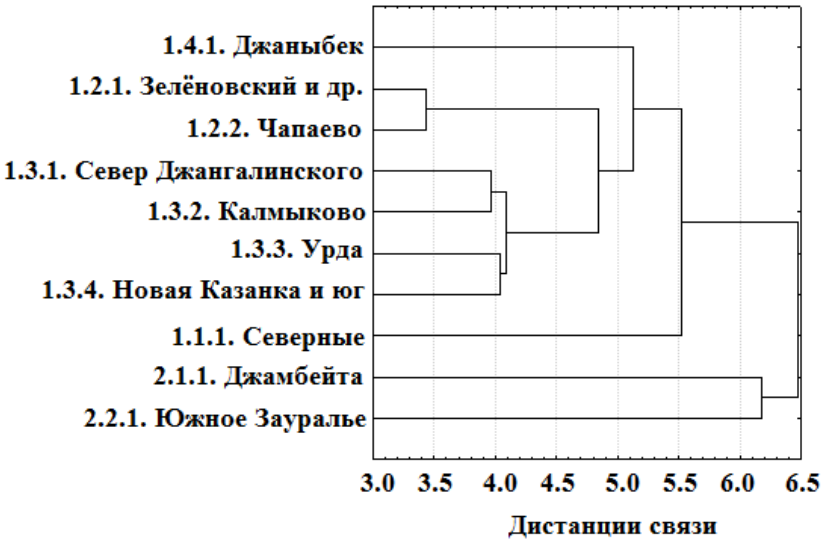


Рис. 2. Сходство населения грызунов стационаров по комплексу признаков.
Fig. 2. The likeness of rodent communities in the research stations by the complex traits.

Строки в таблицах – характеристика населения соответствующего выдела на карте. Столбцы – сведения о видах грызунов. Виды перечислены по ландшафтно-экологическим группам: таежные (Т), широколиственно-лесные (Ш), степные (С), пустынные (П), виды-космополиты (синантропные) (К), интразональные (околоводные) (И); внутри этих групп – в систематическом порядке. «Ландшафтно-экологическая группа» соответствует «фаунистическому комплексу» в понимании В.В. Кучерука (1959), виды отнесены к той или иной группе в соответствии с работами Н.В. Тупиковой, Л.А. Хляпа и др. (Тупиковой и др., 2007; Хляп, 2007. В ячейках закодированы популяционные характеристики. Использованы обозначения: *численность* (Н – низкая, С – средняя, В – высокая, Я – не определена), *доминирование* – **жирный шрифт** с подчеркиванием – ежегодное, без подчеркивания – в годы резкого подъема численности. *Широта распространения* в пределах выдела: крупный шрифт – сплошное (20% площади и более), *мелкий шрифт и курсив* – фрагментарное (во второстепенных местообитаниях). Названия основных местообитаний приведены в таблице, названия второстепенных местообитаний обозначены строчными буквами и расшифрованы ниже. После запятой – дополнительная информация: Л – обитает локально (в базе данных имеются координаты этих отдельных точек находок), М – обитает местами, Р – расселяется; ! – характерны массовые размножения. Другие: ** – вид исчез к 1960 г. (до этого численность была низкая); И – исчезает или исчез к 1980 г.; в 2008-2000 гг. не отмечали, до 1960 г. средняя численность, + – имеются сведения о наличии вида в данном выделе, ? – обитание вида предполагается, почерк – вид не обитает. Расшифровка названий второстепенных местообитаний: в – заросли травянистой околоводной растительности, часто с бурьянами и кустарниками вдоль естественных водоемов и оросительных систем, заболоченные участки водоразделов, на севере ЗКО с древесной растительностью, на юге – с тамариксом; г – гривы в долинах рек и другие участки с комплексом сообществ пустынного и пустынно-степного типа; д – древесно-кустарниковая растительность (уремы, колки, лесополосы, заросли кустарников, ивовые западины); з – злаковые, разнотравно-злаковые, иногда кустарниковые ложбины, мелкие депрессии, балки, саи, овраги, долины и террасы рек; л – луга галофитные, лугово-солянковые понижения периодически затопляемые, солончаки, лиманы, чиевники; п – участки песков в разной степени задернованные, местами развеваемые, опесчаненные гривы, ашики; т – такыры, соры, уплотненные и щебнистые участки и окаймляющие их заросли полыней и солянок; ц – целинные степные участки среди и по окраинам полей, обочины дорог, выгоны, межи, дамбы и др. неудобья; ч – поселения и сооружения человека, стоянки чабанов колодцы, бахчи.

Границы фаунистических регионов разного ранга проведены с использованием границ составленной нами карты населения грызунов.

Систематика и названия грызунов приводятся в соответствии с работой И.Я. Павлинова и А.А. Лисовского (2012), но таксономические формы, которым присвоен ранг полувида, мы для простоты рассматриваем как вид.

Результаты

Всего на территории ЗКО зарегистрировано 36 видов грызунов: левобережный малый суслик (*Spermophilus pygmaeus* Pall. – далее в тексте – малый суслик или *Sp pyg* – сокращенно для данного вида и далее для других видов названий животных приводятся для таблиц 1-4), желтый суслик (*Spermophilus fulvus* Licht. – *Sp ful*), большой суслик (*Spermophilus major* Pall. – *Sp maj*), сурок байбак (*Marmota bobak* Mull. – *Mar bob*), обыкновенный бобр (*Castor fiber* L. –Cas fib), степная мышовка (*Sicista subtilis* Pall. – *Sic sub*), лесная мышовка (*Sicista betulina* Pall.– *Sic bet*), мохноногий тушканчик (*Dipus sagitta* Pall. – *Dip sag*), емуранчик (*Stylodipus telum* Licht. – *St tel*), большой тушканчик (*Allactaga major* Kerr. – *All maj*), малый тушканчик (*Allactaga elater* Licht. – *All el*), тарбаганчик (*Pygeretmus pumilio* Kerr. – *Pyg pum*), толстохвостый тушканчик (*Pygeretmus platyurus* Licht. – *Pyg pl*), уральский слепыш (*Spalax uralensis* Tiflov, Usov – *Spl ur*), обыкновенный хомяк (*Cricetus cricetus* L. – *Cr cr*), хомячок Эверсманна (*Allocricetulus eversmanni* Brandt – *Alc ev*), серый хомячок (*Cricetulus migratorius* Pall. – *Crl mig*), ондатра (*Ondatra zibethicus* L. – *Ond zib*), рыжая полевка (*Myodes* /syn. *Clethrionomys*/ *glareolus* Schreb. – *Cl gl*), обыкновенная слепушонка (*Ellobius talpinus* Pall. – *El tal*), степная пеструшка (*Lagurus lagurus* Pall. – *Lag lag*), водяная полевка (*Arvicola amphibius* L. – *Arv amf*), полевка-экономка (*Alexandromys oeconomus* Pall. – *Alx oec*), общественная полевка (*Microtus socialis* Pall. – *Mic soc*), обыкновенная полевка (*Microtus arvalis* Pall.), восточноевропейская полевка (*Microtus*

rossiaemeridionalis Ognev), мышь малютка (*Micromys minutus* Pall. – *Mm min*), малая лесная мышь (*Sylvaemus uralensis* Pall. – *Syl ur*), желтогорлая мышь (*Sylvaemus flavicollis* Melch.– *Syl flav*), мышь полевая (*Apodemus agrarius* Pall. – *Ap agr*), мышь домовая (*Mus musculus* L. – *Mus mus*), серая крыса (*Rattus norvegicus* Berk. – *Rat nor*), песчанка тамарисковая (*Meriones tamariscinus* Pall. – *Mer tam*), песчанка полуденная (*Meriones meridianus* Pall. – *Mer mer*), песчанка краснохвостая (*Meriones libycus* Licht. – *Mer lib*), песчанка большая (*Rhombomys opimus* Licht. – *Rh op*). Об обнаружении в ЗКО восточноевропейской полевки известно с конца прошлого века (Ковальская, 1994; Окулова и др., 2004), но т.к. в большинстве исследований восточноевропейскую и обыкновенную полевок не различали, то, говоря ниже об обыкновенной полевке, мы имеем в виду оба вида, в таблицах обозначено: *Mic a&r*.

Таблица 1. Население грызунов подрайона 1.1 – Северное Зауралье. **Table 1.** The rodent communities in the subregion 1.1 – Northern Behind-Ural River (Zauralye).

№ на карте	Т	Ш					Степные									Пустынные				К	И	
	Cl gl	*Mic a&r*	*Mm min*	*Syl ur*	*Syl flav*	*Ap agr*	*Sp pyg*	*Sp maj*	*Mar bob*	*Sic sub*	*All maj*	*Cr cr*	*Alc ev*	*Crl mig*	*Lag lag*	*Sp ful*	*St tel*	*Pyg pum*	*El tal*	*Mus mus*	*Cas fib*	*Arv amf*
Степи																						
1	–	*Нз*	*Нз*	*Ндз*	–	–	**С**	*Сз*	*Яз*	*Нз*	С	*Сп*	С	Н	Н	*Нз*	Н	Я,М	Н	+	–	–
2	–	*Вз*	*Нз*	–	–	–	Н	Н	–	–	Н	+	Н	Н	**С**	*Нп*	**В**	+	Н	*Вп*	–	–
Долинные комплексы																						
3	+	С	+	**С**	?	–	С	–	–	Н	–	С	–	–	–	–	–	+	Н	С	Н	**В**

Примечания к таблице 1: обозначения приводятся во введении. **Note to table 1**: symbols see in introduction.

В настоящее время наблюдается сокращение численности и исчезновение одних видов: полевая мышь, малый суслик и др., и проникновение на территорию региона других: большая и краснохвостая песчанки (в табл. обозначения: *, И – для первых и Р – для вторых). Не отмечено ни одного вида, встречающегося повсеместно. Наиболее широко распространена домовая мышь, заселяющая в ЗКО многие природные местообитания.

Результаты кластерного анализа сходства населения стационаров и участков менее регулярных учетов грызунов по комплексу эколого-зоогеографических характеристик представлены на рисунке 2. Согласно этому анализу мы построили иерархическую классификацию населения по трём рангам сходства (районы, подрайоны и провинции):

Район 1. Предуралье и Северное Зауралье – население грызунов Волго-Уральского междуречья (Северо-Приуральская часть области) и сухостепной части Северного Зауралья). Подрайон 1.1 – Северно-Зауральский – население грызунов северных сухо-степных районов Северного Зауралья). *Провинция 1.1.1* – Северное Зауралье (табл. 1). Подрайон 1.2 – Северно-Приуральский – население грызунов северных и центральных, прилежащих к р. Урал участков глинистой полупустыни Волго-Уральского междуречья (Зелёновский р-н с окрестностями и Чапаевский стационар). *Провинции: 1.2.1* – Зелёновская – население грызунов Зелёновского и окрестных районов, северная полупустыня с разливами (табл. 2, вверху); *1.2.2* – Чапаев – население грызунов окрестностей Чапаевского стационара, прилежащие к пойме р. Урал участки центральной полупустыни (табл. 2, внизу); Подрайон 1.3 – Средне-Приуральский – население грызунов Средне-Предуральского участка южной глинистой полупустыни и северных песчаных пустынь центра и севера Волго-Уральских песков (табл. 3, номера на карте 15-23). *Провинции: 1.3.1* – Фурмановская – население грызунов Казталовского и восточной части Фурмановского стационара, центральные полупустынные районы); *1.3.2* – Калмыково – население грызунов глинистых полупустынь юго-востока Волго-Уральского междуречья (стационар Калмыково); *1.3.3* – Урда – население грызунов западной окраины Волго-Уральских песков (стационар Урда); *1.3.4* – Джангала – население грызунов северных окраин, севера и центра Волго-Уральских песков. Подрайон 1.4 – Западный – население грызунов западной

глинистой полупустыни Джаныбекского поднятия к востоку до течения р. Малый Узень (табл. 3, номера на карте 24-31). *Провинция: 1.4.1* – Джаныбек.

Таблица 2. Население грызунов подрайона 1.2 – Северное Приуралье, *провинции 1.2.1 – Зелёновская* (вверху) и *1.2.2 – Чапаев* (внизу). **Table 2.** The rodent communities in the subregion 1.2 – Northern Preural, *Province 1.2.1 – Zelenovskyi* (top) and *1.2.2 – Chapaev* (bottom).

№ на карте	Таежные			Ш				Степные									Пустынные					К		Интразональные		
	*1**	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*	*21*	*22*	*23*	*24*	*25*	*26*
Пахотные земли																										
4	*Нд, Л*	*Нд, Л*	*Нд, Л*	**С**	*Вцд*	*Явд*	И	*Вц*	*Сц*	*Нц, М*	Н	*Нц*	*Вдц*	Н	*Нц!*	–	*Нц*	–	*Сц*	*Сц, М*	*Нц*	**В**	Я	*Нв*	*Нв, Л*	*Св*
5	–	*Нд*	–	**С**	*Нц*	С	И	*Сц, М*	+	И	Н	*Сц*	*Ндц*	–	*Нц!*	–	*Нц*	–	*Сц*	*Сц*	*Нц, М*	В	С, Р	*Нв*	–	*Св*
Сухоразнотравно-чернополынные сообщества в комплексе с типчаково-ковыльными, в понижениях – с луговыми и тростниковыми																										
6	–	–	–	*Сз*	?	–	–	?	?	–	*Св*	С	*Св*	Н	**С, !**	Н	–	–	–	–	Я	**С**	–	–	–	*Св*
7	–	–	–	**С**	?	*Сд*	–	**В**	–	–	*Нз*	*Нг*	Н	Н	*Нз, !*	–	*Нг*	+	Н	*Нг*	–	С	–	–	–	С
Долинные комплексы (пойма р. Урал)																										
8	–	С	+	Н	Н	**С**	И	+	+	–	Н	С	Н	Н	–	–	–	–	+	Н	–	С	С	Н	–	Н

№ на карте	Т	Широколиственно-лесные					Степные								Пустынные									К	Интразональные			
	*2**	*4*	*5*	*6*	*27*	*7*	*8*	*9*	*11*	*12*	*13*	*14*	*28*	*15*	*17*	*18*	*19*	*20*	*21*	*29*	*30*	*31*	*32*	*22*	*23*	*24*	*25*	*26*
Пустынные типчаково-ковыльные степи, местами луговые и тростниковые понижения																												
9	–	*Сз*	*Яв*	*Яв*	–	–	**С**	–	*Яв*	С	*Св*	Н	–	**С, !**	+	–	Н	Н	Я	Н	–	–	–	**С**	–	–	*Св*	*Св*
10	–	?	?	*Яд*	–	–	*Нг*	–	*Нз*	*Нг*	Н	Н	–	–	*Нг*	?	–	*Нг*	–	*Нг*	–	–	–	**С**	–	–	–	С
11	–	–	–	*Яв*	–	–	Н	–	*Яв*	С	–	Н	Н	Н, !	*Нп*	–	С	Н	Я	*Сп*	–	–	–	**С**	–	–	–	Н
12	–	*Сз*	*Яв*	*Яв*	–	–	С	–	*Нв*	С	–	*Нв*	Н	Н, !	*Яп*	–	С	Н	Я	*Сп*	–	–	–	**С**	–	–	–	Н
Долинные комплексы (пойма р. Урал)																												
13	Н	Н/С	Н	**С**	Н	И	+	+	Н	+	Н	Н	Н	+	*Нп*	–	+	+	+	*Сп*	+, *Л*	–	–	**С**	С	Н	+	**С**
14	–	Н	Н	**С**	–	–	Н	–	Н	С	Н	Н	Н	–	*Вп*	–	С	–	+	*Вп*	И	+, Р	+, Р	**С**	–	–	–	**С**

Примечание к таблицам 2, 3. * – цифрами обозначены виды животных: *1 – Sic bet, 2 – Cl gl, 3 – Alx oec, 4 – Mic a&r, 5 – Mm min, 6 – Syl ur, 7 – Ap agr, 8 – Sp pyg, 9 – Sp maj, 10 – Mar bob, 11 – Sic sub, 12 – Al maj, 13 – Cr cr, 14 – Alc ev, 15 – Lag lag, 16 – Mic soc, 17 – Sp ful, 18 – St tel, 19 – Al el, 20 – Pyg pum, 21 – El tal, 22 – Mus mus, 23 – Rat nor, 24 – Cas fib, 25 – Ond zib, 26 – Arv amf, 27 – Syl flav, 28 – Crl mig, 29 – Mer tam, 30 – Mer mer, 31 – Mer lib, 32 – Rh op, 33 – Dip sag.*

Район 2. Среднее и южное Зауралье – население грызунов Средне- и южно-Зауральского участка области (табл. 4). Подрайон 2.1 – Джамбейта – население грызунов северной части глинистой полупустыни Зауралья (окрестности стационара Джамбейты). *Провинция 2.1.1* – Джамбейта. Подрайон 2.2 – Южное Зауралье – население грызунов глинистых и песчаных пустынь юго-восточной части области). *Провинция 2.2.1* – Южное Зауралье.

Таблица 3. Население грызунов подрайонов 1.3 – Средне-Приуральского и 1.4 – Западного. **Table 3.** The rodent communities in the subregions 1.3 – Middle Priuralsky and 1.4 – Western.

№	Ш				Степные							Пустынные										К	И
	*4**	*5*	*6*	*7*	*8*	*11*	*12*	*13*	*14*	*28*	*15*	*16*	*17*	*33*	*18*	*19*	*20*	*21*	*29*	*30*	*32*	*22*	*26*
Преимущественно песчанополынные сообщества (15, 16, 20, 23), белополынные и мятликово-белополынные (17, 18, 19) в комплексе с чернополынными (21), с участием псаммофильного разнотравья; по барханам – кустарниковые и колосняковые заросли																							
15	–	–	*Нв*	–	*Сп*	*Сл*	+	–	**	Н	–	?	С	*Нп*	Н	+	+	Н	**С**	Н	–	Н	*Св*
16	*Нв*	–	–	–	*Нл*	*Нл*	*Нл*	–	*Нл*	Н	*Нл*, !	–	Н	С	Н	Н	*Нл*	*Нл*	**С**	С	–	С	–
17	*Нв*	–	–	–	–	*Нл*	*Нл*	–	*Нл*	Н	*Нл*,!	–	Н	С	Н	Н	*Нл*	*Нл*	**С**	С	–	С	–
18	*Св*	–	–	–	*Нл*	*Нл*	*Сл*	–	*Нл*	Н	*Нл*, !	–	Н	С	Н	С	*Нл*	*Нл*	**С**	С	Н, Р	С	*Нв*
19	–	–	–	–	*Нл*	*Нл*	*Нл*	–	+	Н	*Нл*, !	–	*Нл*	Н	Н	*Нл*	*Сл*	*Сл*	**С**	Н	–	Н	–
20	*Нп*	–	–	–	*Ст, И*	*Сл*	*Сл*	–	–	С	Н, !	–	С	С	–	С	Н	*Нл*	С	Н	–	Н	–
21	–	–	–	–	–	?	+	–	–	Н	–	С	С	?	–	+	+	Н	**С**	*Нп*	–	Н	–
22	*Нп*	–	**	**	И	*Нл*	*Нл*	*Нч*	**	Н	*Нл*, !	–	С	С	**	С	С	*Нл*	В	В	–	Н	–
23	–	–	–	–	–	–	+	–	–	+	–	–	Н	В	–	Я	С	*Нт*	С	В	–	Н	–
Пустынные полынно-типчаково-ковыльные степи (в выделе 27 – местами кустарниковые и колосняковые заросли)																							
24	*Сз*	*Яв*	*Нв*	–	**В**	*Яв*	Н	*Св*	*Св*	–	С, !	С, !	–	–	–	–	–	Я	*Нч*	–	–	С	*Св*
25	*Сз*	*Яв*	*Яв*	–	**В**	*Яв*	С	*Св*	–	–	С, !	–	*Яп*,Л	–	–	+	Н	Я	–	–	–	С	*Вв*
26	–	–	*Яв*	–	Н	–	С	–	*Нв*	–	**С**	Н, Л!	–	–	–	Н	–	Я	*Сп*	–	–	**С**	–
27	–	?	*Яв*	–	Н	*Яв*	С	*Нв*	?	Н	**С**	Н, !	?	–	–	–	Н	Я	–	–	–	**С**	*Св*
28	–	–	?	–	**	?	С	–	–	–	Н	?	*Яп*	–	?	+	Н	Я	*Нп*	–	–	**С**	*Св*
Долинные комплексы и бессточные понижения с галофитными лугами, тростниками и камышом; кустарники по урезу воды																							
29	Н	?	С	–	*Нг*	*Нг*	*Нг*	Н	–	–		–	–	–	–	–	С	–	–	Н	–	**С**	?
30	Н	?	С	–	*Нг*	*Нг*	*Нг*	–	Н	–	–	?	–	–	+*г*	+*г*	С	*Нг*	–	Н	–	**С**	?
31	–	–	С	–	*Нг*	*Нг*	*Нг*	Н	Н, Л	–		Н, Л!	–	–	+*г*	+*г*	?	–	–	Н	–	**С**	*Св*

В Предуралье и Северном Зауралье наибольшим своеобразием населения грызунов, как показал кластерный анализ, отличается подрайон сухой степи 1.1, затем следует подрайон западной глинистой полупустыни 1.4, а остальные более сходны друг с другом, особенно участки центральной и южной части Волго-Уральских песков в пределах подрайона 1.3 (рис. 2).

Выделено 47 вариантов населения, различающихся набором и соотношением численностей составляющих их видов (рис. 3). Видовой состав каждого варианта населения, а также основные

популяционные характеристики отдельных видов даны в таблицах 1-4. Варианты населения сгруппированы в эти таблицы согласно классификации населения, полученной в результате кластерного анализа. Каждый вариант населения упомянут только в одной из таблиц, хотя в некоторых случаях может встречаться на территории нескольких подрайонов (например, пахотные земли – на карте № 5 – включены в описание населения Северно-Приуральского подрайона, хотя встречаются и в Северно-Зауральском подрайоне).

Таблица 4. Население грызунов района 2 – Среднее и Южное Зауралье подрайонов 2.1 – Джамбейта (вверху) и 2.2 – Южное Зауралье (внизу). **Table 4.** The rodent communities in the region 2 – Middle and Southern Zauralye. Subregion 2.1 – Dzambeyta (top) and 2.2 – Southern Zauralye (bottom).

№ на карте	Ш			Степные								Пустынные										К	И
	Mica &r	*Mmin*	*Sylur*	*Sppyg*	*Spmaj*	*Sicsub*	*Allmaj*	*Crcr*	*Acrev*	*Crlmig*	*Lag lag*	*Sp ful*	*Stel*	*Allel*	*Pygpum*	*Pyg pl*	*Splur*	*Eltal*	*Mermer*	*Mertam*	*Rhop*	*Musmus*	*Arvamf*
Белополынно-чернополынные на перевыпасах степи (32, 33) и чернополынные солонцы (34)																							
32	+	–	–	**В**	*Вз*	–	С	–	С	Н	Н	Н	С	С	Н	Н	–	Н	–	–	–	С	–
33	–	–	–	**В**	*Вз*	–	С	–	С	Н	Н	Н	С	С	Н	Н	–	Н	–	С	–	С	–
34	–	–	–	**Я**	*Нз*	Н	Н	–	–	Н	Я, !	Я, М	–	–	–	–	–	Н	–	–	–	–	–
Комплекс злаково-полынных солончаковых пустынь и дерновинно-злаковых глинистых степей																							
35	–	–	–	Н	–	–	С	–	С	Н	–	Н	С	**С**	С	С	–	Н	–	+	С, Р–	–	–
36	+	–	–	Н	–	–	С	–	С	Н	–	Н	**С**	С	С	С	–	Н	–	+	+	–	–
37	+	–	+	Н	**С**	–	Н	–	С	Н	–	Н	**С**	С	С	С	–	Н	+	+	+	–	–
38	–	–	–	Н	–	*?п*	Н	–	Н	Н	С	*Нп*	**В**	+	+	?	Н	Н	–	**С**	–	*Вп*	–
39	–	–	–	Н	–	–	Н	–	Н	Н	С	*Нп*	**В**	+	+	?	Н	Н	+	**С**	–	*Вп*	–
Поймы, плесы пересыхающих рек																							
40	С	Н	С	–	+	Н	–	С	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	С	**В**
41	С	Н	С	–	–	Н	–	С	–	–	–	–	+	–	–	+	–	–	+, *Л*	+	+, Р–	С	**В**

№ на карте	Ш			Степные						Пустынные										К	И
	Mica&r	*Sylur*	*Apagr*	*Sppyg*	*Marbob*	*Allmaj*	*Acrev*	*Crlmig*	*Micsoc*	*Sp ful*	*Stel*	*Allel*	*Pygpum*	*Pygpl*	*Eltal*	*Mertam*	*Mermer*	*Merlib*	*Rhop*	*Musmus*	*Arvamf*
Злаково-полынные и дерновинно-злаковые северные пустыни на глинистых равнинах																					
42	–	Н	–	–	+	С	С	Н	+	Н	**С**	С	С	С	Н	С	Н	–	С, Р	+	**–**
43	–	+, М	–	Н	–	С	С	Н	+	Н	**С**	Н	С	С	Н	С	–	–	Н, Р	+	**–**
44	–	–	–	Н	–	С	С	Н	Н	Н	**С**	Н	С	Н	Н	С	–	Н, Р	В, Р	+	**–**
45	–	–	–	Н	–	С	С	Н	Н	Н	**С**	Н	С	Н	Н	С	Н	Н, Р	С, Р	+	**–**
Долинные комплексы (тростниковые заросли и галофитные злаковые луга)																					
46	*Нл*	С	** *ч*	–	–	С	+	+	–	–	–	–	–	–	–	С	**	Н, Р	В, Р	С	Н
47	–	+	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	+	+	Н, Р	Н, Р	С	В

Наибольшее количество видов грызунов отмечено в северной части региона: в пойме р. Урал (№ 13-25 видов) и на сельскохозяйственных землях (на карте №№ 4 и 5 – по 24 и 20 видов соответственно). В каждом из других выделов обитает не более 18 видов. Наименьшее количество (по 8 видов) в чернополынных солонцах на восточной окраине ЗКО (№ 34) и в пойме Уила (№ 47). Отмечено 12 видов грызунов, которые доминировали в населении тех или иных частей ЗКО области. Из них чаще других в число доминатов входили: малый суслик, емуранчик, тамарисковая песчанка и домовая мышь. Более подробный анализ населения грызунов и результатов фаунистического районирования дан в публикуемом отдельно сообщении 2.

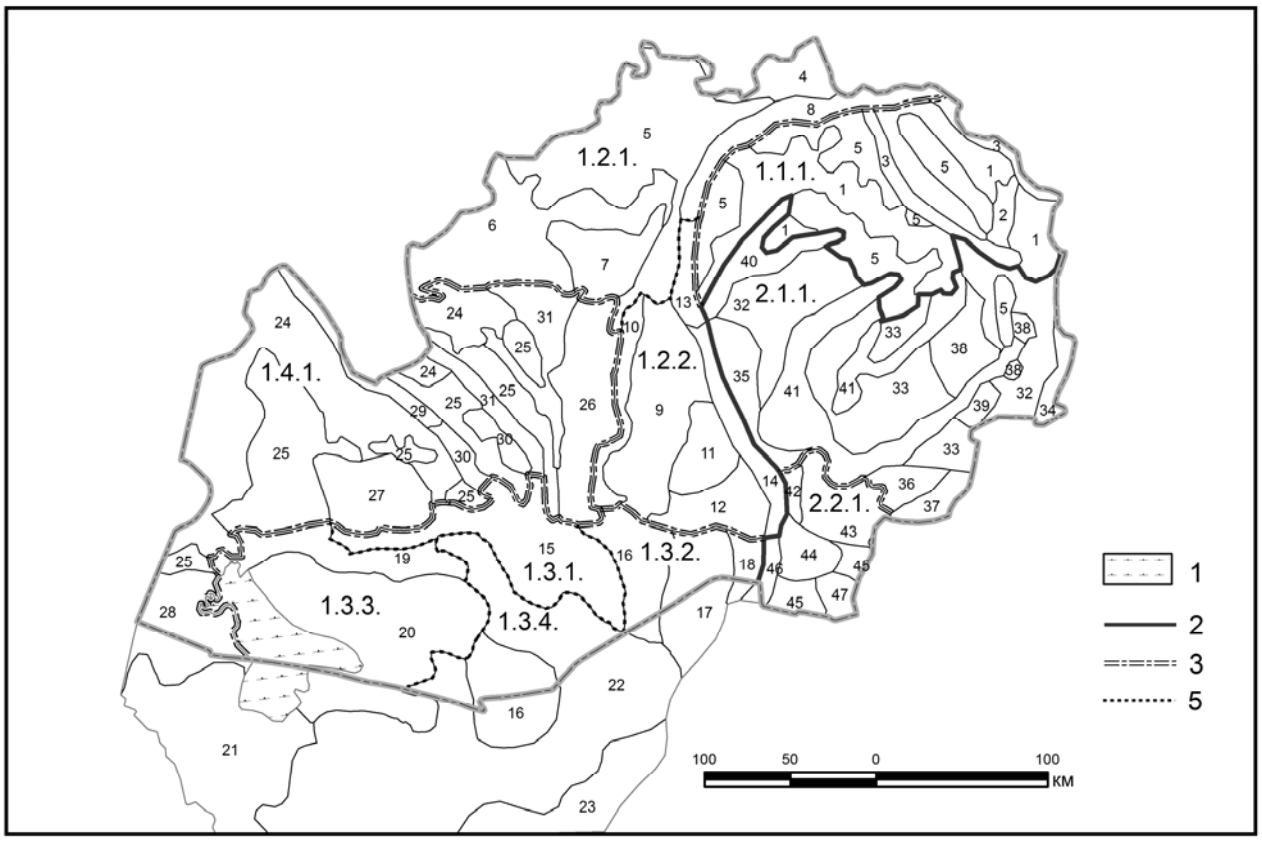


Рис. 3. Карта населения грызунов и зоогеографическое районирование Западно-Казахстанской области. Условные обозначения: 1-47 номера вариантов населения грызунов (в соответствии с таблицами 1-4), 1.1.1-2.2.1 – номера зоогеографических провинций. В легенде: 1 – постоянное население грызунов отсутствует; 2-5 – границы: зоогеографических районов (2), подрайонов (3), провинций (4), Западно-Казахстанской области (5).
Fig. 3. Map of the rodent communities or zoogeographic regionalization of Western Kazakhstan area. Map: 1-47 No. of rodent community variants (see Tables 1-4), 1.1.1-2.2.1 – No. of zoogeographic provinces. Symbols: 1 – there are no permanent rodent population; 2-5 – borders of: zoogeographic regions (2), sub-regions (3), provinces (4), West Kazakhstan area (5).

Выводы

Фаунистический список грызунов Западно-Казахстанской области состоит из 36 видов, но нет ни одного, встречающегося повсеместно. Наибольшее видовое разнообразие (20-25 видов) отмечено на севере региона: в пойме р. Урал и на пахотных землях, наименьшее (8 видов) – на юго-восточных окраинах.

По комплексу экологических и зоогеографических признаков с помощью кластерного анализа на территории ЗКО выделено 2 района, 6 подрайонов и 10 провинций. Наиболее сложной структурой характеризуется население грызунов Средне-Предуральского подрайона, объединяющего южные глинистые полупустыни, северные песчаные пустыни центра и севера Волго-Уральских песков.

Составленная карта населения грызунов ЗКО содержит многоплановую характеристику населения грызунов различных частей ЗКО. Она характеризует состав населения, доминирующие виды, численность каждого вида и некоторые аспекты ее динамики. Использование в процессе ее создания ГИС-технологий, позволяет анализировать разные аспекты размещения грызунов, в том числе составлять для каждого из видов грызунов карты региональных ареалов с оценкой их пространственной структуры. Общее разнообразие населения ЗКО охарактеризовано 47 вариантами населения, различающихся по видовому составу и соотношению численностей слагающих их видов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Акжигитова Н.И., Брекле З.-В. Винклер Г. 2003. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) / Под ред. Е.И. Рачковской, Е.А. Волковой, В.Н. Храмцова. СПб. 424 с.

Быков А.В. 2010. Значение древесно-кустарниковой растительности для позвоночных животных глинистой полупустыни Заволжья. // Аридные экосистемы. Т. 16. № 5 (45). С. 90-97.

Грибова С.Ф., Исаченко Т.И., Липатова В.В., Юрковская Т.К. 1986. Растительность Европейской части СССР и Кавказа: Карта: Масштаб 1:2 000 000. М.: ГУГК.

Доскач А.Г. 1979. Природное районирование Прикаспийской полупустыни. М.: Наука. 142 с.

Иванов В.В. 1958. Степи Западного Казахстана в связи с динамикой их покрова// Записки географического общества. Новая серия. Т. 17. М.-Л.: Изд. АН СССР. 288 с.

Карасева Е.В., Телицына А.Ю., Жигальский О.А. 2008. Методы изучения грызунов в полевых условиях. М.: ЛКИ. 416 с.

Ковальская Ю.М. 1994. К вопросу о распространении серых полёвок группы arvalis (Rodentia, Mammalia) в Казахстане // Зоологический журнал. Т. 73. В. 3. С. 120-125.

Кучерук В.В. 1952. Количественный учёт важнейших видов вредных грызунов и землероек // Методы учёта численности и географического распределения наземных позвоночных. М.: АН СССР. С. 9-46.

Кучерук В.В. 1959. Степной фаунистический комплекс млекопитающих и его место в фауне Палеарктики // География населения наземных животных и методы его изучения. М.: Изд-во АН СССР. С. 45-87.

Линдеман Г.В., Абатуров Б.Д., Быков А.В., Лопушков В.А. 2005. Динамика населения позвоночных животных Заволжской полупустыни. М.: Наука. 252 с.

Медзыховский Г.А. 1993. Волго-Уральский степной очаг чумы. Автономность, пространственная структура. Автореф. дис… канд. биол. наук. Саратов. 22 с.

Методические рекомендации по паспортизации природных очагов чумы. 1976. М.: ГУКИ МЗ СССР. 18 с.

Неронов В.М. 1976. Зоогеографический анализ фауны грызунов Ирана // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. биол. Т. 81. Вып. 2. С. 35-40.

Неронов В.М., Арсеньева Л.П. 1980. Зоогеографический анализ фауны грызунов Афганистана // Современные проблемы зоогеографии. М.: Наука. С. 254-272.

Окулова Н.М., Гражданов А.К., Бидашко Ф.Г., Рябина С.Б. 2004. Полёвки группы *Microtus arvalis* в Западном Казахстане // Млекопитающие как компонент аридных экосистем (ресурсы, фауна, экология, медицинское значение и охрана). Сборник тезисов. М.: ИПЭЭ РАН. С. 91-92.

Павлинов И.Я., Лисовский А.А. 2012. Млекопитающие России: систематико-географический справочник. М.: Т-во научных изданий КМК. 604 с.

Равкин Ю.С. 2012. Пространственно-типологическая организация животного населения (подведение итогов) // Сибирский экологический журнал. Вып. 1. С. 3-25.

Равкин Ю.С., Ливанов С.Г. 2008. Факторная зоогеография. Новосибирск: Наука. 205 с.

Скулкин В.С., Пузаченко Ю.Г. 1986. Зоогеографический анализ фауны млекопитающих Монголии с использованием ЭВМ // Зоогеографическое районирование МНР. М.: ИЭМЭЖ. С. 28-51.

Тупикова Н.В. 1996. Опыт создания карты населения грызунов и пищух на территории бывшего СССР: содержание и принципы построения легенды // Успехи соврем. биол. Т. 116. Вып. 2. С. 243-254.

Тупикова Н.В., Варшавский А.А., Хляп Л.А. 1998. Карта и геоинформационная система «Население грызунов и пищух юга бывшего СССР» // Аридные экосистемы. Т. 4 № 8. С. 74-84.

Тупикова Н.В., Хляп Л.А., Варшавский А.А. 2007. Карта «Грызуны и пищухи» М 1:15000000 // Национальный атлас России. Т. 2. М.: Роскартография. С. 370-372.

Хляп Л.А. 2007. О горных фаунистических комплексах и горных сообществах грызунов и пищух на мелкомасштабной зоогеографической карте России // Млекопитающие горных территорий. Материалы международной конференции. 13-18 августа 2007 г. М.: Т-во научных изданий КМК. С. 350-353.

RODENT COMMUNITIES OF WESTERN KAZAKHSTAN AREA, KAZAKHSTAN REPUBLIC. I. MAPS OF RODENT COMMUNITIES OR ZOOGEOGRAPHIC REGIONALIZATION

© 2014. N.M. Okulova*, L.A. Khlyap*, F.G. Bidashko, A.A. Warshavskyi*, A.K. Grazhdanov**, V.V. Neronov***

**Severtzov's Institute of Ecology and Evolution of Russian Academy of Sciences*
Russia, 117071 Moscow, Leninskiy prospect, 33. E-mail: natmichok@mail.ru
***Uralsk" Antiplague Station*
Kazakhstan, 417001 Uralsk, Chapaeva str., 36/1. E-mail: pchum@nursat.kz
****Russian Research Antiplague Institute "Microbe"*
Russia, 410005 Saratov, Universitetskaya str., 46. E-mail: akgrazhdanov@mail.ru

On the basis of almost 100-year zoological researches in Western Kazakhstan the rodent community map and GIS were created. The hierarchic zoogeographic regionalization was carried out using cluster analysis.

