ISSN 1993-3916

Том *Volume* **21** **Номер** **Number** **3 (64)** **Сентябрь** **September** **2015**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ
ARID ECOSYSTEMS

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

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

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

2015

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

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

ARID ECOSYSTEMS

Vol. 21, No. 4 (65), 2015, DECEMBER
Journal is founded in January 1995
Issued 4 times per year

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

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

Editorial Board:
B.D. Abaturov, G. Björklund (Sweden), S.-W. Breckle (Germany), K.B. Gongalsky, P.D. Gunin, A. Jilili (China), L.A. Dimeeva (Kazakhstan), T.D. Zinchenko, I.S. Zonn, R.V. Kamelin, Zh.V. Kuzmina, G.S. Kust, Yu.A. Mazei, V.V. Neronov, L. Orlovsky (Israel), B. Oyungerel (Mongolia), A.A. Tishkov, V.I. Cherkashin, A.A. Chibilev, Z.Sh. Shamsutdinov
T.V. Dikariova (*executive secretary*)

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

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

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

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

MOSCOW: KMK Scientific Press Ltd

2015

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

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

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Том 21, № 3 (64), 2015, сентябрь
Журнал основан в январе 1995 г.
Выходит 4 раза в год

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

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

Редакционная коллегия:
Б.Д. Абатуров, Г. Бйоклунд (Швеция), С.-В. Брекле (Германия), К.Б. Гонгальский, П.Д. Гунин, А. Джилили (Китай), Л.А. Димеева (Казахстан), Т.Д. Зинченко, И.С. Зонн, Р.В. Камелин, Ж.В. Кузьмина, Г.С. Куст, Ю.А. Мазей, В.В. Неронов, Л. Орловская (Израиль), Б. Оюнгерел (Монголия), А.А. Тишков, В.И. Черкашин, А.А. Чибилев, З.Ш. Шамсутдинов,
Т.В. Дикарева (*Ответственный секретарь*)

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

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

Адреса редакции:
*Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, 3, ИВП РАН
Телефон: (499) 135-70-31, Fax: (499) 135-54-15
E-mail: arid.journal@yandex.ru

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

Москва: Товарищество научных изданий КМК

2015

© Журнал основан в 1995 г.
Издается при поддержке
Прикаспийского института биологических ресурсов и
Института геологии Дагестанского научного центра Российской академии наук,
Института водных проблем Российской академии наук,
Товарищества научных изданий КМК
и содействии региональных отделений секции
"Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием"
Научного совета "Проблемы экологии биологических систем"
отделения биологических наук Российской академии наук.
Подписной индекс русской версии журнала 39775 в 1 томе каталога «Пресса России»

The journal has been founded in 1995.
It is published under support of
Pricaspiyskiy Institute of Biological Resources
Dagestan Scientific Center of Russian Academy of Sciences,
Water Problems Institute of Russian Academy of Sciences,
KMK Scientific Press Ltd
with assistance of regional departments of the section:
"Problems of Arid Ecosystems and Desertification Control",
Scientific Council "Problems of Biosystems Ecology",
Department of General Biology of Russian Academy of Sciences
Subscription index of the Russian version of the journal 39775
is in the 1 volume of catalogue «Press of Russia»

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

Том 21, номер 3 (64), 2015 сентябрь

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Региональные особенности процессов опустынивания экосистем на границе бассейна Байкала и Центральноазиатского бессточного бассейна
П.Д. Гунин, С.Н. Бажа, Е.В. Данжалова, Ю.И. Дробышев, Л.А. Иванов, Л.А. Иванова, Т.И. Казанцева, С.В. Мигалина, И.М. Микляева, Д.А. Ронжина, Э. Ариунболд, С. Хадбаатар, Ш. Цоож, Г. Цэрэнханд 5-22

Геоинформационный анализ динамики опустынивания на территории Астраханской области
К.Н. Кулик, А.С. Рулев, В.Г. Юферев 23-32

Эндемичная формации звездчатки подушечниковой (*Stellaria pulvinata* Grub.) в высокогорьях Монгольского Алтая
М.В. Бочарников, Г.Н. Огуреева, И.М. Микляева 33-47

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

Дополнительные данные о динамике засоления почв и растительности в дельте р. Волги
В.Б. Голуб, В.В. Бондарева, В.К. Шитиков, А.Н. Бармин, М.М. Иолин 48-55

Состояние островного соснового бора в степной зоне Забайкалья
В.П. Макаров 56-63

Участие лишайников в формировании биологических почвенных корок в степях
Л.Г. Бязров
64-71

Зоопланктон р. Ишим на участке Северного Казахстана
Н.И. Ермолаева 72-83

Этапы освоения и современное использование засушливых земель Северного Прикаспия
М.К. Сапанов, М.Л. Сиземская, К.М. Ахмеденов 84-91

Апшеронский промышленный регион – факторы экологической напряженности
Н.М. Исмаилов, С.И. Наджафова, А. Гасымова 92-100

ХРОНИКА

Седьмой форум степеведов в Оренбурге
А.А. Чибилев, А.Г. Рябуха, С.В. Левыкин 101-105

Резолюция Международного степного форума Русского географического общества
Оргкомитет Форума 106-111

CONTENTS

Volume 21, Number 3 (64), 2015 SEPTEMBER

SYSTEMATIC STUDY OF ARID TERRITORIES

Regional features of desertification processes of ecosystems on the board of basin of Baikal and Central Asian internal drainage basin.
P.D. Gunin, S.N. Bazha, E.V. Danzhalova, Yu.I. Drobyshev, L.A Ivanov, L.A Ivanova, T.I. Kazantseva, S.V. Migalina, I.M. Miklyaeva, D.A. Ronzhina, E. Ariunbold, S. Khadbaatar, Sh. Tsooj, G. Tserenkhand 5-22

Gis-based analysis of the dinamics of desertification in the Astrakhan region
K.N. Kulik, A.S. Rulev, V.G. Yuferev 23-32

Endemic formation of a stitchwort (*Stellaria pulvinata* Grub.) in highlands of the Mongolian Altai
M.V. Bocharnikov, G.N. Ogureeva, I.M. Miklyaeva 33-47

BRANCH PROBLEMS OF ARID LANDS DEVELOPMENT

Additional data on dynamics of soils salinization and vegetation in the Volga River delta
V.B. Golub, V.V. Bondareva, V.K. Shitikov, A.N. Barmin, M.M. Iolin 48-55

State of the pine island forest in the steppe zone of Transbaikalia
B.P. Makarov 56-63

Participation of lichens in formation of biological soil crusts at steppes of Khangai plateau (Mongolia)
L.G. Biazrov 64-71

Zooplankton and water quality of river Ishim in northern Kazakhstan
N.I. Yermolaeva 72-83

The stages of reclamation and modern use of arid lands of Northern Caspian area
M.K. Sapanov, M.L. Sizemskaya, K.M. Akhmedenov 84-91

Apsheron industrial region - environmental stress factors
N.M. Ismaylov, S.I. Nadjafova, A. Gasimova 92-100

CHRONICLE

The seventh forum of steppe scientists in Orenburg
A.A. Chibilyov, A.G. Ryabukha, S.V. Levykin 101-105

The Resolution of the International steppe forum of the Russian geographical society
The organizing Committee of the Forum 106-111

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №3 (64), с. 5-22

ІІІІІІІІІІІІ СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ІІІІІІІІІІІІ

УДК 633: 582.491:581.522.66 (517.3)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ОПУСТЫНИВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ НА ГРАНИЦЕ БАССЕЙНА БАЙКАЛА И ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКОГО БЕССТОЧНОГО БАССЕЙНА[1]

© 2015 г. П.Д. Гунин*, С.Н. Бажа*, Е.В. Данжалова*, Ю.И. Дробышев*, Л.А. Иванов, Л.А. Иванова**, Т.И. Казанцева***, С.В. Мигалина**, И.М. Микляева****, Д.А. Ронжина**, Э. Ариунболд *****, С. Хадбаатар******, Ш. Цоож*****, Г. Цэрэнханд*******

** Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН*
Россия, 119071 г. Москва, Ленинский проспект, 33. E-mail: monexp@mail.ru
*** Ботанический сад УрО РАН*
Россия, 620144 г. Екатеринбург, ул. 8 марта, 202а
E-mail: leonid.ivanov@botgard.uran.ru
**** Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН*
Россия, 197376 г. Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 2. E-mail:bulgancum@gmail.com
***** Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Географический факультет,*
Россия, 119992 г. Москва, Ленинские горы, 1. E-mail: inessa-miklyaeva@yandex.ru
****** Институт ботаники Академии наук Монголии*
Монголия, 210351 г. Улан-Батор, проспект Жукова, 77.
E-mail: er_ariunbold@yahoo.com
*******Монгольский государственный университет образования*
Монголия, 210648 г. Улан-Батор, проспект Мира, Бага-тойруу, 14.
E-mail: hadbaatar@mail.ru

Поступила 19.02.2015

Рассмотрены региональные особенности опустынивания экосистем на южной периферии бассейна Байкала, находящихся в зоне взаимодействия ландшафтов юга Сибири и Центральноазиатского бессточного бассейна. Характер таких взаимодействий идентифицирован как инвазийный, связанный с проникновением пустынно-степных видов: *Caragana bungei* − в лиственничные леса и *Allium polyrrhizum* − в сухие степи. На основе анализа эколого-физиологических особенностей этих видов определена их высокая степень адаптации к современной аридизации климата. Значительное преобладание *Caragana bungei* и *Allium polyrrhizum* в структуре растительных сообществ позволяет сделать вывод о длительной и широко распространенной инвазии, что может рассматриваться как особая форма опустынивания.
Ключевые слова: опустынивание, аридизация, *Caragana bungei*, *Allium polyrrhizum*, инвазийная сукцессия, лесостепь, сухие степи, бассейн Байкала, Центральноазиатский бессточный бассейн

В настоящее время экосистемы бассейна озера Байкал под влиянием антропогенных и природных факторов подвергаются сильным изменениям, неоднократно описанным в литературе (Микляева и др., 2004; Экосистемы бассейна Селенги, 2005; Bazha et al., 2012). Зоной повышенного риска при этом является южная периферия Байкальского региона, представляющая собой экотон между бореальными экосистемами юга Сибири и аридными экосистемами Центральноазиатского бессточного бассейна. Результаты исследований этих экосистем, проведенных в последние годы,

[1]Работа выполнена в рамках программы Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ при финансовой поддержке гранта 04/2014/РГО-РФФИ.

позволяют говорить о трансграничном взаимодействии ландшафтов этих регионов, вызывающем деградацию в растительном покрове (Гунин и др., 2012; 2014 а; 2014 б). Сам характер деградационных процессов может быть идентифицирован как дигрессионно-инвазийный, связанный, в первую очередь, с проникновением в степные и лесостепные ландшафты пустынно-степных видов. При этом следует отметить, что протекающие инвазийные сукцессии в западной и южной частях бассейна Байкала различаются, как по принимающим в них активное участие доминантным видам, так и по их территориальному охвату и ландшафтной приуроченности.

Характер протекания дигрессионных процессов в лесостепях у западной окраины бассейна Байкала во многом обусловлен особенностями почвенного покрова – значительным распространением песчаных массивов, а также широтным направлением основных потоков ветра, переносящих и переотлагающих песок, выдуваемый из Котловины Больших Озер. Распространенной и заслуживающей серьезного внимания тенденцией является изменение видового состава растительного покрова, вызванного суммарным воздействием основных деструктивных процессов: эоловых и пастбищной дигрессии. Один из результатов этого – распространение псаммофильного пустынно-степного кустарника караганы Бунге (*Caragana bungei*), что приводит к формированию уникального типа лесных сообществ, где древесный ярус представлен таежным видом (*Larix sibirica*), а кустарниковый – пустынно-степным (*Caragana bungei*).

В южной части бассейна Байкала в интенсивно используемых под выпас сухостепных сообществах со сниженными фитоценотическими показателями и незначительным участием коренных ценозообразователей – дерновинных злаков *Agropyron cristatum, Koeleria cristata, Stipa krylovii*, происходит внедрение пустынно-степного вида – лука многокорневого (*Allium polyrrhizum*), и формирование экстразональных монодоминантных сообществ этого вида.

Эколого-физиологические особенности вышеупомянутых видов позволяют диагностировать данные процессы как опустынивание. В связи с этим, научный и практический интерес представляют изучение хода и направленности процессов данной формы опустынивания, их региональных особенностей, выявление антропогенных и природных факторов, обусловливающих проникновение и расширение ареала пустынно-степных видов в Байкальском регионе: *Caragana bungei* – в лиственничные леса и *Allium polyrrhizum* – в зональные сухостепные сообщества, а также физиологических механизмов, обеспечивающих им конкурентное преимущество перед нативными видами.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в монгольской части бассейна Байкала в 2004-2014 гг. Инвазии *Caragana bungei* в лесостепные экосистемы были изучены на территории сомонов Тосонцэнгэл и Их-уул в средней части бассейна р. Идэр на востоке Завханского аймака (рис. 1; табл. 1). Климат здесь характеризуется очень суровой зимой и умеренно влажным летом. Среднемноголетняя температура составляет в январе -32.4 °С и 14.5 °С − в июле. Многолетняя среднегодовая сумма осадков равна 230 мм, большая часть которых выпадает в июле. Согласно Е.М. Лавренко (1991), рассматриваемая территория относится к Западнохангайской горнолесостепной подпровинции, для которой характерно чередование массивов лиственничных лесов с горными степями. Она входит в Хангайско-Даурскую провинцию Центральноазиатской степной подобласти. Лиственничники, сложенные *Larix sibirica*, представлены здесь двумя основными вариантами. Долинные разнотравно-злаковые леса с полнотой 0.3-0.4 и ниже произрастают на песчаных аллювиальных отложениях р. Идэр и ее притоков на высоте 1640-1740 м. Подлесок в них представлен курильским чаем (*Potentilla fruticosa*). В травяном покрове наиболее обильны *Poa sibirica, Agrostis trinii, Agropyron repens, Achillea millefolium, Carex amgunensis. Sanguisorba officinalis* и др. Высокополнотные (0.5-1.0) горные леса занимают теневые склоны гор с абсолютными отметками 1800-2070 м. Подлесок редкий и представлен жимолостью (*Lonicera altaica*), таволгой (*Spiraea media*), барбарисом (*Berberis sibirica*), кизильником (*Cotoneaster melanocarpa*), шиповником (*Rosa acicularis*). В травяном покрове представлены лесолуговые (*Lathyrus humilis, Thalictrum minus, Galium boreale, Geranium pseudosibiricum, Poa sibirica* и др.) и лесостепные виды (*Bromus pumpelliana, Aconitum barbatum, Carex amgunensis, Carex pediformis, Galium verum* и др.) (Доржсурэн, 2009). Нижние пологие части склонов сопок и прилегающие к ним выровненные поверхности заняты мелкодерновиннозлаковыми сухими и

умеренно сухими степями на каштановых почвах. Горные склоны заняты петрофитноразнотравно-мелкодерновиннозлаковыми степями с караганами и с участием лиственницы.

Луковые сообщества из *Allium polyrrhizum* изучались в сомонах Баян-Унджул Центрального аймака и Дэлгэрцогт Среднегобийского аймака (рис. 1, табл. 1). Средняя температура января на ближайшей к этому сомону метеостанции в Мандал-Гоби составляет -17.7°С и 19.3°С в июле. В течение года здесь выпадает в среднем 156 мм осадков, максимум которых приходится на июль-август. Исследуемая территория расположена в подзоне сухих дерновиннозлаковых степей Среднехалхаской подпровинции Монгольской провинции степей Евразии (Лавренко, 1991). Ранее наиболее распространенными здесь были мелкодерновиннозлаково-тырсовые и тырсово-карагановые сообщества из дерновинных злаков *Stipa krylovii, Agropyron cristatum, Cleistogenes squarrosa, Koeleria cristata,* с участием луков *Allium anisopodium, A. bidentatum, A. teniussimum* на каштановых почвах (Карта растительности МНР, 1979).

Таблица 1. Исследуемые сообщества трансграничной зоны бассейна Байкала и Центральноазиатского бессточного бассейна. **Table 1.** The communities studied in transboundary zone of Baikal basin and Central Asian internal drainage basin.

Индекс	Названия ассоциаций	Координаты	Абсолютная высота, м
54-1	Разнотравно-злаково-осоково-карагановый лиственничник	N 48° 42’ 35.0” E 98° 38’ 51.8”	1814
54-2	Разнотравно-злаково-карагановое с единичной лиственницей	N 48° 42’ 37.0” E 98° 38’ 50.6”	1815
54-3	Разнотравно-холоднополынно-злаково-карагановое	N 48° 42’ 37.38” E 98° 38’ 53.91”	1785
55-1	Петрофитноразнотравно-тонконоговое с караганой	N 48° 43’ 42.3” E 98° 22’ 20.4”	1713
56-1	Осоково-разнотравный лиственничник с караганой	N 48° 39’ 01.7” E 98° 56’ 01.4”	1858
56-2	Петрофитноразнотравно-злаково-осоково-карагановое с единичной лиственницей	N 48° 39’ 02.1” E 98° 56’ 08.1”	1875
56-3	Злаково-осоково-разнотравно-карагановое остепненный луг с единичной лиственницей	N 48° 39’ 02.3” E 98° 56’ 10.2”	1856
56-4	Осоково-злаково-петрофитноразнотравно-карагановое	N 48° 39’ 13.5” E 98° 56’ 07.3”	1870
58-3	Разнотравно-полынно-злаково-кустарниковое	N 48° 44’ 59.2” E 98° 02’ 37.3”	1866
58-4	Разнотравно-холоднополынно-лапчатково-злаковое с караганой	N 48° 44’ 55.7” E 98° 02’ 38.7”	1832
58-5	Тимьянниково-злаково-карагановое	N 48° 43’ 50.4” E 98° 02’ 38.7”	1740
25	Луково-эфедровое с синузией однолетников	N 47° 07’ 59.1” E 106° 04’ 29.8”	1236
MG-X	Луковое	N 46º 08’ 33,5” E 106° 30’ 51,4”	1362
MG-X-1	Луковое	N 46º 08’ 33.9” E 106° 30’ 47.7”	1366
MG-X-2	Луковое	N 46º 08’ 28.4” E 106° 32’ 32.6”	1352
MG-X-3	Луковое	N 46º 08’ 28.2” E 106° 32’52.8”	1334
MG-X-4	Луковое	N 46º 08’ 28.0” E 106° 32’ 50.9”	1332
DTS-3	Луково-реомюриево-воробьиносолянковое с однолетниками	N46º 10’ 43.6” E 106° 31’ 39.3”	1316

Полевые исследования проводили в период максимального развития травостоя (середина июля – середина августа). В работе использованы методы качественной и количественной оценки состояния экосистем по характеру растительного покрова, подробно описанные ранее (Гунин и др., 2010; 2012; Bazha et al., 2012; Бажа и др., 2013). Проведено изучение биоморфометрических показателей: высоты и диаметра кроны парциальных кустов *Caragana bungei* и высоты, количества вегетативных и генеративных побегов и диаметра дерновину *Allium polyrrhizum*.

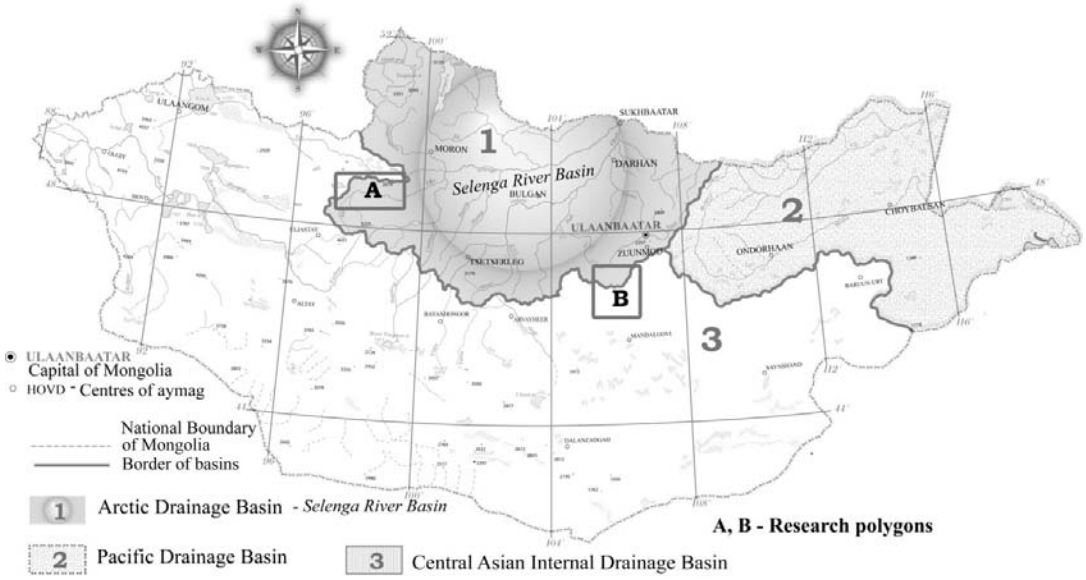


Рис. 1. Расположение исследуемых полигонов трансграничной зоны бассейна Байкала и Центральноазиатского бессточного бассейна. **Fig. 1**. Location of research polygons in transboundary zone of Baikal basin and Central Asian internal drainage basin.