Keywords: rodent communities, Western Kazakhstan, map, GIS, zoogeography, hierarchic regionalization.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 48-55

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК [574.583(285.2):591]:574.472(517.3)

ЗООПЛАНКТОН ДУРГУНСКОГО И ТАЙШИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ (ЗАПАДНАЯ МОНГОЛИЯ) В КОНЦЕ ПЕРИОДА НАПОЛНЕНИЯ

© 2014 г. А.В. Крылов*, Д. Солонго, Б. Мэндсайхан****

**Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН*
Россия, 1525742 Ярославская обл., Некоузский р-н., пос. Борок. E-mail: krylov@ibiw.yaroslavl.ru
***Институт геоэкологии Академии наук Монголии*
Монголия, 21123 г. Улаан-Баатар, Баруун Сэлбэ, д. 13. E-mail: bmendee@yahoo.com

Поступила 17.05.2013

Описаны показатели зоопланктона Дургунского и Тайширского водохранилищ, а также разнотипных водных систем, связанных с ними.
Ключевые слова: озеро, водохранилище, река, зоопланктон, число видов, численность, биомасса.

Одно из непременных условий решения проблем энергетики, которые особо остро стоят перед странами, хозяйство которых интенсивно развивается, – сохранение низкого уровня загрязнения окружающей среды за счет поставки энергии от возобновляемых источников. Поэтому, независимо от существования полярных взглядов апологетов и противников создания водохранилищ, в мире продолжается активное строительство плотин и зарегулирование стока разнотипных водотоков. Создание гидроэлектростанций (ГЭС), несмотря на относительно большие затраты капитала, удаленность от потребителей, затопление значительных территорий суши – наиболее приоритетно, т.к. их работа не сопровождается вредными выбросами в атмосферу, а себестоимость электроэнергии обычно ниже, чем на тепловых электростанциях.

Не является исключением и Монголия, живая природа которой и сырьевые ресурсы чрезвычайно уязвимы к антропогенному воздействию, что важно учитывать в современных условиях глобализации и негативных климатических изменений (Рэгдэл и др., 2012). На территории Западной Монголии в первое десятилетие XXI-го века возведено две крупнейшие ГЭС, в результате чего образовались два водохранилища – Дургунское и Тайширское. Дургунская электростанция мощностью 12 МВт построена в 2008 г. на р. Чонохарайх, представляющей собой протоку между озерами Хар-Ус и Хар. Высота плотины составляет 20 м, длина по гребню 252 м. Предполагается, что ее выработка составит ~ 38.000 МВт/час электроэнергии в год, которая будет поставляться в провинции Баян Улги, Ховд и Увс для коммерческих и бытовых целей (Углубленный обзор …, 2011). Тайширская электростанция построена в 2007 г. в верховьях крупнейшего водотока Западной Монголии – р. Завхан. Высота плотины 50 м, длина по гребню 190 м. Предполагаемая мощность ГЭС 11 МВт, выработка должна составить 37.0 МВт/час электроэнергии в год, которая будет поставляться в провинции Гоби-Алтай и Завхан (Углубленный обзор …, 2011).

Изучение формирования биологического режима зарегулированных участков водотоков важны для понимания общих закономерностей структурной и функциональной организации сообществ гидробионтов крупных пресноводных экосистем на различных этапах их генезиса. Особое значение это приобретает в рамках исследований водных объектов территорий в условиях аридного климата, к которым относится МНР (Батнасан, Севастьянов, 2006), а особенно Котловина Больших озер в Западной Монголии (Мурзаев, 2006). Климат в Котловине Больших Озер резко континентальный, зафиксированный минимум температуры составляет -50ºС, максимум – 35ºС, среднегодовая норма осадков в центральной и южной частях – 100-150 мм, преимущественный ландшафт – сухие степи, полупустыни и пустыни (Шишин, 2010). Здесь проходит самая северная в мире граница сухих пустынь. В последнее время в регионе усилились засухи, уничтожается на топливо и без того скудная растительность – тополя и кусты караканы (верблюжьей колючки), саксаула и ив в поймах рек, что стало причиной масштабного опустынивания в Западной Монголии (Шишин, 2010).

Результаты, полученные в ходе проведения исследований зоопланктона Дургунского и Тайширского водохранилищ в 2010-2011 гг., отражены в ряде публикаций (Крылов, 2012, 2013; Крылов, Мендсайхан, 2013; Крылов и др., 2013). Однако для проведения грамотной оценки изменений структурной организации сообществ гидробионтов в водохранилищах необходимы ежегодные наблюдения, что особенно важно в период наполнения водоемов до проектного уровня.

Цель настоящей работы – описание зоопланктона Дургунского и Тайширского водохранилищ на 5-й и 6-й год существования.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в августе 2012 г. на территории Говь-Алтайского и Ховд аймаков (рис. 1). В Дургунском водохранилище, длина которого составляет ~ 4 км, пробы собирали в центре верховья и приплотинного участка, а также в центре оз. Хар-Ус и протоке Чонохайрайх. Озеро Хар-Ус расположено между горными цепями Алтая и Хангая на высоте 1157 м, является вторым по величине среди озер пустынь. Озеро имеет тектоническое происхождение. Протяженность береговой линии 306.8 км, площадь водосбора 70450 км^2, наибольшая длина 72.2 км, ширина 25.8 км, самая глубокая часть 4.4 м, средняя глубина ~ 2 м. Из оз. Хар-Ус вытекает река (протока) Чонохарайх длиной ~ 50 км. На медиали протоки отбор проб осуществляли на участках ~ в 1 км выше подпора водохранилища и ~ в 1 км ниже плотины, скорость течения воды на которых была <0.2 м/с.

Рис. 1. Места сборов первичных материалов. 1 – Дургунское водохранилище; 2 – Тайширское водохранилище.
Fig. 1. Places of gathering of primary materials. 1 – Durgun reservoir; 2 – Taishir reservoir.

На Тайширском водохранилище, длина которого ~ 35 км, пробы собирали в центре его верхнего, среднего и приплотинного участков, а также на медиали р. Завхан ~ в 1 км выше подпора и ~ в 1 км ниже плотины, где скорость течения воды <0.2 м/с.

На глубинах ≤1 м пробы отбирали ведром, процеживая 100 л воды через газ с размером ячеи 64 мкм, на остальных участках – тотально по два подъема сетью Джеди с диаметром входного отверстия 12 см и размером ячеи 64 мкм. Пробы фиксировали 4%-ным формалином, камеральную обработку проводили по стандартной методике (Методика изучения …, 1975).

Параллельно с отбором проб зоопланктона измеряли глубину, прозрачность, температуру, электропроводность и pH воды.

Результаты исследования и их обсуждение

Максимальные глубины обнаружены в приплотинных участках водохранилищ, минимальные – на незарегулированных участках водотоков (табл. 1). В глубоководных приплотинных зонах вода отличалась максимальной прозрачностью (табл. 1). В водохранилищах относительно водотоков увеличивалась температура и электропроводность воды (табл. 1).

Таблица 1. Глубина (*h*, м), прозрачность (*p*, м), температура (*T*, ºС), электропроводность (EC_{18}, мСм/см) и pH воды исследованных водных объектов. **Table 1.** Depth (*h*, m), transparency (*p*, m), temperature (*T*, ºC), electroconductivity (EC_{18}, mCm/cm) and pH of water bodies included in the research.

№	Станции	*h*	*p*	*T*	EC_{18}	pH
Дургунское водохранилище						
1	Оз. Хар-Ус	2.5	0.15	21.7	217.0	9.4
2	Протока Чонохарайх (выше подпора водохранилища)	1.0	0.8	21.8	185.4	8.5
3	Верховье водохранилища	1.5	0.6	22.3	186.6	8.4
4	Приплотинный участок	12	1.2	23.5	194.7	8.6
5	Протока Чонохарайх ниже плотины	1.0	До дна	22.1	189.3	8.7
Тайширское водохранилище						
1	Р. Завхан (выше подпора водохранилища)	0.4	До дна	17.5	123.6	8.7
2	Верховье водохранилища	1.5	До дна	17.8	153.8	8.4
3	Средняя часть водохранилища	6	3.7	22.9	202.9	8.7
4	Приплотинный участок	25	4.8	19.7	220	8.6
5	Р. Завхан ниже плотины	0.8	До дна	9.8	156	8.2

На незарегулированном участке протоки Чонохарайх по сравнению с материнским водоемом – оз. Хар-Ус – снижались численность и биомасса зоопланктона (рис. 2а), в общей численности и биомассе сообщества сокращалась доля ветвистоусых ракообразных и возрастала доля коловраток (рис. 2б, в).

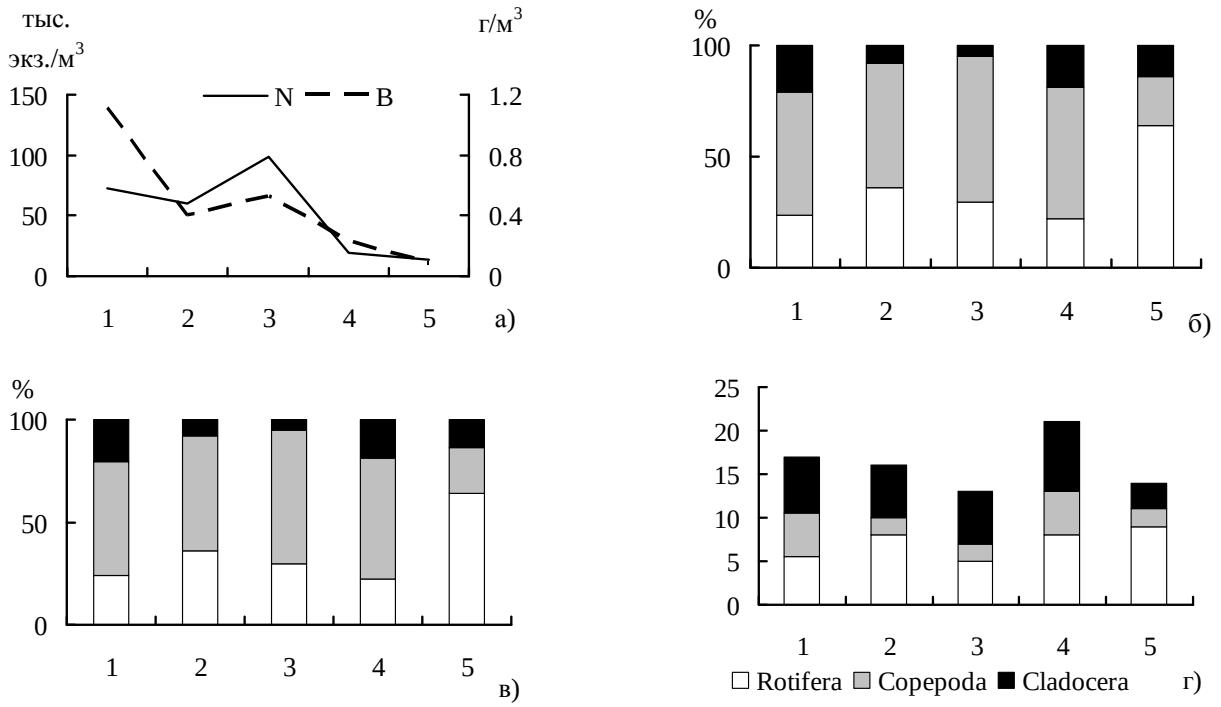


Рис. 2. Численность (*N*) и биомасса (*B*) (*а*), доля таксономических групп в общей численности (*б*) и биомассе (*в*) и число видов (*г*) зоопланктеров оз. Хар-Ус, р. Чонохарайх и Дургунского водохранилища. 1-5 – станции отбора проб (в табл.). **Fig. 2.** Abundance (*N*) and biomass (*B*) (*a*), target taxonomic group of the total abundance (*б*) and biomass (*в*) and number species (*г*) of zooplankton from lake Khar-Us, River Chonokharaikh and Durgun's reservoir. 1-5 – sample station (in the table).

В верховье водохранилища численность зоопланктона достигала максимальных величин за счет увеличения доли веслоногих ракообразных. В приплотинной зоне количественные показатели развития зоопланктона сокращались, но возрастала доля ветвистоусых ракообразных в общей численности и биомассе. Ниже плотины численность и биомасса зоопланктона достигали минимальных величин, основу которых составляли коловратки.

На протяжении всей исследованной системы состав доминирующих организмов не изменялся и включал *Brachionus angularis* Gosse, науплиусов и копеподитов Cyclopoida, *Bosmina (Bosmina) longirostris* (O.F. Müller) и *Diaphanosoma brachyurum* Lievin. Лишь ниже плотины доминировали *Filinia longiseta* (Ehrenberg), *Brachionus angularis*, науплиусы циклопов, *Bosmina (B.) longirostris* и *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine).

Всего в составе зоопланктона исследованных водных объектов системы Дургунского водохранилища обнаружено 29 видов беспозвоночных: 15 – Rotifera, 5 – Copepoda и 9 – Cladocera. Максимальное число видов зарегистрировано в приплотинной части водохранилища, минимальное – в его верховье и на р. Чонохарайх ниже плотины (рис. 2г).

По величине коэффициента трофности, рассчитанного на основе анализа видового состава зоопланктеров (Мяэметс, 1980), все исследованные участки характеризовались как эвтрофные, хотя в пределах водохранилища наблюдалось снижение значений коэффициента (табл. 2). Необходимо отметить, что в протоке ниже плотины наблюдалось значительное увеличение коэффициента трофности до величин, соответствующих гипертрофным водам.

Таблица 2. Величины коэффициента трофности (*E*) (Мяэметс, 1980) и трофический статус исследованных водных объектов. **Table 2.** Index of trophic coefficient (*E*) (Myaemets, 1980) and trophic status of water bodies included in the research.

№	Станции	*E*	Трофический статус
Дургунское водохранилище			
1	Оз. Хар-Ус	2.0	Эвтрофный
2	Протока Чонохарайх (выше подпора водохранилища)	2.2	Эвтрофный
3	Верховье водохранилища	1.1	Эвтрофный
4	Приплотинный участок	1.3	Эвтрофный
5	Протока Чонохарайх ниже плотины	9.0	Гипертрофный
Тайширское водохранилище			
1	Р. Завхан (выше подпора водохранилища)	2.0	Эвтрофный
2	Верховье водохранилища	–	
3	Средняя часть водохранилища	1.0	Мезотрофно-эвтрофный
4	Приплотинный участок	0.7	Мезотрофный
5	Р. Завхан ниже плотины	7.0	Гипертрофный

Средние величины индексов видового сходства Чекановского-Съеренсена (Песенко, 1982) зоопланктона каждой станции варьировали от 0.49 (протока Чонохарайх ниже плотины) до 0.65 (верховье водохранилища; табл. 3).

В проточно-зарегулированной системе р. Завхан минимальные численность и биомасса зоопланктона зарегистрированы в верховье водохранилища (рис. 3а), где обнаружены только коловратки при доминировании *Euchlanis dilatata* Ehrenberg и *E. meneta* Myers (рис. 3б, в). На медиали незарегулированного участка р. Завхан численность и биомасса были выше в 4.0 и 2.6 раза соответственно, доминировали *Euchlanis dilatata* и *Keratella quadrata* (Müller). В средней части водохранилища относительно верховья численность возрастала в 116.3 раза, биомасса – в 3247.7, максимальной доли в общей численности и биомассе достигали ветвистоусые ракообразные, доминировали *Conochilus hippocrepis* (Schrank), *Acanthodiaptomus denticornis* Wierzejski, а также *Daphnia (Daphnia) galeata* G.O. Sars, *D. (D.) hyalina* Leydig. и их гибридные формы. В приплотинной

зоне зарегистрированы максимальные численность и биомасса зоопланктона, возрастала доля веслоногих ракообразных, но состав доминирующих организмов был таким же, как в средней части водохранилища. Ниже плотины численность зоопланктона сокращалась в 4.3 раза, биомасса – в 234.5, исчезали ветвистоусые ракообразные, в общей численности возрастала доля коловраток, в общей биомассе – веслоногих ракообразных и коловраток, доминировали *Mytilina ventralis* Ehrenberg, *Eucyclops serrulatus* (Fischer) и *Cyclops strenuus* (Fischer).

Таблица 3. Величины индексов видового сходства (Чекановского-Съеренсена) зоопланктона исследованных станций. **Table 3.** Similarity indexes of the zooplankton species (Chekanovsk-Serensena) of research station.

Дургунское водохранилище					
Станции*	1	2	3	4	5
1	–	0.69	0.63	0.56	0.44
2	–	–	0.71	0.67	0.52
3	–	–	–	0.72	0.50
4	–	–	–	–	0.50
Среднее	0.58	0.65	0.64	0.61	0.49
Тайширское водохранилище					
Станции*	1	2	3	4	5
1	–	0.50	0	0.13	0.14
2	–	–	0	0	0.33
3	–	–	–	0.67	0.09
4	–	–	–	–	0.11
Среднее	0.19	0.08	0.19	0.23	0.17

Примечание к таблице 3: * – смотри таблицы 1 и 2. **Note to table 3**: * – see table 1 and 2.

Всего на исследованных участках р. Завхан и Тайширского водохранилища обнаружено 26 видов беспозвоночных: 17 – Rotifera, 4 – Copepoda и 5 – Cladocera. Максимальное число видов зарегистрировано в средней части водохранилища, где наибольшего разнообразия достигали веслоногие и ветвистоусые ракообразные (рис. 3г). Минимальным разнообразием отличался зоопланктон верховья водохранилища и незарегулированного участка р. Завхан выше подпора водохранилища.

Коэффициент трофности характеризовал р. Завхан выше подпора водохранилища как эвтрофную, в средней части водохранилища величина коэффициента сокращалась до мезотрофно-эвтрофного статуса, в приплотинной части – до мезотрофного (табл. 2). Ниже плотины зарегистрировано значительное увеличение коэффициента трофности, величины которого соответствовали гипертрофным водам.

Наименьшим сходством видового состава отличался зоопланктон верховья водохранилища, наибольшим – приплотинного участка (табл. 3).

В целом изменения зоопланктона, происходящие при зарегулировании протоки Чонохарайх и р. Завхан, соответствуют ранее описанным закономерностям для равнинных водохранилищ: по сравнению с водотоками увеличиваются разнообразие, численность и биомасса планктонных беспозвоночных, в основном, за счет веслоногих и ветвистоусых ракообразных (Луферова, 1963; Волга и ее жизнь, 1978 и др.).

Важно отметить, что в акватории водохранилищ наблюдалось снижение величин коэффициентов трофности, что, по всей видимости, связано с увеличением объема воды, а также интенсификацией процессов биологического самоочищения, в том числе за счет развития зоопланктеров. Ниже плотин зарегистрировано резкое увеличение величин коэффициента, происходящее, очевидно, за счет постоянного поступления богатых органическими и биогенными веществами вод водохранилищ, а также значительной нагрузки со стороны пасущихся сельскохозяйственных животных.

Однако между зоопланктоном двух исследованных водохранилищ имеется ряд различий. Так, по числу видов и численности сообщество Дургунского водохранилища значительно превосходило показатели Тайширского водохранилища. Очевидно, что это определяется тесной связью протоки Чонохарайх, характеризующейся медленным течением воды, с оз. Хар-Ус, служащим основным источником формирования зоопланктона Дургунского водохранилища. Об этом свидетельствуют также величины индексов видового сходства Чекановского-Съеренсена (табл. 3): средняя величина индексов между станциями оз. Хар-Ус, протоки Чонохарайх и Дургунского водохранилища составляла 0.59. В то же самое время средняя величина индексов видового сходства между станциями р. Завхан и Тайширского водохранилища была всего 0.20, что свидетельствует о крайне разных условиях обитания зоопланктеров на каждом исследуемом участке этой проточно-зарегулированной системы.

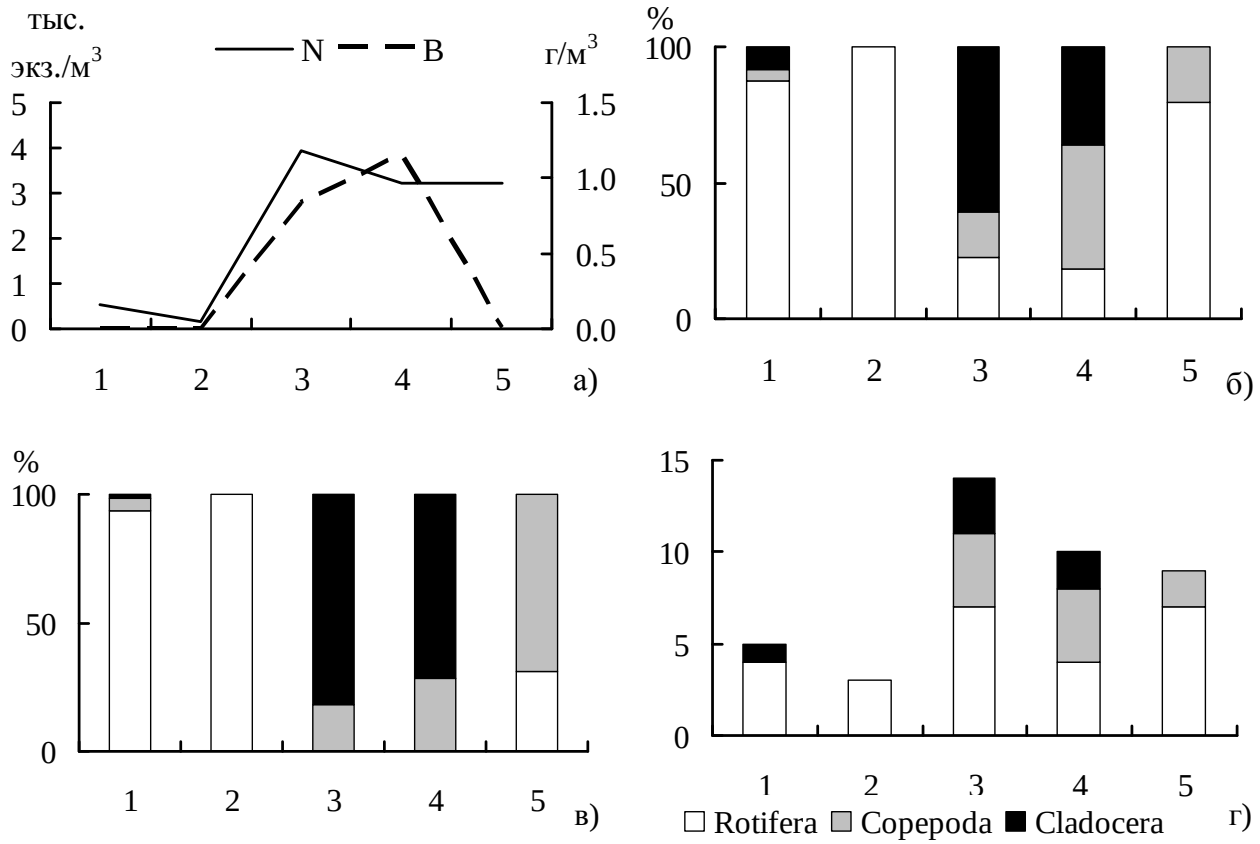


Рис. 3. Показатели зоопланктона р. Завхан и Тайширского водохранилища. Условные обозначения на рисунке 1. **Fig. 3.** Zooplankton of the River Zavkhan and Taishir's reservoir. Symbols in the figure 1.

В Дургунском водохранилище численность и биомасса зоопланктона уменьшались по направлению от верховья к плотине, а в Тайширском – увеличивались. Кроме того, в верховье Дургунского водохранилища была выше доля ракообразных в общей численности и биомассе зоопланктона, чем на аналогичном участке Тайширского водохранилища, где были обнаружены только коловратки. В приплотинной части Дургунского водохранилища зоопланктон характеризовался меньшей долей ветвистоусых ракообразных, чем наблюдалось в приплотинной части Тайширского водохранилища. По всей видимости, все это могло определяться двумя причинами. Во-первых, меньшей скоростью течения в протоке Чонохарайх и аккумуляцией переносимых ею веществ на границе подпора водохранилища, в то время как р. Завхан способна выносить вещества гораздо ниже границы подпора. Во-вторых, различиями затапливаемых участков суши: ширина приплотинной части Дургунского водохранилища, расположенной в скальных

породах, составляет не более 0.3 км, а ширина приплотинной части Тайширского водохранилища, затопившая участки почв с растительностью, составляет ~ 2.5 км.

Очевидно, что все различия между зоопланктоном двух водохранилищ в бóльшей степени связаны с типом их формирования. Л.А. Луферова (1964) выделила три типа формирования зоопланктона водохранилищ: озерный, пойменный и речной. Тип формирования сообществ Дургунского водохранилища может быть определен, как комбинированный – озерно-речной, т.к. происходит за счет зоопланктона водотока – протоки Чонохарайх, хорошо развитого благодаря влиянию материнского водоема – оз. Хар-Ус. Тип формирования зоопланктона Тайширского водохранилища – пойменный, характерный для водохранилищ, создаваемых на реках почти лишенных зоопланктона. Это определяет и сроки формирования зоопланктона исследованных водохранилищ. Как и на равнинных реках России (Дзюбан, 1959) они составляют не более 4 лет, причем, окончание формирования зоопланктона Дургунского водохранилища наблюдалось уже через 2, Тайширского – через 4 года (Крылов, 2012, 2013; Крылов, Мэндсайхан, 2012; Крылов и др., 2012).

Известно, что выделяют три этапа формирования биоты водохранилищ: 1) становления, 2) депрессии, 3) относительной стабилизации (Шаронов, 1966; Кудерский, 1992). Этап становления, т.е. изменения состава и количественного развития видов беспозвоночных, регистрируемых в условиях проточности, к сообществам, характерным для лимнических систем, прошел в течение первых 2–3 лет (Крылов, 2012, 2013; Крылов, Мэндсайхан, 2012; Крылов и др., 2012). Важно отметить, что этот этап в меньшей степени, чем в равнинных водохранилищах, зависит от сроков наполнения, что, очевидно, связано с бедностью затапливаемых почв и растительного покрова. Этап депрессии в зоопланктоне водохранилищ не выражен (Луферова, 1963), и через 2-3 года начинается этап стабилизации, в течение которого дальнейшие изменения зоопланктона могут быть связаны с возможным формированием зарослей водных растений в литоральной зоне. Ряд исследователей выделяют также четвертый этап формирования водохранилищ – дестабилизации (Кузнецов, 1997; Сальников, Решетников, 1991), возникновение которого возможно при влиянии таких факторов, как климатические и метеорологические аномалии, антропогенное эвтрофирование и загрязнение.

Выводы

Изменения зоопланктона при зарегулировании водотоков аридных территорий не отличаются от наблюдаемых при зарегулировании равнинных рек Средней полосы России. Уровень количественного развития зоопланктона водохранилищ определяется источниками формирования сообществ. Распределение зоопланктона по продольному профилю водохранилищ зависит от скорости течения рек, а также типа и ширины затапливаемых участков суши. Увеличение объемов воды в водохранилище, а также повышение процессов биологического самоочищения приводят к снижению величин коэффициента трофности от верховьев к приплотинным участкам. Поступление богатых биогенными и органическими веществами вод водохранилищ ниже плотин приводят к резкому увеличению величин коэффициента трофности.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю признательность руководству Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ за всестороннюю помощь в организации и проведении исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Батнасан Н., Севастьянов Д.В. 2006. Колебания увлажненности и состояние озер на территории Монголии // Очерки физической географии Монголии. Улаанбаатар: Бэмби сан. С. 199-204.

Волга и ее жизнь. 1978. Л.: Наука. 350 с.

Дзюбан Н.А. 1959. О формировании зоопланктона водохранилищ // Труды VI совещания по проблемам биологии внутренних вод. М.-Л.: Изд-во АН СССР. С. 597-602.

Крылов А.В. 2012. Видовой состав зоопланктона водоемов и водотоков Котловины Больших Озер (Монголия) // Биология внутренних вод. № 3. С. 43-51.

Крылов А.В. 2013. Количественное развитие зоопланктона водоемов и водотоков Котловины Больших озер (Монголия) // Биология внутренних вод. № 1. С. 39-45.

Крылов А.В., Дулмаа А., Мендсайхан Б. 2012.Межгодовые изменения зоопланктона Тайширского водохранилища (Западная Монголия) в период его наполнения // Вода: химия и экология. № 9. С. 50-56.

Крылов А.В., Мэндсайхан Б. 2012. Межгодовые изменения зоопланктона оз. Хар-Ус, Дургунского водохранилища и реки Чонохарайх (Монголия) // Вода: химия и экология. № 10. С. 66-72.

Кудерский Л.А. 1992. Экологические основы формирования и использования рыбных ресурсов водохранилищ: Автореф. дис…. док. биол. наук. М., 85 с.

Кузнецов В.А. 1997. Изменение экосистемы Куйбышевского водохранилища в период ее формирования // Водные ресурсы. Т. 24. № 2. С. 228-233.

Луферова Л.А. 1963. Формирование зоопланктона Горьковского водохранилища // Труды Института биологии внутренних вод. Вып. 6(9). М.-Л.: Изд-во АН СССР. С. 131-142.

Луферова Л.А. Формирование зоопланктона Горьковского водохранилища. Автореф. дис…. канд. биол. наук. М., 1964. 22 с.

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

Мурзаев Э.М. 2006. О самом северном проникновении сухих пустынь // Очерки физической географии Монголии. Улаанбаатар: Бэмби сан. С. 452-456.

Мяэметс А.Х. 1980. Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука. С. 54-64.

Песенко Ю.А. 1982. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука. 288 с.

Рэгдэл Д., Дугаржав Ч., Гунин П.Д. 2012. Экологические требования к социально-экономическому развитию Монголии в условиях аридизации климата // Аридные экосистемы. Т. 18. № 1. С. 5-17.

Сальников В.Б., Решетников Ю.С. 1991. Формирование рыбного населения искусственных водоемов Туркменистана // Вопросы ихтиологии. Т. 31. Вып. 4. С. 565-575.

Углубленный обзор политики и программ в области энергоэффективности: Монголия. 2011. Секретариат Энергетической Хартии // Boulevard de la Woluwe, 56. B-1200. Belgium: Brussels. 132 с.

Шаронов И.В. 1966. Формирование ихтиофауны водохранилищ // Экология водных организмов. М.: Наука. С. 103-110.

Шишин М.Ю. 2010. Инновационные и традиционные подходы в формировании культурных ландшафтов в Западной Монголии // Вестник АлтГТУ им. И.И. Ползунова. № 1-2. С. 150-154.

ZOOPLANKTON OF THE DURGUN AND TAISHIR RESERVOIR (WESTERN MONGOLIA)

© 2014. A.V. Krylov*, D. Solongo, B. Mendsaikhan****

**Institute for Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences*
Russia, 152742 Borok. E-mail: krylov@ibiw.yaroslavl.ru
***Institute of Geoecology of the Mongolian Academy of Sciences*
***Mongolia, 15170 Ulaan-Baatar, Baruun Selbe-15. E-mail: bmendee@yahoo.com*

Zooplankton indicators of the various types of water system in the Durgun and Taishir reservoirs of Western Mongolia.

Key words: lake, reservoir, river, zooplankton, species diversity, abundance, biomass.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 56-69

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 574.58(282.247.365/.366+282.247.446.5)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОТЫ ВОДОЕМОВ КУМА-МАНЫЧСКОЙ ВПАДИНЫ: УСТЬ-МАНЫЧСКОГО, ВЕСЕЛОВСКОГО, ПРОЛЕТАРСКОГО И ЧОГРАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ (ОБЗОР)[1]

© 2014 г. О.В. Степаньян, А.В. Старцев

Объединенный отдел стратегических исследований Южного научного центра РАН
Россия, 344006 г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, д. 41. E-mail: step@ssc-ras.ru

Поступила 16.04.2013

Рассматриваются основные тенденции в развитии водных сообществ водоемов Кума-Манычской впадины. Показано, что наиболее трансформирована экосистема озера Маныч-Гудило, где на фоне возрастающего осолонения произошло исчезновение солоноватоводной флоры и фауны. Упростилась структура, снизилась продуктивность, сократилось видовое богатство планктона и бентоса, ныне представленное монодоминантными сообществами. Произошло резкое сужение районов обитания донных и планктонных организмов, которые существуют в настоящий момент в опресненных устьевых участках в биотопах с водной растительностью. В летний период деструкционные процессы преобладают над продукционными, что отражается на образовании органического вещества и содержании биогенных элементов в водной толще. В настоящее время структурные и функциональные характеристики водной экосистемы в значительной степени соответствуют таковым до зарегулируемого периода. Сообщества гидробионтов Веселовского и межплотинного участка Пролетарского водохранилищ, несмотря на снижение объемов подачи пресной воды, стабильны, с относительно высокими показателями рыбопродуктивности. Восстановление прежней продуктивности и рыбных запасов Пролетарского и Чограйского водохранилищ без воссоздания мелиоративной системы и поддержания прежних объемов подачи пресных вод невозможно.

Ключевые слова. Усть-Манычское водохранилище, Веселовское водохранилище, Пролетарское водохранилище, Чограйское водохранилище, озеро Маныч-Гудило, озерная экосистема, водная биота.

За последние 80 лет произошли коренные изменения природных экосистем юга России. Зарегулирование реки Маныч в начале 1930-х гг. и наполнение ее донской и кубанской водой в конце 1940-х гг. позволило создать водную систему из цепи водохранилищ: Усть-Манычского, Веселовского и Пролетарского (рис. 1). Мелиоративные работы продолжались до начала 1970-х гг., когда было создано Чограйское водохранилище для водоснабжения г. Элисты (Республика Калмыкия). Водохранилища находятся в области с аридным климатом и недостатком водных ресурсов. Окружающие почвы (каштановые и черноземы) в различной степени засолены и представлены солончаками и солонцами. Подстилающие породы – глины, как и грунтовые воды, засолены. В 1970-х гг. стали видны первые признаки роста минерализации вод водохранилищ. Чтобы справиться с этой проблемой, были построены обводные каналы, и в Пролетарское водохранилище была перенаправлена часть стока рек Кубани, Терека, Кумы. Наиболее интересный объект исследования – озеро Маныч-Гудило – соленый мелководный водоем, находящийся в центре Кумо-Манычской впадины, в настоящее время, являющийся частью Пролетарского водохранилища. Озеро играет главную роль в гидрологическом и гидрохимическом режиме водохранилищ с момента заполнения и по настоящее время.

[1] Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН «Выявление закономерностей формирования гидролого-гидрохимического режима и биоты водоемов Кумо-Манычской депрессии в условиях хронического осолонения».

Рис. 1. Геоэкологический профиль через водоемы Кума-Манычской впадины. **Fig. 1.** Geoecological cross-section through the Kuma-Manych depression water bodies.

Актуальность исследования связана с тем, что изменения, происходящие с водной системой, порождают множество экономических и социальных проблем в Ростовской области, Ставропольском крае и Республике Калмыкия. Отметим, что предполагаемая трасса масштабного водно-транспортного соединения «Евразия», по одним техническим проектам, непосредственно затрагивает, по другим, проходит вблизи водной системы, что делает изучение водоемов Кума-Манычской впадины, оценку их состояния еще более актуальным. Современный гидрологический и гидрохимический режим водохранилищ подробно освещен в литературе (Лурье и др., 2001; Базелюк и др., 2010; Матишов, Гаргопа, 2005; Матишов и др., 2006, 2007, 2010; Новикова и др., 2011; Уланова, 2011), но данные по состоянию водной биоты в значительной степени разрознены, большая часть материалов опубликована в труднодоступных региональных изданиях.

Цель работы – оценка состояния биоты водоемов Кума-Манычской впадины в исторический и современный периоды.

Материалы и методы

Для оценки состояния отдельных компонентов водных экосистем были использованы опубликованные материалы: фитопланктон (Никитина, 1982; Ковалева, 2006; Лужняк, 2007, 2008), первичная продукция (Сойер и др., 2009; Сойер, 2010), зоопланктон (Харин, 1948; Круглова и др., 1972; Рейх, Болоховец, 1972; Демченко, Демченко, 1987; Никитенко, 2009; Кренева и др., 2010), зообентос (Мордухай-Болтовской, 1940; Глушко, 2004; Глушко, Глотова, 2006; Глушко и др., 2008; Никитенко, 2008; Булышева, 2009; Булышева, Набоженко, 2010; Набоженко и др., 2010), водная растительность (Пашков, 1948; Растительный мир…, 1977; Громов, 2005), ихтиофауна (Троицкий, 1940; Дахно, 1980; Никитина, 1982; Иванченко и др., 1997; Витковский, 2000, 2004; Петрушкиева, 2002; Витковский, Богачев, 2003; Лужняк, 2005; Рыбакова, 2008; Жукова, 2010), обобщающие монографии В.М. Кругловой (1962, 1972).

Помимо литературных данных, использованы материалы ихтиологических всесезонных съемок 2008-2012 гг., в которых участвовал один из авторов. Облов ихтиофауны проводили жаберными сетями с размером ячеи 30-40 мм, время застоя сетей составляла 8 часов. В уловах определяли видовой состав и проводили полный биологический анализ рыб. Ихтиологические работы проводили в рамках научно-исследовательских и учебных квот ЮНЦ РАН. Названия таксонов видового и подвидового рангов приведены по Е.В. Васильевой и В.А. Лужняку (2013).

Результаты и обсуждение

В развитии экосистем водохранилищ Кума-Манычской впадины с 1930-х гг. по настоящее время можно выделить 3 основных этапа.

I этап отражает естественное состояние водной экосистемы до зарегулирования (1936-1948 гг.). Количественные оценки по многим компонентам водных экосистем отсутствуют, но имеющиеся описания (Мордухай-Болтовский, 1940; Троицкий, 1940; Пашков, 1948; Харин, 1948; Круглова, 1962, 1972) позволяют достаточно точно воспроизвести основные элементы экосистемы водоемов. В этот период на месте водохранилища существовала цепь пересыхающих озер с преимущественно

дождевым питанием. Минерализация воды превышала 100 г/л, достигая 304 г/л, в летние периоды некоторые озера пересыхали, и на дне выступала кристаллическая соль.

Такие экстремальные условия определили бедное разнообразие растений и животных, обитающих в водной толще и на дне. Донная растительность была представлена зелеными водорослями *Vaucheria* sp. (вошерией), *Cladophora* sp. (кладофорой) и *Enteromorpha intestinalis* L. (энтероморфой кишечницей), которые образовывали обширные скопления в виде «войлока» на дне (Волков, 1940). Прибрежно-водная растительность по берегам озер отсутствовала, появляясь в распресненных устьевых участках впадающих рек. Фитопланктон был представлен водорослями из отделов Diatomea (диатомовые), Dinoflagellata (динофитовые), Euglenophyta (евгленовые), Chlorophyta (зеленые), Cyanophyta (сине-зеленые). При минерализации 190 г/л обнаруживались только створки диатомовых водорослей (Волков, 1940).

В зоопланктоне массово развивался рачок артемия – обитатель соленых водоемов. По замечанию Ф.Д. Мордухай-Болтовского (1940, с. 174) «...в некоторых соленых водоемах Манычской долины вся масса воды, лишенная каких-либо животных, наполнена плавающими остатками листовидных ножек артемии...». В соленых водоемах Манычей большинство пресноводных кладоцер существовать не могли, оставались только наиболее выносливые к осолонению представители родов *Moina* Baird, 1850 и *Diaphanosoma* Fischer, 1850, размножавшиеся в больших количествах. Общее видовое богатство зоопланктона не превышало 17 видов. В бентосе преобладали личинки хирономид с биомассой до 16 г/м^2, при отсутствии двустворчатых моллюсков (Харин, 1948).

До наполнения водохранилищ в водоемах Кума-Манычской впадины было известно 34 вида рыб (Троицкий, 1940). Отрезанное плотинами от Дона, Веселовское водохранилище лишилось рыб, заходящих весною из реки и моря, и уже в 1934 г. в нем насчитывалось 22 вида, а к концу 1930-х гг. видовой состав уменьшился до 19 видов (Троицкий, 1940). Из них массовыми являлись *Abramis brama* L., 1758 (лещ), *Abramis bjoerkna* L., 1758 (густера), *Alburnus alburnus* (L., 1758) (уклея), *Cyprinus carpio* L., 1758 (сазан), *Leucaspius delineatus* Heckel, 1843 (верховка), *Sander lucioperca* L., 1758 (судак), *Perca fluviatilis* L., 1758 (окунь), *Scardinius erythrophthalmus* L., 1758 (красноперка), *Rutilus rutilus* (L., 1758) (плотва (тарань)) и *Gasterosteus aculeatus* L., 1758 (трехиглая колюшка). Исчезли *Silurus glanis* L., 1758 (сом), *Lota lota* Linnaeus, 1758 (налим) и *Gymnocephalus cernua* L., 1758 (ерш), *Tinca tinca* (L., 1758) (линь) и *Gobio brevicirris* Fowler, 1976 (пескарь).

II этап охватывает период с 1948 по 1989 гг. Это время активной подачи пресной донской и кубанской воды. Регулирование водной системы привело к тому, что в Веселовском водохранилище минерализация снизилась до 1 г/л и менее, в Пролетарском водохранилище – до 12-13 г/л. Водохранилища приобрели статус рыбохозяйственных водоемов, именно на этот период приходятся максимальные уловы рыб.

Увеличилось разнообразие макроводорослей за счет бурного развития *Chara* Vaill. (харовые). Активно развивалась прибрежно-водная *Phragmites auslralis* (Cav.) Trin ex Sleud. (тростник южный), *Typha angustigolia* L. (рогоз узколистный), *Scirpus lacustris L.* (камыш озерный) и водная *Potamogeton pectinatus* L. (рдест гребенчатый), *Zannichellia palustris* L. (занихелия болотная), *Ruppia maritima* L. (руппия морская) растительность, занимая до 60% поверхности дна и формируя новые биотопы для нереста рыб и развития фауны зарослей. До создания Чограйского водохранилища растительность развивалась по руслу реки Восточный Маныч (Растительный мир ..., 1977), после его образования, было отмечено бурное развитие водной и прибрежно-водной растительности на обширных мелководьях и, особенно, тростника южного в хвостовой части водохранилища (Круглова и др., 1972), в 1975-1980 гг. основные площади (1400-1700 га) развития подводных зарослей были сосредоточены в зоне выклинивания подпора водохранилища и занимали до 10% площади водохранилища, но постоянные колебания уровня воды отрицательно сказывались на развитии зарослей подводной растительности, что привело к снижению площади покрытия в 1975-1980 гг. до 5% (Москул, 1982).

Фитопланктон Пролетарского водохранилища был представлен в зимне-весенний период диатомовыми, в летний период зелеными и сине-зелеными водорослями (Круглова, 1972). В фитопланктоне Чограйского водохранилища в результате притока пресных вод рек Терек и Кума доминировали зеленые водоросли, а видовое разнообразие в конце 1970-хх гг. насчитывало 156 видов (диатомовые, сине-зеленые, зеленые, эвгленовые, динофитовые водоросли; Никитина, 1982).

Зоопланктон Пролетарского водохранилища с биомассой 0.87-7.70 г/м^3 формировался за счет коловраток в летний период и кладоцер в остальные сезоны (Круглова, 1972). В первые годы существования Чограйского водохранилища, биомасса зоопланктона достигала 11.7 г/м^3 (Круглова, 1972), к началу 1980-х гг. количественные показатели сетного планктона заметно снизились до 3.7-5.2 г/м^3, стал доминировать *Cyclops strenuus* (Fischer, 1851), вклад коловраток и ветвистоусых раков в общую биомассу зоопланктона существенно снизился (Рейх, Болоховец, 1972; Демченко, Демченко, 1987). Максимальное разнообразие как фитопланктона, так и сетного зоопланктона было приурочено к наиболее распресненным участкам водохранилищ. В наиболее минерализированной части Пролетарского водохранилища доминировали отдельные представители сине-зеленых водорослей и рачкового зоопланктона, образуя биомассу в несколько раз превосходящую таковые значения в опресненных участках. При дальнейшем увеличение минерализации в водах водохранилищ значения биомассы фито- и зоопланктона резко понизились.

Разнообразие донных беспозвоночных в Пролетарском водохранилище значительно увеличилось и достигало 80 видов. Из-за плотных грунтов основное количество видов донных беспозвоночных было сосредоточено в зарослях водной растительности. Преобладали личинки хирономид и олигохет, ракообразные и моллюски были представлены 3 видами. В первые годы образования Чограйского водохранилища видовое разнообразие бентоса было невысоким, насчитывало 15 видов. Доминировали хирономиды, биомасса которых достигала 4.4 г/м^2, также были отмечены гаммариды с биомассой 0.8 г/м^2, олигохеты и личинки насекомых (Рейх, Болоховец, 1972).

Для всех водохранилищ характерна выраженная сезонная динамика биомассы бентофауны: наибольшие ее значения отмечались в весенний период, далее с вылетом хирономид биомасса резко уменьшалась, к осени возрастала. Максимальные значения биомассы отмечались на мелководьях в зарослях водной растительности. С увеличением глубины численность донных организмов резко падала, что снижало биомассу сообществ донных беспозвоночных.

Отметим, что именно в этот период проводятся масштабные акклиматизационные работы с беспозвоночными во всех водохранилищах по повышению кормовой базы рыб (Круглова, 1972).

Видовое разнообразие ихтиофауны Веселовского и Пролетарского водохранилищ стало быстро возрастать, увеличившись с 14 видов в 1932 г. до 28 видов в 1963 г. (Круглова, 1972). Появились *Esox lucius* L., 1758 (щука), *Aspius aspius aspius* L., 1758 (жерех), *Pelecus cultratus* L., 1758 (чехонь), *Carassius gibelio* Bloch, 1782 (серебряный карась), *Alburnus mento* Heckel, 1837 (шемая), *Cobitis* sp. (щиповка), судак, *Knipowitschia longecaudata* Kessler, 1877 (бычок Книповича), позднее проникли *Sander volgensis* Gmelin, 1789 (берш), *Abramis sapa* Pallas, 1814 (белоглазка), густера и *Clupeonella* sp. (каспийская килька). Активно акклиматизировали осетровых рыб и их гибридов (бестера), салаку, *Abramis ballerus* L., 1758 (синца), *Cyprinus carpio* L., 1758 (карпа), *Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes, 1844 (белого толстолобика), *Abramis vimba vimba* L., 1758 (рыбца). Максимальные уловы были отмечены в 1960-е гг. в Пролетарском водохранилище и составили 10.6-18.2 тыс. т, среди промысловых рыб преобладали сазан, тарань, судак, лещ (Круглова, 1972). В 1979-1985 гг. число видов возросло до 41, причем большинство обитало в опресненных участках водохранилищ, но к этому времени исчезли ранее вселенные бестер, *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt et Ratzeburg, 1833 (русский осетр), белоглазка. В конце 1970-х гг. появились *Squalius cephalus* Linnaeus, 1758 (голавль), *Rutilus frisii frisii* Nordmann, 1840 (вырезуб), линь, *Rhodeus amarus* Bloch, 1782 (горчак), рыбец, сом, *Gymnocephalus acerina* Gueldenstaedt, 1774 (донской ерш), *Neogobius melanostomus* Pallas, 1814 (бычок-кругляк), *Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814 (бычок-песочник), *Proterorhinus nasalis* De Filippi, 1863 (бычок-цуцик), *Knipowitschia caucasica* Berg, 1916 (бычок-бубырь), *Benthophilus stellatus* Sauvage, 1874 (звездчатая пуголовка) (Дахно, 1980). Были предприняты попытки акклиматизации *Ctenopharyngodon idella* Valenciennes, 1844 (белого амура) и *Ictiobus cyprinellus* Valenciennes, 1844 (большеротого буффало). К 1978-1980 гг. центральный участок Пролетарского водохранилища уже утратил рыбохозяйственное значение на 90% своей площади, в результате резкого повышения минерализации и образования заморных зон, а в весенне-летний период 1990 г. на нем отмечена массовая гибель рыб. На середину 1970-х гг. пришелся период увеличения разнообразия и продуктивности ихтиофауны Чограйского водохранилища и его рыбопромысловое освоение. В эти годы видовой состав насчитывал 23 вида, уловы составляли от 6 до 250 т в 1973 и 1976 гг. соответственно, к 1980 г. показатели уловов упали в 2 раза. В дальнейшем происходило снижение

рыбопродуктивности и уменьшение видового разнообразия.

III этап охватывает современный период с 1990 г. по настоящее время. Развал мелиоративной системы на юге России в начале 1990-х гг. привел к значительным изменениям в функционировании водохранилищ (Матишов, Матишов, 2005). Существенное снижение водоподачи из рек Дон и Кубань, дренажный сброс засоленных вод с сельскохозяйственных полей, климатические изменения привели к росту минерализации в Пролетарском (до 52 г/л) и Веселовском водохранилищах (до 3 г/л) в конце 2000-х гг. В настоящее время Пролетарское и Чограйское водохранилища практически утратили свое рыбохозяйственное значение. Ниже представлена характеристика основных компонентов водной экосистемы в современный период.

Фитопланктон. В распресненных Шахаевском и Западенском лиманах (часть Усть-Манычского водохранилища) было выявлено 75 видов диатомовых водорослей из 29 родов (Ковалева, 2006). Наибольшее видовое разнообразие отмечено в Шахаевском лимане (50 видов), в Западенском обнаружено 43 вида, в р. Маныч – 24 вида. Высокое видовое богатство характерно для родов *Navicula*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Epithemia*, *Rhopalodia* (Ковалева, 2006).

Видовой состав фитопланктона озера Маныч-Гудило насчитывает 28 видов микроводорослей из 7 отделов. Наиболее массовыми являются Dinophyta (8 видов), Cyanophyta (6), Chlorophyta (5), Bacillariophyta (4), Euglenophyta и Cryptophyta – (по 2 вида), Raphydophyta (1; Лужняк, 2007, 2008). Микроводоросли планктона Пролетарского водохранилища, в основном, являются олигогалобами с некоторой долей мезогалобов. Из олигогалобов в Пролетарском водохранилище были отмечены виды *Chlorella vulgaris* Beijer, *Oocystis submarina* Lagerheim, *Oocystis borgii* Snow (Chlorophyta). Пресноводные по своему происхождению, эти виды обладают способностью обитать в солоноватой воде. Также в Пролетарском водохранилище были отмечены галофилы и мезогалобы морского происхождения. Это представители отдела Dinophyta: *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Baleh., *Katodinium fungiforme* (Aniss.) Loeblich., *Glenodinium pilula* (Ostf.) Shill., *Glenodinium penardii* Lemm., *Prorocentrum scutellum* Srod (Лужняк, 2007, 2008).

Наибольшее видовое разнообразие летом и осенью характерно для сине-зеленых и динофитовых водорослей, а по численности и биомассе доминируют зеленые водоросли. Ведущая роль в формировании видового разнообразия фитопланктона в летний период принадлежала зеленым водорослям: *Chlorella vulgaris* Beijerinck., *Oocystis submarina* Lagerh. и *Chlamidomonas* sp. Сине-зеленые водоросли представлены *Microcistis salina* (Woronich.) Elenk., *Gleocapsa decorticans* (A. Br.) P. Richt. и *Gomphosperia lacustris* Chod. Среди диатомовых часто встречались представители рода *Thalassiosira* Cl. Динофитовые водоросли представлены видами *Gymnodinium simplex* (Lohm.) Kof. et. Sw., *Glenodinium pilula* (Ostf.) Shill., *Glenodinium penardii* Lemm., *Prorocentrum scutellum* Srod. и массово *Katodinium fungeforme* (Aniss.) Loeblich. Криптофитовые водоросли – родом *Cryptomonas* sp.

Биомасса фитопланктона в августе 2005 и 2006 гг. изменялись в пределах 76.8-451.4 мг/м^3 и 35.6-649.6 мг/м^3 соответственно, основной вклад вносили зеленые водоросли, особенно *Chlorella vulgaris* Beijerinck. (Лужняк, 2008). В осенний период (октябрь) биомасса фитопланктона, состоящего преимущественно из мелких диатомовых водорослей *Thalassiosira* sp., существенно снижалась, не превышая 153.0 мг/м^3. При этом, максимальная численность фитопланктона отмечена именно осенью, составляя в октябре 130.7-698.8 тыс. кл/м^3, что в 2 раза больше, чем в августе (Лужняк, 2008).

Фитопланктон Чограйского водохранилища в конце 1990-х гг. насчитывал 76 видов, по численности и биомассе доминировали сине-зеленые водоросли (Никитенко, 2009).

Первичная продукция и органическое вещество. В.Г. Сойером с коллегами (2009) были осуществлены натурные измерения валовой первичной продукции, взвеси и хлорофилла α в озере Маныч-Гудило в августе 2008 г. Всреднем первичная продукция составила 182 мг С/м^2·сут$^{-1}$, ассимиляционное число хлорофилла α в поверхностном горизонте – 3.24 мг С/мг Cl α час$^{-1}$, изменяясь в пределах 2.8-5.19 мг С/мг Cl α час$^{-1}$. На всей акватории озера Маныч-Гудило отмечено преобладание деструкционных процессов над продукционными. Показатели деструкции планктонного сообщества находились в пределах 412-479 мг С/м^2·сут$^{-1}$, при среднем значение 456 мг С/м^2·сут$^{-1}$. Количество взвешенного органического вещества в озере Маныч-Гудило изменялось от 520 мг С/м^3 на прибрежных мелководных участках до 150 мг С/м^3 в центральной части озера, при этом содержание хлорофилла α во взвеси на прибрежных участках составило 0.25%, а в

глубоководной части – 1.12% от общего значения взвешенного органического вещества.

Концентрация растворенного органического углерода в летний период достигала 50 мг/м^3, общего азота – 2.7 мг/м^3 (Сойер и др., 2009), что характерно для водоемов высокой трофности. При этом, концентрация органического фосфора достигала 200 мг/м^3, тогда как концентрации минерального фосфора были близки к аналитическому нулю. В.Г. Сойер с коллегами (2009) объясняет такое противоречие высокой скоростью биологического продуцирования с полным «выеданием» планктоном доступных минеральных форм фосфора. В зимний период, при снижении развития первичных продуцентов, происходит увеличение концентрации минерального фосфора в несколько раз до величин 0.01 мг/м^3 (Сойер, 2010). Отмеченное несоответствие между большими концентрациями органического углерода и относительно низкими значениями биомассы микроводорослей в летний период, можно объяснить существенным вкладом высшей водной растительности, которая образует обширные «подводные луга» и, вероятно, вносит бóльший вклад в продуцирование органического вещества, чем микроводоросли.

Прибрежно-водная и водная растительность. Усть-Манычское водохранилище интенсивно зарастает высшей водной растительностью, проективное покрытие господствующих в нем тростниковых фитоценозов (*Phragmites auslralis* (Cav.) Trin ex Sleud.), с участием рогоза узколистного *Typha angustigolia* L. и камыша озерного *Scirpus lacustris* L. достигает 80% (Громов, 2005). Биомасса тростниковых сообществ изменяется от 1.8 до 5.6 кг/м^2, численность 48-164 экз./м^2, высота – 1.5-4.0 м. В небольших заливах встречаются ассоциации роголистника (*Ceratophulium demersum* L.) и кладофоры (*Cladophora fracta* L.). Биомасса роголистника достигает 4.7 кг, а кладофоры – 0.35 кг/м^2.

Водная растительность Веселовского водохранилища представлена гелофитами – тростником и рогозом узколистным с небольшим присутствием рогоза лаксмана *(Typha laxmati* Lepech.) Основу ассоциации составляют заросли тростника сходные по своим показателям с характеристиками растительных сообществ Усть-Манычского водохранилища. В заводях Веселовского водохранилища широко представлены небольшие ассоциации роголистника темнозеленого *(Ceratophyllum subdemersum* L.) и рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus* L.). Большая часть дна Веселовского водохранилища покрыта слоем ила до 0.5 м, что объясняет малую прозрачность (до 0.5 м) его вод. Эти условия оптимальны для развития урути колосистой (*Myriophyllum spicatum* L.), которая образует скопления с биомассой до 3.45 кг/м^2 (Громов, 2005). Также массово развивается валлиснерия *(Vallisneria spiralis* L.), с участием рдеста пронзеннолистного (*Potomogeton perfoliatus* L.). Растительная масса достигает 6.5 кг/м^2. На каменистых отсыпках разрастается *Cladophora* sp. (Громов, 2005).

Вся центральная часть Пролетарского водохранилища с мощными илистыми грунтами практически лишена донной растительности. В ответвлениях и небольших заливчиках с глубинами 0.5-1.5 м на илисто-песчаных фунтах развиваются донные сообщества с участием рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus* L.), валлиснерии, наяды (*Najas marina* L.) и зеленых водорослей *Cladophora* sp. и *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link.

Отличительной особенностью озера Маныч-Гудило является отсутствие тростниковых зарослей по его берегам, характерных для предыдущих водоемов. При прозрачности воды 1.5 м, на илистых грунтах, начиная с глубины 0.3 м, появляются сообщества, образованные желто-зеленой водорослью вошерией (*Vaucheria dichotoma* (L.) Ag.) со 100% проективным покрытием. С увеличением глубины до 1.3 м в ее сообществах появляется руппия морская (*Ruppia maritima* L.), которая с глубины 2-3 м образует фитоценозы с 50-90% проективного покрытия. Глубже 4 м водная растительность в озере Маныч-Гудило отсутствует.

Видовое разнообразие водной растительности Чограйского водохранилища к началу 2000-х гг. практически не изменилось, добавился лишь рдест пронзеннолистный (Петрушкиева, 2002). В результате заиления увеличилась площадь мелководий занятых водной растительностью, составляя 33% от общей площади водохранилища. Среди прибрежной растительности отмечены тростник южный, рогоз узколистный и *Bolboschoenus maritimus* (клубнекамыш морской).

Зоопланктон. В летнем зоопланктоне Усть-Манычского водохранилища важную роль играют ветвистоусые раки, составляя до 78% общей биомассы, меньший вклад вносят веслоногие (до 18% общей биомассы) и коловратки (5-6%; Глушко, Глотова, 2006). Межгодовые количественные

показатели существенно варьируют. Низкие температурные показатели в зимний период в значительной степени определяют последующую годовую продуктивность зоопланктона в мелководных водоемах. Так, после суровой зимы 2003-2004 гг. показатели численности и биомассы зоопланктона были на 17.5% ниже, чем после зимы 2005 г. (Глушко, Глотова, 2006).

В Веселовском водохранилище, также как и в Усть-Манычском, преобладают ветвистоусые раки, формируя до 70% общей биомассы сетного планктона, доля веслоногих ракообразных увеличивается до 25%, коловраток – остается на прежнем уровне (Глушко, Глотова, 2006). В разных участках водохранилища биомасса изменяется от 22 до 826 мг/м^3. По литературным данным (Глушко, Глотова, 2006; Глушко и др., 2008) в период с 2004 по 2007 гг. отмечается рост биомассы зоопланктона Веселовского водохранилища более чем в 1.5 раза.

Важную роль в функционировании микрозоопланктона водохранилищ играют инфузории и коловратки. В озере Маныч-Гудило выявлено 57 форм инфузорий, включая 11 новых для водоема видов (Кренева и др., 2010), с доминированием микрофагов и альгофагов. Видовое разнообразие коловраток насчитывает 11 видов с преобладанием галобионтных космополитов. Сетной зоопланктон характеризуется бедным видовым составом. С увеличением минерализации воды доля ветвистоусых раков в общей биомассе снижается до 60%. Четко выражена сезонная динамика: в зимний период преобладают каляноиды с невысокой численностью; весной и летом разнообразие и численность зоопланктона резко увеличиваются, доминируют *Calanipeda aquae-dulcis* Kritschagin, 1873, *Moina brachiata* (Jurine, 1820), *Brachionus plicatilis* Müller, 1786 (Кренева и др., 2010). Отсутствие выедания со стороны ихтиопланкофагов позволяет достигать планктонным организмам больших размеров и быть представленными в популяциях несколькими возрастными группами.

В конце 1990-х гг. зоопланктон Чограйского водохранилища был представлен коловратками, ветвистоусыми и веслоногими ракообразными, видовое разнообразие не превышало 15 видов, биомасса в летне-осенний период достигала 6.5 г/м^2 (Никитенко, 2009).

Зообентос. В бентосе Усть-Манычского водохранилища преобладают хирономиды с биомассой от 1.47 в 2004 г. до 0.94 г/м^2 в 2005 г.; биомасса олигохет находится в пределах 1 г/м^2. Общая биомасса бентоса не превышала 2.19 г/м^2 (Глушко, Глотова, 2006).

Наибольшее таксономическое богатство зообентоса отмечено в Веселовском водохранилище. По мнению М.В. Набоженко с коллегами (2010), водоем является резерватом понто-каспийской фауны. Бóльшую часть дна занимает *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) – ценозообразующий вид, сопутствующими выступают виды *Cordilophora caspia* (Pallas, 1766), *Dickerogammarus caspius* (Pallas, 1771), *Pontogammarus crassus* (G.O. Sars, 1894), *Turkogammarus aralensis* (Uljanin, 1875), *Corophium sovinskyi* (Martinov, 1924). В Веселовском водохранилище отмечен устойчивый рост биомассы моллюсков: в период с 1998 по 2003 гг. она увеличилась в 2 раза, запасы моллюсков оценивались в 150-200 тыс. т (Глушко, 2004).

Межплотинный участок Пролетарского водохранилища отличается благоприятными условиями для развития зообентоса, представленного моллюсками и хирономидами. Доля хирономид в общей биомассе доходит до 64% (Глушко, Глотова, 2006). Показатели биомассы бентоса в этом районе максимальные среди всех водохранилищ Манычского каскада и превышают 7 г/м^2.

Видовое богатство зообентоса озера Маныч-Гудило невысокое (9 видов и форм), с преобладанием эвригалинных видов (Набоженко и др., 2010). Основу фауны составляют личинки амфибиотических насекомых *Hygrotus enneagrammus* (Ahrens, 1833), *Sigara assimilis* (Fieber, 1848) и представители семейств Chironomidae, Ceratopogonidae. Макрозообентос развивается на мелководье и в зарослях макрофитов, тогда как в открытой части озера преобладает нектобентическая фауна, устойчивая к недостатку кислорода и присутствию сероводорода. Моллюск *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805) обнаруживается только в опресненных участках (Набоженко и др., 2010). Биомасса зообентоса достигала 20.6-60.1 г/м^2, что связано с высокой численностью личинок *H. enneagrammus* (Ahrens, 1833; Булышева, 2009).

К концу 1990-х гг. в Чограйском водохранилище насчитывали 17 видов донных беспозвоночных с доминированием хирономид (Петрушкиева, 2002). Биомасса бентоса в этот период достигала 6.5 г/м^2, максимальные значения биомассы отмечались в осенний период. После проникновения в водоем *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771; конец 1990-х гг.), акватория, занятая хирономидами, уменьшилась, что, по мнению Д.С. Петрушкиевой (2002), связано с влиянием нового вселенца. В

настоящее время, на всем водохранилище преобладает сообщество *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) с небольшим участием *Unio pictorum* (L., 1758), а ранее широко распространенный *Pontogammarus crassus* (G.O. Sars, 1894) отмечен редко (Набоженко и др., 2010). Дрейссена стала постоянным компонентом в питании плотвы и густеры (Никитенко, 2008).

Водохранилища Кума-Манычской впадины – одно из основных мест обитания *Pontastacus cubanicus* (Birstein et Winogradow, 1934; кубанский рак). После серии катастрофических сбросов воды в Усть-Манычское водохранилище в 2000-2004 гг. и снижения запасов кубанского рака более чем в 2 раза, в последние годы отмечается устойчивый рост численности промысловых популяций. В 2007 г. численность кубанского рака по отношению к 2006 г. заметно увеличилась, хотя до уровня 2000 г. так и не восстановилась (Глушко и др., 2008). Основные запасы кубанского рака сосредоточены в Усть-Манычском (13 т), Веселовском (9.5 т) и Пролетарском (3.5 т) водохранилищах, причем, в последнем водоеме он отмечен только на межплотинном участке. Лимитирует развитие кубанского рака зарастание и заиливание водоемов, ухудшение гидролого-гидрохимического режима, браконьерский вылов.

Ихтиофауна. В Усть-Манычском водохранилище обитает 35 видов рыб: *Clupeonella cultriventris* Nordmann, 1840 (черноморско-азовская тюлька), щука, плотва (тарань), вырезуб, красноперка, уклея, густера, лещ, белоглазка, синец, чехонь, верховка, линь, горчак, *Carassius carassius* L., 1758 (золотой карась), серебряный карась, сазан, рыбец, шемая, белый толстолобик, *Hypophthalmichthys nobilis* Richardson, 1845 (пестрый толстолобик), сом, *Lota lota* L., 1758 (налим), щиповка, судак, берш, окунь, ерш обыкновенный, донской ерш, бычок Книповича, бычок-кругляк, бычок-песочник, бычок-цуцик, звездчатая пуголовка, пухлощекая *Syngnathus abaster* Risso, 1827 (рыба-игла). Наиболее массовыми видами являются окунь, густера, лещ и тарань (Витковский, 2000; рис. 2).

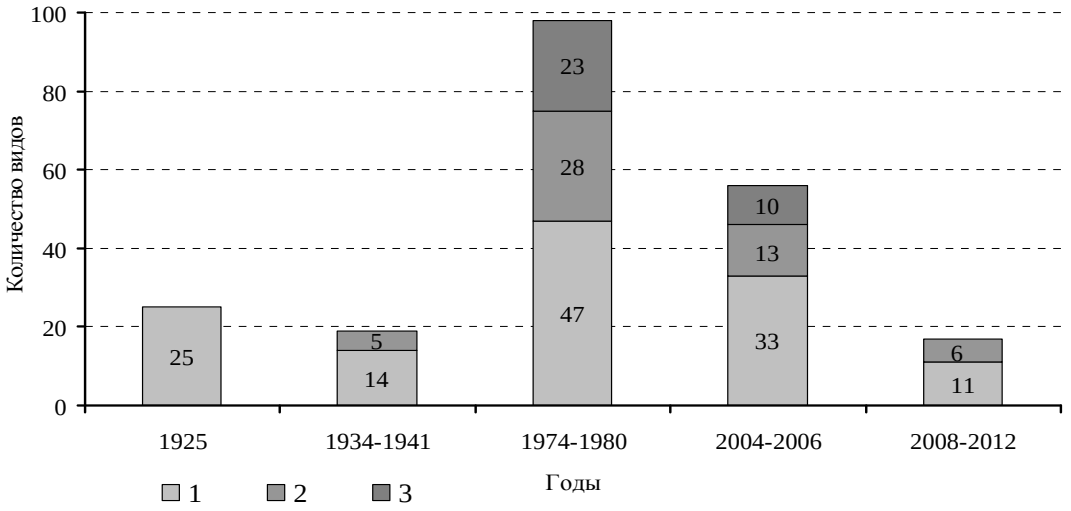


Рис. 2. Многолетняя динамика видового разнообразия ихтиофауны в Веселовском (1), Пролетарском (2) и Чограйском (3) водохранилищах (составлено по данным: Троицкий, 1940; Круглова, 1962, 1972; Витковский, 2000; Петрушкиева, 2002; Рыбакова, 2008; 2008-2012 гг. – собственные данные). **Fig. 2.** Species diversity dynamics of the Vesyolovskoye (1), Proletarskoye (2) and Chograiskoye (3) reservoirs ichtyofauna (prepared using the following data: Троицкий, 1940; Круглова, 1962, 1972; Витковский, 2000; Петрушкиева, 2002; Рыбакова, 2008; 2008-2012 гг. – own data).

Усть-Манычское водохранилище является крупнейшим нерестилищем на Нижнем Дону с ежегодным поступлением донской воды. В марте-апреле в устье реки Маныч устанавливается низконапорная плотина, преграждающая путь производителям рыб, мигрирующим из реки Дон, хотя в конце 2000-х гг. созданы обводные каналы для прохода рыбы, но они в недостаточной степени эффективны. Средний вылов рыбы в Усть-Манычском водохранилище в 1960-1969 гг. составлял 112 т в год, в 1980-1989 гг. – 50 т (рис. 3), в 1990-е гг. в связи со значительным снижением численности основных промысловых видов рыб промысел в Усть-Манычском водохранилище был запрещен (Жукова, 2010). В настоящее время в осенне-зимние периоды осуществляется лишь

мелиоративный отлов, в результате которого ежегодно вылавливается до 0.5 т малоценных рыб.

К середине 1990-х гг. видовой состав ихтиофауны Веселовского водохранилища значительно сократился и включал 33 вида рыб (рис. 2): *Acipenser ruthenus* L., 1758 (стерлядь), тюлька, щука, тарань, красноперка, жерех, уклея, густера, лещ, чехонь, верховка, линь, горчак, золотой карась, серебряный карась, сазан, рыбец, белый амур, белый толстолобик, пестрый толстолобик, сом, щиповка, судак, берш, окунь, ерш обыкновенный, донской ерш, бычок Книповича, бычок-кругляк, бычок-песочник, звездчатая пуголовка, пухлощекая рыба-игла, *Liza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845 (пиленгас; Витковский, 2000).

По результатам нашей экспедиции 2010 г. видовой состав рыб в уловах в Веселовском водохранилище был представлен 11 видами из трех семейств. Из карповых отмечены – плотва, серебряный карась, лещ, густера, красноперка, уклея и линь. Из хищных рыб семейства окуневых преобладал речной окунь и в меньшей мере судак, семейство бычковых отмечено круглым бычком и бычком песочником.

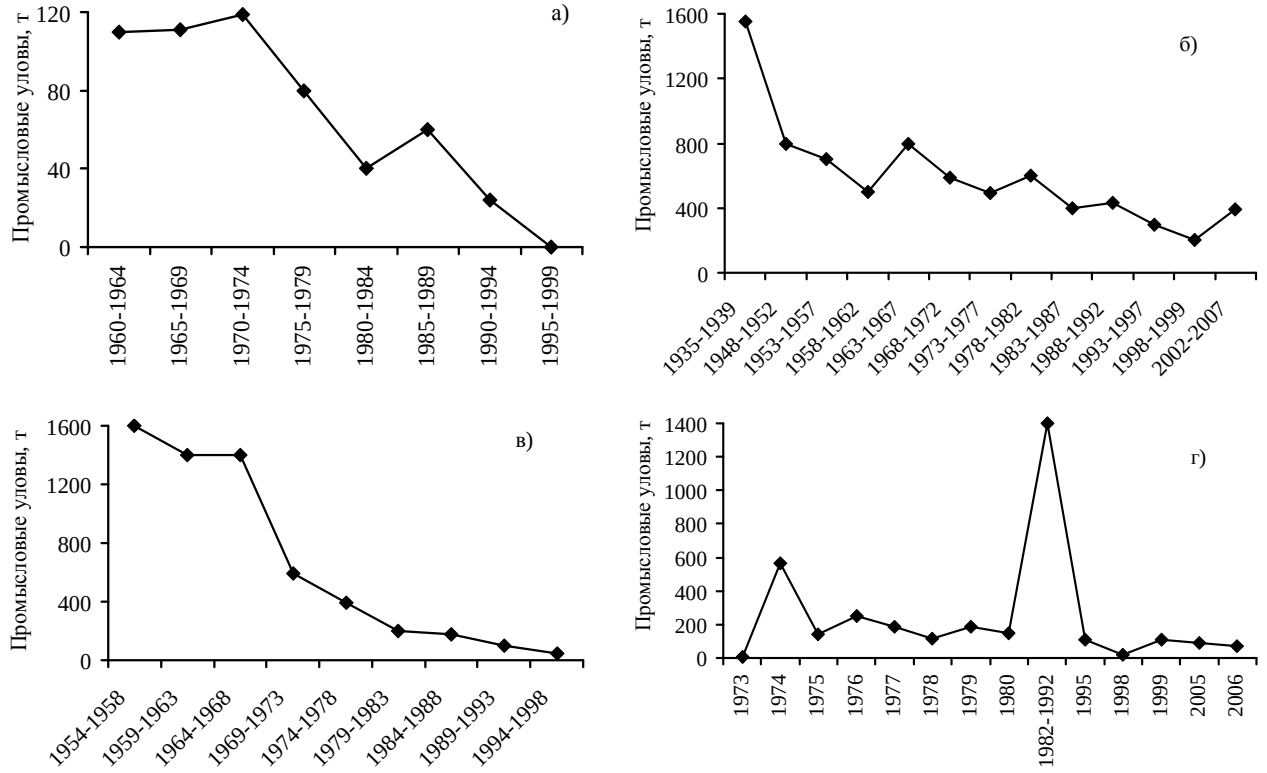


Рис. 3. Многолетняя динамика промысловых уловов (т) в Усть-Манычском (а), Веселовском (б), Пролетарском (в) и Чограйском (г) водохранилищах (составлено по данным: Витковский, 2004; Жукова, 2010; Петрушкиева, 2002; Рыбакова, 2008). **Fig. 3.** Commercial catch dynamics in Ust-Manychskoye (a), Vesyolovskoye (б), Proletarskoye (в) and Chograiskoye (г) reservoirs (prepared using the following data: Витковский, 2004; Жукова, 2010; Петрушкиева, 2002; Рыбакова, 2008).

В настоящее время показатели уловов находятся на самом низком уровне за всю историю существования водохранилища и в последние годы не превышают 350-400 т по всем основным объектам промысла (рис. 3), которыми являются судак, лещ, тарань, белый и пестрый толстолобики и их гибрид, серебряный карась, густера, окунь, сом, щука. Объемы уловов и промысловых запасов основных лимитируемых видов рыб Веселовского водохранилища на тот же период (Иванченко и др., 2007): лещ (запас 240 т, улов – 50 т); тарань (запас 314 т, улов – 46 т); судак (запас 24 т, улов – 8 т).

По последним отчетным сводкам Азово-Черноморского территориального управления общий вылов рыбных объектов в Веселовском водохранилище к окончанию 2012 г. составил около 370 т, из которых вылов толстолобика составил 276 т, карася – 50 т, леща – 16 т, густеры – 14 т, тарани – 7 т,

судака – 1.8 т, окуня – 1.7 т, сома – 1.1 т, щуки – 0.1 т, белого амура – 0.1 т.

Толстолобик в Манычских водохранилищах в естественных условиях не воспроизводится. Весь промысловый запас формируется усилиями рыбоводных предприятий, которые зарыбляют водохранилища молодью толстолобика в целях пастбищного рыбоводства. В 2007-2010 гг. их промысловый запас в Веселовском водохранилище стабилизировался на уровне 700-900 т, а в Пролетарском водохранилище – на уровне 30-40 т (Материалы …, 2012).

В последние годы, из-за сокращения объемов естественного воспроизводства в Веселовском водохранилище, происходит снижение численности нерестовой части популяций ценных видов рыб. По результатам траловых съемок, численность сеголеток судака в августе 2003 г. составила 420 тыс. шт., леща – 1100 тыс. шт.; тарани – 700 тыс. шт. В целом, эффективность естественного воспроизводства этих ценных промысловых видов рыб оценивается как низкая (Витковский, 2000).