Для оценки характера развития кустарника *Caragana bungei* в лиственничных лесах различной полноты нами был использован показатель напряженности роста, определяемый как отношение высоты к диаметру, служащее физиолого-морфологическим отражением состояния как отдельно взятого дерева, так и древостоя в целом, разработанное впервые А.Я. Медведевым (1884) и позже конкретизированное К.К. Высоцким (1962).

С целью определения интенсивности развития инвазийных процессов в сухостепных экосистемах был использован коэффициент инвазийности, показывающий соотношение фитомассы внедрившихся и коренных видов, впервые предложенный нами в 2008 г. (Бажа и др., 2008).

Эколого-геоботанические исследования включали эколого-физиологические наблюдения за основными параметрами фотосинтеза и водного обмена у инвазийных видов, а также суточной динамикой газообмена с оценкой стабильности углеродного и водного обмена в зависимости от экологических условий. Исследования морфологических и физиологических особенностей *Caragana bungei* выполнялись в условиях равнинной петрофитно-разнотравно-тонконоговой с караганой степи (55-1) и на экологическом профиле, включающем горную петрофитную степь (54-3), степное сообщество на опушке лиственничного леса (54-2) и лиственничный лес (54-1). Исследования *Allium polyrrhizum* проведены в луковом сообществе (MG-X) (табл. 1). Интенсивность газообмена измеряли с помощью портативного газоанализатора Li-6400x (Li-Cor, США) при температуре в камере 24 ºС и освещенности 1500 мкмоль фотонов/(м^2*с). В луковых сообществах проведена оценка жизненного состояния покоящихся дерновин злаков *Stipa krylovii* и *Cleistogenes squarrosa* и лука *Allium polyrrhizum* на основе анатомических исследований по методикам А.Г. Еникеева и др. (1995) и Р.П. Барыкиной и др. (2005).

Результаты исследования и их обсуждение

***Caragana bungei* Ledeb.** – псаммофильный пустынно-степной сильноветвистый кустарник до 2.5 м высотой с алтайско-саянско-западномонгольским ареалом, распространенный преимущественно на

подгорных шлейфах, равнинах пустынных степей, по каменистым щебнистым склонам, на песках (Грубов, 1982; Губанов, 1996). В Котловине Больших Озер в опустыненных и пустынных степях кустарниковые ковыльковые и змеевково-ковыльковые степи с доминированием караганы Бунге являются ландшафтообразующим типом растительности (Лавренко, 1991).

В 2004 г. нами было выявлено, что на западной периферии бассейна Байкала карагана Бунге определяет структуру деградированных степных сообществ по нижним пологим частям склонов сопок и прилегающим к ним выровненным поверхностям с абсолютными отметками 1700–1900 м (участки 55-1, 58-4, 58-5). В травяном ярусе здесь доминируют злаки *Agropyron cristata, Koeleria macrantha, Stipa krylovii*. Заметную роль в сообществах играют примитивный полукустарничек *Artemisia frigida* и лапчатка *Potentilla acaulis*. Постоянными видами являются *Arenaria capillaris, Artemisia commutata, Potentilla bifurca, Bupleurum bicaule* и *Caragana stenophylla*. Карагана Бунге в структуре этих сообществ формирует от 11 до 34 % от общего проективного покрытия (табл. 2).

По песчаным отложениям, сформировавшимся в результате эолового переноса, карагана Бунге проникает в сообщества петрофитных горных степей и лугово-степные и луговые сообщества на опушках. В петрофитных степях на горных склонах участие этого кустарника сильно варьирует. В разнотравно-полынно-злаковой закустаренной горной степи (58-3) на крутом каменистом склоне юго-восточной экспозиции на 100 м^2 отмечено 23 экземпляра караганы Бунге, однако их проективное покрытие составило всего 6%. Значительно возрастает обилие и участие караганы Бунге в петрофитно-осоково-злаково-разнотравно-карагановом сообществе (56-4) с разреженной растительностью, где на ее долю приходится 55% от общего проективного покрытия. На 100 м^2 отмечалось 16 ее экземпляров, а проективное покрытие составило 16%. На опушках доля проективного покрытия караганы составляет 32–53%. Значительная доля (более 50%) караганы Бунге в структуре проективного покрытия отмечена в петрофитноразнотравно-злаково-осоково-карагановом сообществе (56-2). Здесь ее численность на 100 м^2 достигает 29 особей, а проективное покрытие – более 26% (табл. 2).

Естественными экологическими коридорами для проникновения караганы Бунге в сообщества лиственничных лесов на горных склонах служат переотложенные древнеэоловые песчаные отложения на довольно крутых (20-30°) склонах гор северо-восточной экспозиции. В разреженных лиственничниках на горных склонах (полнота 0.2-0.5), как, например, в разнотравно-злаково-осоково-карагановом лесу (54-1), карагана Бунге формирует более 30% от общего покрытия кустарниково-травяного покрова, тогда как участие лесных видов кустарников (*Cotoneaster melanocarpa, Potentilla fruticosa, Rosa acicularis* и *Spiraea hypericifolia*) составляет лишь 10%. Численность караганы Бунге на 100 м^2 в среднем составила 16 экземпляров, а проективное покрытие – более 12%. В лиственничниках с более высокой сомкнутостью древостоя (0.4-0.6) обилие караганы Бунге снижается. Так, ее численность в осоково-разнотравном лиственничном лесу с караганой (56-1) составила 12 экземпляров на 100 м^2, проективное покрытие – 3%. Другие кустарники (*Cotoneaster melanocarpa* и *Spiraea media*) встречаются здесь единично (табл. 2).

Повторные исследования, проведенные спустя 10 лет, в 2014 г., выявили прогрессирующую деградацию растительности степей равнин и нижних частей сопок, выраженную в снижении проективного покрытия злаков во всех сообществах и в возросшем участии дигрессивно-активных видов (*Potentilla acaulis, Veronica incana* и др.). При неизменном обилии караганы Бунге в разнотравно-холоднополынно-лапчатково-злаковом с караганой (58-4) сообществе, ее участие в структуре этого сообщества возросло в 2 раза за счет снижения проективного покрытия практически всех слагающих его ключевых видов. Снижение проективного покрытия и ценотической роли *Caragana bungei* было отмечено в петрофитноразнотравно-тонконоговом с караганой сообществе (55-1) и в тимьянниково-злаково-карагановом сообществе (58-5) (табл. 2). По нашим наблюдениям, это связано с интенсивным использованием этой местности под пастбище и близостью поймы р. Идэр, где в летнее время концентрируются стоянки аратов и их скота, а также с вырубками кустов караганы местным населением для топлива. О высоких пастбищных нагрузках свидетельствует и значительное увеличение обилия *Potentilla acaulis*, как главного растительного индикатора пастбищной дигрессии в Забайкалье (Горшкова и др., 1977).

Снижение видового разнообразия и общего проективного покрытия отмечено в горной разнотравно-полынно-злаково-кустарниковой степи (58-3). В тоже время проективное покрытие и

Таблица 2. Проективное покрытие (%) основных видов* в растительных сообществах с *Caragana bungei* в Завханском аймаке (сомоны Тосонцэнгэл и Их-уул, 2004 и 2014 гг.). **Table 2.** Projective cover (%) of major species* in plant communities with *Caragana bungei* in Zavkhan aimag (Tosontsengel and Ikh-uul sums, 2004 and 2014).

Жизненная форма, вид	54-1		54-2		54-3	55-1		56-1		56-2		56-3	56-4	58-3		58-4		58-5	
	2004	2014	2004	2014	2014	2004	2014	2004	2014	2004	2014	2004	2004	2004	2014	2004	2014	2004	2014
Деревья:																			
*Larix sibirica***	0.2-0.5	0.5	-	3 шт.				0.4-0.6	0.5-0.6		4 шт.	3 шт.							
Кустарники:																			
Amygdalus pedunculata				8	2														
Berberis sibirica														5	2				
Caragana bungei	12.4	28.3	11.6	28.1	8	5	3.6	3	4.5	26.3	26.6	19	16.1	5.9	7.9	6.8	6.9	26.0	2.6
C. stenophylla					8	0.1				0.1			0.1		1	0.3	0.5		0.2
Cotoneaster melanocarpa	1	3		1				0.1		1		0.2		2					
Lonicera altaica		1												2					
Potentilla fruticosa	0.1	1	1	8					4	0.5	3	0.1		1	1				
Spiraea flexuosa														2					
S. hypericifolia	3	6.5	0.5	7						1	0.2	0.1	0.1						
S. media								0.1	1.5						0.5				
Полукустарнички:																			
Artemisia frigida			1	1	5	1	0.3			2	0.3		0.1	1	3	8	2	1	
A. rutifolia													1	7	1				
Kochia prostrata			1										0.1					1	0.2
Thymus gobicus						1	0.2											18	
Многолетние травы: злаки																			
Agropyron cristatum			3	5	10	3				3	0.5	0.1	3	10	2.5	10	2	12	2
Agrostis trinii									2		5								
Bromopsis inermis	1	3																	
Elymus sibiricus									10			0.1							
Festuca lenensis	1		2				4			1				1	1		0.3		4
F. sibirica									6		2								0.2
Helictotrichon schellianum	3																		
Koeleria macrantha			1	2	5	10	3			1		2		2	1.5	5	3	3	6
Poa attenuata												1		2	1				
P. sibirica		4		0.1					1.5						0.5				
Stipa krylovii			5	4	10	2	2			1			1	10	2	10	4	5	5

Продолжение таблицы 2

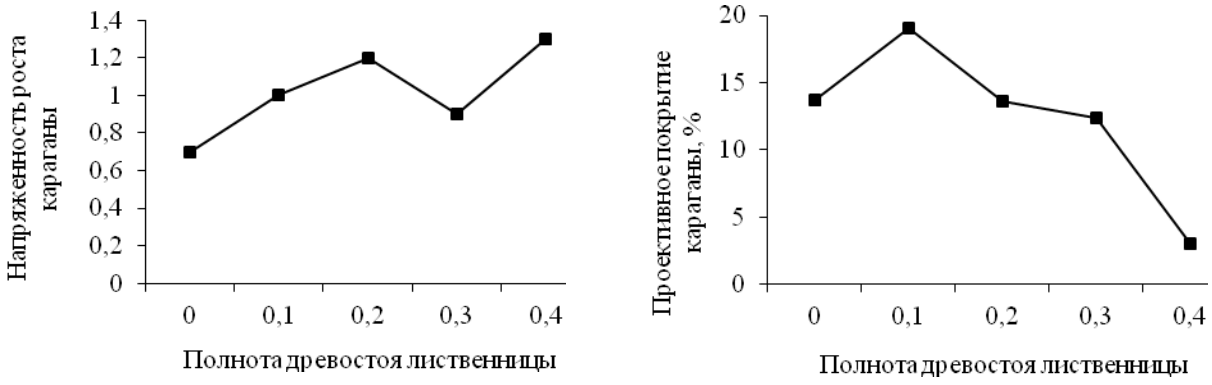
осоки																			
Carex duriuscula				4			1										1.5		2
C. korshinskyi				1														4	
C. pediformis	10	10	0.1					5	10	5	25	5	0.1	0.1	0.5				
разнотравье																			
Androsace septentrionalis	0.1					0.1		0.1		0.1		0.1							0.2
Arenaria capillaris						0.5	1.5							0.5		1	0.2		3
Artemisia dracunculus			3	0.1														0.1	
Aster alpinus	0.1			0.1				1	0.5		0.5	2	0.1					0.1	
Bupleurum multinerve								5											
Carum carvi		0.1	0.1							0.1		0.1	0.1					0.1	
Dianthus versicolor			0.1	1						0.1		0.1					0.1		
Draba nemorosa								0.1	1.5	0.1	1.5	1							
Dracocephalum foetidum													1	2					
Erodium stephanianum			1										2						
Galium verum	2	3						2	3	0.1	2	2						1	
Heteroppapus altaicus			0.1	1	3		0.5				0.1					0.1			0.2
Krascheninnikowia ceratoides										3									
Lappula intermedia			0.1							2		1							
Linaria acutiloba		2	0.1	0.1				0.1		0.1					0.3				
Pauzeria lanata			0.1			0.1							0.1	0.1	3.5		1		
Phlomoides tuberosa	0.1	3		0.1															
Potentilla acaulis			1	3	0.1	1	9				0.3			1	7	12	6	1	12
Thalictrum minus	2	10		1	3	0.1		3	1	0.1	10	1	0.1		1				
Veronica incana			1	0.1		1	2		0.5	0.1	0.5	1							4
Vicia megalotropis								2	0.3										
Одно-, двулетние травы:																			
Artemisia palustris						2							1						
Dontostemon integrifolius			1	0.1										2		0.1			
Erysimum cheiranthoides								15	0.5			3							
Итого:	39.4	75.3	35.7	77.8	54.7	27.9	30.1	38.3	48.3	49.3	79.4	41.6	29.2	62.4	39.4	59.6	30.7	76.8	44.1
Количество видов на 100 м²:	23	18	27	33	16	20	20	22	18	28	21	28	30	37	24	19	20	22	21

Примечание: * - не представлены виды с проективным покрытием 1% и менее; **- указана полнота древостоя или их количество в сообществах на опушках.

участие в структуре сообщества караганы Бунге возросло. Обилие других кустарников, полкустарничка *Artemisia rutifolia* и злаков снизилось. Возросло участие дигрессивно-активных видов *Artemisia frigida*, *Potentilla acaulis* и *Panzeria lanata*. На опушках обилие караганы возросло в разнотравно-злаково-карагановом сообществе (54-2). Однако за счет увеличения общих значений проективного покрытия, участие в структуре сообщества этого кустарника практически не изменилось по сравнению с 2004 г. Проективное покрытие увеличилось также у других видов кустарников, осоки *Carex pediformis*, злаков *Agropyron cristatum*, *Koeleria macrantha*. В петрофитно-разнотравно-злаково-осоково-карагановом сообществе (56-2) не изменилось обилие караганы. Однако, отмечен рост общего проективного покрытия за счет разрастания *Thalictrum minus* и *Carex pediformis* (табл. 2).

Наиболее выраженная положительная динамика обилия караганы Бунге была отмечена в горных лиственничных лесах. Так, в разреженном лиственничнике (54-1) ее проективное покрытие возросло в 2.3 раза. В структуре сообщества этот вид формирует более 37% от общего проективного покрытия. Возросло обилие и у других видов кустарников. Значительно увеличилось присутствие *Thalictrum minus*. В высокополнотном лиственничнике (56-1) проективное покрытие караганы возросло в 1.5 раза. Ее участие в структуре сообщества также показывает положительную динамику. Вместе с тем, произошло увеличение обилия кустарников, злаков и осоки, за счет чего общее проективное покрытие возросло в 1.3 раза. Доминантами в настоящее время являются *Elymus sibiricus* и *Carex pediformis* (табл. 2).

Анализ напряженности роста караганы Бунге в лиственничных лесах показал, что ее кроны с увеличением полноты древостоя имели более или менее четкую тенденцию к приобретению удлиненной цилиндрической формы, т.е. напряженность роста росла (рис. 2). Кроме того исследование архитектуры побегов показало, что индекс ветвления (количество ветвлений на один метр длинны побега) снижался в ряду: степные участки - 9.2 $м^{-1}$, опушка леса - 6.6 $м^{-1}$, лиственничный лес - 5.3 $м^{-1}$. Снижение интенсивности ветвления является важной адаптивной чертой кустарников в условиях лесных экосистем, связанной с конкуренцией за прямой свет. Данный вид караганы не приспособлен к произрастанию под пологом леса, вследствие чего его реакция на затенение отличается от реакции лесных кустарников. Можно полагать, что карагана Бунге реагирует на конкуренцию со стороны лиственницы за свет примерно так же, как и на конкуренцию внутривидовую, т.е. ускоряет рост в высоту за счет ослабления латерального роста.



А Б

Рис. 2. Зависимости показателя напряженности роста (А) и проективного покрытия *Caragana bungei* (Б) от полноты древостоя лиственницы **Fig. 2.** Dependings of growth tension (A) and projective cover of *Caragana bungei* (Б) from density of *Larix sibirica*.

Особенностью *Caragana bungei* является относительно высокий уровень фотосинтеза листьев по сравнению с другими видами кустарников, произрастающих в данном районе. Высокая фотосинтетическая способность объясняется, с одной стороны, принадлежностью к семейству бобовых, у которых симбиоз с азотфиксирующими организмами обеспечивает более эффективное азотное питание, а с другой стороны, листья караганы имеют мощный фотосинтетический аппарат,

характеризующийся высокой концентрацией в единице площади листа фотосинтетических клеток – до 3 млн/см^2 и хлоропластов – до 30 млн/см^2. Максимальные значения фотосинтеза для этого вида отмечены в условиях равнинной степи (55-1), где размеры и биомасса отдельных особей караганы были также наибольшими (рис. 3). Кроме того, в этих условиях отмечен также и максимальный уровень транспирационных потерь в течение дня (рис. 3), что свидетельствует о хороших условиях водообеспечения кустарников в данном экотопе. В условиях горного склона, напротив, выявлен значительно более низкий уровень газообмена *Caragana bungei*.

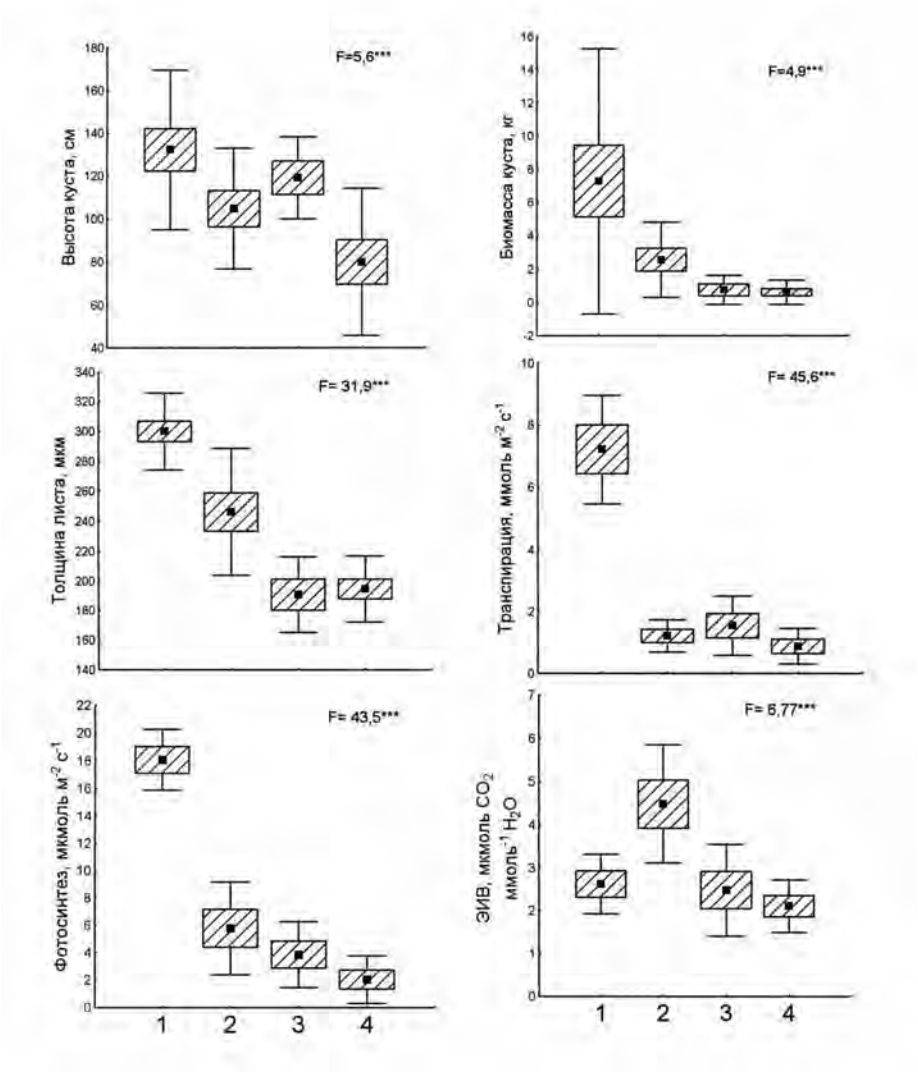


Рис. 3. Морфологические и физиологические особенности кустарников *Caragana bungei* на участках: 1 – равнинная степь (55-1) и на экологическом профиле – 2 - горная петрофитная степь (54-3), 3 - опушка лиственничного леса (54-2) и 4 - лиственничный лес (54-1). Точка на диаграмме – среднее значение, прямоугольник – ошибка среднего, концевые отметки – стандартное отклонение. Критерий Фишера *F*. Достоверность: *** - *p*<0.001. **Fig. 3.** Morphological and physiological characteristics of *Caragana bungei*. The point on the chart-the mean, rectangle-error of the mean, the end point -the standard deviation. Fisher criterion F. Reliability: *** - p <0.001.