Отсутствие весенних паводков, значительное сокращение и утрата нерестилищ ценных видов рыб – тарани, сазана, рыбца вследствие заиления и зарастания водной растительностью, оказывают негативное влияние на масштабы естественного воспроизводства лимитируемых промысловых рыб в целом. Но именно такие условия водоемов озерно-болотного типа являются оптимальными для нагула и избегания хищников младшими возрастными группами серебряного карася (Абраменко и др., 1997), который начинает преобладать в уловах.

Современная ихтиофауна озера Маныч-Гудило характеризуется крайне бедным видовым составом. До 2004-2005 гг. в озере и окрестных водоемах обитало 19 видов рыб (рис. 2). Большую часть акватории озера населяли колюшки двух видов (*Gasterosteus aculeatus* L., 1758 и *Pungitius platygaster* Kessler, 1859) и бычок-цуцик. Черноморско-каспийская тюлька, черноморская пухлощекая рыба-игла, пиленгас, а также остальные виды бычков, обитающие в озере Маныч-Гудило, встречались на участках с минерализацией воды менее 30 г/л (Лужняк, 2005). Плотва, густера, серебряный карась, сазан, толстолобик, красноперка, обыкновенный сом, *Ictalurus punctatus* Rafinesque, 1818 (американский канальный сомик), судак, окунь приурочены к опресненным устьевым участкам впадающих рек и распресняемой западной части водохранилища в районе Новоманычской (Барниковской) дамбы.

Наши исследования показали, что на бóльшей части Пролетарского водохранилища в настоящее время в уловах отмечена только трехиглая колюшка, представленная единичными экземплярами. Рыбохозяйственное значение сохранил только межплотинный участок Пролетарского водохранилища, куда поступает низкоминерализированная вода реки Средний Егорлык. В связи с высокой проточностью в межплотинном участке поддерживается благоприятный кислородный режим и невысокий уровень минерализации воды (Витковский, Богачев, 2003; Витковский, 2004).

В 2004 г. в нижнем течении р. Егорлыка на территории Ростовской области впервые был обнаружен канальный сомик, представленный локальной самовоспроизводящейся популяцией (Лужняк, 2005). Средняя длина производителей составила 380 мм, средняя масса – 980 г. Дальнейшие экспедиции 2009-2012 гг. показали наличие взрослых особей и разновозрастной молоди как в устье реки Егорлык, так и в межплотинном пространстве Пролетарского водохранилища, т.е. происходит расширение ареала обитания вселенца.

В начале 2000-х гг. среднегодовой вылов на межплотинном участке Пролетарского водохранилища составлял около 50 т (рис. 3). Основными промысловыми видами были толстолобики, лещ, густера, серебряный карась, преобладающий в уловах, давая в отдельные годы до 40-50% общей массы вылавливаемых рыб (Витковский, Богачев, 2003). В наших исследованиях конца 2000-х гг. отмечены серебряный карась, европейский сом, сазан, плотва и канальный сомик. Однако, в связи с сокращением запасов рыб, промысел на межплотинном участке Пролетарского водохранилища в настоящее время приостановлен.

В 1990 г. ФГУ Азрыбвод была произведена пересадка в озере Маныч-Гудило 30 тыс. годовиков пиленгаса, ранее интродуцированного из Приморья (Дальний Восток) в Молочный лиман Азовского моря. В начале 2000-х гг. здесь были отмечены поимки половозрелых особей этого вида (Витковский, 2004). Весной 2005 г. была впервые зафиксирована нерестовая миграция пиленгаса из Азовского бассейна по реке Дон в реку Маныч и Усть-Манычское водохранилище, а также его нерест в нижнем бьефе гидроузла (Лужняк, 2005; 2007а). Размерно-весовые показатели производителей пиленгаса соответствовали данным многолетних наблюдений для Азовского моря и Таганрогского залива. Этот

вид значительно расширил свой нерестовый ареал и освоил для икрометания низкоминерализованные водотоки, отдаленные от известных мест размножения более чем на 150 км (Лужняк, 2007б). В 2009-2010 гг. взрослые особи пиленгаса были дважды отмечены одним из авторов визуально в прибрежной зоне озера. По сведениям местных жителей, крупные особи пиленгаса обнаружены также на мелководье в весенний период.

Видовой состав фауны рыб реки Восточный Маныч, на основе которой было создано Чограйское водохранилище, первоначально включал пять видов рыб (рис. 2): сазан, серебряный карась, золотой карась, судак и красноперка. Связь водохранилища с реками Кумой и Тереком способствовала проникновению в него сома, густеры, плотвы, окуня, усача *Barbus ciscaucasicus* Kessler, 1877 (терского усача) и других видов рыб. В водохранилище также обитают виды, которые были акклиматизированы – лещ, белый и пестрый толстолобики и белый амур.

В первые годы образования водохранилища рыбопродуктивность достигала 55 кг/га, уловы превышали 500 т, их основу составлял сазан, на долю которого приходилось 82-88%. После успешной интродукции леща, начатой в 1970 г., произошло изменение качественного состава уловов в водоеме. В период 1982-1992 гг. лещ уже доминировал в уловах повсеместно, а удельный вес его, всреднем, достигал 45.3%. В то же время, рыбопродуктивность водохранилища снизилась с 55 до 8.5 кг/га (Рыбакова, 2008).

В современный период по промысловым запасам первое место занимает лещ. Популяцию леща Чограйского водохранилища отличает прогрессирующая тугорослость, что возможно объяснить изменением трофического статуса водоема, снижением плотности донных беспозвоночных, кормовых объектов рыб-бентофагов. Популяция леща в Чограйском водохранилище в результате неблагоприятных условий находится в угнетенном состоянии и не может обеспечить максимальные уловы.

Формирование ихтиофауны водохранилищ Кумо-Манычской впадины шло поэтапно. Первый этап определялся продолжительностью времени заполнения водохранилища. Возрастание численности и количества видов рыб были обусловлены как вселением, саморасселением, так и улучшением условий размножения и питания и высокой выживаемостью молоди. Снижение биомассы бентоса и исчезновение нерестового субстрата на затопленной луговой территории на втором этапе отрицательно сказались на численности новых поколений фитофильных рыб и бентофагов. На третьем этапе условия питания относительно стабилизировались; число обитающих видов рыб несколько сократилось. При увеличении минерализации водоемов происходит резкое снижение видового разнообразия и промысловых запасов рыб.

Выводы

В системе водоемов Кума-Манычской впадины произошли существенные изменения, которые наиболее затронули озеро Маныч-Гудило, где на фоне возрастающего осолонения произошла трансформация видового состава водной биоты и ихтиофауны и исчезновение солоноватоводной флоры и фауны.

Значительно снизилось видовое богатство планктона и бентоса, представленное немногочисленными видами, для которых характерны упрощенная структура и низкая продуктивность сообществ. Произошло резкое сужение районов обитания донных и планктонных организмов, приуроченных к опресненным устьевым участкам с зарослями водной растительности. В летний период деструкционные процессы преобладают над продукционными, что уменьшает образование органического вещества в водной толще.

Рост уровня минерализации и отсутствие необходимых мелиоративных мероприятий в водохранилищах привели к снижению запасов кормового планктона и бентоса, сужению пояса прибрежноводной растительности, смене растительных биотопов и ухудшению кормовой ценности водных растений. Это вызвало резкое снижение видового разнообразия ихтиофауны и падение промысловых уловов.

В настоящее время, структурные и функциональные характеристики экосистем водохранилищ в значительной степени соответствуют показателям до периода их зарегулирования. Состояние экосистемы Веселовского водохранилища и межплотинного участка Пролетарского водохранилища, несмотря на снижение объемов подачи пресной воды, стабильно, с относительно высокими

показателями рыбопродуктивности. Для Пролетарского и Чограйского водохранилищ при отсутствии мелиоративных мероприятий и поддержания прежних объемов подачи пресных вод, восстановление продуктивности и рыбных запасов невозможно.

Авторы благодарны академику Г.Г. Матишову за ценные замечания и советы, возможность использования иллюстрации в публикации, к.б.н. В.А. Лужняку и к.б.н. Н.И. Булышевой за помощь в сборе материала и обсуждении разделов статьи. Авторы выражают благодарность рецензенту за конструктивные замечания и предложения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абраменко М.И., Кравченко О.В., Великошваненко А.Е. 1997. Генетическая структура популяций в диплоидно-триплоидном комплексе серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в бассейне Нижнего Дона // Вопросы ихтиологии. Т. 37. № 1. С. 62-71.

Базелюк А.А., Лурье П.М., Панов В.Д. 2010. Гидрологический режим водохранилищ Кумо-Манычской впадины // Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. С. 80-92.

Булышева Н.И. 2009. Особенности распределения макрозообентоса в озере Маныч-Гудило в летний период. Геология, география и экология океана // Материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.Г. Панова (8-11 июня 2009 г., г. Ростов-на-Дону). Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН. 40 с.

Булышева Н.И., Набоженко М.В. 2010. Состояние донных сообществ озера Маныч-Гудило в 2008-2009 годах // Мониторинг природных экосистем долины Маныча. Труды ФГУ «Государственный природный заповедник «Ростовский». Выпуск 4. Ростов-на-Дону: Изд. СКНЦ ВШ ЮФУ. С. 32-36.

Васильева Е.Д., Лужняк В.А. 2013. Рыбы бассейна Азовского моря. Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН. 272 с.

Витковский А.З. 2000. Современное состояние ихтиофауны водохранилищ Манычского каскада: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Ставрополь. 24 с.

Витковский А.З. 2004. Проблемы воспроизводства рыбных запасов Веселовского водохранилища // Проблемы естественного и искусственного воспроизводства рыб в морских и пресноводных водоемах. Тезисы докладов международной научной конференции (г. Ростов-на-Дону, 9-10 июня 2004 г.). Ростов-на-Дону: Изд. ООО «ЦВВР». С. 30-32.

Витковский А.З., Богачев А.Н. 2003. Трансформация ихтиофауны водохранилищ Манычского каскада // Эволюция морских экосистем под влиянием вселенцев и искусственной смертности фауны. Тезисы докладов международной конференции. (г. Азов, 15-18 июня 2003 г.). Ростов-на-Дону. С. 60-61.

Волков Л.И. 1940. Растительность водоемов // Природа Ростовской области. Ростов-на-Дону: Ростиздат. С. 141-162.

Глушко Е.Ю. 2004. Распределение, запасы и пути рационального использования малакофауны Веселовского водохранилища // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Сборник научных трудов (2002-2003 гг.). Ростов-на-Дону: Эверест. С. 83-86.

Глушко Е.Ю., Глотова И.А. 2006. Трофические условия в основных ракопромысловых водоемах Азово-Донского района // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: Сборник научных трудов (2006-2007 гг.). Ростов-на-Дону: Изд. МедиаПресс. С. 251-256.

Глушко Е.Ю., Глотова И.А., Ковалевский В.Н. 2008. Состояние популяций и промысловые запасы кубанского рака в водоемах Ростовской области // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Сборник научных трудов (2006-2007 гг.). Ростов-на-Дону: Изд. ООО «Диапазон». С. 213-217.

Громов В.В. 2005. Водная растительность // Маныч-Чограй: история и современность (предварительные исследования). Ростов-на-Дону: Эверест. С. 57-63.

Дахно В.Д. 1980. Формирование ихтиофауны Веселовского и Пролетарского водохранилищ //Рыбное хозяйство Азовского бассейна и перспективы его развития. Тезисы докладов конференции молодых ученых и специалистов АзНИИРХ. Ростов-на-Дону. С. 11-12.

Демченко И.И., Демченко В.А. 1987. Зоопланктон внутренних водоемов Калмыцкой АССР // Животные водных и околоводных биогеоценозов полупустыни. Элиста: Изд. КГУ. С. 36-43.

Жукова С.В. 2010. Оценка влияния на водные биоресурсы и среду их обитания при эксплуатации Цимлянского и Манычских водохранилищ // Рыбохозяйственные проблемы строительства и эксплуатации плотин и пути их решения. Материалы заседания тематического сообщества по проблемам больших плотин и Научного консультативного совета Межведомственной ихтиологической комиссии (г. Москва, 25 февраля 2010 г.). М.: Изд. WWF России. С. 47-67.

Иванченко И.Н., Витковский А.З., Белоусов В.Н. 1997. Современное состояние промысловых рыб в водохранилищах Манычского каскада // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Сборник научных трудов (1993-1995 гг.) / Отв. ред. Э.В. Макаров. Ростов-на-Дону: Изд. Молот. С. 221-224.

Ковалева Г.В. 2006. Диатомовые водоросли Усть-Манычского водохранилища (Западенский и Шахаевский лиманы) //Современные климатические и экосистемные процессы в уязвимых природных зонах (арктических, аридных, горных). Тезисы докладов международной научной конференции (г. Азов, 5-8 сентября 2006 г.). Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН. С. 111-113.

Кренева К.В., Поважный В.В., Саяпин В.В, Свистунова Л.Д. 2010. Зоопланктонное сообщество озера Маныч-Гудило //Мониторинг природных экосистем долины Маныча. Труды ФГУ «Государственный природный заповедник «Ростовский». Выпуск 4. Ростов-на-Дону: Изд. СКНЦ ВШ ЮФУ. С. 36-45.

Круглова В.М. 1962. Веселовское водохранилище. Ростов-на-Дону: Изд. РГУ. 115 с.

Круглова В.М. 1972. Пролетарское водохранилище. Ростов-на-Дону: Изд. РГУ. 180 с.

Круглова В.М., Горис М.Я., Рейх Е.М., Чердынцева Л.М., Болоховец Л.В., Баканов А.И. 1972. Формирование гидрохимического и гидробиологического режимов Чограйского водохранилища (Калмыцкая АССР) // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Азовского моря. Ростов-на-Дону. С. 71-73.

Лужняк В.А. 2005. Обзор исследований ихтиофауны // Маныч-Чограй: история и современность (предварительные исследования). Ростов-на-Дону: Эверест. С. 101-106.

Лужняк В.А. 2007а. Новые данные об особенностях экологии размножения пиленгаса *Lisa haematochelus* (Mugilida, Mugiliformes) в Азово-Черноморском бассейне // Вопросы ихтиологии. Т. 47. № 5. С. 714-717.

Лужняк В.А. 2007б. Экспансия дальневосточного акклиматизанта пиленгаса *Lisa haematochelus* (Temminck et Schlegel, 1845) в Азово-Черноморском бассейне // Естественные и инвазионные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем. Тезисы докладов международной научной конференции. Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН. С. 195-196.

Лужняк О.Л. 2007. Фитопланктон озера Маныч-Гудило в летне-осенний период // Материалы XXV юбилейной конференции молодых ученых ММБИ (г. Мурманск, май 2007 г.). Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН. С. 128-132.

Лужняк О.Л. 2008. Экологические особенности микроводорослей планктона Пролетарского водохранилища // Современные проблемы альгологии. Материалы международной научной конференции и VII Школы по морской биологии (г. Ростов-на-Дону, 9-13 июня 2008 г.). Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН. С. 220-223.

Лурье П.М., Панов В.Д., Саломатин А.М. 2001. Река Маныч. СПб: Гидрометеоиздат. 160 с.

Материалы, обосновывающие общий допустимый улов в районе добычи (вылова) водных биологических ресурсов во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации, в границах субъекта Российской Федерации Ростовской области на 2013 год (с оценкой воздействия на окружающую среду). http://www.azniirkh.ru.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г. 2005. Актуальность исследования водной системы Маныч-Чограй // Маныч-Чограй: история и современность (предварительные исследования). Ростов-на-Дону: Эверест. С. 5-10.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М. 2006. Современные особенности солевого режима водоемов бассейна р. Маныч // Доклады АН. Т. 406. № 3. С. 361-363.

Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М. 2005. Формирование гидролого-гидрохимического режима водоемов Маныча // Маныч-Чограй: история и современность (предварительные исследования). Ростов-на-Дону: Эверест. С. 20-36.

Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Елисеева О.И. 2010. Современный гидрохимический режим водоемов и водотоков Кумо-Манычской впадины в условиях изменения климата и антропогенных воздействий // Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. С. 102-113.

Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Орлова Т.А., Павельская Е.В. 2007. Многолетняя изменчивость гидрохимического режима водной системы Маныч-Чограй // Водные ресурсы. Т. 34. № 5. С. 560-564.

Мордухай-Болтовский Ф.Д. 1940. Ракообразные // Природа Ростовской области. Ростов-на-Дону: Ростиздат. С. 73-186.

Москул Г.А. 1982. Рыбохозяйственное освоение водохранилищ Северного Кавказа // Современное состояние и пути развития рыбного хозяйства на водохранилищах Краснодарского и Ставропольского краев: Сборник научных трудов. Краснодар. С. 73-96.

Набоженко М.В., Булышева Н.И., Шохин И.В. 2010. Современное состояние макробентоса водоемов Кумо-Манычской депрессии в летний период // Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. С. 113-118.

Никитенко Е.В. 2009. Ретроспективный анализ данных по кормовой базе ихтиофауны реки Восточный Маныч // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. № 1. С. 93-100.

Никитенко Е.В. 2008. Сезонная динамика размерно-весового состава *Dreissena polymorpha* (Pall.) Чограйского

водохранилища // Дрейссениды: эволюция, систематика, экология: Лекции и материалы I Международной школы-конференции. Ярославль: ООО «Ярославский печатный двор». С. 100-103.

Никитина Н.К. 1982. Биологические основы направленного формирования промысловой ихтиофауны водоемов Калмыкии (на примере Чограйского водохранилища): Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. Ленинград. 25 с.

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

Пашков Г.Д. 1948. Водная и водно-прибрежная растительность Веселовского водохранилища // Ученые записки РГУ. Труды НИБИ. Т. 12. Вып. 1. Ростов-на-Дону: Изд. РГУ. С. 85-99.

Петрушкиева Д.С. 2002. Рыбные ресурсы Калмыкии и биологические основы и рационального использования: Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. Астрахань. 25 с.

Растительный мир Калмыкии. 1977. Элиста: Калмыцкое книж. изд. 141 с.

Рейх Е.М., Болоховец Л.В. 1972. Зоопланктон Чограйского водохранилища в первые годы его заполнения // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Азовского моря. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. С. 85-86.

Рыбакова А.В. 2008. Биологическое разнообразие ихтиофауны в водоемах Кума-Манычской впадины // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. № 2. С. 72-79.

Сойер В.Г., Поважный В.В., Алёшина Е.Г. 2009. Биогенные элементы и продукция в водах озера Маныч-Гудило // Современные фундаментальные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод России. Материалы науч.-практич. конф. (с междунар. участ.). Часть 2. (г. Азов, 8-10 июля 2009). Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. С. 216-218.

Сойер В.Г. 2010. Органическое вещество и биогенные элементы в водах гипергалинного озера Маныч-Гудило // Современные проблемы гидроэкологии. Тезисы докладов 4-й Международной научной конференции, посвященной памяти профессора Г.Г. Винберга (11-15 октября 2010 г., г. Санкт-Петербург). СПб.: ЗИН РАН. С. 168.

Троицкий С.К. 1940. Рыбы // Природа Ростовской области. Ростов-на-Дону: Ростиздат. С. 225-248.

Уланова С.С. 2011. Водоемы Кумо-Манычской впадины на территории Калмыкии: режим, экотонные системы побережий и использование // Аридные экосистемы. Т. 17. № 2(47). С. 33-46.

Харин Н.Н. 1948. Зоопланктон Манычских водохранилищ // Ученые записки РГУ. Труды НИБИ. Т. 12. Вып. 1. Ростов-на-Дону: Изд. РГУ. С. 67-84.

PRESENT STATE OF THE KUMO-MANYCH DEPRESSION'S WATER BIOTA: UST'-MANYCHSKOYE, VESYOLOVSKOYE, PROLETARSKOYE AND CHOGRAYSKOYE WATER RESERVOIRS

© 2014. O.V. Stepanjan, A.V. Startsev

Division for Strategic Studies Southern Scientific Centre RAS
Russia, 344006 Rostov-on-Don, Chehova str., 41. E-mail: step@ssc-ras.ru

In the present paper, leading trends in the development of the Kumo-Manych depression's water biota are examined. The Manych-Gudilo lake ecosystem showed to be the most transformed one due to the almost complete extinction of the brackish community, this being the result of the increasing salinity. Species diversity of plankton and benthos decreased considerably and now they are presented by monodominant communities. Their structure became considerably simpler and productivity declined. A sharp decrease of bottom-dwelling and planktonic organisms' habitats occured. Now they inhabit water plant dominated biotopes in desalinated outfall areas. In summer, destruction prevails over production, this impacting organic matter formation and nutrients concentration in water column. At present, water ecosystem tends to restore its previous state which was typical for the period before the regulation of the waterway started. Water communities of Vesyolovskoye reservoir and inter-dike part of the Proletarskoye reservoir are relatively stable despite the decrease of the fresh water charge and their fish productivity is still relatively high. On the contrary, Proletarskoye and Chograyskoye reservoirs aren't capable of restoring their former productivity and fish supply without restoration of reclamation system and keeping volumes of fresh water delivery as high as in the past.

Keywords: Vesyolovskoye reservoir, Proletarskoye reservoir, Chograyskoye reservoir, Manych-Gudilo lake, lake ecosystem, water biota.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 69-73

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 574.5; 561.26

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ КАРСТОВОГО ОЗЕРА В СТЕПНОМ ПОЯСЕ ГОР КАВКАЗА (ДИАТОМОВЫЙ АНАЛИЗ)

© 2014 г. В.Л. Разумовский

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

Поступила 04.09.2013

Анализируются диатомовые комплексы из донных отложений бессточного карстового озера, расположенного в степном поясе гор Кавказа (Республика Кабардино-Балкария). Климатические условия на обследованной территории характеризуются как семиаридные. Впервые, на основе исследования диатомовых комплексов были изучены начальные стадии формирования целостной озерной экосистемы. В работе применен метод графического анализа диатомовых комплексов и использованы результаты изотопного датирования. Определен возраст озера: 130-150 лет. Установлено два этапа формирования диатомового комплекса в озере. На первом этапе произошло первичное вселение диатомовых водорослей. На втором этапе сформировался современный диатомовый комплекс. Переход между первым и вторым этапом имеет фазовый характер. Исследованное озеро окончательно не сформировалось, и его акватория продолжает увеличиваться. Это подтверждается графическим анализом таксономической структуры диатомовых комплексов.

Ключевые слова: диатомовый комплекс, графический анализ, карстовые озера.

Озера являются традиционными объектами для палеоэкологических и палеоклиматических реконструкций. Это связано с тем, что озерные осадки могут содержать непрерывную летопись событий прошлого, которую можно расшифровать с высоким временным разрешением. Кроме того, озёрные отложения могут дать комплексную информацию о климатической и ландшафтной изменчивости изучаемого региона. В последние десятилетия изучение новейших изменений климата, протекавших в эпоху позднего голоцена, вышло на новый качественный уровень достоверности. Это было определено разработкой и внедрением новых, и совершенствованием известных методов изотопного датирования озерных отложений, а так же последовавшими за этим успехами в моделировании климата (Cheddadi1 et al., 1997; Dermody et al., 2012).

Малые озера с площадью водного зеркала менее 1 км^2 обладают рядом дополнительных преимуществ при реконструкции палеоклиматических условий. Для большинства малых озер характерны следующие признаки: простота очертаний (округлое или эллипсоидное), отсутствие сложного рельефа дна, замедленный сток или абсолютная непроточность.

При оценке трансформаций, происходящих в озерных экосистемах во времени и пространстве, широко используется метод диатомового анализа. Диатомовые водоросли (класс Bacillariophyceae, отдел Ochrophyta) – широко распространенная группа водорослей, которая хорошо сохраняется в осадках благодаря наличию кремнеземного панциря.

На сегодняшний день, информация о состоянии озерных экосистем Кавказа как индикаторов глобальных изменений климата и окружающей среды крайне ограничена, что явилось основой для выполнения этой работы (Моисеенко и др., 2012). Основным направлением работ проведенных в 2013 г. было изучение возможных сценариев трансформаций озерных экосистем Кавказа во времени. Работа проводилась в рамках разработанной концепции основных сценариев трансформации озерных экосистем во времени и пространстве (Разумовский, Моисеенко, 2009).

Район и объект исследований

Горные степи занимают на Кавказе пояс от 1200-1300 до 1800-2000 м н.у.м., а иногда поднимаются и выше. К началу 90-х годов прошлого столетия степная растительность сохранилась только на более или менее крутых, сильнокаменистых склонах. Следует отметить, что интенсивное

освоение степей, это общая тенденция для всей территории России (Смелянский, Елизаров, 2009), а особенности изменений в растительности для экосистем степной зоны являются объектом достаточно пристального внимания (Новикова и др., 2011).

На обследованной территории поверхностные толщи осадков имеют преимущественно лессовое происхождение. С горизонтами известковой толщи верхней юры и верхнего мела связано развитие карстовых процессов. Именно карстовые процессы определили формирование всех обследованных озер. Помимо этого следует отметить, что значительные перепады температур (абсолютный максимум температуры воздуха в предгорной зоне может достигать +40°С, абсолютный минимум опускается до -32°С), способствуют процессам выветривания и карстообразования.

Оз. Нижнее Хаймашинское (43° 36' 55" с.ш., 43° 04' 38" в.д.) расположено на высоте 1370 м н.у.м., относится к категории малых озер (60×55 м) и имеет округлые очертания. Озеро окружено со всех сторон обрывистыми берегами высотой свыше 20 м, что затрудняет его использования для водопоя крупного рогатого скота в отличие от Верхнего и Среднего Хаймашинских озер. Вода в озере чистая, прозрачная, а глубина не превышает 2.5 м. Дно озера не подвержено заилению, а зарастание акватории высшей водной растительностью незначительное. Озеро имеет карстовое происхождение. Питание озера снежно-дождевое.

Материал и методы

Донные осадки были отобраны в центральной части озера, в точке, где были отмечены наибольшие глубины (2.5 м). Отбор проводился с лодки при помощи стратометра ударно-замыкающего типа. В результате были отобраны три колонки донных отложений длиной: 48 см, 35 см и 28 см.

Колонки донных отложений были разрезаны с интервалом в 1 см и помещены в пластиковые бюксы. Обработка, изготовление постоянных препаратов, подсчет и идентификация створок диатомей осуществлялись по стандартным методикам (Полякова, 2010; Battarbee, 1986).

Определение возраста донных отложений проводилось с использованием моделей изотопного датирования на основе хронологии Pb^{210} в Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН по стандартным методикам (Renberg, 1978).

Помимо классических методов диатомового анализа был применен сравнительно новый метод графического анализа таксономических пропорций в диатомовых комплексах (Разумовский, Моисеенко, 2009). При применении этого метода исходно строятся графики (или гистограммы), где на оси абсцисс откладывается число идентифицированных в пробе таксонов видового и более низкого рангов (далее в тексте – таксонов), а по оси ординат – их относительная численность. Таксоны ранжируются по показателю относительной численности в сторону его уменьшения. По относительной численности таксоны разделяют на группы: доминирующие (обычно не менее 8-10% от комплекса), сопутствующие (более 1-2%) и редкие (обычно менее 1%). В результате, в линейной системе координат строится исходный график или гистограмма.

Анализ полученных графиков (гистограмм) проводится в линейной и логарифмической системе координат. В логарифмической системе координат анализируются не сами графики, а их тренды, представленные результирующими прямыми линиями.

В отличие от доминирующих и сопутствующих таксонов, представляющих собой некую устойчивую, экологически адаптированную совокупность, в хвостовой части гистограммы располагается «хаотизированная» часть диатомового комплекса. Это представители таксонов, присутствие или отсутствие которых в каждом биотопе имеет спорадический или случайный характер. Общая совокупность этих таксонов полностью попадает под определение «статистический шум».

Поэтому в логарифмической системе координат результирующие линии строятся двумя способами: с учетом всего спектра таксонов (чтобы не потерять часть информации) и только с учетом доминирующих и сопутствующих таксонов. В последнем случае 1/3 от общей относительной численности, т.е. «хвост» гистограммы, не учитывается (Разумовский, 2012).

Во всех случаях в логарифмической системе координат для результирующих линий рассчитывался коэффициент детерминации (R^2), позволяющий оценить статистическую

достоверность проводимых графических построений. Достоверность оценивается по коэффициенту корреляции (r), который должен быть более 0.75 (соответственно R^2>0.57).

Результаты и обсуждение

В обработанных пробах из оз. Нижнее Хаймашинское было идентифицировано 104 низших таксона диатомовых водорослей. Следует отметить, что статистически-значимое количество створок диатомовых водорослей отмечено только в интервале 0-13 см. Ниже по разрезу колонок донных отложений створки присутствуют единично или отсутствуют.

Анализ трансформации таксономической структуры диатомовых комплексов из оз. Нижнее Хаймашинское проводился в два этапа. Уже в линейной системе координат было выявлено два типа распределения таксономических пропорций в диатомовых комплексах. Граница перехода между типами распределения резко выражена.

В верхней части разреза (0-6 см) гистограммы имеют выраженные нелинейные очертания. Наблюдается распределение относительной численности таксонов экспоненциального типа. Более того, первые три таксона, имеющие максимальную относительную численность, по формальным признакам входят в категорию доминирующих. Иначе говоря, в диатомовых комплексах сформировался доминирующий комплекс таксонов, определяющий целостность экосистемы (рис. 1).

В интервале 6-13 см распределение относительной численности таксонов совершенно иное: нет выраженных групп доминирующих и сопутствующих таксонов. В построенных гистограммах характер распределения относительной численности приобретает линейные очертания, которые преобладают над нелинейными. Такой тип распределения таксономических пропорций обычно характерен или для переотложенных комплексов или для комплексов находящихся в крайней стадии угнетения (рис. 1).

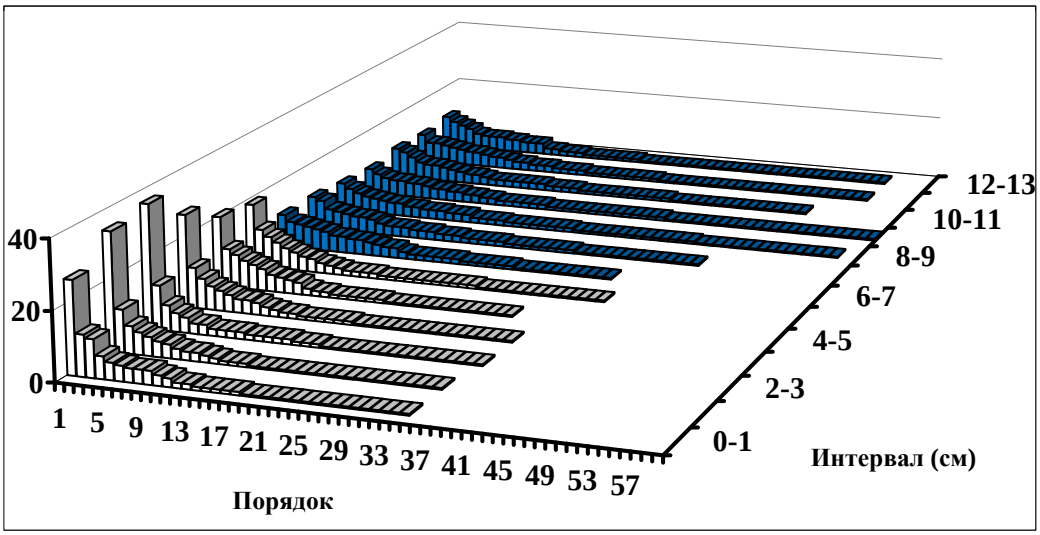


Рис. 1. Таксономические пропорции в диатомовых комплексах из колонки донных отложений озера Нижнее Хаймашинское (линейная система координат). **Fig. 1.** Taxonomical proportions in diatom assemblages in surface sediments of Lake Nizhneye Khaymashinskoye (linear coordinate system).

Анализ в логарифмической системе координат проводился только с учетом доминирующей и сопутствующей группы таксонов. Предыдущий опыт исследований продемонстрировал, что именно такая стратегия анализа позволяет выявить закономерности, которые не заметны при анализе в линейной системе координат. Действительно, результат оказался крайне информативным: были получены две генерации результирующих линий (рис. 2). В каждой из генераций линии занимают положение близкое к параллельному. Наличие параллельных результирующих линий в генерации соответствующей интервалу 6-13 см было ожидаемо. Этот временной промежуток осадконакопления в озере соответствует начальному этапу заселения диатомовых водорослей в озеро. Полученные

однотипные очертания гистограмм, построенных в линейной системе координат, подразумевали подобное расположение результирующих линий в логарифмической системе координат.

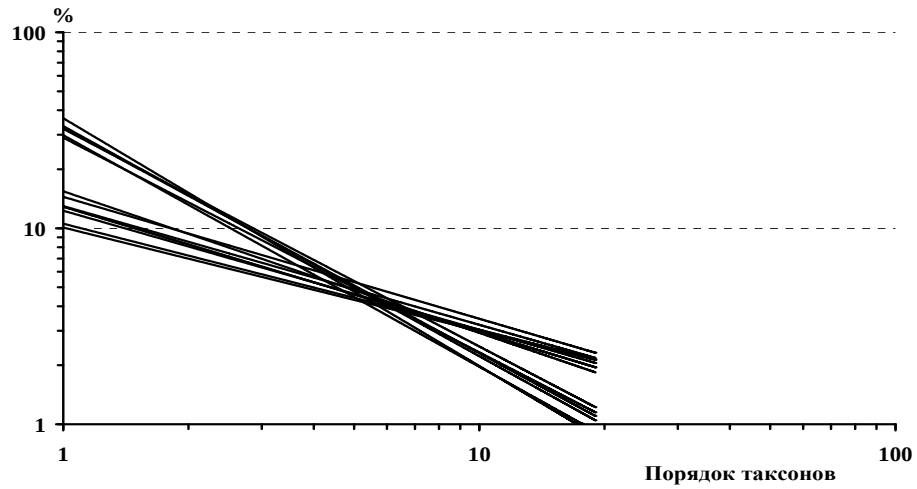


Рис. 2. Две генерации результирующих линий построенных по таксономическим пропорциям диатомовых комплексов из оз. Нижнее Хаймашинское (логарифмическая система координат); 1-я генерация в интервале 0-6 см; 2-я генерация в интервале 7-13 см. **Fig. 2.** Two generations of resulting lines plotted on taxonomical proportions of diatom assemblages in Lake Nizhneye Khaymashinskoye (logarithmic coordinate system); 1st generation in the range of 0-6 cm; 2nd generation in the range of 7-13 cm.

Более неожиданным было получение генерации из параллельных результирующих линий, которая соответствует более позднему этапу формирования диатомовых комплексов в интервале 0-6 см (рис. 2). Поскольку при анализе в линейной системе координат было констатировано наличие устойчивого доминирующего комплекса, то ожидалось получение генерации результирующих линий с единым центром локализации. Почему это не произошло? Объяснение может быть только одно – экосистема озера еще не сложилась окончательно и продолжает формироваться за счет повышения уровня воды и расширения акватории. Это явление уже отмечалось в предыдущих исследованиях при анализе формирования акватории оз. Глубокого (Московская обл.). В последнем случае, достаточно глубокая впадина, предположительно карстового генезиса, заполнялась в несколько этапов и каждому из них соответствовала генерация результирующих линий расположенная параллельно (Разумовский, Гололобова, 2009).

Проведенные исследования позволяют утверждать, что между этапом первичного вселения диатомовых водорослей и этапом образования их устойчивого комплекса, обитающего в озере, нет переходных состояний. Иначе говоря, переход из одного состояния (первичное вселение) в другое состояние (устойчивый комплекс) имеет фазовый характер во времени.

Об объективности полученных результатов свидетельствуют полученные изотопные датировки. Предположительно, акватория озера начала формироваться в 60-70 годах прошлого столетия в результате постепенного заполнения осадками образовавшейся карстовой воронки. С конца 70-х годов началось вселение диатомовых водорослей в сформировавшуюся акваторию озера. Как устойчивая экосистема озеро формируется на протяжении последних 20-25 лет.

Вполне возможно присутствие диатомовых водорослей и на более ранних этапах формирования озера, так как единичные створки диатомовых присутствуют и ниже по разрезу колонки донных отложений. Однако, скорее всего, на этих этапах озеро представляло собой регулярно пересыхающую карстовую воронку. Общий возраст сформировавшейся карстовой воронки составляет 130-150 лет.

Выводы

В исследованном озере было выделено две стадии формирования диатомового комплекса. На первой стадии констатировано первичное вселение диатомовых водорослей, а на второй – формирование устойчивого диатомового комплекса с обязательным присутствием в нем доминирующих таксонов.

Переход с первой стадии (первичное вселение) на вторую стадию (устойчивый диатомовый комплекс) имеет фазовый характер. Аналогичные фазовые переходы были отмечены ранее, при упрощении или усложнении таксономической структуры диатомового комплекса (Разумовский, Моисеенко, 2009).

Исследованное озеро находится в стадии формирования: акватория озера продолжает расширяться, а его глубины растут. Об этом можно судить по параллельному расположению результирующих линий, при анализе структуры диатомового комплекса в логарифмической системе координат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Моисеенко Т.И., Разумовский Л.В., Гашкина Н.А., Шевченко А.В., Разумовский В.Л., Машуков А.С., Хорошавин В.Ю. 2012. Палеоэкологические исследования горных озер // Водные ресурсы. Т. 39. № 5. С. 543–557.

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

Полякова Е.И. Диатомовый анализ. 2010. Методы палеогеографических реконструкций М.: Изд-во МГУ. С. 126-160.

Разумовский Л.В. 2012. Оценка трансформации озерных экосистем методом диатомового анализа. М.: Геос. 200 с.

Разумовский Л.В., Гололобова М.А. 2009. Трансформация диатомовых комплексов озер Борое и Глубокое в конце позднего голоцена // Труды Гидробиологической станции на Глубоком озере. Т. 10. С. 195-207.

Разумовский Л.В., Моисеенко Т.И. 2009. Оценка пространственно-временных трансформаций озерных экосистем методом диатомового анализа // Доклады академии наук. Общая биология. Т. 429. № 3. С 274-277.

Смелянский И.Э., Елизаров А.В. 2009. Стратегия сохранения степей России: взгляд неправительственных организаций // Аридные экосистемы. Т. 15. № 37. С. 56-58.

Battarbee R.W. 1986. Diatom analuses // Handbook of Holocene Paleoecology and Paleobiology. Chichester: Wiley. P. 531-570.

Cheddadi1 R.Yu.G., Guiot J., Harrison S.P., Prentice C.I. 1997. The climate of Europe 6000 years ago // Climate Dynamics. V. 13. P. 1–9.

Dermody B.J., de Boer J., Bierkens M.F.P, Weber S.L., Wassen M.J., Dekker S.C. 2012. A seesaw in Mediterranean precipitation during the Roman Period linked to millennial-scale changes in the North Atlantic // Climate of the Past. V. 8. P. 637–651.

Renberg I. 1978. Paleolimnology and varve counts of the annually laminated sediment of Lake Rudetjärm, norten Sweden // Early Norrland. Vol. 11. P. 63-92.

FORMATION OF THE KARST LAKE ECOSYSTEM IN THE STEPPE ZONE OF THE CAUCASUS MOUNTAINS (DIATOM ANALYSIS)

© 2014. V.L. Razumovsky

Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences
Russia, 119993 Moscow, Gubkina str., 3. E-mail: nethaon@mail.ru

This study provides an analysis of diatom assemblages in bottom sediments of a closed karst lake located in the steppe zone of the Caucasus Mountains (Kabardino-Balkar Republic). Climatic conditions of the study area are characterized as semiarid. Initial stages of formation of integral lake ecosystem were studied for the first time on the basis of diatom assemblage analysis. We used the method of graphical analysis of diatom assemblages and results of isotopic dating. We determined the age of the lake (130-150 years) and two stages of diatom assemblage formation in the lake. Primary intrusion of diatoms occurred during the first stage. The modern diatom assemblage was developed during the second stage. Transition between these stages has phase nature. The studied lake has not finally formed and its water area is still increasing. This fact was established on the basis of graphical analysis of diatom assemblage taxonomical structure.

Keywords: diatoms assemblage, graphical analysis, karst lakes.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 74-86

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 595.44:574.4:581.526.42(470.61)

ПАУКИ (ARANEI) И НЕКОТОРЫЕ ИХ ЦЕНОТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ В БАЙРАЧНЫХ ЛЕСАХ НИЖНЕГО ДОНА[1]

© 2014 г. А.В. Пономарёв*, Н.В. Лебедева*, **

**Институт аридных зон Южного научного центра РАН*
***Азовский филиал Мурманского морского биологического института Кольского научного центра РАН*
Россия, 344006 Ростов-на-Дону, просп. Чехова, д. 41. E-mail:ponomarev@ssc-ras.ru

Поступила 17.08.2013

Обсуждается фауна пауков (Aranei) байрачных лесов Нижнего Дона. Описано разнообразие и богатство таксономического состава аранеофауны: выявлен 201 вид из 110 родов и 26 семейств. Основу фауны пауков байрачных лесов составляют мезофильные виды с широким спектром местообитаний; на долю лесных видов приходится 23.3% всего видового состава пауков. Отмечено значительное сходство аранеофаун в различных типах лесов. Виды *Phrurolithus minimus* и *Dipoena melanogaster* впервые указаны для фауны Ростовской области. Показана роль пауков в качестве кормовых объектов птенцов большой синицы *Parus major* и лазоревки *P. caeruleus*, выявлена селективность в выборе жертв двумя видами синиц в байрачном лесу Нижнего Дона. В пище птенцов лазоревки доля пауков близка к 50%.

Ключевые слова: пауки (Aranei), фауна, ценотические связи, большая синица *Parus major*, лазоревка *Parus caeruleus*, питание птенцов, байрачный лес, Нижний Дон

Байрачные леса отличаются от плакорных биотопов степной зоны особенностями микроклимата, почв и характером растительности. Как локальные и островные местообитания байрачные леса представляют интерес в фокусе зоогеографических и ареалогических исследований. Фауна пауков байрачных лесов Нижнего Дона до сих пор оставалась неизученной. Имеются фрагментарные данные об аранеофауне лесных местообитаний Ростовской области без конкретизации приуроченности пауков к различным типам лесов (Миноранский и др., 1977; Пономарёв, Цветкова, 2003).

Не менее важным является выяснение ценотических связей элементов фауны степной зоны. Формируя разнообразное сообщество в байрачном лесу, пауки поддерживают сложные ценотические взаимодействия, которые в этих местообитаниях не исследованы. Один из важнейших типов взаимоотношений в сообществах − взаимоотношения «хищник – жертва». Пауки играют заметную роль в рационе птенцов мелких воробьиных птиц, особенно у синиц, занимая второе место по их потреблению после чешуекрылых. (Иноземцев, 1978; Скляренко, Морозов, 1987; Лебедева, 1990; Naef-Daenzer et al., 2000; Лебедева, Пономарёв, 2007 и др.). В связи с этим представляет интерес исследование воздействия птиц на пауков в байрачном лесу. Это определило цель данного исследования: изучение фауны пауков и ценотического аспекта при взаимодействии пауков и синиц в байрачных лесах Нижнего Дона.

Материал и методы

Характеристика мест исследования. Материал был собран в 2005-2013 гг. в Усть-Донецком районе Ростовской области. Территория, на которой выполнены исследования, расположена на надпойменных террасах р. Дон, сложенных песками, супесями и лессами, расчлененных многочисленными балками, характеризуется недостаточным увлажнением, жарким и сухим летом, а также сравнительно теплой зимой. Средние годовые температура воздуха и сумма осадков составляют 7.0°С и 423 мм/год соответственно (метеостанция г. Шахты). В зимний период снегонакопление в балках и оврагах превышает в 2-30 раз снегозапасы на открытых участках (Панов и др., 2006). Байрачные леса, произрастающие по склонам оврагов и балок, были в фокусе нашего

[1] Финансовая поддержка исследований в 2013 г. осуществлена за счет гранта РФФИ 13-05-00467.

исследования. В системе районирования байрачных лесов леса района исследования (Усть-Донецкий р-н Ростовской области) относятся к одному из наиболее южных районов – Крымско-Донецкому (Зозулин, 1992). Это последние западные облесённые балки по правобережью долины Дона. Леса угнетены и низкобонитетны. Они приурочены к нижним и, в меньшей степени, средним частям склонов, к глубоким днищам балок. Здесь встречаются формации байрачных дубрав и берестняков, причём последние преобладают по площади (Федяева и др., 2003).

Обследованы три массива байрачных лесов правобережья Нижнего Дона, расположенных между станицей Раздорской и х. Крымским в следующих урочищах: Власова балка (47º 41´ с.ш., 40º44´ в.д.), Медвежья балка (47º 37´ с.ш., 40º 41´ в.д.) и Саватеевская балка (47º 39´ с.ш., 40º 47´ в.д.).

Власова балка. Памятник природы областного значения площадью 214 га, высота 99-101 м н.у.м. Типичная южная дубрава, преобладающие виды деревьев: дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), вяз (*Ulmus laevis* Pall.), клён полевой (*Acer campestre* L.); в подлеске – поросль ясеня (*Fraxinus excelsior* L.), местами бересклет (*Euonymus verrucosa* Scop.). Травянистая растительность под пологом слабо развита, на освещенных участках лесное разнотравье. Постоянного водотока по дну балки нет. Однако весной за счет таяния снега наблюдается сток вод. В самых пониженных местах имеются участки с повышенным увлажнением, заросшие тростником (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.). Балка граничит с участком разнотравной степи с вкраплениями шиповника (*Rosa* sp.) и боярышника (*Crataegus* sp.).

Саватеевская балка. Относительно небольшой (около 100 га) массив байрачного берестняка (*Ulmus minor* Mill.) с примесью груши (*Pyrus communis* L.). В кустарниковом ярусе спорадически встречаются терновники (*Prunus stepposa* Kotov). Балка расположена на высоте 31-35 м н.у.м. По дну балки протекает постоянный ручей, образованный многочисленными родниками в верхней и средней части балки. Вдоль берега ручья тянется ленточный ивовый (*Salix* sp.) лес. В средней части балки имеется крупнотравное болото, образованное формациями тростника и рогоза (*Typha* sp.). На бровках балки располагаются луго-степные формации.

Медвежья балка. Байрачная дубрава с участием береста, площадью около 200 га. В травяном покрове доминируют лесные виды. Постоянного водотока нет, но имеются участки с повышенным увлажнением, образованные за счет талых вод. На бровках балки располагается ковыльная (*Stipa* sp.) степь.

Методы исследования пауков. Сбор пауков проводили по общепринятым методикам (Тыщенко, 1971; Фасулати, 1971). Использовали следующие методы: учет почвенными ловушками, ручной сбор, кошение энтомологическим сачком, отряхивание ветвей деревьев и кустарников. В качестве почвенных ловушек использовали пластиковые стаканы диаметром 65 мм, которые выставляли в линию по 10 штук в различных биотопах. В качестве фиксирующей жидкости применяли 6% уксус. Ловушки проверяли ежедекадно на протяжении всего тёплого периода года: с апреля по октябрь. За период исследования было накоплено 6000 ловушко-суток. При ручном сборе особое внимание уделяли кустарниковому ярусу, пауков собирали с веток, из листовых убежищ. Весь материал хранится в коллекции А.В. Пономарёва (станица Раздорская, Ростовская обл.).

Методы исследования питания птиц. Во Власовой балке в начале апреля 2013 г. были вывешены 10 стандартных синичников, в которых загнездились два вида синиц: большая синица *Parus major* L. и лазоревка *Parus caeruleus* L. Питание птенцов изучали прижизненно, используя метод шейных лигатур (Мальчевский, Кадочников, 1953) в нашей модификации. Лигатуры накладывали одновременно всем птенцам выводка на 60 минут. Под контролем были 2 выводка большой синицы и 2 выводка лазоревки. Возраст птенцов составлял от 3 до 16 суток. В период с 22 мая по 7 июня получили 82 пробы пищи, содержащие 92 кормовых объекта. Беспозвоночных из пищи птенцов фиксировали в 96% этаноле для последующего определения.

Статистический анализ материала выполнен общепринятыми методами (Лакин, 1990) с использованием статистических процедур Microsoft® Office Excel® 2010 (Microsoft Corporation, 2010) и пакета статистических программ Statistica 8.0 (StatSoft, 2008). Для проверки статистических гипотез о выборочных распределениях использовали критерий χ^2. Дисперсионный анализ (ANOVA) применяли для оценки селективности изъятия пауков двумя видами синиц. Статистическую гипотезу отклоняли на уровне значимости менее 0.05.

Результаты и обсуждение

За время исследования в байрачных лесах Нижнего Дона зарегистрирован 201 вид пауков, относящихся к 111 родам и 26 семействам (табл. 1). Ранее (Пономарёв, Цветкова, 2003) во всех типах лесных местообитаний (байрачные и пойменные леса, лесополосы) Нижнего Дона в районе наших исследований было выявлено всего 148 видов пауков из 22 семейств.

Таблица 1. Видовой состав пауков разных биотопов в байрачных лесах Нижнего Дона, где берестняк, ивняк, болото – Саватеевская балка; дубрава – Власова и Медвежья балки. **Table 1.** Species composition of spiders from different habitats of gully forests at the Lower Don River, where elm, willow, swamp habitats – Savateevskaya gully; oakery habitat – Vlasov's and Bear's gullies.

Таксоны пауков/Taxa of species	Берестняк/ Elm habitat	Ивняк/ Willow habitat	Дубрава/ Oakery habitat	Болото/ Swamp habitat
1	2	3	4	5
Agelenidae				
Agelena labyrinthica (Clerck, 1758)	+	+	+	–
Allagelena gracilens (C.L. Koch, 1841)	+	–	–	–
Tegenaria lapicidinarum Spassky, 1934	+	+	–	–
Anyphaenidae				
Anyphaena accentuata (Walckenaer, 1802)	+	–	+	–
Araneidae				
Araneus alsine (Walckenaer, 1802)	–	+	–	–
Araneus angulatus Clerck, 1758	+	–	+	–
Araneus diadematus Clerck, 1758	+	–	+	–
Araniella cucurbitina (Clerck, 1758)	+	–	–	–
Cercidia prominens (Westring, 1851)	+	+	–	+
Cyclosa conica (Pallas, 1772)	+	–	+	–
Gibbaranea bituberculata (Walckenaer, 1802)	+	+	–	–
Mangora acalypha (Walckenaer, 1802)	–	–	+	–
Singa hamata (Clerck, 1758)	–	–	–	+
Singa nitidula C.L. Koch, 1844	–	+	–	+
Zilla diodia (Walckenaer, 1802)	+	–	+	–
Atypidae				
Atypus muralis Bertkau, 1890	+	+	–	–
Clubionidae				
Clubiona caerulescens L. Koch, 1867	+	–	+	–
Clubiona frutetorum L. Koch, 1867	+	+	–	–
Clubiona lutescens Westring, 1851	+	+	–	+
Clubiona pallidula (Clerck, 1758)	+	+	–	–
Clubiona phragmitis C.L. Koch, 1843	+	+	–	+
Clubiona pseudoneglecta Wunderlich, 1994	+	–	–	–
Clubiona subtilis L. Koch, 1867	–	+	–	–
Corinnidae				
Phrurolithus festivus (C.L. Koch, 1835)	+	+	+	–
Phrurolitus minimus C.L. Koch, 1839	–	–	+	–
Phrurolithus pullatus Kulczyński, 1897	+	–	–	–
Dictynidae				
Argenna subnigra (O. Pickard-Cambridge, 1872)	+	–	–	–
Dictyna arundinacea (Linnaeus, 1758)	+	–	+	–
Dictyna uncinata Thorell, 1856	+	+	+	–
Lathys humilis (Blackwall, 1855)	+	+	–	–
Lathys stigmatisata (Menge, 1869)	–	+	–	–

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5
Dysderidae				
Dysdera ukrainensis Charitonov, 1956	+	–	–	–
Gnaphosidae				
Arboricaria subopaca (Westring, 1861)	+	–	–	–
Callilepis nocturna (Linnaeus, 1758)	–	+	+	–
Drassodes lapidosus (Walckenaer, 1802)	+	+	+	–
Drassodes pubescens (Thorell, 1856)	+	+	+	–
Drassyllus lutetianus (L. Koch, 1866)	–	+	–	–
Drassyllus praeficus (L. Koch, 1866)	+	+	–	–
Drassyllus pumilus (C.L. Koch, 1839)	+	+	–	–
Drassyllus pusillus (C.L. Koch, 1833)	+	+	–	–
Gnaphosa leporina (L. Koch, 1866)	+	–	–	–
Gnaphosa modestior Kulczyński, 1897	+	+	+	–
Gnaphosa taurica Thorell, 1875	–	–	+	–
Haplodrassus bohemicus Miller et Buchar, 1977	+	–	–	–
Haplodrassus kulczynskii Lohmander, 1942	–	+	–	–
Haplodrassus minor (O. Pickard-Cambridge, 1879)	+	+	–	–
Haplodrassus moderatus (Kulczyński, 1897)	+	+	–	–
Haplodrassus silvestris (Blackwall, 1833)	+	–	+	–
Haplodrassus umbratilis (L. Koch, 1866)	+	+	+	–
Micaria formicaria (Sundevall, 1831)	+	–	–	–
Micaria pulicaria (Sundevall, 1831)	+	+	–	–
Scotophaeus scutulatus C.L. Koch, 1866	–	–	+	–
Trachyzelotes malkini Platnick et Murphy, 1984	–	+	–	–
Zelotes aurantiacus Miller, 1967	+	+	–	–
Zelotes caucasius (L. Koch, 1866)	+	–	–	–
Zelotes electus (C.L. Koch, 1839)	+	+	–	–
Zelotes gracilis (Canestrini, 1868)	+	–	–	–
Zelotes kukushkini Kovblyuk, 2006	+	+	+	–
Zelotes latreillei (Simon, 1878)	–	+	–	–
Zelotes longipes (L. Koch, 1866)	+	–	–	–
Zelotes pseudogallicus Ponomarev, 2007	+	+	–	–
Hahniidae				
Hahnia ononidum Simon, 1875	+	+	+	–
Linyphiidae				
Agyneta cauta (O. Pickard-Cambridge, 1902)	+	+	–	–
Agyneta conigera (O. Pickard-Cambridge, 1863)	–	+	–	+
Agyneta mollis (O. Pickard-Cambridge, 1871)	+	–	–	–
Agyneta rurestris (C.L. Koch, 1836)	+	–	+	–
Agyneta saxatilis (Blackwall, 1844)	+	–	–	–
Agyneta simplicitarsis (Simon, 1884)	+	+	–	–
Anguliphantea angulipalpis (Westring, 1851)	–	+	+	–
Bathyphantes approximatus (O.Pickard-Cambridge, 1871)	–	–	–	+
Bathyphantes nigrinus (Westring, 1851)	–	+	–	–
Centromerus brevivulvatus Dahl, 1912	+	+	–	–
Centromerus sylvaticus (Blackwall, 1841)	+	–	+	–
Ceratinella brevis (Wider, 1834)	+	+	–	–
Ceratinella scabrosa (O. Pickard-Cambridge, 1871)	+	+	–	–
Dactylopisthes mirificus (Georgesco, 1976)	–	+	–	–
Diplostyla concolor (Wider, 1834)	+	+	–	–

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5
Entelecara acuminata (Wider, 1834)	+	+	–	+
Glyphesis nemoralis Esyunin et Efimik, 1994	–	–	+	–
Gnathonarium dentatum (Wider, 1834)	–	+	–	+
Gongylidiellum murcidum Simon, 1884	+	+	–	–
Gongylidium rufipes (Linnaeus, 1758)	+	+	–	+
Linyphia triangularis (Clerck, 1758)	+	–	+	–
Maso gallicus Simon, 1894	+	–	–	–
Maso sundevalli (Westring, 1851)	+	–	–	–
Minicia caspiana Tanasevitch, 1990	+	–	–	–
Neriene clathrata (Sundevall, 1830)	+	+	+	–
Neriene montana (Clerck, 1758)	+	+	+	–
Neriene radiata (Walckenaer, 1841)	+	+	+	–
Panamomops mengei Simon, 1926	–	–	–	+
Pelecopsis elongata (Wider, 1834)	+	–	–	–
Pocadicnemis pumila (Blackwall, 1841)	+	+	–	–
Porrhomma pygmaeum (Blackwall, 1834)	–	+	–	–
Tenuiphantes flavipes (Blackwall, 1854)	+	+	+	+
Tenuiphantes tenuis (Blackwall, 1852)	+	–	–	–
Theonina kratochvili Miller et Weiss, 1979	+	+	–	–
Walckenaeria alticeps (Denis, 1952)	–	–	+	–
Walckenaeria antica (W ider, 1834)	+	+	+	–
Walckenaeria atrotibialis O. Pickard-Cambridge, 1878	+	+	–	–
Walckenaeria furcillata (Menge, 1869)	+	+	–	–
Liocranidae				
Agroeca brunnea (Blackwall, 1833)	+	+	+	–
Agroeca cuprea Menge, 1873	+	+	+	–
Agroeca dentigera Kulczyński, 1913	+	+	–	–
Agroeca lusatica (L. Koch, 1875)	+	+	–	–
Liocranoeca striata (Kulczyński, 1881	+	+	+	+
Lycosidae				
Alopecosa accentuata (Latreille, 1817)	+	+	+	–
Alopecosa cuneata (Clerck, 1758)	+	+	+	–
Alopecosa pulverulenta (Clerck, 1758)	+	+	–	–
Alopecosa sulzeri (Pavesi, 1873)	+	+	+	–
Alopecosa taeniopus (Kulczyński, 1895)	+	+	+	–
Alopecosa trabalis (Clerck, 1758)	+	+	+	–
Pardosa agrestis (Westring, 1861)	+	+	–	–
Pardosa amentata (Clerck, 1758)	–	+	–	–
Pardosa lugubris (Walckenaer, 1802)	+	+	+	+
Pardosa prativaga (L. Koch, 1870)	–	+	–	+
Pirata piraticus (Clerck, 1758)	–	–	–	+
Piratula hygrophila (Thorell, 1872)	+	+	+	+
Piratula latitans (Blackwall, 1841)	–	+	–	–
Tricca lutetiana (Simon, 1876)	+	+	+	–
Trochosa robusta (Simon, 1876)	+	+	+	–
Trochosa ruricola (De Geer, 1778)	+	+	+	–
Trochosa terricoloa Thorell, 1856	+	+	+	–
Xerolycosa miniata (C.L. Koch, 1834)	+	+	–	–
Mimetidae				
Ero aphana (Walckenaer, 1802)	–	+	–	–

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5
Ero furcata (Villers, 1789)	–	–	+	–
Miturgidae				
Cheiracanthium effosum O. Herman, 1879	+	–	–	–
Cheiracanthium elegans Thorell, 1875	–	–	+	+
Cheiracanthium pennyi O. Pickard-Cambridge, 1873	+	–	–	–
Cheiracanthium virescens (Sundevall, 1832)	+	–	–	–
Philodromidae				
Artanes poecilus (Thorell, 1872)	–	+	–	–
Philodromus aureolus (Clerck, 1758)	–	–	+	–
Philodromus cespitum (Walckenaer, 1802)	+	–	+	–
Philodromus dispar Walckenaer, 1826	+	–	–	–
Thanatus arenarius Thorell, 1872	+	+	–	–
Tibellus oblongus (Walckenaer, 1802)	–	–	–	+
Pholcidae				
Pholcus opilionoides (Schrank, 1781)	+	+	+	–
Pisauridae				
Pisaura mirabilis (Clerck, 1758)	+	+	–	–
Pisaura novicia (L. Koch, 1878)	+	+	+	–
Salticidae				
Asianellus festivus (C.L. Koch, 1834)	+	+	–	–
Ballus chalybeius (Walckenaer, 1802)	+	–	+	–
Carrhotus xanthogramma (Latreille, 1819)	+	–	–	–
Euophrys frontalis (Walckenaer, 1802)	+	+	–	–
Evarcha arcuata (Clerck, 1758)	+	+	+	–
Evarcha falcata (Clerck, 1758)	+	+	+	–
Evarcha michailovi Logunov, 1992	+	–	–	–
Heliophanus auratus C.L. Koch, 1835	–	+	–	+
Heliophanus cupreus (Walckenaer, 1802)	+	+	+	+
Leptorchestes berolinensis (C.L. Koch, 1846)	+	–	–	–
Marpissa muscosa (Clerck, 1758)	+	+	+	–
Marpissa nivoyi (Lucas, 1846)	+	+	–	+
Marpissa pomatia (Walckenaer, 1802)	–	–	–	+
Myrmarachne formicaria (De Geer, 1778)	+	+	–	–
Phlegra fasciata (Hahn, 1826)	+	–	–	–
Pseudeuophrys obsoleta (Simon, 1868)	+	+	–	–
Sibianor aurocinctus (Ohlert, 1865)	+	–	–	–
Sitticus dzieduszyckii (L. Koch, 1870)	–	+	–	–
Sitticus zimmermanni (Simon, 1877)	+	+	+	–
Synageles venator (Lucas, 1836)	–	+	–	+
Talavera aequipes (O. Picard-Cambridge, 1871)	+	–	–	–
Talavera aperta (Miller, 1971)	+	+	–	–
Talavera krocha Logunov et Kronestedt, 2003	–	–	+	–
Sparassidae				
Micrommata virescens (Clerck, 1758)	+	–	+	–
Tetragnathidae				
Metellina merianae (Scopoli, 1763)	–	+	+	–
Metellina segmentata (Clerck, 1758)	+	+	–	–
Pachygnatha degeeri Sundevall, 1830	+	+	–	–
Tetragnatha montana Simon, 1874	+	+	+	+
Tetragnatha obtusa C.L. Koch, 1837	–	–	–	+

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5
Theridiidae				
Asagena meridionalis (Kulczyński, 1894)	–	–	+	–
Dipoena coracina (C.L. Koch, 1837)	–	+	–	–
Dipoena melanogaster (C.L. Koch, 1837)	–	–	+	–
Enoplognatha latimana Hippa et Oksala, 1982	+	+	–	–
Enoplognatha ovata (Clerck, 1758)	+	+	+	+
Enoplognatha thoracica (Hahn, 1833)	+	+	+	–
Episinus angulatus (Blackwall, 1836)	+	+	–	–
Episinus truncatus Latreille, 1809	+	+	–	–
Heterotheridion nigrovariegatum Simon, 1873	+	–	+	–
Parasteatoda lunata (Clerck, 1758)	+	–	+	–
Parasteatoda simulans (Thorell, 1875)	+	+	–	–
Robertus lividus (Blackwall, 1836)	–	–	+	–
Steatoda bipunctata (Linnaeus, 1758)	–	–	+	–
Theridion varians (Hahn, 1833)	+	+	–	+
Theridiosomatidae				
Theridiosoma gemmosum (L. Koch, 1878)	–	–	–	+
Thomisidae				
Ebrechtella tricuspidata (Fabricius, 1775)	+	–	–	–
Misumena vatia (Clerck, 1758)	+	–	–	–
Ozyptila praticola (C.L. Koch, 1837)	+	+	+	–
Ozyptila scabricula (Westring, 1851)	–	+	–	–
Pistius truncatus (Pallas, 1772)	+	–	–	–
Synema globosum (Fabricius, 1775)	+	+	+	–
Tmarus piger (Walckenaer, 1802)	+	+	+	–
Xysticus acerbus Thorell, 1872	+	–	–	–
Xysticus cristatus (Clerck, 1758)	–	+	–	–
Xysticus kochi Thorell, 1872	+	+	+	–
Xysticus lanio C.L. Koch, 1845	+	–	+	+
Xysticus luctator L. Koch, 1870	+	+	+	–
Xysticus robustus (Hahn, 1832)	+	+	–	–
Xysticus ulmi (Hahn, 1831)	–	–	–	+
Titanoecidae				
Titanoeca schineri L. Koch, 1872	+	+	+	–
Zoridae				
Zora armillata Simon, 1878	+	+	+	–
Zora nemoralis (Blackwall, 1861)	+	+	+	–
Zora pardalis Simon, 1878	+	+	+	–
Zora spinimana (Sundevall, 1832)	+	+	+	+
Всего: 26 семейств, 201 вид	151	127	82	32

По таксономическому разнообразию в байрачных лесах преобладают представители семи семейств: Araneidae (11 видов, 8 родов), Gnaphosidae (29 видов, 10 родов), Linyphiidae (38 видов, 23 рода), Lycosidae (18 видов, 7 родов), Salticidae (23 вида, 15 родов), Theridiidae (14 видов, 9 родов) и Thomisidae (14 видов, 7 родов). На их долю приходится 73% видов и 72% родов от всего таксономического состава пауков таких лесов (рис. 1).

В целом аранеофауна байрачных лесов носит мезофильный характер. Преобладают виды с широким спектром местообитаний – 140 видов или 66.7%. В первую очередь это большинство представителей семейств Gnaphosidae, Linyphiidae, Salticidae и Theridiidae. Например, в составе

характерного для плакорных степных местообитаний семейства Gnaphosidae, в байрачных лесах распространены виды родов *Drassodes*, *Drassyllus*, *Micaria* и др., которые в степной зоне заселяют различные внеплакорные местообитания, тогда как типичные обитатели плакора представлены лишь одним видом – *Zelotes caucasius*.

Значительно участие лесных видов. К лесным мы относим виды, которые в пределах своего ареала обитают, как правило, под пологом леса. Отмечено 49 видов (23.3%): *Anyphaena accentuata*, *Araneus alsine*, *Cyclosa conica*, *Zilla diodia*, *Atypus muralis*, *Clubiona caerulescens*, *C. pallidula*, *Phrurolitus minimus*, *Arboricaria subopaca*, *Callilepis nocturna*, *Gnaphosa modestior*, *Haplodrassus silvestris*, *H. umbratilis*, *Zelotes latreillei*, *Hahnia ononidum*, *Agyneta cauta*, *A. conigera*, *Anguliphantes angulipalpis*, *Ceratinella brevis*, *C. scabrosa*, *Entelecara acuminata*, *Glyphesis nemoralis*, *Maso gallicus*, *M. sundevalli*, *Neriene montana*, *Panamomops mengei*, *Tenuiphantes flavipes*, *T. tenuis*, *Walckenaeria furcillata*, *Alopecosa trabalis*, *Tricca lutetiana*, *Cheiracanthium effosum*, *Artanes poecilus*, *Philodromus dispar*, *Evarcha falcata*, *E. michailovi*, *Leptorchestes berolinensis*, *Marpissa muscosa*, *Metellina merianae*, *M. segmentata*, *Asagena meridionalis*, *Dipoena melanogaster*, *Parasteatoda lunata*, *Steatoda bipunctata*, *Ozyptila praticola*, *Pistius truncatus*, *Xysticus lanio*, *X. luctator* и *Zora nemoralis*.

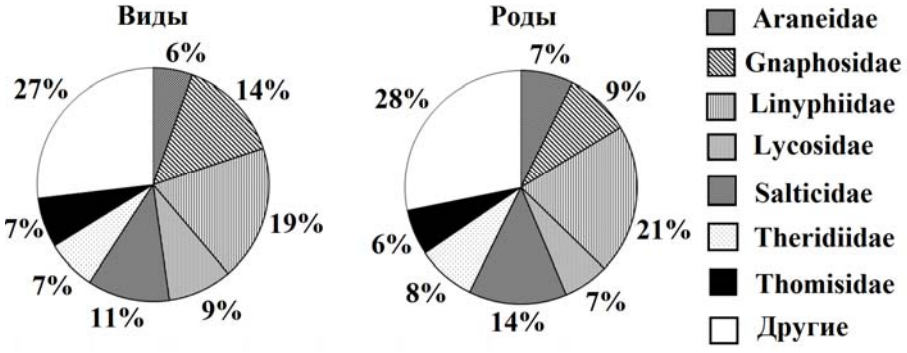


Рис. 1. Соотношение (%) видов и родов доминирующих семейств пауков в байрачных лесах Нижнего Дона.
Fig. 1. Ratio (%) of species and genera of dominant families of spiders in the gully forests of the Lower Don River.

Явно обеднена степная группа (14 видов или 6.7%). Эти виды характерны для плакорных местообитаний и не редко являются фоновыми в различных типах степей (Polchaniniva, 2003; Лебедева и др., 2011) – *Tegenaria lapicidinarum*, *Dysdera ukrainensis*, *Gnaphosa taurica*, *Zelotes caucasius*, *Alopecosa accentuata*, *Ero aphana*, *Cheiracanthium pennyi*, *Thanatus arenarius*, *Asianellus festivus*, *Phlegra fasciata*, *Sitticus dzieduszyckii*, *Talavera aequipes*, *Dipoena coracina* и *Xysticus acerbus.*

Болотно-луговые гигрофилы представлены лишь девятью видами (*Singa hamata*, *S. nitidula*, *Clubiona phragmitis*, *Bathyphantes approximatus*, *B. nigrinus*, *Gongylidium rufipes*, *Pardosa prativaga*, *Pirata piraticus* и *Theridiosoma gemmosum*). Большинство этих видов широко распространено по интразональным биотопам степной зоны. Однако *Gongylidium rufipes* и *Theridiosoma gemmosum* обнаружены только на заболоченных участках байрачных лесов.

Аранеофауна берестняка отличается наибольшим разнообразием видового состава (табл. 1). Более сухие условия берестняков позволяют проникать сюда и закрепляться многим обитателям прилегающих степных бровок балок. В то же время и мезофильные виды находят здесь благоприятные условия для своего существования.

В ленточном ивняке вдоль ручья выявлено 127 видов. Это меньше, чем в берестняке, но явно больше, чем в дубравах. Следует отметить, что обследованные берестняк и ивняк располагаются в одной балке и непосредственно граничат друг с другом. В связи с этим подвижные виды, а таковых в фауне байрачных лесов большинство, могут легко перемещаться из одного биотопа в другой в поисках партнёров, пищи, укрытий и т.п. На самом деле, общность фаун этих двух участков очень высока: выявлено 100 общих видов (табл. 2), причём всего 20 из них – лесные.

В общей сложности на этих двух участках обитают 43 лесных вида. Это свидетельствует об определённой консервативности лесных видов в выборе местообитаний.

В дубравах отмечено 82 вида, 65 из которых обитают и в берестняке. И здесь наблюдается

высокое сходство фаун за счет видов с широким спектром местообитаний. Лесная группа представлена в дубравах 27 видами, из которых 19 – обитают и в берестняке (табл. 1). Лесные виды дубрав: *Phrurolithus minimus*, *Glyphesis nemoralis*, *Asagena meridionalis*, *Dipoena melanogaster* и *Steatoda bipunctata*, – в берестняке и ивняке не найдены. В целом общими для трёх типов рассматриваемых лесов оказались 12 видов лесной группы, что также свидетельствует о локальном распространении этого элемента фауны. Крайне обеднена в дубравах степная группа видов: выявлено 2 вида (*Gnaphosa taurica, Alopecosa accentuata*). Видимо, это связано со значительно большей затенённостью, а соответственно и большей увлажненностью дубрав.

Таблица 2. Общие элементы видовых списков пауков разных биотопов в байрачных лесах Нижнего Дона.
Table 2. Common elements of species lists of spiders from different habitats in gully forests of the Lower Don River.

Биотоп/ Habitats	Берестняк/ Elm	Ивняк/ Willow	Дубрава /Oakery	Болото/ Swamp
Берестняк/ Elm	151			
Ивняк/ Willow	100	127		
Дубрава/ Oakery	65	51	82	
Болото/ Swamp	16	21	10	32

Аранеофауна болот значительно обеднена. Характерно отсутствие видов семейства Gnaphosidae. Встречены лесные *Agyneta conigera*, *Entelecara acuminata*, *Panamomops mengei*, *Tenuiphantes flavipes* и *Xysticus lanio*. Остальная часть фауны представлена болотно-луговыми гигрофилами и широко распространёнными мезофилами.

Анализ показал, что распределения пауков по числу видов и родов в основных семи доминирующих семействах достоверно не отличалось лишь в берестняке и ивняке, тогда как значимые различия (P <0.01) были характерны для других пар биотопов (рис. 2).

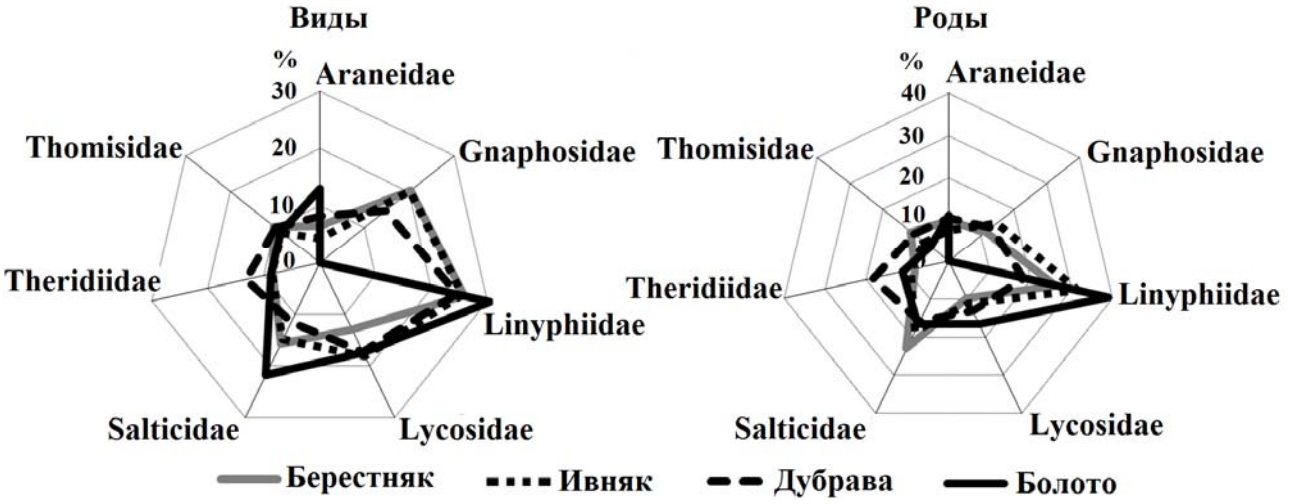


Рис. 2. Соотношение (%) видов и родов доминирующих семейств пауков в разных биотопах байрачных лесов Нижнего Дона. **Fig. 2.** Ratio (%) of species and genera of dominant families of spiders in different habitats of gully forests of the Lower Don River.

В мае–июне 2013 года, в период обследования дубравы Власовой балки, были выявлены 2 новых для фауны Ростовской области вида – *Phrurolithus minimus* и *Dipoena melanogaster*. Обнаружение этих видов в байрачном лесу Нижнего Дона значительно расширяет представления об их ареалах. Для *Ph. minimus* дубрава Власовой балки является самой юго-восточной точкой обитания вида. Ранее ареал вида на юго-востоке ограничивался Донецкой областью Украины (Polchaninova, Prokopenko, 2013). Лесной вид *D. melanogaster* отмечался в Белгородской области (Пономарёв, Полчанинова, 2006), Харьковской и Донецкой областях Украины (Polchaniniva, Prokopenko, 2013) и на Кавказе

(Михайлов, 1997). Полученные нами данные показывают, что европейская часть ареала вида ограничена на юго-востоке долиной р. Дон.