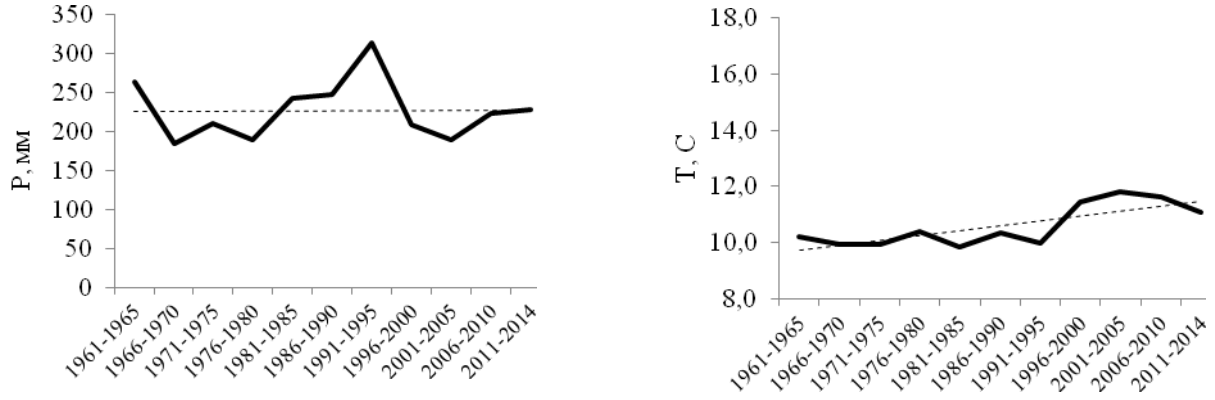
Интенсивность транспирации у листьев была в 4-6 раз ниже, что, свидетельствует о неблагоприятных условиях влагообеспеченности на горном склоне. Полученные физиологические данные подтверждаются также параметрами структуры листьев, которые формируются в течение всего периода роста листьев и отражают долговременную адаптацию фотосинтеза к условиям среды. Плотность и толщина листа у кустов караганы в условиях горного склона ниже, чем в равнинной степи (рис. 3). Поскольку, согласно нашим данным, у этого вида плотность и толщина листа имеют высокую положительную корреляцию с максимальным уровнем фотосинтеза (коэффициент *r*=0.71,

$p<0.001$ и $r=0.87$, $p<0.001$, соответственно), то полученные результаты свидетельствуют о снижении ассимиляционной способности листьев караганы в условиях горного склона. При снижении фотосинтетической активности единицы площади листа необходимо увеличение доли листьев в массе растения, что и было обнаружено у караганы – в условиях горного склона доля листьев в надземной массе куста составляла 10-14% по сравнению с долей листьев в 7% в условиях караганника на равнине (55-1).

Анализ физиологических параметров кустов караганы на профиле «степь – опушка – лес» показал, что на степных участках горного склона карагана имеет высокую эффективность использования воды (ЭИВ, количество поглощенной углекислоты на единицу транспирируемой воды), что прямо свидетельствует о недостатке влаги и о необходимости значительной экономии ресурсов в этих условиях. При продвижении в лиственничный лес эффективность использования воды у кустов снижается, достигая значений, типичных для караганника на равнине. Это в свою очередь говорит о благоприятном для вида водном режиме, что ранее отмечалось и для других видов кустарников (Иванова и др., 2012). В то же время затенение со стороны лесного полога не позволяет развить высокую фотосинтетическую продуктивность. В пределах экологического профиля на горном склоне в направлении от степных участков к лесным, снижаются плотность и толщина листа, как и уровень фотосинтеза, вследствие недостатка освещения. Однако эксперименты с разным уровнем освещения показали, что лесные и опушечные кусты караганы могут достигать практически такого же уровня фотосинтеза при высоком освещении, как и в условиях степного склона. Это означает, что в разреженном лесу, где солнечные пятна могут давать высокий свет в течение длительных промежутков времени, мощный фотосинтетический аппарат листьев караганы способен обеспечить стабильный положительный углеродный баланс и устойчивый рост.

К основным предпосылкам возникновения и распространения процессов деградации лесостепных ландшафтов у западной границы бассейна Байкала, наряду с антропогенными и геоморфологическими, относятся и климатические факторы.

Анализ климатических данных метеостанции Тосонцэнгэл с 1961 г., показывает, что максимально влажным был 1992 г. (443.6 мм), а самым засушливым – 1978 г. (147.3 мм). Если рассматривать пятилетние циклы, то за последние 50 лет количество осадков снижалось в 1966–1980 гг. (185–210 мм) и 1996–2005 гг. (189–209 мм). Влажными периодами можно назвать 1961–1965 гг. и 1991–1995 гг., когда количество осадков превышало среднемноголетнее значение и составило 264–313 мм (рис. 4 А).



А Б

Рис. 4. Динамика средних за 5 лет значений годового количества осадков (А) и средней за вегетационный период (май – сентябрь) температуры на метеостанции Тосонцэнгэл. **Fig. 4.** Dynamics of the average 5-year annual precipitation values (A) and the average temperature during the vegetative period (May-September) (Б) at Tosontsengel weather station.

Если проанализировать динамику годового количества осадков за 1994–2014 гг., то можно отметить преобладание периодов с увлажнением ниже среднемноголетнего значения. Их количество составило 6, продолжительность – от 1 до 4 лет, а периодичность – 1-2 года. Самым продолжительным засушливым периодом является 1999–2002 гг. Что касается динамики среднегодовой температуры воздуха, то самым теплым считается 1998 г. (-3.7 °С), а самым холодным – 1981 г. (-8.0 °С). Рассмотрим динамику средних температур за вегетационный период (май–сентябрь) по пятилетним циклам. Среднемноголетнее значение этого показателя составляет 10.6 °С. До середины 90-х гг. XX ст. эта температура варьировала в пределах 9.9–10.4 °С. В последующие периоды отмечено ее повышение до 11.1–11.6°С (рис. 4 Б). За последний 21 год наиболее холодным вегетационный период был в 1994–1996 гг. С 1997 г. и по настоящее время практически во все циклы вегетации средние температуры превышали ее среднемноголетнее значение, тем самым благоприятствуя развитию таких видов, как карагана Бунге.

Выявленная на основе анализа динамики климатических показателей аридизация климата, по всей вероятности, приводит к формированию благоприятных условий для караганового подлеска в разреженных лиственничных лесах. Наиболее благоприятные условия для его развития выявлены в разреженном лиственничном лесу и на опушке, в которых в 2014 г. и было определено максимальное проективное покрытие караганы Бунге (табл. 2).

Значимыми факторами распространения карагановых сообществ также являются широтное простирание долины р. Идэр и совпадающие с ним преобладающие потоки ветра, переносящие песок и семена пустынных растений. Так, по данным метеонаблюдений в районах Западного Хангая число дней в году с пыльными бурями превышает 30, а число дней со скоростью ветра более 15 м/сек. составляет также в среднем 30 дней в году. В результате этих процессов образуются экотопы, пригодные для поселения караганы.

Таким образом, распространению караганы Бунге в сообщества гемибореальных лиственничных лесов в таежно-лугово-степном поясе гор способствуют формируемые в результате эолового переноса своеобразные экологические коридоры, а также незначительное присутствие конкурентных видов в кустарниковом покрове.

***Allium polyrrhizum* Turcz. ex Regel** – плотнодерновинный многолетний омброфит, характеризуется суккулентностью ассимиляционных побегов и относится к пустынно-степному эколого-ценотическому типу с джунгарско-монгольским ареалом (Бобровская, Никулина, 2013). Лук многокорневой играет роль эдификатора или соэдификатора в своеобразных ковыльково-луковых, луково-ковыльковых, баглурово-луково-ковыльковых, ковыльково-луково-баглуровых и других центральноазиатских пустынностепных сообществах. Он наиболее обычен в Восточной Гоби, Гобийской долине озер и Гобийском Алтае, на запад проникает в южную часть Котловины Больших Озер (Калинина, 1954, 1974; Умаров, Якунин, 1974; Юнатов, 1954, 1974; Евстифеев, Рачковская, 1977). *Allium polyrrhizum* ранее не отмечался в зональных сообществах сухих степей и лишь проникал в виде небольшой примеси к змеевково-тырсовым и змеевковым степям по экстразональным солонцевато-солончаковым понижениям (Карта растительности МНР, 1979; Кормоботаническая карта, 1981; Сухие степи МНР, 1984).

Впервые внедрение *Allium polyrrhizum* в зональные сухостепные сообщества были выявлены в 2008 г. на территории сомона Баян-Унджул в межгорной долине Шархан-Хундэй (участок 25) (табл. 1). В луково-эфедровом с однолетниками сообществе доминантом является другой инвазийный вид в сухих степях – кустарничек *Ephedra sinica*, подробно рассмотренный ранее в статье П.Д. Гунина с соавторами (2012). Содоминант *Allium polyrrhizum* формирует более 16 % от общей надземной массы (табл. 3).

Исследования, проведенные нами в 2009 г., показали, что на значительной части Среднегобийского аймака в подзоне сухих степей к настоящему времени сформировались монодоминантные луковые сообщества, в структуре которых на *Allium polyrrhizum* приходится более 80% общей надземной фитомассы. Этот процесс происходит на фоне угнетения коренных видов этих степей – злаков *Stipa krylovii, Koeleria cristata, Agropyron cristatum* и *Cleistogenes squarrosa*, участие которых в структуре сообщества по фитомассе составляет не более 3-20% (Гунин и др., 2010).

Детальные исследования луковых сообществ были проведены на стационаре в сомоне Дэлгэрцогт Среднегобийского аймака (табл. 3). Результаты показали, что изученные сообщества характеризуются обедненным видовым составом: на 100 м^2 отмечено не более 15 видов. В период

максимума вегетации проективное покрытие травостоя в изученных сообществах варьировало в пределах 8-12%, общие запасы надземной фитомассы – 14-74 г/м^2. В структуре сообщества преобладал лук, который формировал более 70% всей фитомассы. Злаки *Stipa krylovii*, *Agropyron cristatum*, *Cleistogenes squarrosa* встречались единично. С небольшим обилием в сообществах отмечен пустынно-степной вид – лук монгольский *Allium mongolicum*. Из других видов присутствуют карагана *Caragana leucophloea* и осока *Carex duriuscula*, полукустарничек *Artemisia adamsii*, многолетники *Convolvulus ammanii*, *Potentilla bifurca*, *Sibbaldianthe adpressa*. Одно-, двулетние виды формировали до 17% фитомассы. Коэффициент инвазийности в изученных луковых сообществах составляет 3-10.6, что свидетельствует о сильной и очень сильной нарушенности.

Таблица 3.Фитоценотические показатели луковых сообществ в Центральном (сомон Баян-Унджул, 2008 г.) и Среднегобийском (сомон Дэлгэрцогт, 2012 г.) аймаках. **Table 3.** Phytocoenotic characteristics of onion communities in Töv aimag (Bayan-Önjööl sum, 2008) and Dundgovi aimag (Delgertsogt sum, 2012).

Жизненная форма, вид	25		MG-X		MG-X-1		MG-X-2		MG-X-3		MG-X-4		DTS-3	
	а*	б**	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
Кустарники:														
Caragana leucophloea			0.3	5					1	1.9				
Кустарнички:														
Ephedra sinica	25	72.4												
Полукустарнички:														
Artemisia adamsii							0.7	1.7	0.8	1.5				
Reaumuria songarica													13.2	50.8
Salsola passerina													10.8	64
Многолетние травы: луки														
Allium mongolicum			0.2	0.2			0.1	0.1						
A. polyrrhizum	11	23.3	10	66.6	6.2	11.5	8.5	16.2	7.5	17.4	7.2	15.9	11.7	22.5
осоки														
Carex duriuscula					0.4	0.5					0.1	0.1	3.2	10.1
разнотравье														
Convolvulus ammanii					0.5	1					0.5	1	0.8	1.4
Potentilla bifurca					0.1	0.2	0.2	0.2						
Scorzonera divaricata			0.2	0.7										
Serratula centauroides	2	16.5												
Sibbaldianthe adpressa			0.3	0.7	0.3	0.4			0.6	1.1				
Одно-, двулетние травы:														
Artemisia pectinata					0.1	0.1								
A. scoparia													0.8	3.1
Bassia dasiphylla									0.1	0.1				
Chenopodium album, Ch. aristatum	7	29.1	0.1	0.3	0.6	0.6	0.8	1.5	1.5	2.9	2.8	3.4	0.6	2.2
Dontostemonin tegrifolius													2	3.2
Eragrostis minor													0.1	0.1
Итого:	45	141.3	11.1	73.6	8.1	14.3	10.3	19.7	11.5	24.9	10.6	20.4	43.2	157.4

Примечание: а* - проективное покрытие (%), б** - надземная фитомасса (г/м^2)

Динамику луковых сообществ рассмотрим на примере участка MG-X, расположенного на полого-наклонной равнине со среднемощными каштановыми легкосуглинистыми почвами со значительным участием щебня (табл. 4). В первый год наблюдений в 2009 г. здесь были отмечены самые низкие фитоценотические показатели за счет предыдущих сухих лет (2005–2008 гг.), когда годовое количество осадков не превышало 100 мм. Лук многокорневой формировал более 83% всей надземной массы. Весной 2011 г. здесь был огорожен участок для наблюдения за естественным восстановлением пастбищ. В первые два года принципиальных отличий в сообществах пастбища и заповеданного участка не наблюдалось. В 2011 г. сложились благоприятные условия для развития однолетнего вида *Chenopodium aristatum*. Доля *Allium polyrrhizum* составила более 50% от общей надземной массы. Максимальная надземная масса отмечена в 2012 г., когда за год выпало 226 мм осадков, и участие лука многокорневого в структуре сообщества по фитомассе составило более 90 %. На следующий год после ряда лет с благоприятными условиями увлажнения в сообществах возросла доля разнотравья. В составе видов сообщества в заповедном режиме впервые за пять лет отмечена *Stipa krylovii*. Доля лука многокорневого составила 69-79%.

Рефугиумами, из которых происходит распространение лука многокорневого в зональные сухостепные сообщества, являются солонцевато-солончаковые понижения. Одно из них с луково-реомюриево-воробьиносолянковым с однолетниками сообществом (точка DTS-3) было обследовано в 5 км к востоку от участка MG-X (табл. 3). Доминантами здесь являются пустынные полукустарнички – солянка воробьиная (*Salsola passerina*) и реомюрия джунгарская (*Reaumuria songarica*). *Allium polyrrhizum* находился в хорошем состоянии, на 1 м^2 отмечалось, в среднем, 34 экземпляра. Его проективное покрытие составило около 12%. В структуре надземной фитомассы *Allium polyrrhizum* формировал более 14%. С небольшим обилием отмечены *Convolvulus ammanii* и однолетники *Artemisia scoparia*, *Chenopodium album*, *Eragrostis minor*. Распространение *Allium polyrrhizum*, в основном, происходит за счет переноса семян разными видами позвоночных животных. Наибольшую роль в этом процессе играют многочисленные стаи мигрирующей копытки-саджи (*Syrrhaptes paradoxus* Pallas).

О возрасте сформировавшихся луковых сообществ можно судить по результатам биоморфометрических исследований. Было выявлено, что в популяции *Allium polyrrhizum* доминируют особи с количеством побегов: вегетативных 14–39 и генеративных 2–16, диаметром дерновин 3–9 см, что является показателями максимального развития популяции луков. Согласно закономерностям онтогенеза *Allium polyrrhizum*, подробно описанным Т.А. Поповой (1977) и В.А. Черемушкиной (2004), большая часть экземпляров лука находится в молодом и среднем генеративном состоянии (рис. 5). Данный факт позволяет с большим основанием говорить о сравнительной молодости сформированных сообществ (25-30 лет).

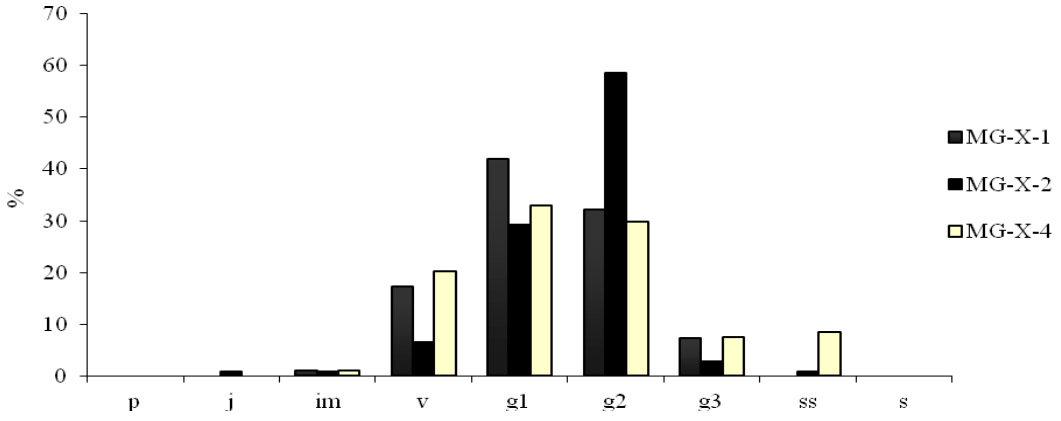
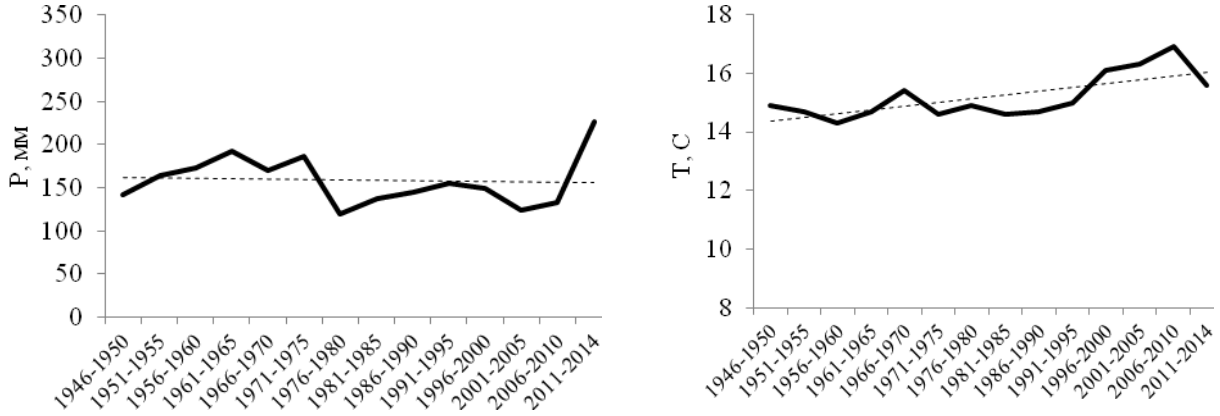


Рис. 5. Онтогенетическая структура популяции *Allium polyrrhizum* в растительных сообществах сухих степей:p – проросток, j – ювенильные особи, im – имматурные, v – виргинильные, g_1 – молодые генеративные, g_2 –средневозрастные генеративные, g_3 – старые генеративные, ss – субсенильные, s – сенильные. **Fig. 5.**Ontogenetic population structure of *Allium polyrrhizum* in dry steppe communities: p - seedling, j - juveniles, im - immature, v - virginal, g1 - young generative, g2 - middle-generative, g3 - old generative, ss – sub-senile, s - senile.

Дополнительным признаком, указывающим на современные процессы распространения лука многокорневого в автоморфных экосистемах сухих степей, является его полное отсутствие в экосистемах возвышенностей и останцовых гряд. Так, в обследованных ковыльно-холоднополынных сообществах с проективным покрытием 22.5 % и надземной фитомассой 118.2 г/м^2, занимающих подобные ландшафтные выделы, более 70 % фитомассы формирует *Artemisia frigida*, на *Stipa glareosa* приходится 22 %, а *Allium polyrrhizum* отсутствует совершенно.

Климатические данные метеостанции Мандал-Гоби, ближайшей к стационару, подтверждают процессы аридизации климата. Наиболее влажным годом за всю историю наблюдений был 1964 г., когда выпало 370 мм осадков, самым сухим – 1980 г. с 76.4 мм. В пятилетних циклах снижение осадков происходило в 1946–1950 гг., 1976–1990 гг., 1996–2010 гг. (124–149 мм), более влажными были 1951–1975 и 1991–1995 гг. и в последние 4 года (155–227 мм). Изменения этого показателя характеризуется отрицательным трендом (рис. 6 А). Самые длительные засушливые периоды здесь отмечены в 1974–1981гг. и 2004–2008 гг. Самым теплым был 2007 г. (4.5°С), самым холодным – 1947 г. (-0.5°С). В среднем температура вегетационного периода составляет 15.2°С. В ее многолетней динамике, а также по пятилетним циклам отмечены положительные тренды за счет длительного периода с превышением температур по отношению к среднемноголетнему значению, начиная с 1996 по 2014 гг. (рис. 6 Б).



А Б

Рис 6. Динамика средних за 5 лет значений годового количества осадков (А) и средней за вегетационный период (май-сентябрь) температуры на метеостанции Мандал-Гоби. **Fig. 6.** Dynamics of the average 5-year annual precipitation values (A) and average temperature during the vegetative period (May-September) (Б) at Mandalgovi weather station.

Известно, что особенностью дерновинных злаков и плотнодерновинных луков является способность переносить неблагоприятные условия увлажнения в состоянии покоя (Бобровская, Никулина, 2013; Слемнев и др., 1983). В связи с этим нами было предпринято изучение состояния покоящихся дерновин злаков (*Stipa krylovii, Cleistogenes squarrosa*) и луков (*Allium polyrrhizum*) в луковых сообществах. Анатомическое изучение корней показало, что у *Stipa krylovii* мертвыми оказались 47.4 % исследованных дерновин, *Cleistogenes squarrosa* – 62, *Allium polyrrhizum* – всего 7.6 %. Таким образом, можно утверждать, что лук многокорневой обладает более высокой, по сравнению с коренными обитателями сухих степей – дерновинными злаками, способностью переносить длительное время в состоянии покоя засуху и связанный с ней ограниченный влагозапас.

Способность *Allium polyrrhizum* переносить засушливые периоды обусловлена его биологическими особенностями. Он удерживает и сохраняет атмосферную влагу благодаря мощной и хорошо развитой дерновине, которая по своей массе превышает надземные части растения более чем в 2 раза. Корневая система содержит толстые шнуровидные корни с хорошо развитой водоносной паренхимой, является поверхностно расположенной (на глубине до 30 см), причем большая часть подземных органов сосредоточена в верхних 10 см почвы. Масса корневой системы превышает массу надземной части в 68 раз (табл. 5). Поэтому *Allium polyrrhizum* обладает быстрой реакцией даже на

незначительные осадки, что позволяет ему в периоды малой влагообеспеченности поддерживать свой жизненный потенциал (Попова, 1977; Бобровская, Попова, 1978).

Таблица 5. Фитомасса *Allium polyrrhizum* в луковом сообществе (MG-X). **Table 5.** *Allium polyrrhizum* phytomass in the onion community (MG-X).

Части фитомассы		Вес, г/м^2
Надземная		44.4
Приповерхностно-подземная		100.0
Подземная		3015.2
горизонт, см	фракция, мм	
2-10	>1.0	2068.0
	0.5-1.0	84.0
	0.25-0.5	128.0
	<0.25	121.6
	Всего	2401.6
10-20	>1.0	349.2
	0.5-1.0	13.6
	0.25-0.5	14.8
	<0.25	16.4
	Всего	394.0
20-30	>1.0	164.0
	0.5-1.0	12.8
	0.25-0.5	24.4
	<0.25	18.4
	Всего	219.6
Общая фитомасса		3159.6

Физиологические и структурные особенности листьев лука многокорневого позволяют ему в благоприятные влажные периоды быстро наращивать биомассу и размеры фотосинтетического аппарата. Быстрый рост обеспечивается способностью лука к высокому уровню ассимиляции CO_2 при благоприятных условиях увлажнения. Так, нами зафиксированы максимальные значения фотосинтеза этого растения до 50-60 мкмоль CO_2/(м^2*с). Это значительно выше, чем у других нативных видов, исследованных в тот же момент времени (табл. 6). Однако при падении влажности воздуха у лука происходит резкое снижение скорости фиксации CO_2, что связано с необходимостью экономии воды для поддержания тургора тканей (Слемнев, Цоож, 1988). Листья лука имеют большие размеры клеток хлоренхимы – до 50 тыс. мкм^3 и более, что в 5-10 раз превышает размеры фотосинтетических клеток большинства других видов-доминантов степей. Крупные размеры клеток позволяют, с одной стороны, в благоприятных условиях осуществлять быстрый рост листьев растяжением, а с другой, в условиях засухи обеспечивают способность накапливать и удерживать воду и переносить засушливые периоды.

Таким образом, особенности строения и функционирования фотосинтетического аппарата *Allium polyrrhizum* обеспечивают ему возможность переносить достаточно длительные засушливые периоды, а также быстро реагировать на кратковременные влажные периоды. Это позволяет луку занимать территории, освобождающиеся в результате гибели конкурирующих видов из-за засух или перевыпаса.

Другой причиной распространения луковых сообществ является отмеченное нами субаэральное подщелачивание поверхностных горизонтов почвы в степных экосистемах до щелочной и сильнощелочной среды (pH - от 8.5 до 9.5) (Гунин и др., 2010). Этот процесс обусловлен усилением в последние годы ветровой активности и выносом солей на платообразные равнины из упомянутых выше солоцевато-солончаковых депрессий. Сильно щелочная среда неблагоприятна для большинства мезофильных и мезоксерофильных степных и сухостепных злаков. К такой обстановке наиболее приспособлены типично пустынные ксерофиты и галофиты, в том числе и *Allium polyrrhizum*,

который можно отнести к типичному гемиксерофиту или мезоксерофиту, адаптированному к обитанию в условиях поверхностного засоления почвогрунтов (Евстифеев, Рачковская, 1977).

Таблица 6. Ассимиляция CO_2 некоторыми широко распространенными степными видами растений.
Table 6. CO_2 assimilation by some widespread steppe plant species.

Вид	Ассимиляция CO_2, мкмоль $CO_2/(м^2*с)$
Allium polyrrhizum	55.0
Agropyron cristatum	23.1
Caragana leucophloea	23.9
Carex duriuscula	20.1
Leymus chinensis	22.7
Stipa krylovii	16.8

Заключение

В результате проведенных исследований были выявлены региональные особенности трансграничного взаимодействия ландшафтов бассейна озера Байкал и Центральноазиатского бессточного бассейна, протекающих в условиях аридизации климата и усиления антропогенного пресса. Характер дигрессионных процессов в западной оконечности бассейна озера Байкал во многом обуславливается особенностями почвенного покрова, в частности, значительным распространением песчаных массивов, интенсивной дефляцией песков, а также накоплением и переносом песчаных отложений в долинах рек. Вынос песка из пустынных ландшафтов Котловины Больших озер создает благоприятную среду для развития караганы Бунге (*Caragana bungei*), которая активно внедряется под полог лиственничников по песчаным «языкам», отлагающимся на подветренных склонах гор и речных долин. В результате этих процессов в лесостепях на территории Завханского аймака произошло формирование карагановых сообществ. Этот вид кустарника может представлять собой серьезную угрозу, препятствующую возобновлению лиственничных лесов Монголии, произрастающих в жестких условиях существования ввиду недостатка влаги и питательных элементов, резких колебаний погоды, пастбищного пресса, пожаров, незаконных рубок, вспышек насекомых-вредителей.

В сухих степях у южной границы бассейна озера Байкал в результате подщелачивания верхних горизонтов почвы в сильно деградированных в результате интенсивной пастбищной нагрузки и длительной аридизации климата зональных ценозах происходит формирование обедненных монодоминантных луковых сообществ из *Allium polyrrhizum.* Распространение этого вида в растительных сообществах сухих степей приводит не только снижению кормовой ценности этих пастбищ, но и к полной непригодности для выпаса скота в период вегетации в виду высокого содержания токсичных веществ (Buyantogtokh et al., 2009).

На основе анализа эколого-физиологических особенностей *Caragana bungei* и *Allium polyrrhizum* определена их высокая степень адаптации к аридизации природной среды. Значительное преобладание этих видов в структуре растительных сообществ позволяет сделать вывод о длительных и широко распространенных инвазийных сукцессиях и охарактеризовать этот процесс как особую форму опустынивания, представляющую собой большую опасность с точки зрения сохранения флористико-фаунистического разнообразия и дальнейшего использования природного потенциала трансграничных экосистем бассейна озера Байкал и Центральноазиатского бессточного бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бажа С.Н., Гунин П.Д., Данжалова Е.В., Казанцева Т.И. 2008. Диагностические показатели пастбищной дигрессии степных растительных сообществ Монгольской биогеографической провинции Палеарктики // Поволжский экологический журнал. № 4. С. 251-263.

Бажа С.Н., Востокова Е.А., Гунин П.Д., Дугаржав Ч., Данжалова Е.В., Воробьев К.А., Прищепа А.В., Петухов И.А. 2013. Геоинформационное картографирование наземных экосистем бассейна Селенги на примере модельных участков. Методические рекомендации // Биологические ресурсы и природные условия Монголии: Тр. Совместной Российско-Монгольской

комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ. Т. 61. Отв. ред. Е.А. Востокова, Ю.И. Дробышев. М.: Россельхозакадемия. 109 с.

Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятов А.Г. 2000. Основы микротехнических исследований в ботанике. М.: Изд-во МГУ. 127 с.

Бобровская Н.И., Никулина Р.И. 2013. Особенности водного режима доминантов центральноазиатских степных и пустынных сообществ (Монголия) // Ботанический журн. Т. 98. № 2. С. 219-230.

Бобровская Н.И., Попова Т.А. 1978. Сравнительная экофизиологическая и биолого-морфологическая характеристика *Allium polyrrhizum* Turcz., *A. mongolicum* Regel. // Проблемы освоения пустынь. № 1. С. 65-69.

Высоцкий К.К. 1962. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат. 177 с.

Горшкова А.А., Гринева Н.Ф., Журавлева Н.А., Копытова Л.Д., Лукина И.А., Спивак А.И. 1977. Экология и пастбищная дигрессия степных сообществ Забайкалья. Новосибирск: Наука. 192 с.

Грубов В.И. 1982. Определитель сосудистых растений Монголии. Л.: Наука. 442 с.

Губанов И.А. 1996. Конспект флоры Внешней Монголии (сосудистые растения). М.: «Валанг». 136 с.

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. № 2. С. 65-75.

Гунин П.Д., Бажа С.Н., Данжалова Е.В., Дмитриев И.А., Дробышев Ю.И., Казанцева Т.И., Микляева И. М., Огуреева Г.Н., Слемнев Н.Н., Титова С.В., Ариунболд Э., Батцэрэн Ц., Жаргалсайхан Л. 2012. Распространение *Ephedra sinica* в экосистемах сухих степей Восточной и Центральной Монголии // Аридные экосистемы. Т. 18. № 1. С. 18-25.

Гунин П.Д., Бажа С.Н., Данжалова Е.В., Дробышев Ю.И., Микляева И.М. 2014. Биологические процессы опустынивания степных и лесостепных экосистем в трансграничных ландшафтах бассейна Байкала и Центральной Азии// Мат. Моск. гор. отделения РГО. Биогеография. Вып. 18. М.: Издательский дом Типография РАСХН. С.40-49.

Гунин П.Д., Бажа С.Н., Данжалова Е.В., Дробышев Ю.И., Казанцева Т.И., Цэрэнханд Г. 2014. Инвазионные сукцессии как индикатор опустынивания экосистем сухих степей Монголии // Опустынивание Центральной Азии: оценка, прогноз, управление. Мат. I Межд. конф. Астана. С. 185-193.

Доржсурэн Ч. 2009. Антропогенные сукцессии в лиственничных лесах Монголии. М.: Изд-во Россельхозакадемии. 260 с.

Евстифеев Ю.Г., Рачковская Е.И. 1977. О приуроченности *Allium pollyrrhizum* Turcz. к почвенно-грунтовым условиям // Ботанический. журн. Т. 62. № 5. С. 684-690.

Еникеев А.Г., Высоцкая Е.Ф., Леонова Л.А., Гамбург К.З. 1995. Об использовании 2,3,5-трифенилтетразолий хлорида для оценки жизнеспособности культур растительных клеток // Физиология растений. Т. 42. № 3. С. 423-426.

Иванова Л.А., Иванов Л.А., Ронжина Д.А., Цэрэнханд Г., Цоож Ш., Бажа С.Н. 2012. Листовые параметры и биомасса кустарников лесостепи Монголии в связи с их экологическими свойствами // Аридные экосистемы. Т. 18. № 1 (50). С. 60-71.

Калинина А.В. 1954. Стационарные исследования пастбищ МНР. Тр. Монг. комиссии АН СССР. М.-Л. Вып. 60. 124 с.

Калинина А.В. 1974. Основные типы пастбищ Монгольской Народной Республики. Л.: Наука. 184 с.

Карта растительности МНР. 1979. М-б 1:1 500000 / Ред. Лавренко Е.М. М.: ГУГК.

Кормоботаническая карта МНР. 1981. М-б 1: 1 000 000. М.: ГУГК.

Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. 1991. Степи Евразии. Л.: Наука. 144 с.

Медведев Я.М. 1884. К изучению о влиянии света на развитие древесных стволов // Лесной журнал. № 5-6. С. 326-373.

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

Попова Т. А. 1977.О биологии плотнодерновинных луков (*Allium polyrhizum* Turcz. ex Regel, *Allium bidentatum* Fish. ex Prokh.) Монголии // В сб.: Проблемы экологии, геоботаники, географии и флористики. Л.: Наука. С. 165-172.

Слемнев Н.Н., Болд Д., Казанцева Т.И., Федорова И.Т., Якунин Г.Н. 1983. Опыт повышения продуктивности пастбищ остепненных пустынь в Заалтайской Гоби (МНР) // Ботанический журн. Т. 68. № 11. С. 1533-1538.

Слемнев Н.Н., Цоож Ш. 1988. Дневные и вегетационные изменения фотосинтеза растений // Пустыни Заалтайской Гоби: Характеристика растений-доминантов / Под ред. Гамалея Ю.В., Гунина П.Д., Камелина Р.В., Слемнева Н.Н. Л.: Наука. С. 142-159.

Сухие степи Монгольской Народной Республики: природные условия (сомон Унжул) / Под ред. Лавренко Е.М.. Л.: Наука. 1984. 167 с.

Умаров К.У., Якунин Г.Н. 1974. Характеристика бурых пустынно-степных почв Булганского стационара // В сб.: Структура и динамика степных и пустынных экосистем МНР. Л. С. 11-25.

Черемушкина В.А. 2004. Биология луков Евразии. Новосибирск: Наука. 278 с.

Экосистемы бассейна Селенги. Под ред. Гунина П.Д., Востоковой Е.А. М.: Наука. 2005. 358 с.

Юнатов А.А. 1954. Кормовые растения пастбищ и сенокосов МНР. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 351 с.

Юнатов А.А.1974. Пустынные степи Северной Гоби в Монгольской Народной Республике. Л. 132 с.

Bazha S.N., Gunin P.D., Danzhalova E.V., Drobyshev Yu.I., Prishcepa A.V. 2012. Pastoral degradation of steppe ecosystems in Central Mongolia // M.J.A. Werger and M.A. Staalduinen (eds.), Eurasion Steppes. Ecological problems and livelihoods in a changing world / Plant and vegetation 6. Springer Science+Business Media B.V. P. 289-319.

Buyantogtokh Ch., Oyuntsetseg G.2009. Influence of desertification on new current issues of endemic diseases in Mongolia // Int. Symposium “Mongolian ecosystems and desertification”. Ulaanbaatar. P. 71.

REGIONAL FEATURES OF DESERTIFICATION PROCESSES OF ECOSYSTEMS ON THE BOARD OF BASIN OF BAIKAL AND CENTRAL ASIAN INTERNAL DRAINAGE BASIN

© 2015. P.D. Gunin*, S.N. Bazha*, E.V. Danzhalova*, Yu.I. Drobyshev*, L.A Ivanov, L.A Ivanova**, T.I. Kazantseva***, S.V. Migalina**, I.M. Miklyaeva****, D.A. Ronzhina**, E. Ariunbold*****, S. Khadbaatar******, Sh. Tsooj*****, G. Tserenkhand*******

**A.N. Severtsov Institute for Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences*
Russia, 119071 Moscow, Leninskyi prospect, 33. E-mail: monexp@mail.ru,
*** Botanical garden, Ural branch of Russian Academy of Sciences*
Russia, 620144 Ekaterinburg, 8th Match str., 202a. E-mail: leonid.ivanov@botgard.uran.ru
****V.L. Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences*
Russia, 197376 Saint-Petersburg, Prof. Popova str., 2. E-mail:bulgancum@gmail.com
***** M.V. Lomonosov Moscow State University, Department of Geography*
Russia, 119992 Moscow, Leninskye Gory, MSU. E-mail: inessa-miklyaeva@yandex.ru
******Institute of Botany, Academy of Science of Mongolia*
Mongolia, 210351 Ulaanbaatar, Zhukov avenue, 77. E-mail: er_ariunbold@yahoo.com
*******Mongolian State University of education*
Mongolia, 210648 Ulaanbaatar, Peace avenue, Baga-toiruu, 14. E-mail: hadbaatar@mail.ru

The article describes the regional features of ecosystem desertification in southern periphery of the Lake Baikal basin, which are in the zone of cross-border interaction between the southern Siberian and Central Asian internal drainage basin landscapes. The nature of such interactions was identified as invasive, associated with the penetration of the desert-steppe plant species: *Caragana bungei* – to larch forests, and *Allium polyrrhizum* – to dry steppes. Using ecological and physiological analysis of these species characteristics the high degree of species adaptation to modern arid climate was identified. Significant predominance of *Caragana bungei* and *Allium polyrrhizum* in the current structure of plant communities allows to determine a long-term and widespread invasive succession, and to characterize this process as a specific form of desertification.

Keywords: desertification, aridization, *Caragana bungei, Allium polyrrhizum*, invasive succession, steppe, dry steppe, Baikal basin, Central Asian internal drainage basin.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №3 (64), с. 23-32

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 528:634.958

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ОПУСТЫНИВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ[1]

© 2015 г. К.Н. Кулик, А.С. Рулев, В.Г. Юферев

Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт
Россия, 400062 Волгоград, пр-т Университетский, д. 97.
E-mail: vyuferev1@rambler.ru

Поступила 19.11.2014

Изучена динамика очагов опустынивания земель Астраханской области на основе геоинформационного картографирования очагов опустынивания. Созданы аналитические карты их пространственного размещения. Проведен корреляционный анализ изменения количества и площади очагов опустынивания по тестовым районам (полигонам). Разработана модель прогноза изменения очагов опустынивания по классам размеров их площади.

Ключевые слова: опустынивание, динамика, деградация, моделирование, картографирование, космические снимки, геоинформационные системы, очаги, площадь, корреляция, регрессия, анализ

Введение

Изменение площади опустынивания и в целом деградации природных комплексов на территории Астраханской области, которое является ярким примером негативных последствий воздействия природных и антропогенных факторов на ландшафты полупустынь, рассмотрено нами в опубликованной работе (Кулик и др. 2013).

Ландшафты исследуемой территории относятся к относительно молодой морской равнине, с мощностью почвенных горизонтов не превышающих 30-40 см. В основном это плоские и волнисто-равнинные ландшафты с комплексной полынно-злаково-ромашниковой(*Tanacetum alhemilliefolium - Gramíneae – Artemisia lerchiana*) растительностью на светло-каштановых и бурых суглинистых и глинистых почвах в комплексе с солонцами с чернополынниками (*Artemisia pauciflora)*, а также ландшафты с бугристыми слабо- и среднезаросшими песками с барханами, белополынно-однолетниковой растительностью, джузгуном безлистным (*Calligonum aphyllum*) и овсом песчаным (*Artemisia lerchiana – Leymus arenarius*). Здесь также имеют распространение бугристо-грядовые ландшафты "бэровских" бугров с белополынно-прутняковыми (*Kochia prostrata-Artemisia lerchiana*) сообществами на бурых солонцеватых и солончаковатых супесчаных почвах (Кулик и др. 2013).За очаги опустынивания приняты участки территории, с проективным покрытием растительности менее 10%, значительно меньше. Здесь растительный покров сильно разрежен и представлен преимущественно сорными однолетниками с широкой экологией: *Ceratocarpus arenarius*(рогач песчаный, или эбелек), *Anisantha tectorum* (неравноцветник кровельный), *Alyssum desertorum* (бурачок пустынный), *Lepidium perfoliatum* (клоповник пронзеннолистный). Встречается многолетний вид – *Poa bulbosa* (мятлик луковичный).