Ценотические связи. Паукообразные являются вторым по значению после чешуекрылых компонентом питания птенцов синиц. Их доля в пищевом рационе варьирует в разных частях ареала и разных биотопах от 2,1 до 30,8% (Betts, 1955; Милованова, 1957; Gibb, Betts, 1963; Иноземцев, 1962, 1978; Royama, 1970; Balen, 1973; Гавлюк, 1976; Вакаренко и др., 1978; Minot, 1981; Левин, Губин, 1985; Пенев, 1985; Скляренко, Морозов, 1987; Török, 1987; Cowie, Hinsley, 1988; Лебедева, 1990; Barba, Gil-Delgado, 1990; Naef-Daenzer et al., 2000; Лебедева, Пономарев, 2007). Как и в искусственном лесу долины Нижнего Дона (Лебедева, Пономарёв, 2007), в байрачном лесу пауки являются важным компонентом в питании птенцов большой синицы и лазоревки (табл. 3). Наши предварительные данные показывают, что в кормовом рационе птенцов лазоревки в период первого цикла размножения пауки составили 57% пищевых объектов. В то же время в питании большой синицы за этот же период доля пауков оказалась незначительной (табл. 3).

Таблица 3. Состав объектов питания птенцов двух видов синиц в байрачном лесу (Власова балка).
Table 3. Composition of food items of nestlings of two species of tits in a gully forest (Vlasov's gully).

Объект питания/ Food items	Виды птиц/ Bird species	
	Parus major	*Parus caeruleus*
Aranei:	4 (8%)	20 (57%)
Araneus angulatus Clerck, 1758	1♀ *juv.*, 1♂ *juv.*	
Cheiracanthium elegans Thorell, 1875		8♀, 2♀ *subad.*, 1♀ *juv.*
Pisaura novicia (L. Koch, 1878)	1♀	1♀
Philodromus aureolus (Clerck, 1758)		1♀
Philodromus cespitum (Walckenaer, 1802)		1♀
Micrommata virescens (Clerck, 1758)	1♀	
Synema globosum (Fabricius, 1775)		1♀
Xysticus lanio C.L. Koch, 1845		5♀
кокон	3	3
Insecta:	41+ 1 кладка	11+ 1 кладка
Cicadidae:		
Cicadetta montana Scop.	9 нимфа, 1*ad.*	
Carabidae	1	
Lepidoptera:		
гусеница	30	8
куколка		2
Diptera		1
Кладка Insecta	1	1
Всего/ Total	49	35

Следует отметить, что в период наблюдений проходил массовый вылет горной цикады (*Cicadetta montana*), в связи с чем представители этого вида составили в рационе птенцов большой синицы 20%. Возможно, с обилием нимф цикады связано незначительное количество пауков в рационе этого вида синиц. По нашим предыдущим данным (Лебедева, Пономарёв, 2007) доля пауков в корме птенцов синиц в искусственном лесу Нижнего Дона была в пределах 28% для двух видов синиц.

В корме птенцов отмечены пауки из 6 семейств. По сравнению с нашими предыдущими данными, полученными в искусственном лесу Нижнего Дона (Лебедева, Пономарёв, 2007), и, например, данными по питанию птенцов большой синицы в Джунгарском Алатау (Скляренко, Морозов, 1987), заметны определённые отличия в таксономическом составе пауков. В байрачных лесах в корме птенцов не выявлены виды из семейств Clubionidae, Gnaphosidae, Lycosidae, Salticidae,

Tetragnathidae и Theridiidae. Однако добавляется вид *Micrommata virescens* из семейства Sparassidae, а так же виды *Araneus angulatus*, *Synema globosum* и *Xysticus lanio*. Кроме того, преобладающий в рационе птенцов большой синицы в искусственном лесу *Xysticus luctator*, в байрачном лесу как объект кормления вообще не отмечен. Данные почвенных учетов показали, что в период конца мая – начала июня у *Xysticus luctator* наблюдался период спаривания, а динамическая плотность вида была высокой. В этот период особи обоих полов концентрировались на почве и полностью отсутствовали в кустарниковом ярусе. В то же время, как и в искусственном лесу, в кормлении заметную долю составлял вид *Cheiracanthium elegans*, обитатель кустарникового яруса (табл. 3).

Как известно (Иноземцев, 1978; Лебедева, Пономарёв, 2007 и др.), кормовые стратегии видов существенно разнятся: большая синица охотится на пауков не только в кроне деревьев, но и в травяно-кустарниковом ярусе, а также добывает представителей этой группы беспозвоночных на поверхности почвенной подстилки. У лазоревки обитатели почвенно-подстилочного яруса полностью отсутствуют, этот вид предпочитает дендрофильные виды пауков. Масса пауков в питании птенцов большой синицы в байрачном лесу варьировала от 0.10 до 0.32 г, составляя всреднем 0.20±0.02 г (*n*=8), лазоревки – от 0.04 до 0.20, составляя всреднем 0,10±0.01 г (*n*=20). Анализ показал, что как и в искусственном лесу (Лебедева, Пономарев, 2007), так и в байрачном различия в размере пауков – кормовых объектов – значимы для двух видов синиц (*ANOVA*: *F*=22.43, *df*=26+1, *P*<0.0001; рис.3). В одном и том же местообитании, в одно и тоже время большая синица охотится на более крупных пауков в сравнении с лазоревкой.

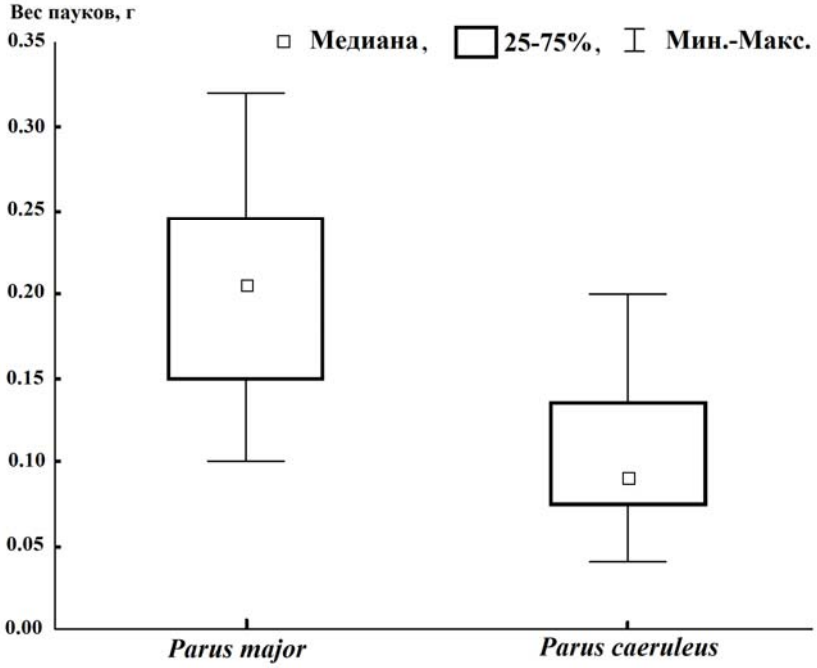


Рис. 3. Распределение пауков из пищи птенцов двух видов синиц в байрачном лесу Нижнего Дона по весу (г).
Fig. 3. Distribution of weight (g) of spiders from nestling food of two species of tits in the gully forest of the Lower Don.

Заключение

Аранеофауна байрачных лесов Нижнего Дона отличается значительным таксономическим разнообразием, выявлен 201 вид из 110 родов и 26 семейств. На долю семи ведущих семейств (Araneidae, Gnaphosidae, Linyphiidae, Lycosidae, Salticidae, Theridiidae, Thomisidae) приходится 73% видов и 72% родов от всего таксономического состава пауков таких лесов. В целом фауна пауков носит выраженный мезофильный характер. Участие лесных видов (23.3%) довольно значительно. Наибольшим разнообразием видового состава отличается аранеофауна берестняка: 151 вид из 24 семейств. Более сухие условия берестняков позволяют проникать сюда и закрепляться многим

обитателям прилегающих степных бровок балок. В различных типах лесов наблюдается высокое сходство аранеофаун за счет видов с широким спектром местообитаний. Как и в искусственных лесах, так и в байрачных пауки Нижнего Дона являются постоянным кормовым объектом синиц, причём в определённые периоды доля их в пище птенцов может достигать 50%.

Селективность в добывании пауков большой синицей и лазоревкой в байрачном лесу, как и в лесу искусственного происхождения, проявляется в предпочтении разных размерных групп, видовом составе жертв и их распределении по стациям обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вакаренко В.И., Петрусенко А.А., Симочко М.Д. 1978. Экологический анализ питания большой синицы (*Parus major* L.) (Aves, Paridae) в дубравах Закарпатья // Вестник Зоологии. № 5. С. 81-85.

Гавлюк Э.В. 1976. Характеристика птенцового питания некоторых видов синиц Ленинградской области // XXVI Герценовские чтения. Биология. Вып. 1. С. 99-101.

Зозулин Г.М. 1992. Леса Нижнего Дона. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та. 208 с.

Иноземцев А.А. 1962. Материалы по экологии лазоревки и большой синицы в Московской области // Орнитология. М.: Изд-во МГУ. Вып. 4. С. 103-116.

Иноземцев А.А. 1978. Роль насекомоядных птиц в лесных биоценозах. Л.:ЛГУ. 364 с.

Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М.: Изд-во Высшая школа. 352 с.

Лебедева Н.В. 1990. О биологии большой синицы // Малоизученные птицы Северного Кавказа. Ставрополь: Изд-во СГУ. С. 131-134.

Лебедева Н.В., Ильина Л.П., Пономарёв А.В., Савицкий Р.М. 2011. Влияние пастбищной нагрузки на трансформацию сухостепных экосистем в долине Маныча // Аридные экосистемы. Т. 17. № 4(49). С. 83-94.

Лебедева Н.В., Пономарёв А.В. 2007. Пауки (Aranei) в питании некоторых воробьиных птиц (Passeriformes) в Восточном Приазовье // Вестник Южного научного центра. Т. 3. № 3. С. 91-100.

Левин А.С., Губин Б.М. 1985 Биология птиц интразонального леса. Алма-Ата: Изд-во Наука. 248 с.

Мальчевский А.С., Кадочников Н.П. 1953. Методика прижизненного изучения питания гнездовых птенцов насекомоядных птиц // Зоологический журнал. Т. 32. № 2. С. 277-282.

Милованова Г.А. 1957. Материалы по биологии большой синицы в гнездовой период // Труды Приокско-Террасного заповедника. Т. 1. С. 266-286.

Миноранский В.А., Грамотенко В.П., Пономарёв А.В. 1977. Некоторые данные о распространении пауков в Ростовской области // Вопросы арахноэнтомологии. Пермь: Пермск. ун-т. С. 92-105.

Михайлов К.Г. 1997. Каталог пауков (Arachnida, Aranei) территорий бывшего Советского Союза. М.: Изд-во Зоологического музея МГУ. 416 с.

Панов В.Д., Лурье П.М., Ларионов Ю.А. 2006. Климат Ростовской области: вчера, сегодня, завтра. Ростов-на-Дону: Донской издательский дом. 487 с.

Пенев Д. 1985. Проучванс върху храната на големия синигер (*Parus major* L.) през гнездовия период в дъбовите насаждения на Северозападна България // Горскотопанска наука. Т. 42. № 4. С. 20-21.

Пономарёв А.В., Цветкова Ю.А. 2003. Пауки (Aranei) территории Раздорского музея-заповедника // Историко-культурные и природные исследования на территории Раздорского этнографического музея-заповедника / Отв. ред. А.В. Пономарёв. Вып. 1. К 80-летию Л.Т. Агаркова. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовск. ун-та. С. 167-208.

Пономарёв А.В., Полчанинова Н.Ю. 2006. Материалы по фауне пауков (Aranei) Белгородской области // Кавказский энтомологический бюллетень. Т. 2. Вып. 2. С. 143-164.

Скляренко С.Л., Морозов В.А. 1987. Состав корма гнездовых птенцов некоторых синиц и пищухи в Джунгарском Алатау // Орнитология. М: Изд-во МГУ. Вып. 22. С. 105-108.

Тыщенко В.П. 1971. Определитель пауков Европейской части СССР // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоол. ин-том АН СССР. Л.: Изд-во Наука. Вып. 105. 281 с.

Фасулати К.К. 1971. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Изд-во Высшая школа. 424 с.

Федяева В.В., Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н., Буркина Т.М. 2003. Растительный покров и флора Раздорского этнографического музея-заповедника // Историко-культурные и природные исследования на территории Раздорского этнографического музея-заповедника / Отв. ред. А.В. Пономарёв. Вып. 1. К 80-летию Л.Т. Агаркова. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовск. ун-та. С. 108-147.

Balen van J.H. 1973. A comparative study of the breeding ecology of great tits (*Parus major*) in different habitats // Ardea. Vol. 61. No. 1-2. P. 1-93.

Barba E., Gil-Delgado J.A. 1990. Season variation in nestling diet of the Great tit in orange groves in eastern Spain // Ornis Scandica. Vol. 21. P. 296-298.

Betts M.M. 1955. The food of tit mice in oak wood-land // Journal of Animal Ecology. Vol. 24. P. 282-325.

Blondel J., Dervieux A., Maistre M., Perret P. 1991. Feeding ecology and life history variation of the blue tit in Mediterranean deciduous and sclerophyllous habitats // Oecologia. Vol. 88. No. 1. P. 9-14.

Cowie R.J., Hinsley S.A. 1988. Feeding ecology of great tits (*Parus major*) and blue tits (*Parus caeruleus*) breeding in suburban gardens // Journal of Animal Ecology. Vol. 57. No. 2. P. 611-626.

Gibb J.A., Betts M.M. 1963. Food and food supply of nestling tits (Paridae) in Breckland pine // Journal of Animal Ecology. Vol. 62. No. 3. P. 489-533.

Microsoft Corporation. 2010. Microsoft® Office 2010 Proofing Tools: Excel® 2010. version 14.0. Washington. Redmond: Microsoft Corporation \\ www.microsoft.com.

Minot E.O. 1981. Effect of interspecific competition for food in breeding blue and great tits // Journal of Animal Ecology. Vol. 50. No 2. P. 375-385.

Naef-Daenzer L., Naef-Daenzer B., Nager R.G. 2000. Prey selection and foraging performance of breeding Great tits (*Parus major*) in relation of food availability // Journal of Animal Ecology. Vol. 31. P. 206-214.

Polchaninova N.Yu. 2003. Effect of hay-moving on spider communities of the meadow steppes of the central forest-steppe (Russian and Ukraine) // European Arachnology 2003. / Eds. D.V. Logunov, D. Penney. Proc. 21st Europ. Colloq. Arachnol., St.-Petersb., 4-9 Aug. 2003. Moscow: KMK Sci. Press Ltd. P. 261-273.

Polchaniniva N.Yu., Prokopenko E.V. 2013. Catalogue of the spiders (Arachnida, Aranei) of Left-Bank Ukraine // Arthropoda Selecta. Supplement № 2. Moscow: KMK Scientific Press. 268 p.

Royama T. 1970. Factors governing the hunting behaviour and selection of food by the great tit (*Parus major* L.) // Journal of Animal Ecology. Vol. 39. No. 3. P. 619-668.

StatSoft. 2008. Inc. Statistica (data analysis software system), version 8.0. Tulsa: StatSoft \\ www.statsoft.com

Török J. 1986. Food segregation in tree hole-nesting bird species during the breeding season// Ardea. Vol. 74. P. 129-136.

SPIDERS (ARANEI) AND SOME OF THEIR CENOTIC LINKS IN GULLY FORESTS AT THE LOWER DON RIVER

© 2014 г. A.V. Ponomarev*, N.V. Lebedeva*, **

**Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Center RAS*
**Azov Branch of the Murmansk Marine Biological Institute,*
Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
Russia, 344006 Rostov-on-Don, Chekhov str., 41. E-mail:ponomarev@ssc-ras.ru

Spider fauna (Aranei) of gully forests at the Lower Don River is discussed. The diversity and richness of the taxonomic composition of fauna are described. Two hundred one species from 110 genera and 26 families were identified. Mesophilic species with a wide range of habitats are the basis of the spiders' fauna of gully forests. Slightly more than 23% of spiders' species are forest species. The great similarity of spiders' fauna in different types of gully forests was observed. Species *Phrurolithus minimus* and *Dipoena melanogaster* are new records for the spiders' fauna of the Rostov region. The role of spiders as prey of great and blue tits *Parus major* and *P.caeruleus* was shown. The selectivity in the choice of victims by two species of tits in the gully forest at the Lower Don River was revealed. The rate of spiders in the nestling food of blue tits was about 50%.

Keywords: spiders (Aranei), fauna, biocenosis links, great tit *Parus major*, blue tit *Parus caeruleus*, nestling food, gully forest, the Lower Don River.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 87-96

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.445.52

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ БОТАНИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОПУСТЫНИВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КАЛМЫКИЯ

© 2014 г. В.А. Бананова, В.Г. Лазарева

Калмыцкий государственный университет
Россия, 358000 Калмыкия, г. Элиста, ул. Пушкина, д. 11. E-mail: bananova_va@kalmsu.ru

Поступила 25.05.2013

Анализ опустынивания в Южном федеральном округе России в период 1980-2000 гг. выявил снижение высокой степени на слабую. В пределах Калмыкии прослежены процессы дигрессии и демутации пустынной растительности при различной пастбищной нагрузке, определены тенденции их современного развития. Исследования подтверждают возможность обратимости экзогенных сукцессий при благоприятных климатических условиях и низкой антропогенной нагрузке. Подъём уровня Каспия способствует гидрогалофитизации растительности.
Ключевые слова: опустынивание, пастбищная дигрессия, сукцессия, демутация, растительность, видовое богатство, урожайность.

Впервые термин «опустынивание» появился в научной литературе в 1949 году, однако информация о масштабах этого процесса была озвучена на международном уровне только в 1977 г. в Найроби и опубликована в объяснительной записке к всемирной карте опустынивания (ФАО/ЮНЕСКО/ВМО, 1977). Однако они дали лишь общее представление об опустынивании, не затрагивая процесс его развития. Содержание термина «опустынивание», причины его возникновения до сих пор дискуссионны (Гунин и др., 2007; Куст, 1999; 2002). Одна группа ученых видит их в хозяйственной деятельности человека, другая – в комплексе физико-географических, а не в социальных процессах. Не отрицая названных причин и, более того, опираясь на них, Н.Г. Харин, Н.С. Орловский и Г.Б. Макулбекова (1986, стр. 55-58) дали определение: «Опустынивание, это совокупность физико-географических и антропогенных процессов, приводящих к разрушению экосистем аридных и полуаридных областей, к деградации всех форм органической жизни, что, в свою очередь, ведет к снижению природно-экономического потенциала этих территорий. Перечисленные процессы могут сопровождаться как пространственным расширением, так и быть приуроченными к сравнительно небольшим территориям». Это определение стало основой концепции опустынивания, разработанной в 1986 г. Институтом пустынь АН Туркменистана (Харин и др., 1986). Основные положения методики изучения и картографирования процессов опустынивания применительно к территории Калмыкии разработанные и изложенные в работе В.А. Банановой (1986), полезны для подготовки программ практических мероприятий по борьбе с опустыниванием. В настоящей работе авторы, следуя этой методике, проследили процесс развития пастбищной дегрессии и демутации в Калмыкии, выявили ботаническое разнообразие как индикатор сукцессионных процессов и тенденций их развития.

Картографические материалы разных лет позволили авторам проследить развитие опустынивания на территории Южного федерального округа России (ЮФО РФ), в том числе в Республике Калмыкия. В СССР первая серия карт, их анализ по достоверным данным о площадях деградированных земель в азиатской части страны были опубликованы Институтом пустынь АН Туркмении (Харин и др., 1987). На европейском континенте, как известно, наибольшая площадь аридных земель сосредоточена на юго-востоке, в пределах Республики Калмыкия. Этот регион издавна привлекает внимание многих учёных. На основании 30-летних данных аэрокосмосъемки (1954-1985 гг.) Б.В. Виноградовым и К.Н. Куликом (1987) была прослежена динамика площадей открытых песков в калмыцкой части Прикаспия. Ими также был разработан экологический прогноз на ближайшие 10 лет, из которого следовало, что рост очагов опустынивания на черноземельских пастбищах к 1990 г. достигнет 84%, а к 1992 г. пески поглотят весь Прикаспий. Наиболее наглядно экологическая ситуация региона в этот период была отражена на карте «Антропогенное

опустынивание Калмыцкой АССР» (Бананова, 1989), анализ которой показывает, что в конце восьмидесятых годов XX века практически вся территория республики была охвачена опустыниванием, в стадии сильной и очень сильной деградации находилось 47.8% площади, в т.ч. более 10% (770 тыс. га) занимали открытые пески. В это время черноземельские пастбища, где сильное и очень сильное опустынивание занимали 75.6% их площади, оценивались как зона экологической катастрофы. В эти годы на европейском континенте впервые сформировалась антропогенная пустыня в условиях не только высокой пастбищной и техногенной нагрузки, но и при высокой засушливости климата (Бананова, 1989, 1990; Золотокрылин, 2003).

В целях борьбы с опустыниванием по решению правительства России в 1986 году Ростовским ЮжНИИгипроземом с привлечением учёных АН ССР, Калмыкии, Северного Кавказа, была разработана «Генеральная схема по борьбе с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ» (Чешев и др., 1986). При финансовой поддержке ЮНЕП была разработана «Национальная программа борьбы с опустыниванием в Калмыкии» (Глазовский, Габунщина, 1996). Специально организованная Дирекция «Агролесомелиострой» с хорошим результатом произвела фитомелиорацию песков на площади 150 тыс. га. После распада СССР социально-экономическая и экологическая ситуация в регионе изменилась, возникла необходимость проведения новых исследований. В настоящее время разрабатывается вторая очередь «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием и деградацией почв Черных земель, Кизлярских пастбищ и территорий сопредельных регионов». В этой работе принимали участие и авторы статьи с разработкой критериев оценки степени пастбищной дигрессии (Лазарева, 2006).

Калмыкия на Прикаспийской низменности занимает значительную часть территории. Это один из самых динамичных регионов планеты. Его состояние к началу XXI века отражено в серии карт опустынивания (Борликов и др., 2000). В 2007 г. учеными Калмыцкого госуниверситета для Атласа «Природные и техногенные опасности и риски чрезвычайных ситуаций ЮФО РФ» была подготовлена и опубликована карта «Опасность опустынивания аридных территорий ЮФО РФ» (Бананова и др., 2007). Анализ карты показал, что в это время (2005 г.) процесс деградации охватил практически все аридные территории ЮФО РФ. Доминирующим типом опустынивания по-прежнему была деградация растительности. Однако, по интенсивности и масштабу этот процесс в 2005 г. отличается от 1989 г. На современном этапе здесь доминирует слабый класс, составляя в Астраханской области 20.1%, в Калмыкии 68.0% их площади. Кроме того, во всех субъектах аридного ЮФО наблюдается процесс демутации растительности песков, главными причинами которого являются, на наш взгляд, довольно низкое поголовье выпасаемого скота в этот период, увеличение количества выпадающих осадков. Особенно благоприятными эти факторы оказались для черноземельских пастбищ. Вместе с тем, в Волгоградской области постепенно увеличивается площадь подтопленных и засоленных земель (9.1% и 4.9% соответственно), в Астраханской, в результате подъема уровня Каспия 28.9% её территории подтоплены. Техногенный пресс наблюдается во всех субъектах округа. Особенно велик он в Волгоградской и Астраханской областях (6.8%: 2.7% площади соответственно). В последние годы в пределах аридной территории ЮФО появляются новые очаги дефляции, что на наш взгляд, связано с увеличивающимся поголовьем скота и ростом техногенной нагрузки (Разумов и др., 2007).

По данным статуправления Калмыкии за 2012 г. (Статистический …, 2012) в Республике содержится 2.3 млн. овец, 0.58 млн. крупного рогатого скота (КРС); 20.9 и 0.83 тыс. голов лошадей и верблюдов соответственно; в советский период было 3.87 млн. овец и 0.47 млн. КРС (Статистический …, 1987). В 1917 г. при частной собственности и отгонно-кочевом животноводстве с поголовьем овец 972 тыс., лошадей 200 тыс., КРС 300 тыс., верблюдов 20 тыс., на этой территории сохранялось устойчивое равновесие биологической продуктивности и воспроизводства пастбищ (Зонн, 1995).

Экологическое состояние пастбищ находится в зависимости от флуктуаций климата, формы хозяйствования и политической ситуации. Особенно это четко прослеживается на примере Калмыкии, которая в настоящее время – один из ведущих регионов мясного пояса России. В связи с этим, главным типом антропогенного опустынивания продолжает быть пастбищная дигрессия. Она впервые была описана в 1915 г. Г.Н. Высоцким и рассматривалась им как экзогенная сукцессия регрессивного типа, возникающая под влиянием выпаса скота. При этом сменяющиеся сообщества формируют дигрессионный ряд. В Прикаспии («Низменной степи»), Г.Н. Высоцкий (1915) ставил

под сомнение господство *A. lerchiana*, как результат скотосбоя. Исследования И.Н. Тереножкина (1934), О.А. Лачко и Г.О. Сусляковой (1997), В.Г. Лазаревой (2003, 2006) и др. позволяют сделать некоторые дополнения. По данным почвенной карты КАССР (1989) в центральной части Прикаспийской низменности *A. lerchiana* формирует в условиях полукустарничковой пустыни зональные белополынные сообщества на средних солонцах. Только при сильном сбое здесь развиваются производные фитоценозы. В степях же увеличение обилия *Artemisia lerchiana* свидетельствует об умеренной стадии деградации. При дальнейшем выпасе скота *A. lerchiana* замещается мятликовыми или однолетниковыми травостоями.

Материалы и методы

Многолетние полевые исследования авторов (1972, 1990-2012 гг.) с перерывами в пределах Северо-Западного Прикаспия позволили выявить ботаническое разнообразие в качестве индикатора стадий (классов) пастбищной дигрессии в различных типах экосистем пустынного типа растительности. Оно определялось на модельных полигонах, приуроченных к различным фитоэкологическим районам Калмыкии. Растительные индикаторы использовались также при территориальной оценке распространения дигрессионных процессов и их картографировании. При этом авторы имеют в виду не отдельные виды растений, а сообщества, в которых они господствуют или монодоминантные заросли того или иного вида. Задачей исследований было раскрытие механизма пастбищной дигрессии в различных типах растительности. При этом сообщества, являющиеся индикаторами соседствующих стадий дигрессии в пределах одного и тогоже типа или рода ландшафтов, обнаруживают тесную общность своего флористического состава. В этих случаях отличие одного индикатора от другого зависит от постепенного изменения обилия одного или нескольких видов растений или определенных жизненных форм, т.е. происходит трансформация рядового компонента сообщества в его доминант (или наоборот). В итоге если сравнить сообщества-индикаторы (а часто и комплексные ландшафтные индикаторы) друг с другом, то оказывается, что они образуют ряды, элементы которых сменяют друг друга во времени по мере нарастания дигрессии. Эта же последовательность смен во времени прослеживается и в пространстве: по мере приближения или удаления от очага дигрессии (колодца, поселка, фермы). В одном и том же ландшафте индикаторы разных стадий опустынивания устойчивы. Такая сопряженность индикаторов в сменах во времени и одновременно их чередование в близкой последовательности в пространстве, позволяют отнести ряды индикаторов пастбищной дигрессии к экологическим. Большое индикационное значение названных рядов неоднократно отмечалось в литературе (Викторов, Чикишев, 1976). Широкая распространенность эколого-генетических рядов, где в качестве индикаторов разных стадий пастбищной дигрессии являются серийные сообщества, что придает этому процессу характер плавности, постепенности. Это затрудняет индикацию и требует большой детальности полевых исследований (подробного топо-экологического профилирования). В связи со сказанным, исследования производились на модельных полигонах, расположенных в ландшафтах различного геологического возраста и с почвами разного гранулометрического состава. Они обусловили формирование различных вариантов остепнённых полукустарничковых пустынь: галоксерофитных, ксерофитных и гемипсаммофитных. В травостое первых доминируют солеустойчивые виды. Для песчаных биотопов характерны сообщества с преобладанием злаков: житняка сибирского (*Agropyron fragile*), типчака (*Festuca valesiaca*), ковылей (*Stipa capillata, S. sareptana*). При дополнительном увлажнении в понижениях развиваются луга с участием пырея (*Elytrigia repens*) и галофильного разнотравья (*Limonium gmelini*). В статье в качестве примера охарактеризованы «Меклетинский» и «Цаган-Аманский» полигоны.

Результаты и их обсуждение

«Меклетинский» *полигон*, площадью 5 га, расположен в юго-западной части Прикаспия, в зоне контакта позднехвалынской и новокаспийской равнины. По южной окраине полигона проходит полоса пересыхающих в летний период солёных Меклетинских озёр. Фитоценотическое разнообразие территории слагают два типа растительности: пустынный (90.4%) и луговой (9.6%).

Первый представлен гемипсаммофитным, галоксерофитным и ксерофитным вариантами полукустарничковых пустынь (70.6%: 44.0%: 26.6%). Устойчивость пустынных сообществ к выпасу скота различна. В 2011 г. на полигоне доминировали слабая и умеренная стадии опустынивания, фоновому уровню соответствовало только 19.1% его территории. В прибрежной зоне Меклетинских озёр распространены галомезофитные удлинённопырейные (*Elytrigia elongata*) и ажрековые (*Aeluropus littoralis*) луга с тамариксом (*Tamarix ramosissima*). Они приурочены к полугидроморфным лугово-бурым полупустынным солонцевато-солончаковатым почвам с содержанием солей 1.4%. Тип засоления сульфатно-хлоридный (Лазарева и др., 2011).

Хозяйственное состояние полукустарничковых сообществ на позднехвалынской равнине полигона «Меклетинский» в 1990 г. соответствовало стадиям сильного и очень сильного сбоя. В травостое господствовали ассоциации: *Climacoptera brachiata–Artemisia pauciflora* и *Poa bulbosa–Artemisia lerchiana–Petrosimonia oppositifolia*. Индикаторами сбоя являлись монокарпики, где из 12 видов шесть − эфемеры. Кроме того, участие двух галофильных однолетников *Petrosimonia oppositifolia, Climacoptera brachiata* индицируют уплотнение верхних горизонтов почвы, а их опад способствует увеличению поверхностного засоления (Бананова, Горбачёв, 1990). При снижении пастбищной нагрузки на полигоне в 1997 г. ассоциация *Climacoptera brachiata–Artemisia pauciflora* трансформировалась в *A. pauciflora–C. brachiata*, из травостоя выпали: *Eremopyrum triticeum, Anisanta tectorum,* снизилось обилие *C. brachiata, Lepidium perfoliatum,* что соответствует умеренной стадии опустынивания. Эта же закономерность прослеживалась и в ассоциациях *Artemisia lerchiana, A. lerchiana–Kochia prostrata* (Лазарева, 2003). При продолжающейся восстановительной сукцессии в 2005 г., в травостое помимо увеличения обилия *K. prostrata, Tanacetum achilleifolium, A. lerchiana* появились единичные экземпляры плотнодерновинного злака *Festuca valesiaca* и галоскерофитов: *Climacoptera brachiata, Petrosimonia triandra, Anabasis aphylla, Lepidium ruderale* и др. В составе *Artemisietum pauciflorae* зарегистрировано присутствие *Halocnemum strobilaceum*. В 2011 г. процесс засоления и увлажнения почв усилился, в видовом составе названных сообществ появились галомезофиты *Aeluropus littoralis, Artemisia santonica.* Субдоминантом в *Artemisietum pauciflorae* стал *Halocnemum strobilaceum*, а в *Artemisietum lerchiane* – доминантом. В первом сообществе содержание водорастворимых солей увеличилось с 0.7% в 1995 г. до 1.7%, во втором с 0.9 до 1.4%, тип засоления в обоих случаях стал сульфатно-хлоридным. Следовательно, травяные сообщества на корковых солонцах трансформировались в полукустарниковые *Halocnemum strobilaceum–Artemisia pauciflora*, на средних солонцах – в *Halocnemum strobilaceum–Petrosimonia oppositifolia–Artemisia lerchiana*, что, по-видимому, связано с к приближением к поверхности солёных грунтовых вод в связи с подъемом уровня Каспия и возрастанием годовых сумм осадков.

В гемипсаммофитном варианте остепнённых пустынь полигона «Меклетинский» на легкосуглинистых почвах нами прослежен плавный дигрессионный ряд. Здесь в фоновой ассоциации *Artemisia lerchiana–Stipa sareptana–Agropyron fragile* при слабом сбое в травостое происходит снижение участия *A. fragile* и одновременно увеличение обилия *A. lerchiana*, ведущее к образованию производных сообществ *Artemisietum lerchianae*, и в тоже время развитие эфемерово-эфемероидного яруса с эпизодическим участием *S. sareptana.* Индикаторами пастбищной дигрессии являются эфемеры: *Eremopyrum triticeum, Anisanta tectorum, Ceratocarpus arenarius*. Эфемероид *Poa bulbosa* при сильном сбое стал субдоминантом, его проективное покрытие увеличилось с 3 до 30%. Вместе с тем, уже при умеренной дигрессии в сообществе *Stipa sareptana–Artemisia lerchiana* наблюдается появление *Anabasis aphylla*; при сильной – формирование фоновых сообществ *Anabais aphylla–A. lerchiana, Petrosimonia triandra–A. lerchiana* с участием одновидовых зарослей из *A. aphylla.* При этом ботаническое разнообразие кормовых растений снижается, увеличивается обилие ядовитых: *A. aphylla, Peganum harmala, Ephedra distachya, Euphorbia segueriana,* а также однолетников, эфемеров, эфемероидов. Усиливается ветровая эрозия почв. Однако снижение пастбищной нагрузки в 1997 г. способствовало постепенному восстановлению травостоя, который к 2005 г. на данном полигоне стал трансформироваться в *Festuca valesiaca–Agropyron fragile–Stipa sareptana–Artemisia lerchiana*. В составе сообщества появилась сначала *F. valesiaca* с обилием «1-2», затем «3». Увеличилось также обилие *A. fragile*, снизилось участие *Poa bulbosa*. Вместе с тем, в травостое зарегистрированы и галоксерофитные солянки: *Climacoptera brachyata, Petrosimonia triandra,* обилие которых к 2011 г. увеличилось. Видовое богатство незначительно снизилось с 15 до 12, однако, в

составе сообщества появились эвгалофиты *Salsola foliosa, Climacoptera lanata.*

Таким образом, на полигоне «Меклетинский» прослеживается влияние природного и антропогенного факторов одновременно. Первый – природный, связан с изменением климата и подъёмом солёных грунтовых вод на отдельных участках от 0 до 6.0 м в период 1995-2011 гг., появлением и увеличением обилия в злаковых и полукустарничковых сообществах галофитных и галомезофитных видов, способствуя гидрогалофитизации растительного покрова. Второй фактор связан с увеличением пастбищной нагрузки, которая ведёт к снижению ботанического разнообразия, кормовой ценности угодий и превращению территорий в лишенные растительности подвижные пески. Во времени изменение этих факторов шло разнонаправленно, но экологические последствия имели одинаковую направленность: снижение пастбищной нагрузки в 1990-х годах совпало с возрастанием влажности климата и подъемом уровня грунтовых вод (Бананова, Горбачёв, 1990), что способствовало развитию демутационного процесса..

Полигон − «Цаган-Аман» расположен в северо-восточной части Прикаспия, в 14 км от одноименного районного центра, на правом коренном берегу р. Волга. Он приурочен к песчаному массиву «Сунгруб». Через песчаный массив был проложен топо-экологический профиль длиной 3.5 км. По гранулометрическому составу почвы песчаные, супесчаные. Они незасолены, плотный остаток в 2005 г. составил 0.1%. На профиле прослежена взаимосвязь растительных сообществ со средой обитания, сформировавшаяся при отсутствии выпаса скота в течение 38 лет (рис.; Лазарева, 2003).