Оценка деградации земель основывается на математическом и пространственном описании процессов изменения экологического состояния (Гунин и др., 2009, 2010, 2012) с составлением тематических карт по существующим видам и уровням деградации ландшафтов, а также прогнозных карт экологического состояния ландшафтов.

Наиболее значимым фактором, определяющим динамику опустынивания ландшафтов, является интенсивность выпаса скота, особенно овец. В последние годы наблюдается рост поголовья, причем

[1]Поддержана РФФИ, грант № 14-45-01606

по имеющимся данным (http://www.astrobl.ru, http://astrastat.gks.ru) поголовье овец и коз с 2002 по 2010 год увеличилось более чем в 2 раза, что, соответственно, приводит к увеличению нагрузки на пастбищные ландшафты. Несомненный интерес, для дальнейшего исследования представляет выявления участков устойчивого многолетнего опустынивания, и участков с переходными (колебательными) процессами. Также представляет несомненный интерес динамика опустынивания и деградации в рассматриваемых ландшафтах не только по изменению общей площади опустыненных земель, но и по величине и количеству очагов опустынивания, которые представляют собой участки поверхности с проективным покрытием травянистых растений менее 10%, а также их приуроченность к определенным ландшафтам в пространственно-временном аспекте.

Объекты и методы

Для исследования динамики опустынивания территория Астраханской области была условно разделена на 8 полигонов (тестовых участков исследуемой территории), выбор которых (рис. 1) был обусловлен особенностями ландшафта, почв, количеством очагов опустынивания и их общей площадью (Кулик и др., 2013). Краткое ландшафтное описание полигонов приведено в таблице 1.

Каждый полигон был исследован с использованием оригинальной геоинформационной технологии для определения и описания очагов опустынивания и деградации (Рулев и др. 2011) и запатентованного способа определения состояния пастбищ, подверженных деградации (Юферев и др., 2008).

В зависимости от размеров площади (в га) очаги были распределены по 4 классам (Кулик и др., 2013): 1 – 1-10, 2 – 10-100, 3 – 100-1000 и 4 – более 1000.

Рис. 1. Выбор полигонов на основе ГИС – анализа картографических слоев.**Fig. 1**. The choice of polygons, based on the GIS - analysis of the map layers.

В 2007 – 2010 гг.в очагах опустынивания проводились полевые исследования. Оценивались: проективное покрытие фитоценозов, исследовались почвенные условия, в результате чего были разработаны полевые фотоэталоны участков территории с различными уровнями деградации. На

Таблица 1. Краткое описание ландшафтов полигонов (рис.1). **Table 1**. The brief description of the landscape polygons (fig 1).

По-ли-гон	Характеристика ландшафта	Растительность	Основные типы почв	Координаты центра	
				северная широта, гр	восточная долгота, гр
1	Плоские и волнисто-равнинные ландшафты с ложбинами, западинами и микропонижениями	полынно-злаково-ромашниковая *(Artemisia lerchiana-Artemisia pauciflora-Gramíneae- Tanacetum alchemilliefolium)*	светло-каштановые и бурые суглинистые и глинистые в комплексе с солонцами	48.49	46.15
2	Плоские и волнисто-равнинные ландшафты с ложбинами, западинами и микропонижениями	полынно-злаково-ромашниковое (*Artemisia lerchiana-Artemisia pauciflora-Gramíneae- Tanacetum alchemilliefolium),* белополынно-прутняковое (*Artemisia lerchiana-Kochia prostrata*) сообщества	светло-каштановые и бурые полупустынные солонцеватые и солончаковатые суглинистые и супесчаные, пески слабогумусированные	47.92	46.94
3	Бугристо-грядовые ландшафты "бэровских" бугров Бугристые слабозаросшие пески с барханными комплексами, озерно-соровыми понижениями и котловинами	белополынно-прутняковое (*Artemisialerchiana - Kochiaprostrata*), псаммофильные и солянковые сообщества.	бурые полупустынные солонцеватые и солончаковатые суглинистые и супесчаные, пески слабогумусированные	47.20	47.95
4	Бугристые слабо- и среднезаросшие пески с барханными комплексами	белополынно-однолетниковые сообщества (*Artemisia lerchiana-Leymus arenarius),* с участием джузгуна (*Calligonum aphyllum*) по разбитым участкам.	пески слабогумусированные с солончаками луговыми, пески слабогумусированные	46.77	48.638
5	Бугристо-грядовые ландшафты "бэровских" бугров	белополынно-прутняковое (*Artemisia lerchiana-Kochia prostrata*) сообщества	бурые солонцеватые и солончаковатые супесчаные.	46.43	47.25
6	Бугристые слабо- и среднезаросшие пески с барханными комплексами	белополынно-однолетниковые сообщества (*Artemisia lerchiana, Leymus arenarius*), с участием джузгуна (*Calligonum aphyllum*) по разбитым участкам.	бурые полупустынные солонцеватые и солончаковатые суглинистые и супесчаные, пески слабогумусированные	46.88	47.24
7	Плоские и волнисто-равнинные ландшафты	полынно-злаково-ромашниковая (*Artemisia lerchiana - Gramíneae- Tanacetum alhemilliefolium*)	светло-каштановые и бурые суглинистые и супесчаные, солонцеватые и засоленные, солонцы полупустынные.	47.59	46.30
8	Плоские и волнисто-равнинные ландшафты с ложбинами, западинами и микропонижениями.	полынно-злаково-ромашниковая (*Artemisia lerchiana - Gramíneae- Tanacetum alhemilliefolium*)	светло-каштановые и бурые суглинистые и глинистые почвы солонцеватые и засоленные в комплексе с солонцами кашт.	48.20	45.56

основании результатов полевого эталонирования проводилось по космоснимкам было выполнено камеральное дешифрирование и создана база данных размерности и категории опустынивания.

В основу принятого методического подхода положено то, что очаги опустынивания (при предварительном дешифрировании космоснимков мы к ним относим участки поверхности, имеющие проективное покрытие менее 10%, независимо от причины их появления, с учетом территорий, пройденных пожарами, которые выделяются в отдельную группу) с достаточной детализацией(разрешение исходного космоснимка от 1 м) находят отображаение на космоснимках (рис. 1), а временные ряды их характеристик описывают пространственно-временные закономерности изменения (Виноградов Б.В., 1984). Исходя из этих позиций, космоснимки являются, в определенном смысле, отражением экологического состояния ландшафтов. Применение ГИС-технологий для обработки и анализа космоснимков, дает возможность определить не только величину очагов опустынивания, но и географически точно установить их положение в пространстве, а также разработать картографические слои концентрации очагов опустынивания разной размерности на территории Астраханской области (Юферев и др., 2010).

Результаты исследований и их обсуждение

В результате геоинформационного анализа данных по пространственному распределению очагов опустынивания – территорий, соответствующих уровню деградации "бедствие", установлено (рис. 2), что их суммарная площадь к 2010 году увеличилась до 764.6 тыс. га. Принимая во внимание возрастание нагрузки на пастбища за счет роста поголовья скота (рис. 3), в первую очередь, овец и коз (от 695.6 тыс. голов в 2002 году до 1406.1 тыс. голов в 2010) и цикличность увлажнения (динамика осадков приведена на рисунке 4), проведены исследования динамики очагов опустынивания. Учитывая то, что восьмилетний линейный тренд выпадения осадков, направлен в сторону их уменьшения на 3 мм, а циклы увлажнения носят периодический характер с периодом 3 года, и при этом корреляция количества осадков с ростом площади очагов опустынивания – 0.94, что показывает весьма высокую отрицательную корреляционную связь между ними. Логично, что при уменьшении увлажнения, идет рост площади очагов.

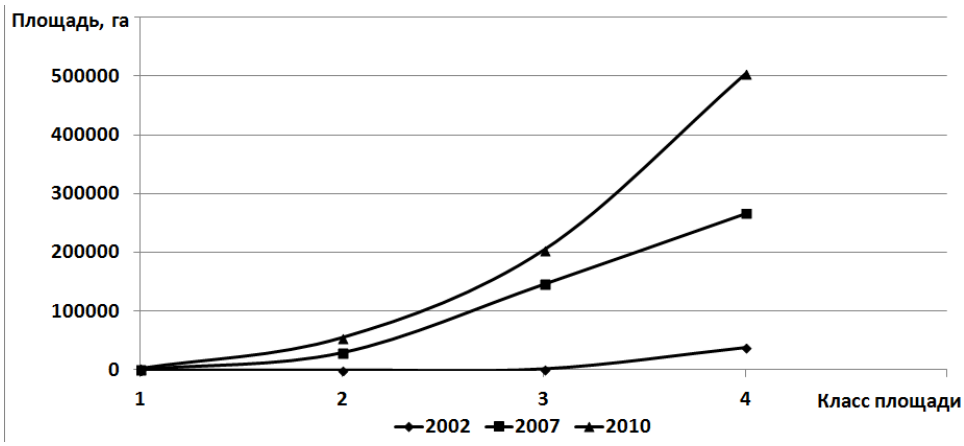


Рис. 2. Динамика площади очагов опустынивания по классам. **Fig. 2**. The dynamics of the area seats of desertification by class.

Установлено также, что коэффициент корреляции поголовья и площади очагов опустынивания, который равен 0.75, показывает высокую тесноту корреляционной связи. То есть, увеличение поголовья овец и коз приводит к увеличению площади очагов опустынивания.

Оказалось, что по 1 классу площади очагов опустынивания в 2007 г. их общая площадь несколько снизилась по сравнению с 2002 г. в 1.7 раза, но уже в 2010 году по сравнению с 2002 годом увеличилась в 4.7 раза. Прирост же площади за последние 3 года составил 789 %,. Такая динамика, если учесть и увеличение количества очагов в этом классе более чем в 10 раз в 2010 г. по сравнению с 2007 г., позволяет сделать вывод о увеличении, как количества, так и площади первичных очагов опустынивания за последние три года. Очевидно, что это связано как с ростом поголовья овец и коз, которое увеличилось на этой территории практически в 2 раза по сравнению с 2002 г., так и с общей тенденцией снижения количества осадков.

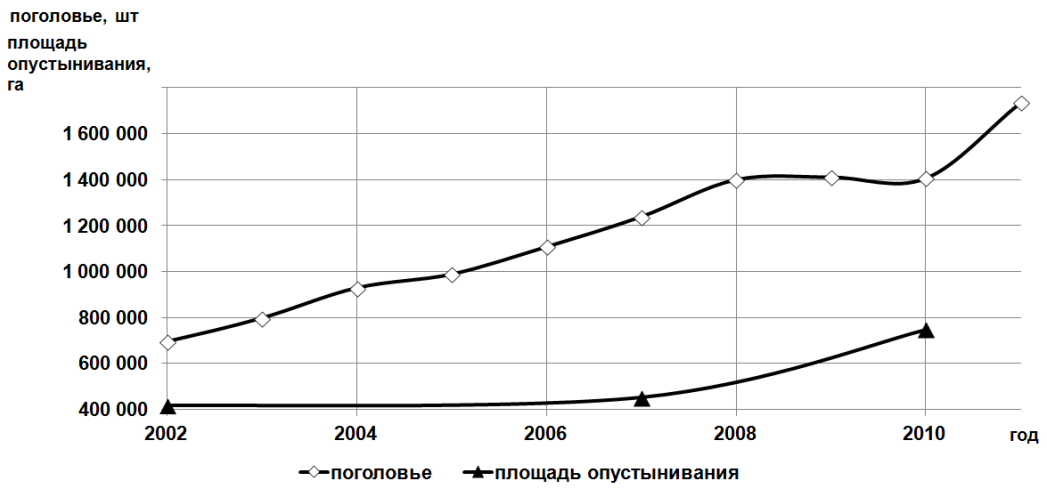


Рис. 3. Динамика поголовья овец и коз. **Fig. 3**. The dynamics of the livestock of sheep and goats.

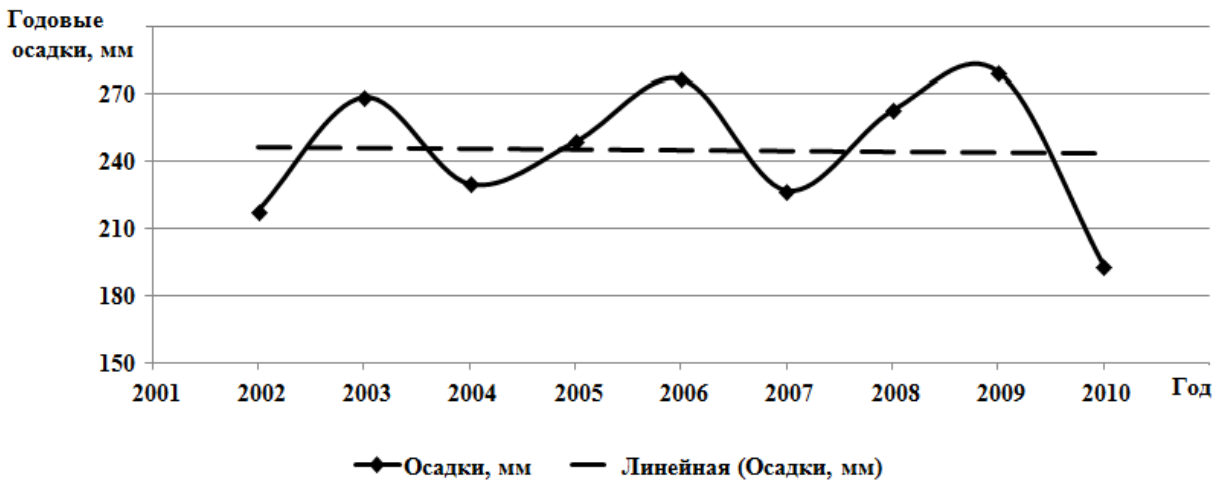


Рис. 4. Динамика годовых осадков. **Fig. 4**. The dynamics of the annual precipitation.

Во 2 и 3 классах в 2010 г. произошло увеличение количества очагов опустынивания соответственно в 2 и 1.5 раза по сравнению с 2007 г. Эта ситуация обусловлена превышением критической площади в каждом классе размерности очагов (от 80-100 га), (Кулик, 2004). При этом очаги переходят в устойчивое состояние опустынивания, при котором проективное покрытие не восстанавливается.

При анализе изменений в 4 классе размерности очагов опустынивания установлено, что их количество возросло в 2010 г. более чем в 2 раза по сравнению с 2002 г. При этом прирост площади очагов опустынивания за пять лет, с 2002 г. по 2007 г. составил 0.15% от площади исследуемой территории, а за три года с 2007 по 2010 – уже 2%. Общая площадь опустыненных земель в 4 классе размерности составила 503386.38 га.

Как видим, за последние три года произошло резкое ускорение увеличения площадей опустыненных земель по всем классам их размерности. Можно предположить, что стабильно большое поголовье овец и коз в период с 2007 г. по 2010 г.является одной из основных причин проявления опустынивания в Астраханской области.

Интерес представляет изучение географического распределения очагов опустынивания, осуществленное с использованием векторных картографических моделей реализованных в программном комплексе Surfer. В итоге были разработаны карты распределения очагов опустынивания на территории Астраханской области по общему количеству и суммарной площади (рис.5).

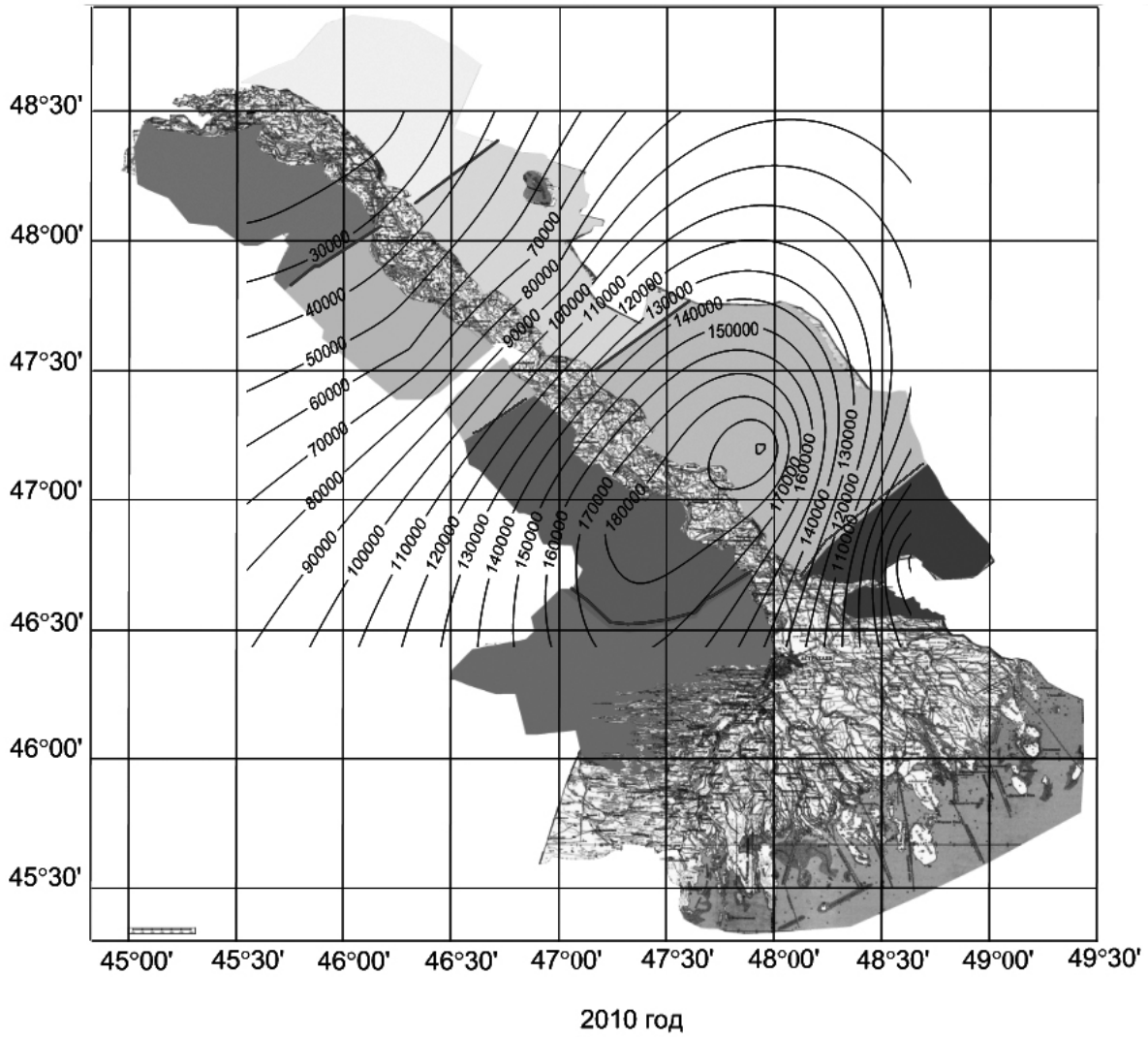


Рис. 5. Картографический слой –распределение площади очагов опустынивания в 2010 г. **Fig. 5.** The Map's layer – allotment area of the seats of desertification in 2010.

Анализ разработанных карт дает возможность выявить координаты концентрации и динамику изменения очагов опустынивания по количеству и по площади. Например, анализ корреляции числа очагов и их общей площади по полигонам показывает, что в 2002 году такая площадь в целом соответствует количеству очагов опустынивания с коэффициентом корреляции 0.725.

К 2007 году произошло изменение распределения площади очагов опустынивания по полигонам. При этом коэффициент корреляции между количеством очагов и их площадью составил 0.543, что говорит о существенной связи между ними, при этом коэффициент корреляции по количеству между 2002 и 2007 годами, составил 0.545, а коэффициент корреляции по площади составил 0.707.