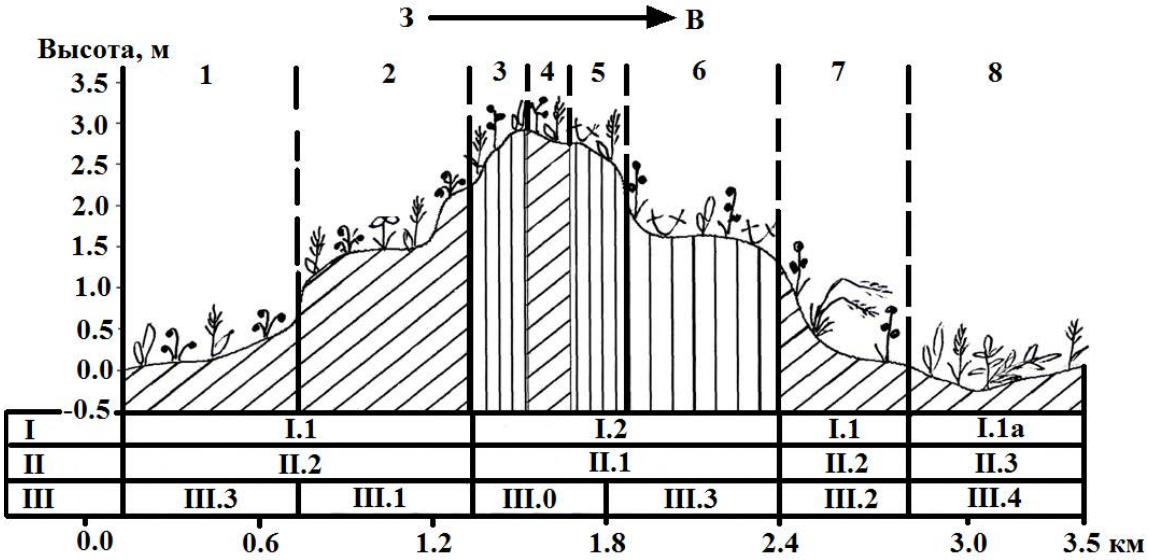


Рис. Экологический профиль полигона «Цаган-Аман», 2010 г. Условные обозначения. Ассоциации 2010 г: 1. *Leymus racemosus−Artemisia lerchiana−Agropyron fragile*; 2. *Achillea micranta−A. fragile−Artemisia austriaca*; 3. *L. racemosus−Artemisia arenaria−A. fragile*; 4. *A. micrantha−A. fragile*; 5. *L. racemosus−Euphorbia segueriana−A. fragile*; 6. *Euphorbia segueriana−A. arenaria−L. racemosus*; 7. *A. arenaria−Stipa pennata*; 8. *L. racemosus−A. fragile−Glycyrrhiza glabra*; **I** – почвы: **I.1** – бурые, **I.1a** – лугово-бурые, **I.2** – песчаные; **II** – гранулометрический состав: **II.1** – песчаный, **II.2** – супесчаный, **II.3** – легкосуглинистый; **III** – элементы мезо и микрорельефа: **III.0** – вершина бархана, **III.1** – микроповышение, **III.2** – микросклон, **III.3** – микропонижение, **III.4** – межбарханное понижение; классы опустынивания: – слабый, – умеренный, – сильный. **Fig.** Ecological profile of the polygon «Tsagan-Aman», 2010. Legend. Association 2010: 1. *Leymus racemosus–Artemisia lerchiana–Agropyron fragile*; 2. *Achillea micranta–A. fragile–Artemisia austriaca*; 3. *L. racemosus–Artemisia arenaria–A. fragile*; 4. *A. micrantha–A. fragile*; 5. *L. racemosus–Euphorbia segueriana–A. fragile*; 6. *Euphorbia segueriana–A. arenaria–L. racemosus*; 7. *A. arenaria–Stipa pennata*; 8. *L. racemosus–A. fragile–Glycyrrhiza glabra;* Classes of desertification: – weak, – moderate, – strong; **I** – Soils: **I.1** – brown, **I.1a** – meadow brown, **I.2** – sand; **II** – Granulation: **II.1** – sand, **II.2** – sandy loam, **II.3** – loamy; **III** – meso-and micro-relief elements: **III.0** – top of the sandy dune, **III.1** – microelevations, **III.2** – microslopes, **III.3** – microdepressions, **III.4** – interbarkhan depression.

На примере полигона прослежена демутация растительного покрова при длительном отсутствии выпаса скота. В геоморфологическом отношении это зона контакта ранне- и позднехвалынских морей, образованная морскими и аллювиально-морскими песками и супесями, высотные отметки варьируют от -5 до -18 м н. у. м. На плоской равнине встречаются бугристо-барханные пески с котловинами выдувания. Пресные линзы расположены на соленых грунтовых водах с минерализацией 6-8 г/л на глубине 2-4 м, вне песчаных массивов − 6-8 м (Николаев, 1958; Порошина, 1989). В настоящее время ведущими экологическими факторами полигона являются изменения климата и отсутствие выпаса скота более 30 лет.

Согласно карте «Растительность европейской части СССР» (1974), растительный покров правобережья Волги в районе Цаган-Амана представляет собой типичную комплексную полукустарничковую пустыню, где фоновыми являются ксерофитные *Artemisietum lerchiana, Kochia prostrata−A. lerchiana* сообщества, на фоне которых четко выделяются галоксерофитные сообщества *Camphorosma monspeliaca−Artemisia pauciflora, A. pauciflora, Camphorosma monspeliaca−A. lerchiana*. В блюдцеобразных понижениях на лугово-бурых почвах произрастают фрагменты луговой растительности (*Agropyron pectinatum, Potentilla bifurca, Artemisia austriaca, Elytrigia repens* и др.). Значительную площадь на правобережье занимают массивы бугристых песков, развитые на аллювиальных отложениях. На полигоне ксерофитные полукустарничковые сообщества, занимают 24.4% его территории. Они представлены растительными сообществами на средних солонцах и на выравненных элементах рельефа, в которых доминируют *Artemisia lerchiana, Kochia prostrata*. Гемипсаммофитный вариант остепнённых пустынь, занимающей 31.1% площади полигона «Цаган-Аман», представлен *Festuca valesiaca−Stipa sareptana−A. lerchiana.* Интразональные сообщества − галофитные варианты лугов, занимают 2.2%, псаммофитные сообщества – 26.7%. Последние, приурочены к бугристым пескам в них широко распространены *Leymus racemosus, Artemisia arenaria, A. lerchiana, Agropyron fragile.*

В 1972 г. на полигоне, в условиях высокой пастбищной нагрузки, при урожайности 1.3 ц/га сухой поедаемой массы на 1 га выпасалось 320 овец, т.е. перегрузка превышала норму в 8 раз. В результате, бурые почвы трансформировались в открытые пески с редкими дернинами *Leymus racemosus* (Бананова, Горбачев, 1974). Однако, к 2005 г. ситуация изменилась, количество выпасаемого скота снизилось в два раза, урожайность увеличилась до 16.5 ц/га. На песках наблюдалась активная демутация, в процессе которой сообщество *L. racemosus* трансформировалось в *Stipa sareptana−Artemisia lerchiana−L. racemosus,* проективное покрытие увеличилось с 5% до 45%, флористический состав увеличился с 6 до 17 видов. Единичные экземпляры *L. racemosus* в последний год наблюдений, уже можно рассматривать как реликт очень сильной стадии опустынивания 1972 г. (табл.).

Общими видами для сравниваемых лет были 8 видов псаммофитов: *Leymus racemosus, Achillea micrantha, Festuca beckeri, Koeleria glauca, Euphorbia segueriana* и др. В настоящее время в видовом составе господствует всего один вид – *Turritis glabra.* Валовый урожай воздушно-сухой фитомассы в 2010 г. был очень высоким – 30.1 ц/га, однако поедаемая часть составила 16.5 ц/га, большую часть которого формирует злак высокого кормового достоинства – *Agropyron fragile***.** В межбугровых понижениях в средней части восточного склона массива в 1972 г. произрастали сообщества *Syrenia siliculosa, Centaurea arenaria−L. racemosus*; в 1996 г − *Gypsophila muralis−L. racemosus−Artemisia austriaca,* в 2010 г. – сообщество *A. austriaca−A. fragile−Achillea micrantha.* Первое сообщество (1972 г.) включало всего 9 видов, среди которых господствовали псаммофиты I порядка: *Leymus racemosus, Syrenia siliculosa, Agriophyllum squarrosum,* участие псаммофитов II порядка невелико это − *A. micrantha, Peganum harmala,* ксеромезофит *Onopordum acanthium.* Кое-где встречались дернинки *A. fragile,* проективное покрытие составляло 10-15%. В 2010 г. доминантом стал мезоксерофит *Artemisia austriaca,* субдоминантом − гемипсаммофит *Agropyron fragile,* проективное покрытие увеличилось до 65%, флористический состав − до 19 видов. Участие псаммофитов I и II порядков невелико (рис., табл.). На вершине песчаного массива в 1972 г. произрастало сообщество *Artemisia lerchiana−Ceratocarpus arenarius,* включавшее восемь видов, относящихся к псаммофитам II порядка, среди которых доминант сообщества *A. lerchiana* (вар. *sabulosa*). Изредка встречался *Agropyron fragile.* В 2010 г. последний становится доминантом фитоценоза, проективное покрытие увеличивается с 10% до 45%, высота основной массы растений 40-50 см. Сообщество *Agropyron fragile−Artemisia lerchiana−Leymus racemosus* трансформируется в трехъярусное. Первый ярус образован *Leymus racemosus,* второй полукустарничками: полынями *(Artemisia lerchiana* (вар. s*abulosa*), *A. arenaria),* а также *Kochia prostrata* и злаком *Agropyron*

fragile, третий – разнотравьем *Achillea micrantha, Helichrysum arenarium, Astragalus dolichophyllus*. Господствующей экологической группой в этом сообществе являются псаммофиты II порядка и гемипсаммофиты. Основу травостоя образуют дерновинные злаки, составляя 67.9%, полукустарнички – 30.5%, участие разнотравья невелико – 1.6%. Полукустарнички и дерновинные злаки по числу видов соотносятся как 3:4. Общими видами в сравниваемые годы являются: *Leymus racemosus, Artemisia lerchiana, A. arenaria, Agropyron fragile, Kochia prostrata*. Почвы здесь также незасолены, остаток водорастворимых солей составляет 0.1%.

Таблица. Восстановление растительности песчаной степи на полигоне «Цаган-Аман». **Table.** Restoration of sandy steppe vegetation at the test ground «Tsagan-Aman».

<table>
<tr><td colspan="5">Сообщества и показатели динамики ботанического богатства на экологическом профиле «Цаган-Аман»</td></tr>
<tr><td>Растительные сообщества в 1972 г. (Бананова, Горбачев, 1974)</td><td>Видовое богатство</td><td>Проективное покрытие, %</td><td>Растительные сообщества в 2010 г. (Лазарева и др., 2011)</td><td>Видовое богатство</td><td>Общее проективное покрытие, %</td></tr>
<tr><td>1. Achillea micrantha–Leymus racemosus</td><td>5-6</td><td>5-10</td><td>1. Leymus racemosus–Artemisia lerchiana–Agropyron fragile</td><td>10</td><td>45-50</td></tr>
<tr><td>2. Achillea micrantha–Leymus racemosus</td><td>9</td><td>20-25</td><td>2. Achillea micranta–Agropyron fragile–Artemisia austriaca</td><td>16</td><td>55-65</td></tr>
<tr><td>3 Agropyron fragile–Certocarpus arenarius–Artemisia lerchiana</td><td>8</td><td>15-20</td><td>3. Leymus racemosus–Agropyron fragile</td><td>14</td><td>35-45</td></tr>
<tr><td>4. Syrenia siliculosa–Artemisia arenaria</td><td>9</td><td>18-25</td><td>4. Achillea micranta–Agropyron fragile;</td><td>15</td><td>60-70</td></tr>
<tr><td>5. Artemisia lerchiana–Festuca valesiaca–Stipa sareptana</td><td>11</td><td>25-30</td><td>5. Leymus racemosus–Euphorbia segueriana–Agropyron fragile</td><td>10</td><td>40-50</td></tr>
<tr><td>6. Certocarpus arenarius–Artemisia lerchiana</td><td>7</td><td>10-15</td><td>6. Euphorbia segueriana–Artemisia arenaria–Leymus racemosus</td><td>14</td><td>55-65</td></tr>
<tr><td>7. Amaranthus albus–Artemisia austriaca</td><td>9</td><td>20-25</td><td rowspan="4">7. Artemisia arenaria–Stipa pennata
+
8. Leymus racemosus–Agropyron fragile–Glycyrrhiza glabra</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>8. Agropyron pectinatum – Polygonum aviculare</td><td>9</td><td>20-30</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>9. Elytrigia repens–Agropyron pectinatum–Artemisia austriaca</td><td>6</td><td>35-40</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>10. Agropyron pectinatum–Artemisia austriaca–Galium verum</td><td>11</td><td>20-25</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>11. Potentila argentea–Festuca valesiaca–Elytrigia repens</td><td>11</td><td>40-45</td><td>9. Artemisia arenaria–Stipa pennata</td><td>13</td><td>50-65</td></tr>
<tr><td>12. Agropyron pectinatum–Artemisia austriaca–Galium verum</td><td>8</td><td>30-35</td><td>8. Leymus racemosus–Agropyron fragile–Glycyrrhiza glabra</td><td>15</td><td>75-90</td></tr>
<tr><td>Урожайность, ц/га (воздушно-сухой вес) / из них злаки / Agropyron fragile</td><td colspan="2">1.3
0.6 / 0.2</td><td>Урожайность, ц/га, (воздушно-сухой вес) / из них злаки / Agropyron fragile</td><td colspan="2">31.5
27.5 / 18.7</td></tr>
</table>

В нижней части западного склона и межбарханных понижениях в 1972 г. произрастали сообщества лугово-степного характера: *Agropyron pectinatum–Artemisia austriaca–Galium verum*, *Potentilla argentea–Festuca valesiaca–Elytrigia repens* и *Festuca valesiaca–Thalictrum minus*. Их доминантами были

ксеромезофиты: *Agropyron pectinatum, Galium verum, Thalictrum minus, Artemisia austriaca* и эвмезофит *Elytrigia repens*. Флористический состав был беден (6-11 видов), проективное покрытие низкое (20-25%). Псаммофиты практически отсутствовали, изредка встречались *Leymus racemosus, Agropyron fragile, Koeleria glauca, Stipa sareptana*. В 2010 г. наблюдается снижение фитоценотического разнообразия, выделено всего два сообщества: *Stipa pennata–Artemisia arenaria* и *Glycyrrhiza glabra−Agropyron fragile−Leymus racemosus*. Травостой становится более однородным, вместе с тем более сформированным, флористически богаче (13-15 видов), проективное покрытие варьирует от 50 до 90%. В первой ассоциации доминантом становится экологически пластичный вид *Stipa pennata*, который на темно-каштановых почвах является ксеромезофитом, а на песчаных, при близком залегании пресных подземных вод − гемипсаммофитом. Однако, псаммофиты II порядка в данной ассоциации продолжают играть лидирующую роль, формируя основу травостоя, это: *Artemisia lerchiana* (вар. *sabulosa*) и *A. arenaria, Agropyron fragile, Kochia prostrata* (вар. *sabulosa*), *Koeleria glauca, Euphorbia segueriana* и др. Из псаммофитов I порядка кое-где продолжают встречаться *Leymus racemosus* и однолетник *Syrenia siliculosa* (рис.).

В сообществе доминируют злаки (51.2%), участие других представителей различно: полукустарничков − 19.8%, разнотравья − 29.0%. В хозяйственном отношении в настоящее время в травостое микропонижений западного склона бархана преобладают растения отличного и хорошего кормового достоинства (52%): *Agropyron fragile, Kochia prostrata* (вар. *sabulosa*), *Koeleria glauca, Festuca beckeri* и др., и удовлетворительно поедаемые − 21%. В числе последних − все виды полыней. Непоедаемые растения, составляют 27% от урожайности сообщества. К ним относятся все виды ковылей, и ядовитые − *Euphorbia seguierana, Descurainia sophia* и др.

Выводы

Как видим, территория Республики Калмыкии, являясь одним из динамичных регионов европейской части России, испытывает воздействие как природных, так и антропогенных факторов. В качестве индикатора развивающихся процессов была использована растительность. Современный подъём уровня Каспия, солёных подземных вод характеризуется появлением и увеличением обилия в злаковых и полукустарничковых сообществах галофильных видов с 8.8% в 1990 г. до 21.9% в 2005 г. и галомезофильных (14.8: 17.2%), способствуя мезогалофитизации растительного покрова. Аридный цикл в условиях флуктуации климатических параметров способствуют ксерофитизации растительности, гумидный – мезофитизации. Во влажный 2005 г. (366 мм осадков против 285 мм среднемноголетних) в травостое участие мезофильных видов составило 29.7%, в аридный 1995 г. (252 мм) – 16.1%. При высокой антропогенной нагрузке наблюдается экзогенная сукцессия регрессионного типа, которая проявляется доминированием в растительном покрове монокарпиков, несмотря на их невысокое участие в составе флоры (38.5%). При снижении антропогенного пресса происходит эндогенная демутация, подтверждающая обратимость деградационных процессов, и лидирующие позиции поликарпиков (61.5%). Этому способствуют благоприятные климатические условия.

На топо-экологическом профиле бархане «Сунгруб», полигона «Цаган-Аман», нашел проявление процесс эндогенной восстановительной сукцессии. Тенденция направлена на формирование гемипсаммофитной растительности. Современные сообщества *Agropyron fragile−Artemisia lerchiana−Leymus racemosus*, являются одной из стадий сукцессии, сформировавшейся в течение 38 лет на разбитых песках с *Artemisia arenaria* и *Leymus racemosus.* В микропонижениях на суглинистых почвах сукцессионный процесс направлен на олуговение . Этот процесс индицируют *Glycyrrhiza glabra, Galium verum, Thalictrum minus*. На склонах идет процесс остепнения сообществ с участием *Stipa pennata, Stipa sareptana*, Carex praecox, *Koeleria cristata, Festuca valesiaca, Agropyron fragile.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бананова В.А. 1989. Карта «Антропогенное опустынивание Калмыцкой АССР». М. 1:500000 / Под ред. Н.Г. Харина. Новочеркасск: ЮФ ВИСХАГИ.

Бананова В.А. 1990. Пояснительная записка к карте «Антропогенное опустынивание Калмыцкой АССР». М. 1:500 000 / Под ред. Н.Г. Харина. Элиста: КалмГу. 33 с.

Бананова В.А. 1986. Методические указания изучения процессов опустынивания аридных территорий Калмыцкой АССР. Элиста: КалмГу. 39с.

Бананова В.А., Горбачев Б.Н. 1974. Естественные сенокосы и пастбища совхоза «Волжский» Калмыцкой АССР // Вопросы экологии и физиологии растений. Элиста: КалмГу. С. 42-71.

Бананова В.А., Горбачев Б.Н. 1990. Естественные кормовые угодья Калмыцкой АССР и их рациональное использование. Элиста.: Калмыцкое книжное изд-во. 128 с.

Борликов Г.М., Харин Н.Г., Бананова В.А., Татаиши Р. 2000. Опустынивание засушливых земель Прикаспийского региона (Приложение: 3 карты М. 1:1000000 и 1:2500000). Ростов-на-Дону: СКНЦ. 97 с.

Викторов С.В., Чикишев А.Г. 1976. Ландшафтно-генетические ряды и их значение для индикации природных и антропогенных процессов // Труды Московского общества испытателей природы. Отд. биол. Т. 55. С. 27-33.

Виноградов Б.В., Кулик К.Н. 1987. Аэрокосмический мониторинг динамики опустынивания Черных земель Калмыкии по повторным снимкам // Проблемы освоения пустынь. Ашхабад: Ылым. № 4. С. 45-52.

Всемирная карта опустынивания. 1977. М. 1:25000000 // Кения: Найроби, ФАО/ЮНЕСКО/ВМО.

Высоцкий Г.Н. 1915. Ергеня: культурно-фитологический очерк // Труды Бюро по прикладной ботанике. Петроград. Т. 8. № 10-11. С. 1113-1436.

Глазовский Н.Ф., Габунщина Э.Б. 1996. Программа действий по борьбе с опустыниванием в Калмыкии // Аридные экосистемы. Т. 2. № 2-3. С. 103-109.

Гунин П.Д., Панкова Е.И., Бажа С.Н. 2007. Исторические аспекты развития концепции опустынивания в отечественной науке // Аридные экосистемы. Т. 13. № 33-34. С. 7-15.

Золотокрылин А.Н. 2003. Климатическое опустынивание / Отв. ред. А.Н. Кренке. М.: Наука. 246 с.

Зонн С.В. 1995. Опустынивание природных ресурсов аграрного производства Калмыкии за последние 70 лет и меры борьбы с ним // Биота и природная среда Калмыкии / Под ред. И.С. Зонна и В.М. Неронова. М.-Элиста: ТОО «Коркис». С. 19-52.

Карта растительности европейской части СССР. 1974. М. 1:1000000 / Отв. ред. Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко М.: ГУГК.

Куст Г.С. 1999. Опустынивание: принципы эколого-генетической оценки и картографирования. М.: МГУ, РАН. 362 с.

Куст Г.С., Глазовский Н.Ф., Андреева О.В., Шевченко Б.П., Добрынин Д.В. 2002. Основные результаты по оценке и картографированию опустынивания в Российской федерации // Аридные экосистемы. Т. 8. № 16. С. 7-27.

Лазарева В.Г. 2003. Ботаническое разнообразие экосистем Северо-Западного Прикаспия в условиях колебания уровня Каспийского моря. Элиста: АПП «Джангар». 206 с.

Лазарева В.Г. 2006. Современное состояние пастбищ семиаридной зоны юга европейской части России // Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем юга России / Отв. ред. акад. Г.Г. Матишов. Ростов н/Дон: ЮНЦ РАН. С. 356-368

Лазарева В.Г., Бананова В.А., Сератирова В.В. 2011. Растительность – индикатор зональных ландшафтов Калмыкии // Естественные науки. № 3(42). С. 27-31.

Лачко О.А., Суслякова Г.О. 1997. Биоэкологическая сущность пастбищной дигрессии в Калмыкии // Аридные экосистемы. Т. 3. № 5. С. 75-80.

Николаев В.А. 1958. Палеогеография западной части Прикаспийской низменности в четвертичное время // Труды Прикаспийской экспедиции. Геоморфология Западного Прикаспия. М.: МГУ. С. 114-222.

Порошина Л.Н. 1989. Геоморфология Калмыцкой АССР по материалам космической съёмки. Автореф. дис. … канд. геогр. наук. Москва. МГУ. 25 с.

Почвенная карта Калмыцкой АССР. 1989. М. 1:300000. М.: ГУГК. 6 листов / Под ред. Е.М. Цвылёва

Разумов В.В., Перекрест В.В, Бананова В.А., Лазарева В.Г. 2007. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций Южного федерального округа России / Под ред. С.К. Шойгу. М.: Изд-во «Дизайн, Информация. Картография». 386 с.

Статистический сборник «Калмыкия в цифрах». 1987. Статуправление КАССР. Элиста: «Калмиздат». 240 с.

Статистический ежегодник. Республика Калмыкия. 2012. Территориальный орган федеральной службы госстатистики по Республике Калмыкия. Элиста.: «Калмыкиястат». 320 с.

Тереножкин И.Н. 1934. Скотосбой, его роль и значение для хозяйства в сухостепных и полупустынных районах Нижнего Поволжья // Советская ботаника. №4. С. 42-61.

Харин Н.Г., Нечаева Н.М., Николаев В.А. 1983. Методические основы изучения и картографирования процессов опустынивания (на примере аридных территорий Туркменистана). Ашхабад: Ылым. 102 с.

Харин Н.Г., Орловский Н.С., Когай Н.А., Мукулбекова Г.Б. 1986. Современное состояние и прогноз опустынивания в аридной зоне СССР // Проблемы освоения пустынь. № 5. С. 55-58.

Харин Н.Г., Орловский Н.С., Кирильцева А.А., Бабаева Т.А., Раджепбаев К. 1987. Пояснительная записка к «Карте антропогенного опустынивания аридных территорий СССР», М. 1: 2500000. Ашхабад: Ылым. 36 с.

THE TENDENCIES OF CHANGES OF BOTANICAL DIVERSITY UNDER THE INFLUENCE OF DESERTIFICATION IN THE REPUBLIC OF KALMYKIA

© 2014. V.A. Bananova, V.G. Lazareva

Kalmyk State University
Russia, 358000 Elista, Pushkina str., 11. E-mail: bananova_va@ kalmsu.ru

An analysis of development of desertification in the southern Federal district of the Russian Federation during the period of 1980-2000 revealed the change of high desertification level for weak. In Kalmykia the processes of digression and demutation of the desert vegetation had been observed under various pasture load and the modern tendencies of their development had been identified. The researches confirm the possibility of reverse development of successions under favorable climatic conditions and low anthropogenic load. The rise of the Caspian sea level contributes to the halophytization of the vegetation.
Keywords: desertification, renovation, pasture digression, vegetation succession.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 97-104

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 581.52: 582.739

ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКЦИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *ALHAGI* GAGNEV. В АРИДНОЙ ЗОНЕ УЗБЕКИСТАНА

© 2014 г. Х.К. Каршибаев

Гулистанский государственный университет
Узбекистан, 120105 Сырдарьинская область, г. Гулистан, МКР-4. E-mail: hkarshibaev_53@mail.ru

Поступила 12.02.2013

Коэффициент семенной продуктивности у видов рода *Alhagi*, отражающий их адаптацию к аридным условиям, варьирует от 7.1 до 19.3%. Под воздействием абиогенных и биогенных факторов происходит снижение реальной семенной продуктивности. Генеративного состояния достигают 9.3-13.8% особей семенного подроста, а основная часть всходов отмирает в стадии проростков и ювенильных особей.

Ключевые слова: янтак, репродукция, семенная продуктивность, диссеминация, семенное возобновление, семенной подрост.

Изучению репродукционных функций дикорастущих видов янтака (*Alhagi* Gagnev., Fabaceae) уделяется явно недостаточное внимание (Ашурметов, Каршибаев, 2002). Представители рода являются ценным кормовым и медоносным растением, имеют обширный ареал от Западной Сибири до Малой Азии и обладают широкими адаптивными возможностями и толерантностью к аридным условиям (Флора СССР, 1948; Мавлянов, 1995). Толерантность вида в значительной степени зависит от системы размножения. В литературе имеются сведения о биоморфологических особенностях *A. pseudalhagi* (Bieb.) Fisch. (Гущин, 1955; Давлетшина, 1983; Каршибаев, Ашурметов, 1990; Мавлянов, 1997). Что касается особенностей репродуктивной биологии других видов, то такие данные отсутствуют.

Исследование системы репродукции видов янтака имеет большое теоретическое и прикладное значение: сохранение и поддержание флороценотического разнообразия осуществляется через репродукционную функцию. При экологической реставрации деградированных пастбищ требуются виды растений с разной жизненной формой и ритмикой сезонного развития, где наиболее полно реализуется принцип взаимодополняемости видов кормовых растений на основе дифференциации экологических ниш, обеспечивающих ускоренное восстановление их продуктивности и флористического разнообразия (Шамсутдинов, Шамсутдинов, 2012). Перспективными фитомелиорантами для оптимизации деградированных пастбищ пустынной и полупустынной зон Центральной Азии и сопредельных к ней регионов являются виды рода *Alhagi* (Ашурметов и др., 2005).

Цель данного исследования – выявить закономерности репродукции видов рода *Alhagi* в аридной зоне Узбекистана.

Материал и методы исследований

Объектами исследования послужили 4 вида растений, относящиеся к *Alhagi Gagnev.: A. pseudalhagi* (Bieb.) Fisch – янтак ложный, *A. canescens* (Regel.) Shap. – янтак седоватый, *A. kirghisorum* Schrenk. – янтак киргизский и *A. sparsifolia* Shap. – янтак рыхлолистный.

Сбор материала проводили в 2004-2012 гг. в поймах рек Сырдарьи, Амударьи, Зарафшана; Мирзачульской и Джизакской степи, Юго-Восточном Кызылкуме (пустынная зона), Ташкентских, Папских, Галляаральских, Нуратинских адырах (полупустынная зона).

Полевые исследования проводили на учебно-экспериментальном участке Гулистанского госуниверситета, в хозяйстве «Кызылкум» Фаришского района и хозяйстве «Чорвадор» Зааминского района. Данные территории расположены на северной стороне Туркестанкого хребта на высоте 240-390 м н.у.м. Климат – резко континентальный. Количество осадков колеблется от 220 до 340 мм в

год, среднегодовое за период исследования – 284 мм. Среднегодовая температура воздуха +13.7°С, относительная влажность воздуха – 56-58%. Почва – типичный серозем.

Скарифицированные семена высевали в I декаде марта по фону зяблевой вспашки, вручную, рядовым способом, с шириной междурядий 70 см и глубиной заделки семян 2-3 см. Контролем служили необработанные семена. Фенологические наблюдения проводили по общепринятой методике (Бейдеман, 1974).

Особенности биологии цветения растений изучали по методике А.Н. Пономарева (1960), модифицированной нами (Ашурметов, Каршибаев, 2002). Сезонную динамику цветения растений наблюдали у 50 отмеченных растений, динамику раскрывания цветков от первого до последнего цветка в соцветиях на 25 особях. Суточную динамику цветения определяли у 10 соцветий с 7 до 22 ч. в трехкратной повторности. При этом регистрировали температуру и относительную влажность воздуха.

Механизм раскрывания и опыления наблюдали на 50 цветках. Жизнеспособность пыльцевых зерен определяли ацетокарминовым методом, фертильность семяпочек – ускоренным методом (Барыкина и др., 2004).

Семенную продуктивность определяли по методическим указаниям семеноведения интродуцентов (1980) с некоторыми изменениями и дополнениями (Сацыперова, 1993). Вычисляли два основных показателя: потенциальную (ПСП) и реальную (РСП) семенную продуктивность. Из соотношения этих двух показателей устанавливали коэффициент продуктивности (Кпр) растений.

Качество семян проверяли по Методическим указаниям (1980). Всхожесть семян подсчитывали по фракциям: проросшие, твердые, загнившие. Твердыми считали такие семена, которые оставались без изменения на 14-е сутки (Международные правила, 1984).

При изучении способов распространения диаспор использовали работы З.Г. Артющенко, А.А. Федорова (1986); Р.Е. Левиной (1987) и А.В. Положий (1991). Семенное возобновление популяций определяли методом выборок и постоянных площадок (Егорова, Ведерникова, 1986).

Полученные цифровые данные обрабатывали методами вариационной статистики (Лакин, 1990).

Результаты и обсуждение

Представители рода *Alhagi*, многолетние травянистые корнеотпрысковые растения, гемикриптофиты, гемиксерофиты. Растения от 55-60 (*A. canescens*) до 80-100 см (*A. kirghisorum*) высоты с 23-30 побегами II порядка. Листья – простые, продолговато-эллиптические, обратнояйцевидные, округлые, овальные, более или менее опушенные. Цветки мотылькового типа, расположены по 4-7 на колючках, венчик красновато – темно-розовый. Плод – четковидный боб с 3-6 семенами, нераскрывающийся.

В условиях полупустыни всходы у видов рода *Alhagi* появляются через 21-26 дней после посева. Форма семядолей овальная, а размеры 4-7 мм длины и 1.8-2.5 мм ширины. Морфология проростков бобовых освещена в работах некоторых исследователей (Пленник, 1976; Давлетшина, 1983; Мустафаев, 1989 и др.). Проростки у всех видов растут очень медленно в течение месяца. В мае-июне у видов *Alhagi* наблюдается активный рост растений. Высота растений к концу вегетационного сезона достигает 17-28 см. В двухлетнем возрасте у *A. pseudalhagi* и *A. kirghisorum* отмечается вступление в генеративную фазу. Виды *A. sparsifolia* и *A. canescens* вступают в генеративную фазу только на 4-ый год вегетации.

В сроках и темпах роста и развития многолетних растений по сравнению с трех-шестилетними особями существенных различий не наблюдается. Ниже мы остановимся на особенностях роста и развития четырехлетних особей, когда у всех изученных видов начинается генеративный период развития.

Отрастание побегов I порядка, как в предыдущих годах, наблюдалось в начале апреля. Активный рост и развитие побегов происходит в мае – июне, затем темпы постепенно снижаются и в конце августа прекращаются. Во второй декаде мая приступают к бутонизации *A. pseudalhagi* и *A. kirghisorum*, в третьей декаде мая – *A. sparsifolia* и *A. canescens*.

Цветение у *A. pseudalhagi* и *A. kirghisorum* отмечается в I половине июня, а у остальных во II половине июня. Виды рода *Alhag*i цветут от 34 (*A. sparsifolia*) до 44 (*A. kirghisorum*) дней. У видов

янтака цветки формируются на побегах, видоизмененных в колючки. Они содержат 4-6 бутонов. Цветение одного соцветия у видов рода *Alhagi* продолжается всреднем 5-6 суток. Пик цветения в пределах соцветия отмечается на 2-3 день от начала цветения (рис. 1а). Исследования показали, что в начале цветения у видов янтака в течение 3-5 суток на одном побеге раскрывается всреднем 2-7 цветков. Затем число раскрывшихся цветков резко увеличивается, достигая пика на 8-11 сутки. Период массового цветения растений у *A. pseudalhagi* продолжается в течение 20-22 суток, у *A. canescens* и *A. kirghisorum* – 24-26, а у *A. sparsifolia* – 18-19 суток. Во время массового цветения растений на одном побеге за день у янтака ложного можно насчитать от 17-20 (Нуратинская популяция) до 26-30 (Хавастская популяция) раскрывшихся цветков, у *A. canescens* и *A. kirghisorum* – 15-16, а у *A. sparsifolia* – 11-13.

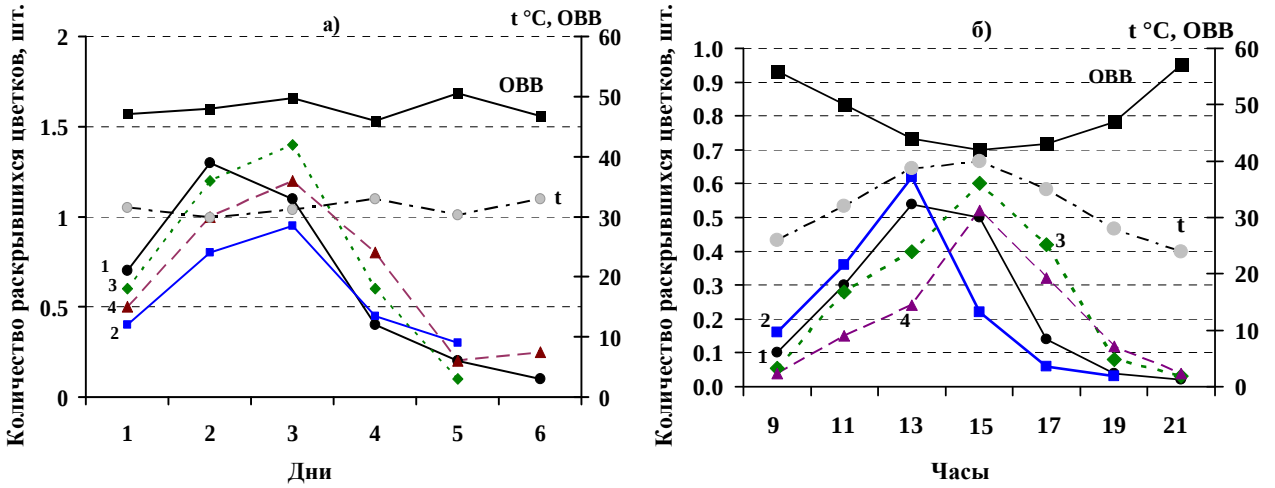


Рис. Сезонная (а) и суточная (б) динамика цветения в соцветиях у видов *Alhagi* (2008 г.): 1 – *A. pseudalhagi* ; 2 – *A. cancencens*; 3 – *A. kirghisorum*; 4 – *A. sparsifolia*; t – температура воздуха, °С ; ОВВ – относительная влажность воздуха, %. **Fig.** Seasonal (a) and diurnal (b) flowering dynamics in inflorescences of species *Alhagi* (2008 y.): 1 – *A. pseudalhagi* ; 2 – *A. cancencens*; 3 – *A. kirghisorum*; 4 – *A. sparsifolia*; t – air temperature, °C; OBB – air relative humidity, %.

У всех исследованных видов распускание цветков в соцветиях осуществляется в акропетальном порядке. Раскрывание цветков у видов рода *Alhagi* начинается с 7 часов утра и продолжается до 21 часов вечера (рис. 1б). Пик цветения в пределах соцветия у *A. pseudalhagi* и *A. canescens* отмечается в 13 часов, у *A. sparsifolia* и *A. kirghisorum* – в 15 часов. В это время в условиях полупустыни совмещается относительно высокая температура (36-38°С) и низкая относительная влажность воздуха (42-45%), что благоприятствует активному лёту насекомых-опылителей. Раскрывание и опыление цветков у видов янтака осуществляется насекомыми-опылителями, оно тесно взаимосвязано с нектаровыделением. Цветки бобовых, в том числе виды рода *Alhagi*, выделяя нектар, обеспечивают насекомых пищей, а они в свою очередь, осуществляют опыление цветков. Не случайно бобовые считаются одим из ведущих семейств медоносной флоры Узбекистана (Хамидов, 1988). Мотыльковый венчик бобовых рассматривается как одна из форм адаптации к энтомофильному типу опыления (Яковлев, 1991). Основными опылителями видов янтака в аридной зоне Узбекистана являются пчелы из родов *Andrena*, *Melithurga*, *Halictus* и *Melitta*.

У видов *A. sparsifolia* и *A. canescens* в аридной зоне в период цветения была отмечена биоценотическая депрессия, выражающаяся в недостатке диких одиночных пчёл и шмелей. В условиях Мирзачульской и Джизакской степи в процессе раскрывания и опыления цветка *A. pseudalhagi* активное участие принимает медоносная пчела (*Apis mellifera* L.). Как отмечают Н.Д. Тарасенко и З.Н. Сарычева (1987), медоносная пчела относится к политрофам и участвует в опылении многих покрытосеменных растений.

Фертильность пыльцевых зерен у изученных видов за годы исследования была довольно высокая. Она у видов рода *Alhagi* составляет 90.2-95.7%. На формирование фертильной пыльцы отрицательно влияет засоленность почв. Фертильность пыльцевых зерен у изученных видов была

особенно низкой на сильнозасоленных участках Мирзачуля (45.2-57.4%).