По картам, проведена оценка изменения распределения очагов опустынивания по полигонам. Стабильно высокими значения остаются для полигона №3 (рис.1), где общее количество очагов увеличилось с 2002 г., практически в 4 раза (в 2007 г. было отмечено снижение на 20%.). Однако,площадь охваченная опустыниванием на этом полигоне,затем постоянно возрастала и к 2010 г. увеличилась в 2.5 раза. То же можно сказать о полигонах №№ 5 и 6 где суммарные площади опустыненных земель по всем классам к 2010 г.увеличились в 1.9 и 3.2 раза соответственно.

Исследование изменения количества очагов опустынивания, разделенных на классы площади, дает возможность выявить изменения в их соотношении и проследить динамику их пространственной локализации. Результаты исследования распределения количества очагов по состоянию на 2002, 2007 и 2010 годы по 4 классам размерности площадей приведены в таблице 2.

Таблица 2. Распределение количества очагов опустынивания. **Table 2.** The distribution of the number of desertification seats.

Год	2002				2007				2010			
Полигон	Класс площади											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	5	49	24	2	1	43	26	3	4	79	35	2
2	17	68	31	8	7	123	27	4	9	148	100	15
3	18	103	107	5	5	69	83	28	153	553	184	29
4	6	28	34	5	0	36	34	6	129	214	41	8
5	8	61	53	3	0	25	112	19	13	134	93	24
6	6	52	22	6	7	160	106	3	1	81	95	27
7	5	71	113	7	13	119	22	2	55	207	71	10
8	8	143	131	16	4	75	65	4	21	110	34	0

Разработанные по этим данным карты с помощью изолиний распределения количества очагов опустынивания на исследуемой территории по классам размеров площадей 1 и 3, дают представление о концентрации очагов и их количестве по годам исследований. Очевидно преобладание количества очагов всех классов на полигонах 3, 4 и 5, 6. В 2010 г. отмечается рост количества очагов по всем классам. При этом наблюдается устойчивое положение максимальной концентрации очагов опустынивания классов 1 и 3 на полигонах 3 и 6, при общем увеличении числа таких очагов по полигону 3 в 1.8 раза, по полигону 6 в 5 раз.

Корреляционный анализ изменения количества очагов опустынивания (по таблице 2) показал, что в целом значение корреляции, приведенное в таблице 3, достаточно высокое. Около 79% коэффициентов корреляции имеют значение более 0.57 и только 21% ниже 0.5. То есть, можно отметить устойчивую связь происходящих изменений количества очагов в полигонах 1, 2, 3, 5 и 7за 8 лет. Причем 3 коэффициента корреляции с относительно низкими значениями относятся к полигону № 8, при сопоставлении с полигонами №№ 3, 4 и 6. Наиболее слабая корреляционная связь отмечается между полигонами № 4 и 6.

Таблица 3. Корреляция количества очагов опустынивания на полигонах. **Table 3.** Correlation of the number of seats of desertification on polygon.

Полигон	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1							
2	0.921	1						
3	0.807	0.733	1					
4	0.647	0.577	0.929	1				
5	0.795	0.649	0.754	0.573	1			
6	0.679	0.780	0.324	0.212	0.576	1		
7	0.883	0.854	0.849	0.775	0.623	0.522	1	
8	0.779	0.566	0.481	0.371	0.587	0.423	0.728	1

Такие значения коэффициентов корреляции обусловлены значительными различиями в изменении количества очагов между 2002 и 2010 гг. в них (табл.2).

Регрессионный анализ изменения количества очагов опустынивания по времени (рис. 5) показал распределение, близкое к экспоненциальному. Для всех классов площади, оно может быть описано в общем виде уравнением:

$$N=Ae^{Bt}+C \quad (1),$$

где N – количество очагов, шт., A и B коэффициенты формы кривой, C – начальное количество очагов опустынивания, шт., t – время от начала исследований, год.

Следовательно, изменение количества площади очагов по времени для 4-х классов будут представлены уравнениями:

1 класс. $N=0{,}017e^{1{,}1t}+49$; RMSE 34,2 (2)

2 класс. $N=0{,}487e^{0{,}842t}+574$; RMSE 0 (3)

3 класс. $N=0{,}03e^{1{,}21t}+493$; RMSE 31,3 (4)

4 класс. $N=1{,}75e^{0{,}402t}+49$; RMSE 0 (5)

Среднеквадратическая ошибка (RMSE – Root Mean Square Error) показывает, что наиболее точные совпадения теоретических и фактических кривых принадлежат 2 и 4 классам площади, а для 1 и 3 классов имеются определенные приближения, которые объясняются снижением здесь общего количества очагов в 2007 г. Однако, в 2010 г. тенденция к росту числа очагов вновь подтвердилась, и она имела экспоненциальный характер. Использование этих уравнений позволяет осуществить прогноз изменения количества очагов по классам площади и построить прогнозные картографические слои в среде ГИС по опустыниванию территории Астраханской области.

Регрессионный анализ изменения площади очагов опустынивания (табл. 4, рис. 6), распределенных по классам, подтвердил экспоненциальный характер зависимости, при этом уравнение в общем виде имеет вид:

$$S=Ke^{Mt}+L \quad (6),$$

где S – общая площадь очагов, га.,K и M коэффициенты формы кривой, L – коэффициент площади очагов опустынивания в классе размерности площади, га., t – время от начала исследований, год. Следовательно, уравнения изменения общей площади очагов по времени для 4 классов площади имеют вид:

1класс. $S=0.06e^{0{,}861t} + 54.5$; RMSE 0 (7)

2класс. $S=37000e^{0{,}105t} - 40800$; RMSE 0 (8)

3класс. $S=-411000e^{0{,}0972t} + 375000$; RMSE 0 (9)

4класс. $S=196000e^{0{,}140t} - 188000$; RMSE 0 (10)

Эти уравнения с высокой надежностью дают возможность прогнозировать изменения площади очагов опустынивания, при этом среднеквадратическая ошибка имеет нулевые или около нулевые значения.

Таблица 4. Распределение площади очагов опустынивания. **Table 4.** Distribution of the area of seats desertification.

Год	2002				2007				2010			
По-ли-гон	Класс площади											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	45*	2355	4677	2602	9	2073	5271	3368	17	3395	8035	2429
2	139	2900	8541	36436	49	4994	6305	9001	19	7028	26433	40519
3	134	4873	27077	48097	28	3574	28377	92967	1064	18035	65231	117964
4	41	1233	10517	24144	0	1554	13531	40037	810	6173	12076	27060
5	55	6524	38603	44467	0	234	48054	111770	90	5347	27859	139375
6	26	3325	36757	16562	37	7124	30660	4630	10	3736	34923	143255
7	36	2396	6351	64535	171	4070	4130	3195	377	7048	18892	32785
8	61	2602	14851	4921	27	3975	16708	5811	138	4073	10432	0

Примечание: * га (ha).

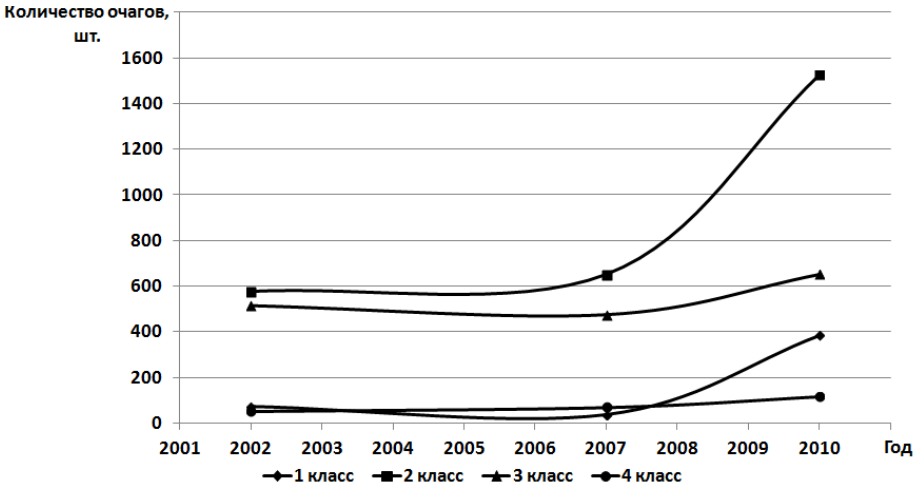


Рис. 6. Динамика количества очагов опустынивания по классам. **Fig. 6.** The dynamics of the number of desertification seats by class.

Заключение

Анализ динамики очагов опустынивания за период с 2002 г. по 2010 г. показал не только увеличение количества и площади очагов опустынивания, но и ускорение этих процессов на большинстве полигонов, что подтверждается экспоненциальным характером происходящих изменений. Такие тенденции вызывают серьезную озабоченность сохранностью существующих ландшафтов, которые все больше преобразуются в пустынные с минимальным проективным покрытием. Такие ландшафты неустойчивы, и при определенных условиях являются резервом для проявления опустынивания. Геоинформационный анализ динамики опустынивания обеспечивает мониторинг и прогноз состояния земель, своевременность обнаружения новых очагов опустынивания и установления их пространственных и геометрических характеристик, а картографирование в среде ГИС позволяет оперативно получать геокодированную информацию для принятия решений в экстремальных экологических ситуациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кулик К.Н. 2004. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов / К. Н. Кулик. Волгоград: ВНИАЛМИ. 248 с.

Кулик К.Н., Рулев А.С., Юферев В.Г. 2013.Геоинформационный анализ очагов опустынивания на территории Астраханской области //Аридные экосистемы. Т. 19. № 3 (56).С. 133-145.

Виноградов Б.В. 1984. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука. 320 с.

Рулев А.С., Юферев В.Г., Юферев М.В. 2011. Методология геоинформационного моделирования // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. № 5. С. 5-6.

Юферев В.Г., Кулик К.Н., Рулев А.С. Мушаева К.Б., Кошелев А.В., Дорохина З.П., Березовикова О.Ю. 2010. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации. Волгоград: ВНИАЛМИ. 102 с.

Юферев В.Г., Кулик К. Н., Рулев А. С., Бакурова К. Б. 2008. Пат. RU № 2327107 C1 Российская Федерация, МПК G01C 11/00. Способ определения состояния пастбищ, подверженных деградации /Юферев В.Г; заявитель ГНУ ВНИАЛМИ Россельхозакадемии. - №2006112379/28; заявл. 13. 04. 2006; опубл. 20.06.2008. Бюл. № 17. 3 с.

Гунин П.Д., Энх-Амгалан С., Ганболд Э., Данжалова Е.В., Баясгалан Д., Цэрэнханд Г., Голованов Д.Л., Петухов И.А., Дробышев Ю.И., Концов С.В., Бажа С.Н., Андреев А.В., Хадбаатар С., Ариунболд Э., Пурэвжав Г. 2009. Особенности деградации и опустынивания пастбищных экосистем Монголии (на примере Среднегобийского аймака). Ботаникийнхурээлэнгийнэрдэмшинжилгээнийбутээл. № 21. С. 104-128.

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. № 2 (42).С. 55-65.

S.N. Bazha, P.D. Gunin, E.V. Danzhalova, Yu.I. Drobyshev, A.V. Prishcepa.2012. Pastoral Degradation of Steppe Ecosystems in Central Mongolia//Eurasian Steppes. Ecological Problems and Livelihoods in a Changing World. Plant and vegetation series. Springer. V. 6. Pp. 289 - 319.

GIS-BASED ANALYSIS OF THE DINAMICS OF DESERTIFICATION IN THE ASTRAKHAN REGION

© 2015. K.N. Kulik, A.S. Rulev, V.G. Yuferev

All-Russian Scientific-Research Institute of Agroforest Reclamation
Russia, 400062, Volgograd, Universitetsky prospect, 97. E-mail: vyuferev1@rambler.ru

The dynamics of the seats of desertification of the land of Astrakhan region are studied. The geoinformation mapping of the seats of desertification, with the creation of analytical maps of their spatial distribution on the number and area are achieved. The correlation analysis of changes in the number and area of desertification on polygons is executed. A model of the forecast change in the area of the seats classes is developed.
Keywords: desertification, dynamics, degradation, modeling, mapping, satellite imagery, geographic information systems, seats, area, correlation, regression, analysis.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №3 (64), с. 33-47

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 581.9+528.94

ЭНДЕМИЧНАЯ ФОРМАЦИЯ ЗВЕЗДЧАТКИ ПОДУШЕЧНИКОВОЙ (STELLARIA PULVINATA GRUB.) В ВЫСОКОГОРЬЯХ МОНГОЛЬСКОГО АЛТАЯ[1]

© 2015 г. М.В. Бочарников, Г.Н. Огуреева, И.М. Микляева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Россия, 119991 г. Москва, Ленинские горы, д.1.
E-mail: maxim-msu-bg@mail.ru, ogur02@yandex.ru, inessa-miklyaeva@yandex.ru

Поступила 26.03.2015

Звездчатка подушечниковая (*Stellaria pulvinata Grub.*) является эндемиком с узким ареалом, приуроченным к аридным районам Центральной Азии – высокогорьям Монгольского Алтая (2500-3800 м н.у.м.). Вид образует эндемичную высокогорную криофитноразнотравно-подушечниковую формацию, в которой выделяются 3 класса и 10 групп ассоциаций. В криофитноразнотравных подушечниках звездчатка выступает доминантом и содоминантом. В сообществах криофитноразнотравно-осоково-кобрезиевых подушечников вид меняет свое присутствие от значительного до второстепенного с небольшим обилием. Сообщества криофитноразнотравно-злаковых подушечников имеют широкое распространение и наиболее высокое ценотическое разнообразие.

Криопетрофитные подушечниковые сообщества с участием Stellaria pulvinata играют важную роль в растительном покрове центральной части Монгольского Алтая. Они не образуют самостоятельного высотного пояса, однако участвуют в сложении растительного покрова двух высотных поясов – пояса криофитных дерновиннозлаковых степей (2800-3200 м) и пояса криофитных кобрезиевников и осочников (3200-3500 м), а также спорадически встречаются в субнивальном поясе (3500-3800 м). В структуре растительного покрова на уровне микрокомбинаций развиты серийные ряды подушечниковых сообществ на горных склонах и комплексы подушечников с разнотравно-злаковыми сообществами на поверхностях выравнивания и высокогорных моренах. На уровне мезокомбинаций развиты экспозиционные сочетания фитокатен с участием криофитноразнотравных подушечников и криофитных дерновиннозлаковых степей с участием звездчатки.

Ключевые слова: биоразнообразие, эндем, высокогорная растительность, подушковидные растения, криофитные подушечники, Монгольский Алтай, экология, структура растительного покрова.

Введение

Высокогорья аридного нагорноксерофитного типа, широко распространенные в Средней и Центральной Азии, характеризуются самобытным растительным покровом с эндемичными видами растений и сообществами (Толмачев, 1948; Агаханянц, 1981). Развитие получают высотные пояса криоксерофитной растительности – кобрезиевники и осочники, нагорноксерофитные и криофитноподушечниковые сообщества. У них нет аналогов на равнинах, но при этом среди типов высокогорной растительности других горных регионов Земли они имеют физиономическое сходство. Образование и развитие жизненной формы криофитных подушек (видов растений) и криофитных подушечников (растительных сообществ) связано с экстремальными природными условиями высокогорных аридных и семиаридных внутриконтинентальных областей: отсутствие

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-05-00968-а).

среднемесячных температур воздуха выше 10°С, годовая сумма осадков 200-400 мм, круглогодичное воздействие сильных ветров (Береснева, 2006).

Подушковидные растения произрастают в климате высокогорий благодаря комплексу активных и пассивных адаптаций. Первые из них направлены на увеличение устойчивости к негативным воздействиям окружающей среды без изменения ее показателей. К ним относится, например, низкорослость, которая позволяет растениям развиваться в условиях постоянных сильных ветров и относительно маломощного снежного покрова зимой. Вторые связаны с изменением показателей среды. Внутри плотно расположенных переплетающихся побегов подушек создается благоприятный гидротермический режим, накапливается и разлагается растительный опад, увеличивая трофность местообитаний с общим дефицитом питательных веществ. Благодаря этому криофитные подушковидные растения могут произрастать не только в суровых климатических условиях, но и на сильно каменистом субстрате, аналогично растениям-петрофитам. Такие особенности позволяют рассматривать криофитные подушечники в качестве узловых точек биоты, определяющих биологическое разнообразие высокогорных сообществ (Волков, Кулижский, 2007).

Ценозы с криофитными растениями-подушками описаны в качестве самостоятельного типа растительности – криофитона (Овчинников, 1941). Он объединяет психрофитные и криофитные сообщества из растений подушковидных форм, адаптированных к сухо-холодной среде, сложившиеся за счет местных формаций, вовлеченных в орогенетический подъем до верхних ярусов гор (Овчинников, 1957). Криофитные подушечники, занимающие значительную площадь и относительно большую амплитуду высот, формируют высотные пояса в высокогорьях Центрального Тянь-Шаня, Восточного Памира и Тибета (Камелин, 1979). Между регионами в периоды оледенения существовал флористический обмен, который после деградации ледников сменялся миграцией в высокогорья горно-степных и нагорно-ксерофитных видов (Агаханянц, 1981). К настоящему времени в растительном покрове высокогорий этих регионов сформировалась генетически молодая группа ценозов с заметным преобладанием криофитных подушечников. Помимо значительных абсолютных высот (2800-3600 м), растительность пояса криофитных подушечников развивается в условиях денудационного рельефа с преобладанием физического выветривания, развитием горно-долинного оледенения. В Монгольском Алтае криофитные подушечники играют несколько меньшую роль. Здесь преобладает вариант развития высокогорных флоры и растительности с преобладанием автохтонных элементов при участии миграционных процессов развития (Толмачев, 1960). Это подтверждается значительной ролью горностепных видов из поясов нижней части высотного спектра, а также участием типично монтанных видов, свойственных высокогорным областям Средней и Центральной Азии.

Для Монгольского Алтая характерны три типа высотной поясности (Огуреева, 1997; Beket, 2009). В высокогорьях Центрального Монголо-Алтайского нивально-осоково-кобрезиево-подушечниково-криофитностепно-степного типа высотной поясности развиты эндемичные сообщества криофитных подушечников, в которых высокой ценотической ролью и большим постоянством отличается звездчатка подушковидная (*Stellaria pulvinata* Grubov) (рис. 1).

Рис. 1. Звездчатка подушечниковая (*Stellaria pulvinata* Grub.) на Монгольском Алтае. **Fig. 1.** A stitchwort polster (*Stellaria pulvinata* Grub.) on the Mongolian Altai.

Флористические и геоботанические исследования показывают эндемичный характер распространения данного вида и его высокую ценотическую значимость в сообществах криофитных подушечников Монгольского Алтая (Грубов, 1972; Волкова, 1994; Огуреева, 1997). Наряду с этим продолжают накапливаться данные о современном распространении вида, его экологии и специфике местообитаний, о ценотическом разнообразии формации *Stellaria pulvinata* и ее роли в высокогорьях Монгольского Алтая. Высокая ботанико-географическая значимость криофитной подушечниковой растительности связана с сохранением уникального генофонда эндемичного вида Монгольского Алтая, недостаточно изученного до настоящего времени.

Цель данного исследования мы видим в ботанико-географическом анализе формации *Stellaria pulvinata*, который включает выявление флористического и ценотического разнообразия ее сообществ в растительном покрове Монгольского Алтая. Первая задача работы связана с изучением современного ареала звездчатки подушечниковой и выявлением структуры ареала с учетом высотно-поясной приуроченности. В сложной пространственной организации растительного покрова высокогорий Монгольского Алтая важно определить роль эндемичных сообществ криофитных подушечников в структуре высотных поясов. Поэтому вторая задача определена выявлением ценотического разнообразия высокогорной растительности. Эта задача решена с помощью классификации растительных сообществ с участием звездчатки, изучением распространения и приуроченности выделенных синтаксонов с помощью экологической ординации и анализа ценофлоры, определением их роли в структуре растительного покрова поясов.

Материалы и методы исследований

Для составления ареала *Stellaria pulvinata* использованы оригинальные авторские полевые материалы геоботанических исследований высокогорий Монгольского Алтая, проведенные в составе Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции в 1998, 2010 и 2012 гг. (геоботанические описания растительных сообществ). Просмотрены и систематизированы гербарные образцы вида в гербарных коллекциях МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва (MW и MWG), Ботанического института РАН имени В.Л. Комарова, Санкт-Петербург (LE), Центрального Сибирского ботанического сада СО РАН, Новосибирск (NS), Института ботаники МАН (г. Улан-Батор, Монголия). Несколько находок вида на Монгольском Алтае (в пределах Монголии и Китая) с точной географической привязкой взяты из литературных источников (Gusev, Kozhevnikov, 2007; German et al., 2012). Также использованы данные о характере его распространения в районах западной Монголии (Грубов, 1982; Губанов, 1996). Точки находок вида нанесены на мелкомасштабную карту (масштаб 1: 2 000 000) (рис. 2) с показом рельефа (метод послойной раскраски), построенного по данным глобальной цифровой сети Etopo 2 (http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/relief/ETOPO2/) с пространственным разрешением 30 угловых секунд. Картографирование проведено с использованием ГИС-технологий в прикладном пакете программ ArcGis 10.0.

Эколого-морфологический подход лег в основу классификации сообществ формации *Stellaria pulvinata* (Лавренко, 1959). Всего выполнено 50 полных геоботанических описаний с участием вида в высокогорьях Монгольского Алтая по стандартным методикам (Сукачев, Зонн, 1961; Юннатов, 1964). Растительность описывалась методом фитокатен на горных склонах – в элювиальной, транзитной и аккумулятивной частях склонов в разных высотных пределах, что позволило определить место криофитных подушечников в структуре растительного покрова высокогорий. По методу DCA-ординации – непараметрического анализа соответствий с удаленным трендом, выявлена экологическая дифференциация сообществ (Hill, 1979; Hill, Gauch, 1980). Интерпретация ординационной схемы проведена на основе корреляции Пирсона между значениями описаний по двум осям ординации и значениями абсолютной высоты и экологических статусов сообществ по увлажнению и богатству почв. При анализе флористического состава выявленных классов и групп ассоциаций подушечниковой формации использовался кластерный анализ по признаку присутствия-отсутствия видов, метода максимального сходства, меры Брея-Кертиса (Bray, Curtis, 1957). Рассчитана фитоценотическая активность видов в сообществах с участием *Stellaria pulvinata* (Булохов, 1993), что позволило выявить группы видов с различной ценотической значимостью, участвующих в сложении флористического состава сообществ криофитных подушечников. При

статистической оценке зависимости размеров особей *Stellaria pulvinata* от каменистости субстрата использован критерий Фишера и многоранговый тест Дункана в программе SPSS 11.5.

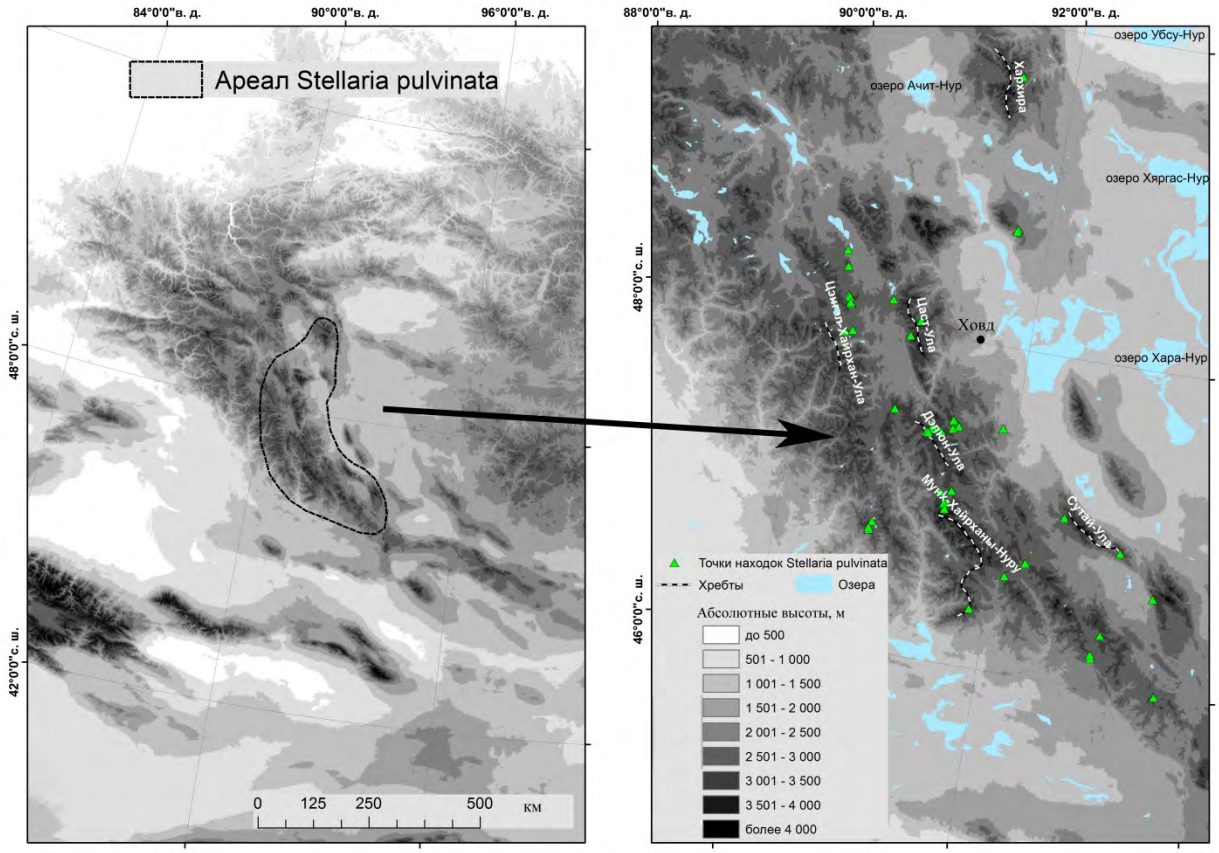


Рис. 2. Места находок *Stellaria pulvinata* и ареал вида. **Fig. 2.** Places of finds of *Stellaria pulvinata* and its distribution.

На основе картографирования выявлялась пространственная организация растительного покрова Монгольского Алтая. Создана мелкомасштабная карта структуры растительного покрова высокогорий с участием криофитных подушечников (масштаб 1: 2 000 000). Методологической основой карты послужили работы по исследованию пространственной структуры растительности горных территорий (Исаченко, 1972; Намзалов, 1994; Огуреева, 1994). В качестве картографических источников использованы карта экосистем Монголии (Мар…, 1995), карты растительности Монгольского Алтая (Волкова, 1994; Beket, 2009).

Результаты и обсуждение

Ареал. Звездчатка подушечниковая (*Stellaria pulvinata*) – подушковидное стержнекорневое многолетнее растение с плотно прилегающими густо облиствленными побегами. Листья мелкие, 2-3 мм длиной. Цветки белые, одиночные, 4-5 мм в диаметре (рис. 1). Из родственных видов звездчаток к *Stellaria pulvinata* наиболее близка *S. petraea* Bunge, которая хорошо отличается более длинными листьями (до 6-10 мм), крупными цветками (8-10 мм) и не образует таких плотных подушек (Грубов, 1972).

До недавнего времени *Stellaria pulvinata* считалась эндемиком Монголии, имеющим распространение на территории Баян-Улэгейского, Кобдоского и Гоби-Алтайского аймаков. Во флоре Китая вид отсутствовал (Lu Dequan et al., 2001). Однако благодаря последним исследованиям на западном макросклоне Монгольского Алтая обнаружены новые находки вида на территории Синцзян-Уйгурского автономного района Китая (German et al., 2012). При этом у вида сохраняется эндемичный для Монгольского Алтая статус. На основании авторских полевых исследований, литературных источников и гербарных сборов достоверно известно 60 местонахождений вида (рис. 2). Его ареал простирается с северо-запада на юго-восток на 500 км и с северо-востока на юго-

запад на 150-200 км. Северная граница ареала проходит в районе верховий водосборного бассейна озера Том-Нур, в окрестностях горы Сайрын-Ула. Интересен северо-восточный предел ареала вида, где он встречается на изолированных, отделенных от хребтов Центральной части Монгольского Алтая озерной котловиной (бассейн озера Ачит-Нур) массивах Хархира и Алтан-Хухийн-Ула. Наибольшее число находок вида зарегистрировано в осевой части центрального хребта Монгольского Алтая – Мунх-Хайрхны-Нуру, в том числе в наиболее высоком горном узле Мунх-Хайрхан. Реже вид встречен к западу от него – в верховьях притоков в бассейне р. Булган-Гол (хребет Шара-Нуру), в верховьях притоков в бассейне реки Улунгур (окрестности перевала Халдзан-Даба, Китай). Далее к юго-востоку от центральной части Монгольского Алтая редкие находки *Stellaria pulvinata* фиксируются на вершинах осевого хребта вплоть до широты 45°, а также на вершинах параллельно расположенных и отделенных озерной котловиной системе хребтов Батар-Хайрхан – Батарын-Нуру – Хаджингийн-Нуру. Вид приурочен исключительно к вершинам хребтов и гребней, перевалам. Он встречается на абсолютных высотах не ниже 2500 м. Максимальная зафиксированная высота находки – 3300 м, однако учитывая высокие адаптационные способности вида вполне вероятно его распространение до 3500-3800 м, где в центральной части Монгольского Алтая формируется нижняя граница современного оледенения.

Таким образом, ареал *Stellaria pulvinata* относится к эндемичному высокогорному центрально-монголоалтайскому типу. Вид образует криофитные подушечники в высокогорьях экстраконтинентального сектора, приурочен к вершинам наиболее высоких хребтов, верхним частям склонов, обращенных к межгорным котловинам, и в меньшей степени характерен для несколько более увлажненных хребтов западного макросклона Монгольского Алтая. В геолого-геоморфологическом отношении вид тяготеет к денудационным расчлененным вершинам и крутым склонам верхнего горного яруса, межгорным седловинам, а также пологим поверхностям выравнивания горных массивов, сложенных кислыми породами – гранитами, диоритами, гранодиоритами.

Классификация растительности. *Stellaria pulvinata* является ключевым видом в растительном покрове высокогорий Монгольского Алтая, где она выступает ценообразователем и формирует криофитноподушечниковую формацию. Ее ценотическое разнообразие связано с региональными ботанико-географическими отличиями высотно-поясных подразделений, литологическим составом горных пород, характером гетерогенности растительного покрова.

Высокогорья Монгольского Алтая относятся к нагорно-азиатскому орокриоаридному сектору (Седельников, 2011). На высшем уровне классификации сообщества криофитных подушечников относятся к типу растительности – ***криофитон***, объединяющему самобытную и эндемичную криофитную растительность холодных и сухих высокогорных экстраконтинентальных районов Средней и Центральной Азии (Агаханянц, 1981). Формация *Stellaria pulvinata* относится к ***классу формаций криофитных подушечников.*** В пределах самостоятельной ***формации Stellaria pulvinata*** выделяется три класса ассоциаций: криофитноразнотравные подушечники, криофитноразнотравно-дерновиннозлаковые подушечники и криофитноразнотравно-осоково-кобрезиевые подушечники.

I. *Класс ассоциаций:* криофитноразнотравные (*Sibbaldianthe adpressa, Potentilla nivea*) подушечники (*Stellaria pulvinata, Saussurea leucophylla, Oxytropis oligantha*).

Сообщества данного класса ассоциаций характеризуются доминированием *Stellaria pulvinata* с содоминированием других подушковидных видов растений – *Saussurea leucophylla, Oxytropis chionophylla, O. oligantha*. Эти виды, в отличие от звездчатки, имеют более широкое распространение, участвуя в растительном покрове нижележащего горного пояса криофитных степей. Дерновинные злаки в сообществах практически отсутствуют, единично встречаются куртины *Festuca lenensis, F. kryloviana, Agropyron cristatum*. Высокой активностью в сообществах отличается *Artemisia frigida*, а также ряд монтанных криофитов – *Rhodiola quadrifida, Potentilla nivea*. В целом, видовое богатство сообществ невелико, видовая насыщенность не превышает 15 видов на 100 м^2. Криофитноразнотравные подушечники занимают наиболее суровые местообитания приводораздельных каменистых поверхностей наиболее высоких хребтов, пологие склоны горных массивов и перевалов. Местообитания характеризуются сухостью, активным развитием криогенных процессов, подвержены воздействию сильных ветров. Сообщества описаны на абсолютных высотах от 2700 до 3300 м. Они более характерны для верхней части высотно-поясного спектра, вероятно, их участие в субнивальном поясе до 3800 м.

II. *Класс ассоциаций*: криофитноразнотравно-дерновиннозлаковые подушечники (*Stellaria pulvinata*).

Группы ассоциаций:

криофитноразнотравно (*Oxytropis chionophylla, O. oligantha, Saussurea leucophylla, Potentilla nivea, Minuartia verna, Chamaerhodos altaica*) – типчаковые (*Festuca lenensis, F. kryloviana, F. brachyphylla*);

криофитноразнотравно – мятликовые (*Poa altaica*);

криофитноразнотравно – житняковые (*Agropyron cristatum*);

криофитноразнотравно – тонконоговые (*Koeleria cristata, K. altaica*);

криофитноразнотравно – твердоватоосочковые (*Carex duriuscula*).

Сообщества *криофитноразнотравно-дерновиннозлаковых подушечников* (*Stellaria pulvinata*) характеризуются наибольшим флористическим и ценотическим разнообразием и широким экологическим спектром занимаемых местообитаний. Они преобладают по занимаемой площади и распространены практически на всей амплитуде высот, свойственной формации. Среди важнейших фитоценотических особенностей следует отметить: несомкнутый травяной покров (общее проективное покрытие – 50-70 %), основу которого составляют подушки звездчатки и дерновинные злаки, отсутствие мохово-лишайникового покрова, невысокое видовое разнообразие, а также видовая насыщенность сообществ (до 1-15 видов на пробную площадь 100 м^2). Ценозы имеют приуроченность к верхним частям горных массивов, часто перевалам и седловинам хребтов. В эколого-топологическом отношении эти подушечники связаны с элювиальными и транзитными позициями фитокатен. Местообитаниям свойственна высокая каменистость субстратов различного типа – валунная, щебнистая, дресвяная. Дерновинные злаки, участие которых в сообществах варьирует от доминирования до второстепенного участия, формируют, как правило, разреженный покров с отдельными дерновинами на мелкоземном субстрате. Криофитные подушечники и разнотравье также тяготеют к щебнистому и дресвяному мелкозему, тогда как крупнообломочный материал гранитных валунов может быть занят лишь накипными лишайниками.

Среди сообществ рассматриваемого класса наиболее обычны типчаковые, мятликовые, житняковые, звездчаткоподушечниковые ценозы. Широкое распространение получают сообщества ленскотипчаково - звездчаткоподушечниковой группы ассоциаций, встречающиеся в пределах практически всего ареала криофитноразнотравно-злаковых подушечников. На пологих теневых склонах встречаются житняковые (*Agropyron cristatum*) и осоковые (*Carex duriuscula*) криофитные подушечники. К вершинам наиболее высоких хребтов приурочены сообщества криофитноразнотравно-типчаковых подушечников с *Festuca brachyphylla* и *Festuca kryloviana*. Ценотическая роль подушечников и, в частности, *Stellaria pulvinata*, заметно варьирует. Звездчатка может выступать в роли доминанта сообществ, внося основной вклад в общее проективное покрытие травостоя (до 40-50 %) и формируя характерную пятнистую микроценотическую структуру. Такие сообщества следует относить к разнотравно (*Sibbaldianthe adpressa, Chamaerhodos altaica*) – дерновиннозлаковым (*Festuca lenensis, Agropyron cristatum, Poa attenuata*) и криофитноразнотравно (*Oxytropis oligantha, Saussurea leucophylla*) – дерновиннозлаковым (*Festuca kryloviana, F. brachyphylla*) подушечникам (*Stellaria pulvinata, Oxytropis chionophylla*). Также подушковидные растения могут участвовать с разным обилием, в составе подушечниково-разнотравно (*Stellaria pulvinata, Oxytropis chionophylla, Sibbaldianthe adpressa, Chamaerhodos altaica, Artemisia frigida*) – дерновиннозлаковых (*Festuca lenensis, F. kryloviana, Agropyron cristatum, Poa attenuata, Koeleria altaica*) сообществ.

Подушки звездчатки имеют, как правило, округлую форму и диаметр 10-30 см, располагаясь на расстоянии друг от друга не менее 0.5 м. Их усыхание с последующей деградацией структуры сообществ – достаточно распространенное явление (отмирающие растения зафиксированы в 1/3 проведенных геоботанических описаниях), связанное как с естественными, так и антропогенными причинами (преимущественно, интенсивная пастбищная нагрузка, отмечаемая в высокогорьях в летний период). Вместе с тем, отмирая с одной стороны, подушки часто продолжают развивать новые побеги с другой стороны, продолжая тем самым жизнь конкретной особи и всего сообщества в целом.

III. *Класс ассоциаций*: криофитноразнотравно–осоково–кобрезиевые подушечники (*Stellaria pulvinata*).

Группы ассоциаций:

криофитноразнотравно (*Saussurea leucophylla, Thalictrum alpinum, Bistorta vivipara*) – типчаково (*Festuca kryloviana*) – кобрезиевые (*Kobresia myosuroides, K. stenocarpa*) подушечники (*Stellaria pulvinata*);

криофитноразнотравно – осоково (*Carex stenocarpa*) – кобрезиевые подушечники (*Stellaria pulvinata*);

криофитноразнотравно (*Oxytropis oligantha, Minuartia biflora, Arenaria meyeri*) – типчаково (*Festuca kryloviana, F. lenensis*) – осоковые (*Carex rupestris*) подушечники (*Stellaria pulvinata*).

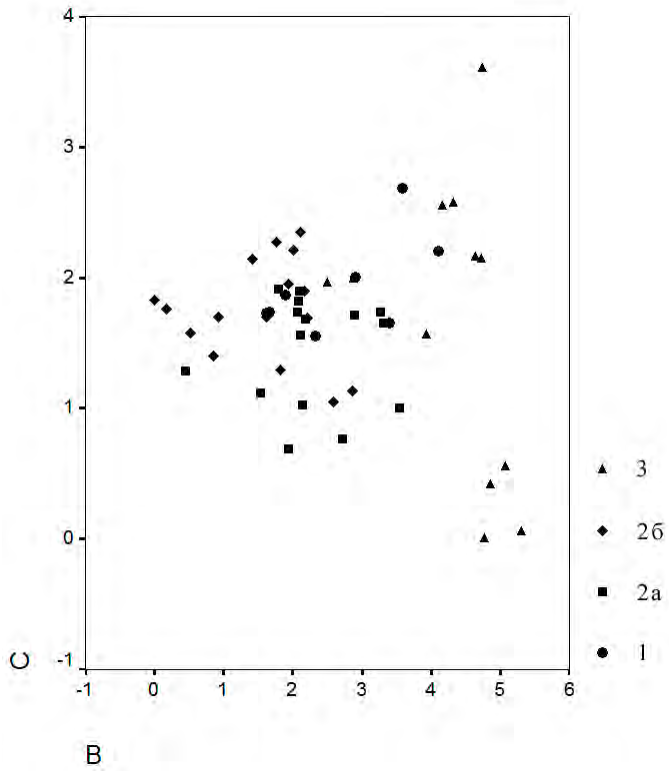
Сообщества данного класса образуют фоновую растительность высокогорий аридного класса. Представляя особый тип травяной криоксерофитной и криомезоксерофитной растительности (Юрцев, 1981), они участвуют в растительном покрове пояса кобрезиевых тундр (лугов). Местообитания, занимаемые сообществами, характеризуются активными мерзлотными процессами, а ксероморфные черты в значительной мере определяются температурным режимом и свидетельствуют о криофильности видов-ценозообразователей. В осоково-кобрезиевых ценозах подушковидные растения отличаются низким постоянством, малым обилием и проективным покрытием (до 3 %). Экотопически криофитные подушечники тяготеют здесь к местообитаниям с более каменистым субстратом.

Основная часть ценотического разнообразия рассматриваемого класса ассоциаций представлена сообществами криофитноразнотравно (*Oxytropis oligantha, Bistorta vivipara, Thalictrum alpinum, Potentilla nivea*) – осоково (*Carex rupestris, C. stenocarpa*) – злаково (*Festuca kryloviana, Poa altaica*) – кобрезиевых (*Kobresia myosuroides, K. stenocarpa*) подушечников (*Stellaria pulvinata*) и криофитноразнотравно (*Saussurea leucophylla, Oxytropis oligantha, Potentilla nivea*) – холоднополынно (*Artemisia frigida*) – злаково (*Festuca kryloviana, Koeleria altaica*) – осоковых (*Carex rupestris, C. stenocarpa*) подушечников (*Stellaria pulvinata, Oxytropis chionophylla*). Сомкнутый травяной ярус образован, как правило, *Kobresia myosuroides* или *Carex rupestris*, на которые приходится 20-40 % проективного покрытия. Криофитные виды, образующие подушки, характеризуются высоким постоянством, но низким обилием. Активны альпийские виды, в своем распространении тяготеющие к условиям повышенного грунтового увлажнения и морозного климата – *Bistorta vivipara, Gentiana algida, Lagotis integrifolia*.