Фертильность семяпочек в пределах вида по годам исследований колеблется незначительно. У *A. pseudalhagi* она составляет 42.6-56.9 , у остальных видов – 60.3-68.5%.

У изученных видов на 2-3 день после опыления цветка завязь увеличивается в размере. До достижения максимального размера плода у *A. pseudalhagi* требуется 19-21 день, у *A. canescens* и *A. sparsifolia* – 23-25 дней, а у *A. kirghisorum* – 25-28 суток. У видов *Alhagi* созревание плодов отмечается в конце августа – в начале сентября.

Семя изученных видов янтака представляет собой созревшую семяпочку, содержащую зародыш, запас питательных веществ, и интегументы, превратившиеся в спермодерму (Каршибаев, Ашурметов, 1990). В процессе превращения семяпочки в семя, микропиле исчезает, фуникулюс отделяется от семяпочек, оставляя рубчик.

С целью установления потенциальной и фактической семенной продуктивности у исследованных видов бобовых были определены значения отдельных элементов семенной продуктивности растений (табл. 1).

В целом на побеге у *A. pseudalhagi* в зависимости от популяции формируются 964.3-1219.3 бутонов. У видов *A. sparsifolia* и *A. kirghisorum* на побеге закладываются 697.4-840.7, а у *A. canescens* – 813.5-967.4 бутонов. К фазе цветения приступают у *A. pseudalhagi* – 832.4-1104.7 бутонов, у других видов янтака – 610.3-723.1, что составляет 80.1-87.5% от заложившихся бутонов.

На побегах у *A. canescens, A. kirghisorum, A. sparsifolia* из 308.9-490.1 завязывавшихся плодов до созревания доходят 251.6-341.9 (69.7-81.4%). Среди популяции *A. pseudalhagi* самое большое число завязавшихся и созревших плодов наблюдается у Хавастской популяции (табл. 1).

У всех видов реальная семенная продуктивность (РСП) значительно ниже потенциальной (ПСП). Большая разница между потенциальной и реальной семенной продуктивностью обусловливается: а) высыханием и опаданием части заложившихся бутонов (10.9-19.8%) до фаз цветения; б) низкой завязываемостью плодов (39.9-66.4%); в) отмиранием завязавшихся плодов до созревания (15.7-26.4%), что является следствием комплекса неблагоприятных генных факторов (Левина, 1981).

Коэффициент семенной продуктивности (Кпр) изученных видов варьирует в широком диапазоне (7.1-19.3%). Он служит надежным показателем адаптации растений к аридным условиям произрастания, так как подытоживает размах колебаний всех элементов и сторон семенного размножения под воздействием экологических факторов и зависит от пластичности и адаптивных свойств организма.

От начала вегетации до созревания плодов у *A. canescens* и *A. sparsifolia* требуется 125-130, у остальных видов – 135-145 дней. Вегетационный период у многолетних видов бобовых продолжается до конца сентября, а иногда до наступления осенних заморозков.

Процесс диссеминации начинается с сентября-октября и продолжается до марта. Генеративными диаспорами у янтака служат либо невскрывающийся плод-боб, либо часть плода.

В аридных зонах Узбекистана основными способами распространения диаспор у видов рода *Alhagi* являются эндозоохория, а агентами диссеминации служит крупный и мелкий рогатый скот.

С целью изучения роли эндозоохории в условиях Мирзачуля и Юго-Восточного Кызылкума (пустынная зона) было определено количество физически нормальных семян в экскрементах домашних животных. В 3 кг экскремента крупного рогатого скота содержится в условиях Мирзачуля в сентябре 1643.8-1852.3 шт. семян растений, из них 291.3-410.8 шт. (29.8-32.9%) относятся к янтаку. Этот показатель немного снижается в ноябре. В Юго-Восточном Кызылкуме в помёте крупного рогатого скота встречается 397.3-485.5 шт. семян в сентябре, 104.1-191.1 шт. в ноябре, из них 39.7-67.6 и 22.4-34.2 шт. семян *A. pseudalhagi*, соответственно. В экскрементах мелкого рогатого скота максимальное число физически нормальных семян растений в условиях Юго-Восточного Кызылкума также наблюдается в сентябре. В зимнее время в экскрементах мелкого рогатого скота содержится от 24.9 (Юго-Восточном Кызылкуме) до 94.8 (Мирзачуле) шт. физически нормальных семян видов рода *Alhagi*, составляющих 49.6-58.5% от общего числа.

Покой семян у видов рода относится к физической группе экзогенного покоя – А (Николаева, 1982). Твердосемянность у изученных видов равняется 98.8-100%. Мы согласны с мнением А.В. Попцова с соавторами (1981) о том, что твердосемянность представляет особый тип органического покоя, и она регулируется при помощи запрограммированного механизма, состоящего

из системы покровов, обеспечивающих прохождение этапов покоя под контролем факторов внешней среды.

Запас живых семян в почве – резервный генофонд вида (Левина, 1981). Из них постоянно происходит семенное возобновление вида в ценозе. Способность семян прорастать не сразу, но длительное время сохранять свою жизнеспособность в почве – весьма важное адаптивное свойство бобовых растений (Пленник, 1991; Каршибаев, 2002; Гусейнова, 2011).

Таблица 1. Параметры семенной продуктивности видов рода *Alhagi* в аридной зоне Узбекистана.
Table 1. Parameters of seed production of *Alhagi* species in arid zones of Uzbekistan.

Вид и популяция	Год	Число на одном генеративном побеге				Число семязачатков в одной завязи	Число семян в одном плоде	Семенная продуктивность		Коэфф. продуктивности, %
		Бутонов		Плодов				Потенциальная	Реальная	
		Заложившихся	Раскрывшихся	Завязавшихся	Созревших					
		M±m	**M±m**	**M±m**	**M±m**	**M±m**	**M±m**	**M±m**	**M±m**	
Alhagi pseudalhagi Хавасти / Havast	2007	1212.5±57.8	1044.2±36.1	538.7±20.9	485.2±19.7	8.2±0.4	3.5±0.1	9942.5±695.9	1051.7±82.3	16.6
	2008	1116.1±52.7	989.6±36.0	542.4±27.5	471.2±16.5	8.8±0.2	3.7±0.2	9821.7±691.7	1743.4±122.0	17.7
	2009	1203.4±49.9	1097.3±25.2	601.8±22.4	486.8±13.7	8.5±0.3	3.8±0.2	10228.9±511.4	1849.8±129.5	18.1
	2010	1219.3±41.1	1104.7±31.4	593.5±26.7	477.2±24.1	8.4±0.4	3.8±0.2	10242.1±512.1	1812.9±145.0	17.7
Alhagi pseudalhagi Нуратинская / Nurata	2007	964.3±45.2	833.3±39.4	327.1±15.8	261.5±10.6	8.1±0.4	3.1±0.1	7810.8±39.0	784.5±47.1	10.0
	2008	1029.7±49.7	895.4±41.5	298.7±11.6	207.9±9.5	8.0±0.3	2.8±0.1	8236.8±31.5	582.1±33.7	7.1
	2009	1070.1±50.4	911.6±44.0	443.6±17.5	301.8±15.2	8.2±0.3	3.1±0.1	8774.6±45.6	935.6±58.9	10.6
	2010	987.3±47.6	832.4±35.8	316.7±15.1	253.7±12.9	8.0±0.4	2.6±0.1	7998.4±39.4	710.4±42.6	9.0
A. cancencens	2008	854.1±42.2	689.5±30.2	308.9±12.2	251.6±11.6	8.5±0.3	4.1±0.1	7259.8±435.6	1032.8±61.7	14.2
	2009	967.4±40.4	718.1±28.0	415.6±17.3	335.4±14.5	8.4±0.3	3.7±0.1	8126.1±406.3	1240.9±74.4	15.3
	2010	813.5±38.6	703.9±30.8	364.7±15.6	290.3±13.4	8.2±0.3	3.3±0.1	6670.7±400.2	957.9±57.1	14.4
A. kirghisorum	2008	770.6±31.8	619.7±27.3	416.5±20.1	335.8±12.5	8.4±0.3	3.6±0.1	6471.4±388.3	1174.9±58.6	18.2
	2009	833.5±44.9	723.1±29.4	490.1±22.3	341.9±13.7	8.4±0.4	3.9±0.2	6918.0±484.2	1333.4±70.0	19.3
	2010	781.4±36.4	657.2±26.4	427.7±19.4	304.7±13.8	8.2±0.3	3.5±0.1	6484.8±389.1	1035.9±51.8	16.0
A. sparsifolia	2008	697.4±32.0	604.5±30.1	368.5±19.9	294.3±13.6	8.1±0.4	3.2±0.1	5577.6±334.6	912.3±42.1	16.4
	2009	840.7±39.7	697.5±31.8	412.7±16.8	337.2±11.8	7.8±0.3	3.1±0.1	6557.5±393.4	1011.6±50.6	15.4
	2010	731.9±34.8	610.3±25.5	391.6±17.4	303.4±15.8	8.0±0.3	3.2±0.1	5855.2±351.3	970.8±58.2	16.6

Лабораторная всхожесть семян у видов янтака без какой-либо обработки составляет 1.1-2.8% (табл. 2). При скарификации лабораторная всхожесть семян равняется 46.3-60.2%. Наиболее высокая всхожесть семян отмечена при обработке семян серной кислотой в течение 50 минут – 93.2-96.9%. Исследованные виды характеризуются очень низкой полевой всхожестью семян (0.5-1.7%). Семенное

возобновление у них в ценопопуляциях осуществляется эпизодически, а низкая всхожесть компенсируется за счет усиленного вегетативного размножения. На опытных участках полевая всхожесть скарифицированных семян равняется от 44.1 (*A. sparsifolia*) до 78.2% (*A. pseudalhagi).*

Таблица 2. Лабораторная и полевая всхожесть семян видов рода Alhagi (2005 г.)
Table 2. Seed germination of *Alhagi* species in laboratory and in the filed (2005).

Вид и популяция	Всхожесть семян, %					
	Лабораторная			Полевая		
	Контроль/ control	Скарификация/ scarification	Обработка с H_2SO_4/ H_2SO_4 tilling	Контроль / control	Скарификация / scarification	Обработка с ЗСС*/ PSM* tilling
Alhagi pseudalhagi						
• Хавастская / Havast	2.1	62.4	96.9	1.3	52.3	78.2
• Нуратинская / Nurata	2.3	57.1	93.7	1.7	48.9	76.5
A. cancencens	1.1	49.5	94.6	0.5	45.7	63.6
A. kirghisorum	2.8	56.7	96.1	1.2	36.5	47.4
A. sparsifolia	1.9	46.3	93.2	0.6	44.1	60.8

Примечание таблице 2: *ЗСС – защитно-стимулирующие средства. **Note to table 2**: *PSM – protective stimulating means.

В условиях Нуратинских адыров отмечается высокая гибель семенного подроста в стадии проростков и ювенильных особей. Выживаемость семенного подроста составляет 9.3-13.8%. Выпадение значительного числа проростков и ювенильных особей у бобовых растений в начале онтогенеза отмечена рядом авторов (Ищенко, 1981; Джаббаров, 1982; Мавланов, 1995 и др.). Часто гибель всходов связана с действием внешних факторов (понижение или повышение температуры, нехватка влаги, грибковые болезни, физико-химические свойства почвы и т.д.).

Предпосевная обработка семян янтака растворами микроэлементов и защитно-стимулирующих средств (ЗСС) положительно влияет на грунтовую всхожесть и выживаемость растений. У видов рода *Alhagi* грунтовая всхожесть у семян, обработанных растворами микроэлементов (0.1% Mn или 0.05% Mo) и ЗСС достигает 53.8-68.9 и 60.8-78.2, в контроле – 44.1-52.3%. Более низкая полевая всхожесть отмечена у вида *A. kirghisorum* как в контроле (36.5%), так и в обработанных семян (45.4 и 47.4%). У видов *A. kirghisorum* и *A. pseudalhagi* в контроле на 30-ый день сохраняется 11.4-17.3% особей, тогда как в опытных вариантах от 38.2 до 63.9%.

Выводы

1. Особое строение, механизм раскрытия и опыления цветков свидетельствуют о преобладании у видов рода *Alhagi* перекрестного опыления. Им свойственен дневной тип распускания цветков с максимумом на 13-15 часов, что тесно взаимосвязано с температурой и относительной влажностью воздуха. Цветение в соцветиях происходит в акропетальном порядке. Фертильность пыльцы у изученных видов довольно высокая – 90.2-95.7%, а семязачатков – 42.6-68.5%.

2. В аридной зоне коэффициент семенной продуктивности изученных видов составляет 7.1-19.3%. Большие различия между потенциальной и реальной семенной продуктивностью обусловлены: а) усыханием и опаданием (10.9-19.8%) заложившихся бутонов до раскрывания цветков; б) низкой завязываемостью (33.6-60.1%) раскрывшихся цветков, которые не формируют плодов; в) отмиранием плодов до созревания (15.7-26.4%).

3. Основным способом распространения диаспор видов рода *Alhagi* является эндозоохория, а агентами диссеминации служит крупный и мелкий рогатый скот. Генеративными диаспорами у

янтака служат невскрывающиеся плоды-бобы или части плодов.

4. Семенное возобновление видов рода *Alhagi* в ценопопуляциях осуществляется эпизодически, а низкая всхожесть компенсируется за счет усиленного вегетативного размножения. До генеративной фазы доходит 9.3-13.8% семенного подроста ценопопуляции. Основная масса семенного подроста растений погибает в стадии проростков и ювенильных особей. Предпосевная обработка семян янтака растворами микроэлементов и защитно-стимулирующих средств положительно влияет на грунтовую всхожесть и выживаемость растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Артюшенко З.Г., Федоров А.А. 1986. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Л.: Наука. 392 с.

Ашурметов О.А., Каршибаев Х.К. 2002. Семенное размножение бобовых растений в аридной зоне Узбекистана. Ташкент: Фан. 204 с.

Ашурметов О.А., Хасанов О.Х., Рахимова Т., Шомуродов Х. 2005. Некоторые итоги исследования по фитомелиорации пустынных и полупустынных пастбищ Узбекистана // Узбекский биологический журнал. № 1. С. 68-73.

Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятов А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чурбатова Н.В. 2004. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М.: МГУ. 312 с.

Бейдеман И.Н. 1974. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: СО Наука. 154 с.

Гусейнова З.А. 2011. Сравнительный анализ проявлений репродуктивных стратегий растений (на примере родовых комплексов *Medicago* L. и *Helianthemum* Mill.). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ставрополь. 20 с.

Гущин И.П. 1955. Биология янтака (*Alhagi*) // Труды САГУ. Биол. науки. Кн. 21. Ташкент: Изд-во САГУ. 116 с.

Давлетшина М.Н. 1983. *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Desv. – верблюжья колючка обыкновенная, янтак ложный. Онтогенез // Адаптация кормовых растений к условиям аридной зоны Узбекистана. Ташкент: Фан. С. 220-226.

Джаббаров А. 1982. Биологические особенности и ресурсы среднеазиатских видов рода *Vexibia* Rafin. Автореф. дис. … канд. биол. наук. Ташкент. 24 с.

Егорова Е.Н., Ведерникова О.В. 1986. Методика изучения семенного возобновления // Изучение структуры и взаимоотношения ценопопуляций. Методические разработки. М. С. 37-48.

Ишенко Л.Е. 1981. Астрагалы Туркмении. Ашхабад: Ылым.184 с

Каршибаев Х.К. 2002. Особенности семенного размножения некоторых видов сем. Fabaceae в аридной зоне Узбекистана // Растительные ресурсы. Вып.1. С. 65-72.

Каршибаев Х.К., Ашурметов А.А. 1990. Семенная продуктивность *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Desv. в Узбекистане // Растительные ресурсы. № 2. С. 183-188.

Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М.: Высшая школа. 352 с.

Левина Р.Е. 1987. Морфология и экология плодов. Л.: Наука.160 с.

Левина Р.Е. 1981. Репродуктивная биология семенных растений. М.: Наука. 96 с.

Мавланов Х. 1997. Онтогенез видов *Alhagi* Gagneb. // Узбекский биол. журн. № 2. С. 39-43.

Мавланов Х. 1995. Янтачники Узбекистана. Ташкент: Мехнат. 167 с.

Международные правила анализа семян.1984. М.: Колос. 310 с.

Методические указания по семеноведению интродуцентов. 1980. М.: Наука. 54 с.

Мустафаев С.М. 1989. Хозяйственное использование бобовых природной флоры. Л.: Наука. 202 с.

Николаева М.Г. 1982. Покой семян // Физиология семян. М.: Наука. С.125-183.

Пленник Р.Я. 1991. Длительное хранение семян как путь сохранения генофонда бобовых растений природной флоры // Репродуктивная биология интродуцированных растений. Тезисы докладов 1Х Всесоюзного совещания по семеноводству интродуцентов. Умань: ВГУ. С. 162.

Пленник Р.Я. 1976. Морфобиологическая эволюция бобовых Юго-восточного Алтая. Новосибирск: СО Наука. 216 с.

Положий А.В. 1991. Основы морфологии высших растений. Томск: Изд-во Томского университета. 88 с.

Пономарев А.Н. 1960. Изучение цветения и опыления растений // Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука. Т. 11. С. 9-19.

Попцов А.В., Некрасов В.И., Иванова И.А. 1981. Очерки по семеноведению. М.: Наука. 112 с.

Работнов Т.А. 1992. Фитоценология. М.: МГУ. 351 с.

Сацыперова И.Ф. 1993. Основные аспекты и методы изучения репродуктивной биологии травянистых растений при их интродукции // Труды БИН РАН. СПб. Вып. 8. С. 25-35.

Тарасенко Р.Д., Сарычева З.Н. 1987. Значение энтомофилии для семеноводства кормовых бобовых. Новосибирск: Наука. 26 с.

Хамидов Г. 1988. Медоносные ресурсы Узбекистана и пути их рационального использования. Автореф. дисс. … докт. биол. наук. Ташкент. 48 с.

Флора СССР. 1948. М.-Л.: Изд-во АН СССР. Т. XIII. 453 с.

Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинов Н.З. 2012. Биогеоценотические принципы и методы экологической реставрации пустынных пастбищных экосистем Средней Азии // Аридные экосистемы. Т. 18. № 3(52). С. 5-21.

Яковлев Г.П. 1991. Бобовые земного шара. Л.: Наука. 142 с.

REPRODUCTION CHARACTERISTICS OF SOME SPECIAS ALHAGI GAGNEV. IN THE ARID ZONES OF UZBEKISTAN

© 2014. Hk.K. Karshibaev

Gulistan State University
Uzbekistan, 120105 Syrdarya region, Gulistan, 1У mikroregion. E-mail: hkarshibaev_53@mail.ru

In arid zones coefficient of the seed productivity of *Alhagi* species is scaling from 7.1 to 19.3 percents (%). Decrease of real seed production of *Alhagi* species could be caused not only by abiotic but also by biotical factors. Till the generative stage of the *Alhagi* seeds survival of seedlings is only 9.3-13.8 percents while others are dying in the germ stage.

Key worlds: *Alhagi*, reproduction, seed production, dissemination, seed renewal, survival of seedlings.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 108-110

РЕЦЕНЗИИ

ВАЖНЫЙ ШАГ НА ПУТИ УКРЕПЛЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА МОНГОЛИИ И РОССИИ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

РЕЦЕНЗИЯ НА СБОРНИК СТАТЕЙ «ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКИХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ» (на примере Убсунурского, Селенгинского и Даурского регионов) / Редакторы-составители: П.Д. Гунин, Ю.И. Дробышев. М.: ИД «Типография» Россельхозакадемии, 2013. 109 с. Тираж 200 экз.

© 2014 г. В.В. Неронов

**Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН*
Россия, 117071 г. Москва, Ленинский просп., д. 33. E-mail:

За последние десятилетия в международном сотрудничестве России и Монголии в области охраны природы достигнуты важные результаты. Существенный вклад в этот процесс внесла Совместная Российско-Монгольская комплексная биологическая экспедиция РАН и АНМ, по инициативе которой был подготовлен данный сборник, в котором представлены 5 объемных статьей ведущих российских и монгольских специалистов по различным аспектам заповедного дела. Следуя общепризнанному постулату «Природа без границ», авторы рассматривают накопленные за многие годы результаты исследований экосистемного и биологического разнообразия приграничных и трансграничных природных территорий, в том числе нескольких ООПТ и биосферных резерватов ЮНЕСКО. Не вызывает сомнения, что достигнутые результаты представляют ценный вклад Монголии и России в выполнение требований Конвенции по биологическому разнообразию (1992 г.), а сам рассматриваемый сборник послужит улучшению обмена информацией между специалистами разных стран, заинтересованных в развитии трансграничного сотрудничества. Их число, по данным международных организаций, неуклонно растет с каждым годом.

На востоке протяженной границы Монголии и России в даурских степях еще в 1994 г. была создана трехсторонняя (Монголия, Россия, Китай) трансграничная охраняемая территория. Позже входящие в нее ООПТ были включены во Всемирную сеть биосферных резерватов ЮНЕСКО, а в настоящее время в ЮНЕСКО рассматривается заявка на включение части этой охраняемой территории (Ландшафты Даурии) в Список Всемирного культурного и природного наследия. Все детали организации этой трансграничной семиаридной ООПТ, результаты и перспективы сотрудничества для сохранения многих видов животных, мигрирующих через границы, рассмотрены в одной из статей сборника (О.К. Кирилюк и др.). Попутно следует отметить, что только эта статья в сборнике иллюстрирована цветными картами и фотографиями, что весьма облегчает восприятие и понимание представленных комплексных многолетних данных. Примерно в этом же ключе, но без цветных иллюстраций, дано описание результатов изучения ландшафтного и биологического разнообразия в другом аридном регионе - Убсунурской котловине (С.С. Курбатская и др.), где по обе стороны российско-монгольской границы были созданы биосферные резерваты ЮНЕСКО, между которыми уже многие годы осуществляется активное научное сотрудничество. В 2003 г. по решению Комитета Всемирного наследия ЮНЕСКО вся Убсунурская котловина объявлена трансграничным объектом Всемирного природного наследия. Не вызывает сомнения, что помимо упомянутой выше заявки на включение ландшафтов Даурии в Список Всемирного природного наследия, на границе Монголии и России по примеру Убсунурской котловины может быть подготовлено еще несколько аналогичных заявок (например. в горах Алтая или на создаваемой обширной трансграничной ООПТ «Истоки Амура», которая будет включать в себя Сохондинский биосферный резерват (Россия) и национальный парк «Онон-Балдж» (Монголия).

Под этим углом зрения следует обратить внимание и на статью о современном состоянии и проблемах охраны разнообразия наземных экосистем бассейна Селенги (С.Н. Бажа и др.). В этом бассейне с российской стороны границы находится национальный парк «Тункинский», а с монгольской - национальный парк «Хубсугульский». В настоящее время обсуждается вопрос создания на их базе трансграничной ООПТ. При этом необходимо подчеркнуть, что оба эти

национальных парка вполне достойны включения во Всемирную сеть биосферных резерватов и, очевидно, в будущем соответствующие заявки будут представлены в ЮНЕСКО. Это послужит важным дополнением к биосферным резерватам (Байкальский и Баргузинский) уже созданным на берегах оз. Байкал, значительная часть бассейна которого включена в список Всемирного природного наследия.

Данный сборник открывает обстоятельная статья (П.Д. Гунин и др.), в которой рассмотрены методические подходы к экологическому картографированию современных экосистем (на примере модельных полигонов Центральной Монголии). Нельзя не согласиться с авторами данной статьи, что для организации ООПТ любого ранга необходимы данные по инвентаризации флоры, фауны и экосистем, а незаменимым инструментом для их анализа и оценки могут и должны служить картографические методы. Методология и практические вопросы применения картографирования экосистем, представленные в статье на основе многолетних исследований на стационарах Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ, представляют большую ценность для специалистов по охране природы не только в Монголии и России, но в других странах.

Заключает данный сборник статья, в которой показана важная роль народных традиций и сакральных участков окружающей среды, как памятников природного и культурного наследия, учет которых может способствовать планированию новых ООПТ , в том числе и трансграничных. Автор статьи (С.Д. Сыртыпова) подробно описывает методику каталогизации таких культовых памятников природы на приграничных территориях, применение которой несомненно позволит расширить и улучшить применяемые в настоящее время подходы при выборе территорий для новых ООПТ.

Можно поддержать мнение редакторов-составителей этого сборника (П.Д. Гунин и Ю.И. Дробышев), что его материалы представляют интерес для экологов, географов, ботаников, зоологов и специалистов в области охраны природы. Выше уже было отмечено, что на протяженной границе между Монголией и Россией имеется немало участков, представляющих особую ценность именно для трансграничного сотрудничества по охране экосистемного и биологического разнообразия. Соответственно, будем надеяться, что Совместная Российско-Монгольская комплексная биологическая экспедиция РАН и АНМ по материалам своих многолетних исследований в самое ближайшее время подготовит очередной сборник, посвященный оценке современного состояния экосистем других трансграничных территорий, помимо трех рассмотренных выше, и обратит особое внимание на обоснование построения экологических сетей в приграничных районах , столь необходимых для сохранения мигрирующих видов животных. Необходимо также отметить, что в условиях современной геополитической ситуации, распространение методологического и практического опыта организации исследований трансграничных аридных и семиаридных экосистем у южных границ Российской Федерации имеет первостепенное значение и благоприятные перспективы.

AN IMPORTANT STEP TO THE STRENGTHENING OF TRANSBOUNDARY COLLABORATION BETWEEN MONGOLIA AND RUSSIA IN THE SPHERE OF NATURE PROTECTION

REVIEW OF THE BOOK OF COLLECTED ARTICLES
“EVALUATION OF THE MODERN STATE OF ECOSYSTEMS ON THE RUSSIAN-MONGOLIAN TRANSBOUNDARY TERRITORIES” (taking Ubsu-Nur, Selenga and Dahuria regions as examples)
Editors: P.D. Gunin, U.I. Drobishev. M.: Publishing House «Tipografia” Rosselkhozacademy, 2013. 109 p. Edition 200 copies.

© 2014. V.V. Neronov

Severtzov’s Institute of Ecology and Evolution of Russian Academy of Sciences
Russia, 117071 Moscow, Leninskiy prospect, 33. E-mail: vneronov@mail.ru

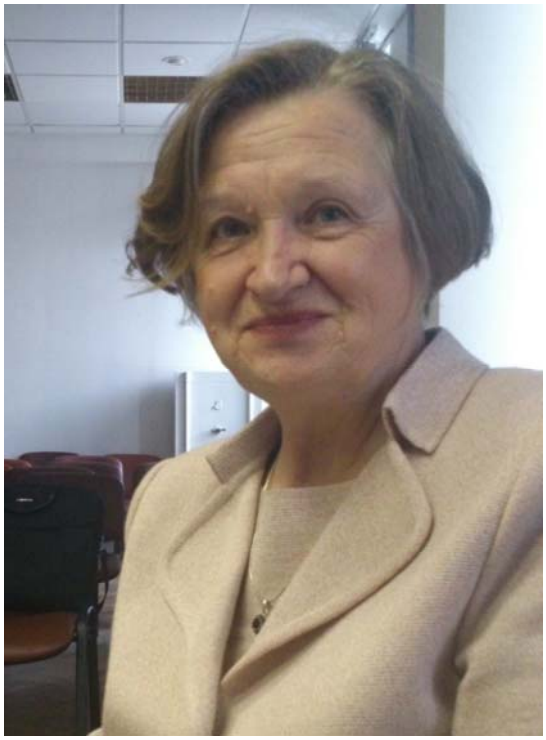
During the last decades the important results have been achieved in the international collaboration between Russia and Mongolia in the sphere of nature protection. Considerable contribution into this process made the Joint Russian-Mongolian Complex Biological Expedition of Russian Academy of Sciences and Mongolian Academy of Sciences which initiated the reviewed collective book. In the book 5 large articles of the leading Russian and Mongolian specialists in the various aspects of nature conservation are presented.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2014, том 20, № 2 (59), с. 110-112

ХРОНИКА

К ЮБИЛЕЮ НИНЫ МАКСИМОВНЫ НОВИКОВОЙ

Редакция журнала «Аридные экосистемы» и Секция «Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием» научного Совета Отделения общей биологии РАН, Институт водных проблем РАН, Московское городское отделение Русского географического общества, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН сердечно поздравляют профессора, доктора географических наук Нину Максимовну Новикову с юбилеем и желают ей крепкого здоровья, счастья и новых творческих успехов!



Нина Максимовна Новикова – известный ученый, специалист в области ландшафтной экологии и динамики наземных экосистем аридных территорий. В 1967 году она закончила кафедру биогеографии географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, а в 1972 г., после окончания аспирантуры, защитила кандидатскую диссертацию. Вся научная деятельность Нины Максимовны связана с природой аридных территорий. Страстная любовь к пустыням зародилась с первой полевой практики в северных пустынях – на Мангышлаке и песках Кок-Джиде Тимуро-Эмбенского междуречья, где в составе полевого отряда работали известные ученые, основоположники индикационного направления исследований в России – профессора С.В. Викторов и Е.А. Востокова.

Таким образом, новые идеи индикационного ландшафтоведения и индикационной геоботаники были апробированы и развивались ею в курсовых, дипломной работе и кандидатской диссертации. В кандидатской диссертации «Фреатофиты Сахаро-Гобийской пустынной области и их роль в водном режиме аридных территорий» обобщен обширный материал по экологии, географии, водному режиму и гидроиндикационному значению видов и растительных сообществ пустынь, опоясывающих материки Восточного полушария. Впоследствии автору удалось побывать в пустынях Монголии и Северной Африки и проверить верность индикационных построений.

С 1977 г. Нина Максимовна работает в Институте водных проблем, здесь начался многолетний цикл ее исследований динамики экосистем в условиях экологического кризиса в Приаралье. В течение почти десяти лет она являлась руководителем проекта ЮНЕСКО по проблеме сохранения и восстановления биоразнообразия в Приаралье. В 1997 г. успешно защитила докторскую диссертацию «Принципы сохранения ботанического разнообразия дельтовых равнин Турана», в которой сформулировано представление о ботаническом разнообразии как элементе биоразнообразия, рассмотрены актуальные проблемы его сохранения и восстановления в условиях аридного климата.

В 1998 г. Н.М. Новикова возглавила Лабораторию динамики наземных экосистем под влиянием водного фактора в Институте водных проблем РАН. В рамках фундаментальной проблемы взаимодействия вод суши с окружающей средой ею развивается научное направление по изучению и оценке экологических последствий природных и антропогенно обусловленных изменений водного режима территорий для наземных экосистем. Нина Максимовна продолжила работы, начатые известным биогеографом В.С. Залетаевым, по развитию теории экологически дестабилизированной среды, исследованию экотонных систем «вода-суша», микроочаговых процессов. Под ее руководством подготовлены и защищены 6 кандидатских и докторская диссертации.

Нина Максимовна – автор более 250 научных публикаций по вопросам динамики растительности

дельтовых ландшафтов, геоботаническому картографированию и использованию материалов дистанционного зондирования для целей мониторинга динамики экосистем. Среди них – коллективные монографии «Флористические и эколого-геоботанические исследования в Каракалпакии» в 3-х томах (1987-1989), «Самурские лиановые леса» (1994); «Экосистемы речных пойм» (1997); «Экотоны в биосфере» (1997), «Микроочаговые процессы – индикаторы дестабилизированной среды» (2000), «Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы» (2005), «Monitoring of the vegetation in conditions of the Aral Sea ecological crisis» (2008), «Экотонные системы «вода-суша»: методика исследований, структурно-функциональная организация и динамика» (2011) и др.

Много сил, знаний, таланта отдала Нина Максимовна работе научного редактора. Благодаря ее неустанной деятельности, вышло в свет 7 научных монографий, в том числе перевод с английского работы «Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов» (Джонгман, ТерБраак, ВанТонгерен, 1999), ставший необходимым руководством для многих отечественных исследователей, сборник статей «Актуальная биогеография», вышедшая в возобновленном РГО издании серии «Вопросы географии» (2012). Нина Максимовна является председателем Комиссии биогеографии Московского отделения Русского географического общества и членом редакционной группы подготовки к изданию выпусков заслушанных докладов (выпуски с № 6 по № 18, 1993-2014). Являясь заместителем главного редактора журнала «Аридные экосистемы», она приложила немало усилий для того, чтобы журнал вошел в список ВАК, был включен в число изданий оцениваемых РИНЦ через Индекс научного цитирования и наряду с журналами издательства «Наука», был включен в число оригинальных изданий, издаваемых издательством Springer на английском языке.

Нина Максимовна ведет важную общественно-научную работу: она – член Президиума Московского городского отделения Русского географического общества, член Научного совета ОНЗ РАН «Водные ресурсы суши», Ученого и Диссертационного советов Института водных проблем РАН, член Диссертационного Совета Географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Нина Максимовна – опытный географ-полевик. Желаем Нине Максимовне новых интересных экспедиций. Удачи и новых открытий!

TOWARDS ANNIVERSARY OF NINA NOVIKOVA

Editorial board of the journal "Arid ecosystems" and Section "Problems of arid ecosystems and combat against desertification" Scientific council Department of general ecology Russian Academy of Sciences, Water problems Institute of the Russian Academy of Sciences, V.V.Dokuchaev Soils Insitute, Severtzov's Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences congratulate heartily Nina Maksimovna Novikova on its anniversaries and wish it sound health, happiness and new creative successes!

Nina Maksimovna Novikova is well-known scientist-desertalist, geobotanist. In 1967 she graduated from the geobotanical department of the Moscow State University named after M.V.Lomonosov, while in 1972 after finishing the post-graduate courses, defended her PhD thesis and received the degree of kandidat in geographical sciences. Her passionate love to deserts arose during the first field practice work in the northern deserts – on Mangishlak and in the sands of Kok-Dgida in the Timur-Emba interfluent area. There she worked in the field party together with well-known scientists, initiators of indicator methodology in Russia, such as professors S.V. Viktorov and E.A. Vostokova.

In 1977, when she started her work at the Water Problems Institute, Nina Maksimovna Novikova became interested in the Aral sea problem. From that year on the cycle of her researches of the dynamics of ecosystems under the ecological crisis in Priaralie began and lasted for 20 years. During almost ten years she was the leader of UNESCO project on studying of biodiversity in Priaralie and problems of its recovery. Just here her interest to the problems of deltas arose and she worked out doctoral thesis "Principles of preservation of botanical diversity in the deltaic plains of Turan". In this work the idea of botanical diversity as the element of biodiversity was formulated and was shown that unpractical water-use cause maximum damage to the lower flow and deltas of the rivers.

Beginning from 1998 N.M. Novikova leaded the Laboratory of terrestrial ecosystems' dynamics under the influence of water factor at the Water Problems Institute Russian Academy of Sciences. Within fundamental problem of interrelations between water and terrestrial environment she leaded the scientific branch of research and evaluation of ecological consequences of water regime transformation for terrestrial ecosystems. She continued the work of well-known scientist V.S. Zaletaev on the theory of ecologically destabilized environment, researches of ecotonal "land-water" systems, micro-hotbed processes. Under the leadership of N.M. Novikova 6 candidate and doctoral dissertations have been defended.

Nina Maksimovna is the author of more than 250 scientific publications on the problems of vegetation dynamics in deltaic landscapes, geobotanical cartography and using of the remote sensing materials for ecosystems' dynamics monitoring. Among them are collective monographs "Samur lianas forests" (1994); "Floristic and ecological-geobotanical researches in Karakalpakstan" three volumes (1987-1989), "Ecosystems of rivers' floodplains …" (1977); "Micro-hotbed processes – indicators of destabilized environment" (2000). "Evaluation of the Impact of the Superficial Water Regime Changes on Terrestrial Ecosystems" (2005), «Monitoring of the vegetation in conditions of the Aral Sea ecological crisis» (2008), «Aquatic-terrestrial ecotone systems: research methods, structure-functional organization and dynamics" (2011) etc.

Much efforts, knowledge and talent Nina Maksimovna gave to the work of scientific editor. Thanks to her activity the 7 monographic volumes were published, including translated from English "Data analysis in community and landscape ecology" (R.H.G. Jongman, C.J.F. ter Braak, O.F.R.van Tongeren, 1999) which became the necessary guidance for many researchers, the book "Actual Biogeography" which came out in the renewed series of Russian Geographical Society "Problems of Geography" (2012). Nina Maksimovna is the head of editorial group of the issues of Biogeographical commission of Moscow center of Russian Geographical Society (issues beginning from с № 6 to № 18, 1993-2014), the deputy editor of the journal "Arid ecosystems".

Nina Maksimovna makes a lot of public-scientific work. She is the chairman of Biogeographical commission and the member of Presidium of Moscow center of Russian Geographical Society, the scientific secretary of the section "Ecology of Natural Resources" of Russian Ecological Academy, the member of Scientific council of the Russian Academy of Sciences section "Terrestrial Water Resources", the member of Scientific and Dissertation councils of Water Problems Institute Russian Academy of Sciences, the member of Dissertation council of geographical faculty of Lomonosov Moscow State University.

Nina Maksimovna is the well-known field scientist. We wish her new interesting expeditions. Success and new discoveries!

ISSN 1993-3916

ЖУРНАЛ АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ 2013. Т. 19. № 3 (56)

JOURNAL ARID ECOSYSTEMS 2013. Vol. 19. № 3 (56)

Учредители: Учреждение Российской академии наук Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН (ПИБР ДНЦ РАН), Учреждение Российской академии наук Институт водных проблем РАН (ИВП РАН).

Свидетельство о регистрации 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»)