Выявленное синтаксономическое разнообразие включает сообщества, занимающие различные местообитания. Эколого-географическая специфика ценозов оценена с помощью ординации. За основу взяты классы ассоциаций, при этом класс ассоциаций криофитноразнотравно-злаковых подушечников (*Stellaria pulvinata*) разделен на два подкласса: криофитноразнотравно-дерновиннозлаковые подушечники (*Stellaria pulvinata*) и подушечниково-криофитноразнотравные дерновиннозлаковые сообщества. Данные подразделения связаны с различной ценотической ролью видов дерновинных злаков и подушковидных растений в составе сообщества. Мы условно относим эти сообщества к формации звездчатки.

На схеме DCA-ординации, построенной по двум осям наибольшего варьирования признаков (рис. 3), обособленный ареал в правой части схемы образуют сообщества криофитноразнотравно-осоковых и кобрезиевых подушечников (*Stellaria pulvinata*).. В географическом пространстве они занимают относительно пологие склоны хребтов, ложбины и водосборные понижения, участвуют в сложении моренных комплексов в местообитаниях с высокой влагообеспеченностью – активным внутрипочвенным стоком или застойным увлажнением. Сообщества остальных групп характеризуются пересечением ареалов на схеме, не имея достоверных различий в данном пространстве признаков. Отличаясь достаточно большой высотной амплитудой (2400-3300 м), они приурочены к хорошо дренированным каменистым склонам, часто приводораздельным, а также вершинам хребтов. Для интерпретации осей непрямой ординации выявлена корреляция значений сообществ на ее осях с рядом факторов. Наилучшим образом интерпретируется ось **B**. Коэффициент корреляции Пирсона ее значений со значениями абсолютных высот равен статистически значимой (при $p<0.01$) величине – 0.77. По оси **C** расположение сообществ не имеет тесной связи с каким-либо конкретным фактором (абсолютная высота, экологический статус по увлажнению и богатству почв), что связывает это распределение в соответствии с комплексом факторов тепло- и влагообеспеченности.

Степень флористического своеобразия сообществ формации *Stellaria pulvinata* оценена с помощью кластерного анализа видового состава данных сообществ (рис. 4).



Условные обозначения: **1** – криофитноразнотравные подушечники (*Stellaria pulvinata, Saussurea leucophylla, Oxytropis chionophylla*); **2а** – криофитноразнотравно (*Oxytropis oligantha, Saussurea leucophylla, Chamaerhodos altaica*) – дерновиннозлаковые (*Festuca lenensis, F. kryloviana, F. brachyphylla, Agropyron cristatum, Koeleria cristata, Poa attenuata*) подушечники (*Stellaria pulvinata*); **2б** – подушечниково-криофитноразнотравно (*Oxytropis chionophylla, Sibbaldianthe adpressa, Chamaerhodos altaica, Artemisia frigida, Stellaria pulvinata*) – дерновиннозлаковые (*Festuca lenensis, F. kryloviana, Agropyron cristatum, Poa attenuata, Koeleria altaica*) сообщества; **3** – криофитноразнотравно-осоковые (*Carex rupestris*) и кобрезиевые (*Kobresia myosuroides*) подушечники (*Stellaria pulvinata*). Notes: **1** – cryophyte-herb polster communities (*Stellaria pulvinata, Saussurea leucophylla, Oxytropis chionophylla*); **2a** – cryophyte-herb (*Oxytropis oligantha, Saussurea leucophylla, Chamaerhodos altaica*) – bunch grasses (*Festuca lenensis, F. kryloviana, F. brachyphylla, Agropyron cristatum, Koeleria cristata, Poa attenuata*) polster (*Stellaria pulvinata*) communities; **2b** – polster-cryophyte-herb (*Oxytropis chionophylla, Sibbaldianthe adpressa, Chamaerhodos altaica, Artemisia frigida, Stellaria pulvinata*) – bunch grasses (*Festuca lenensis, F. kryloviana, Agropyron cristatum, Poa attenuata, Koeleria altaica*) communities; **3** – cryophyte-herb-sedge (*Carex rupestris*) and kobresia (*Kobresia myosuroides*) polster (*Stellaria pulvinata*).

Рис. 3. DCA-ординация сообществ с участием *Stellaria pulvinata*. **Fig. 3.** DCA-ordination of communities with participation of *Stellaria pulvinata*.

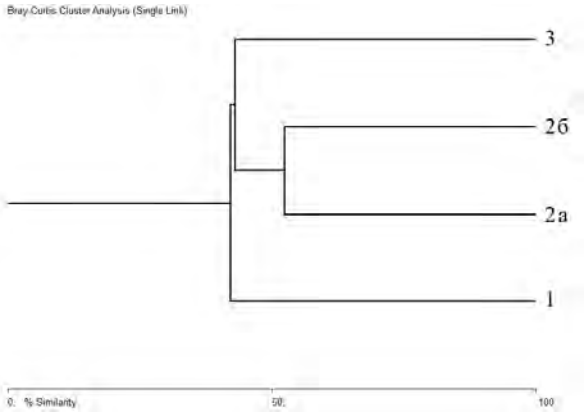


Рис. 4. Дендрограмма флористического сходства сообществ с участием *Stellaria pulvinata* (нумерация – см. рис. 3). **Fig. 4.** Dendrogram of floristic similarity of communities with participation of *Stellaria pulvinata* (numbering – see fig. 3).

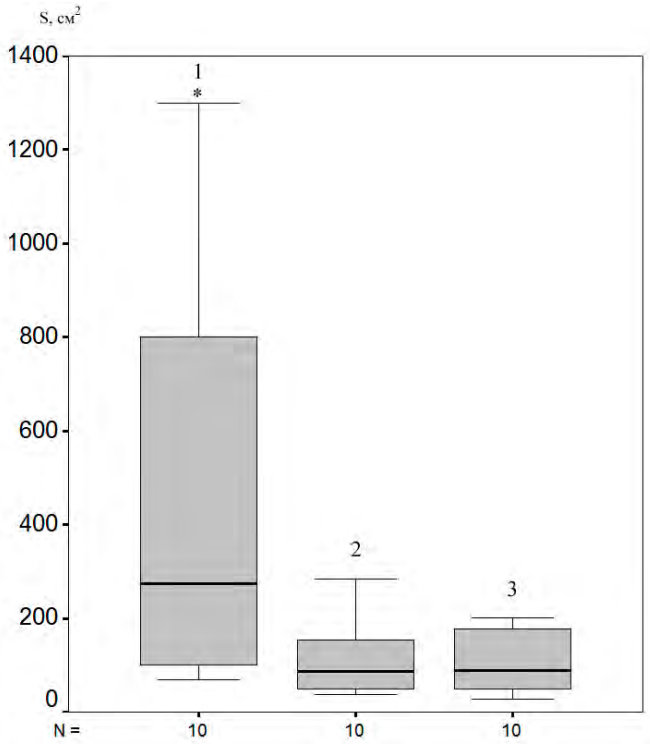
За основу анализ взяты группы сообществ, использованные при ординации, для каждой из которых определена своя ценофлора. Полученная схема показывает достоверные отличия выявленных единиц по признаку их флористического состава. Наиболее своеобразными по видовому составу, формирующими отдельные подкластеры, оказались классы криофитноразнотравных подушечников и криофитноразнотравно-осоково-кобрезиевых подушечников. Эта группа имеет менее 40 % общих видов с подклассами криофитноразнотравно-дерновиннозлаковых подушечников (*Stellaria pulvinata*). Ценофлора криофитноразнотравных подушечников отличается обедненностью, отсутствием ряда дерновинных злаков, видов ксерофитного разнотравья. Свойственные только этой группе виды практически отсутствуют. Специфику ценофлоры криофитноразнотравно-осоково-кобрезиевых подушечников (*Stellaria pulvinata*) определяют виды кобрезий и осок, а также альпийские психрофиты и гигрофиты, распространенные в высокогорьях и тяготеющие к условиям повышенного увлажнения (*Bistorta major, Lagotis integrifolia, Thalictrum alpinum*). В то же время видовой состав этих подушечников обеднен за счет некоторых крио-ксерофитных элементов (*Sibbaldianthe adpressa, Artemisia laciniata, Potentilla sericea*), свойственных криофитноразнотравно-дерновиннозлаковым подушечникам (*Stellaria pulvinata*).

Ценотическая роль звездчатки (*Stellaria pulvinata*), характеризуемая обилием, встречаемостью и интегральным показателем активности вида, изменяется в соответствии с высотной поясностью и экотопическими условиями местообитаний. В наиболее благоприятных условиях седловин горных хребтов, перевалов диаметр подушек достигает 30 см, они имеют проективное покрытие до 40 %, при этом развивается до 8-10 особей на 1 м². В поясе кобрезиевников подушечники (*Stellaria pulvinata*) имеют ограниченное распространение, а размер подушек *Stellaria pulvinata* уменьшается до 5-10 см. Несмотря на высокие адаптационные способности вида, нормальная жизнедеятельность его особей возможна при наличии мелкоземного субстрата, при этом отмечается возможность его произрастания на сильно каменистом субстрате (Волков, Кулижский, 2007). В связи с этим, преобладание крупных каменистых развалов, курумов в высокогорных биотопах должно неблагоприятно сказываться на развитии подушковидных форм. Для проверки данного влияния проведен анализ зависимости размеров подушек от каменистости субстрата (крупная фракция), которая обратно пропорциональна развитию мелкозема. Использовано 3 описания сообществ криофитных подушечников в высокогорьях гранитного массива Алтан-Хухийн-Ула в районе перевала Баян-Даба с различной степенью покрытия крупного щебня и валунов (слабая каменистость – 5 %, средняя – 40 %, сильная – 80 %), в которых измерена площадь произвольно выбранных 10 особей *Stellaria pulvinata*. Статистический анализ сравниваемых данных по описаниям (параметрический критерий Фишера, многоранговый тест Дункана) показал, что площади особей подушковидных растений на слабокаменистом субстрате достоверно выше (при $p<0.05$) площадей особей на средне- и сильнокаменистом субстрате (рис. 5). Таким образом, подтверждается важная роль развития мелкозема для произрастания подушковидных растений.

Жизненность звездчатки в высокогорных сообществах оценивается как хорошая и удовлетворительное состояние подушек. Отмирание подушек связано, прежде всего, с пастбищной нагрузкой на экосистемы. В наибольшей степени это проявляется на доступных для скота участках перевалов и горных склонах в криофитно-степном и в меньшей степени криофитно-осоково-кобрезиевом поясах, используемых в качестве летних пастбищ. Широко распространены сообщества с частично отмершими подушками, на долю которых приходится 10-15 % проективного покрытия. При частичном усыхании особей *Stellaria pulvinata* происходит одновременное отрастание новых побегов. При слабой пастбищной нагрузке и ее отсутствии отмирания подушек не наблюдается или же оно невелико, что позволяет судить о ведущей роли антропогенного фактора на современное состояние и жизненность подушковидных растений. В целом, среди высокогорных экосистем с участием криофитных подушечников преобладают экосистемы с I-II степенью пастбищной дигрессии (ненарушенные и слабое нарушение), локально встречаются экосистемы с III степенью.

Флороценотип. Всего в составе сообществ формации *Stellaria pulvinata* выявлено 140 видов сосудистых растений. Средняя видовая насыщенность на пробную площадь в 100 м^2 составляет 10-15 видов. Постоянство и среднее проективное покрытие видов в сообществах позволили объединить их в группы по ценотической значимости для всей формации. В группу высокоактивных видов (среднее проективное покрытие выше 10 % и постоянство IV-V классов) вошли, кроме самой звездчатки, *Artemisia frigida* и *Festuca lenensis*. Большую часть среднеактивных видов (среднее проективное

покрытие 5-10 % и II класс постоянства) составляют дерновинные злаки как широко распространенные (*Poa attenuata, Koeleria cristata*), так и более узкого распространения с тесной приуроченностью к высокогорьям (*Festuca kryloviana, Koeleria altaica*). Также к данной группе относятся близкие к *Stellaria pulvinata* по жизненной форме и экологии виды – *Saussurea leucophylla, Oxytropis chionophylla, Chamaerhodos altaica*. Большая часть видов относится к малоактивным с небольшим обилием (среднее проективное покрытие ниже 1-2 % и I класс постоянства). Это виды либо спорадически встречающиеся и не играющие высокой ценотической роли (*Silene jeniseensis, Potentilla gelida, Smelowskia alba*), либо виды, выступающие доминантами, но только в сообществах одного класса ассоциаций (например, *Kobresia myosuroides, Carex stenocarpa* в осоково-кобрезиевых подушечниках).



Примечания: **S** – площадь подушек (см²), **1** – слабая каменистость (5%), **2** – средняя (50%), **3** – сильная (80 %), **N** – число измерений особей на каждом участке, ***** – достоверно отличающийся участок (ANOVA, $p<0.05$). Notes: **S** – the area of polster (cm²), **1** – weak rockiness (5%), **2** – average (50%), **3** – strong (80%), **N** – number of measurements of plant units on each site, * – veracity different site (ANOVA, $p<0.05$).

Рис. 5. Размеры особей *Stellaria pulvinata* в местообитаниях с различной степенью каменистости крупной фракции. **Fig. 5.** The size of *Stellaria pulvinata* plant units in habitats with different degree of rockiness with stones of large fraction.

Анализ географического распространения видов ценофлоры формации *Stellaria pulvinata* показывает, что большая часть из них имеет широкое распространение. Одни являются доминантами и эдификаторами сообществ различных вариантов степей – сухих дерновиннозлаковых (*Festuca lenensis, Poa attenuata, Agropyron cristatum*), а также криофитных дерновиннозлаковых (*Koeleria altaica*). Другие прочно связаны с высокогорной растительностью, однако распространены достаточно широко в горах Южной Сибири, по горным системам Центральной и Средней Азии (*Festuca kryloviana, F. brachyphylla, Poa altaica*). За исключением *Stellaria pulvinata*, все криофитные (*Saussurea leucophylla, Oxytropis chionophylla, O. oligantha*) и крио-ксерофитные (*Chamaerhodos altaica, Arenaria meyeri, Eritrichium villosum*) виды, образующие подушковидную жизненную форму, в своем распространении выходят за пределы Монгольского Алтая. Особенно широкие ареалы имеют крио-ксерофитные виды, которые подушковидную форму принимают только в наиболее суровых условиях высокогорий в составе тундр и криофитных степей, тогда как в более благоприятных условиях горностепных сообществ имеют форму многолетних травянистых растений (Волкова, 1994). Заметное участие в ценофлоре формации *Stellaria pulvinata* принимают монтанные виды

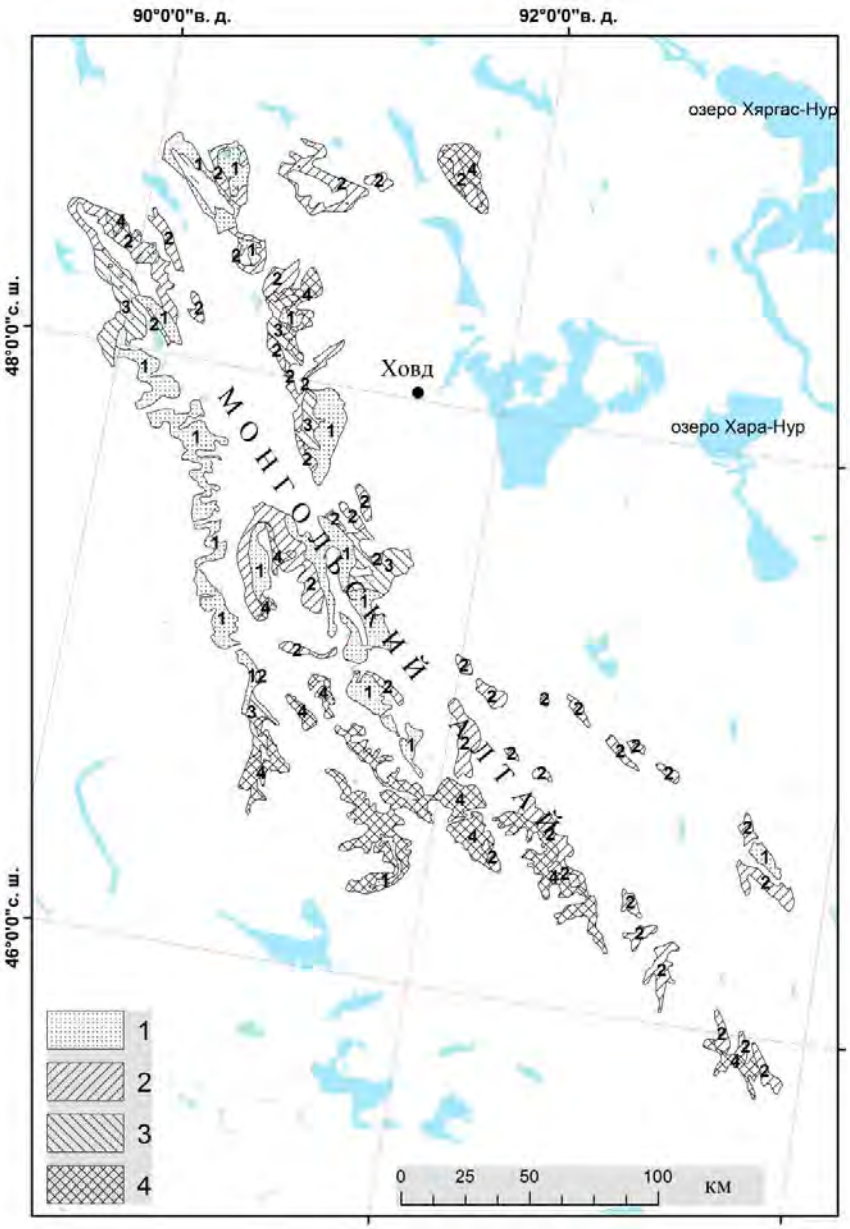
(*Minuartia biflora, M. verna, Papaver canescens*), а также петрофиты, широко распространенные в горностепном и высокогорных поясах (*Saussurea pricei, Orostachys spinosa, Eritrichium villosum*).

В сложении ценофлоры криофитных подушечников Монгольского Алтая важную роль сыграли миграции видов из Средней Азии, Тибета и Гималаев (Овчинников, 1941). Связь между регионами, обмен видами между которыми проходил во время плейстоценовых оледенений, прослеживается по ареалам ряда родов, по общим и викарным видам. Например, общими видами Монгольского Алтая и Памира являются *Poa alpina, Carex stenocarpa, Thalictrum alpinum* (Агаханянц, 1981). При этом обнаруживается отсутствие общих криофитных подушковидных форм на видовом уровне. Выделяются группы тяньшанско-тибетского и монголо-алтайского распространения. Виды этих групп физиономически и систематически близки. Так, *Stellaria pulvinata* схожа с *Thylacospermum caespitosum* (Camb.) Schischk., видом, распространенным в высокогорьях Центрального Тянь-Шаня, Восточного Памира и Тибета (Волкова, 1994). *Thylacospermum caespitosum* является, вероятно, исходной материнской формой для звездчатки подушковидной, формирование которой происходило в условиях относительной изоляции высокогорий Монгольского Алтая с периодами активизации миграционных процессов, связанных с оледенением. Общие черты регионов прослеживаются и в структуре растительных сообществ подушечников. Однако относительная изоляция высокогорий Монгольского Алтая от основных центров видообразования подушечников – Средней Азии и Гималаев приводит к достаточно бедному видовому разнообразию подушечников, общему обеднению видового состава сообществ и уменьшению ценотического разнообразия сообществ с участием растений, образующих подушки.

Структура растительности. Сложная структура и гетерогенность растительного покрова высокогорий Монгольского Алтая характеризуется участием подушечников, которые занимают в ней определенное место (Огуреева, 1997). Они приурочены, преимущественно, к положительным морфоструктурам – интенсивно поднимающимся высокогорным хребтам. Границами своего распространения *Stellaria pulvinata* маркирует центральную осевую часть Монгольского Алтая, а также обособленные хребты Хархира на северо-востоке и Хаджингийн-Нуру – на юго-востоке. Характерно широкое развитие горностепного пояса. На высотах 2800-3200 м выделяется пояс криопетрофитноразнотравно-дерновиннозлаковых степей и подушечников. Здесь подушечники принимают большее или меньшее участие в растительном покрове по всей высотной амплитуде пояса. Сообщества с их участием входят в состав пояса высокогорных криофитноразнотравных кобрезиевников и осочников с фрагментами подушечников и криофитноразнотравных лугов (3200-3500 м), а также могут проникать в субнивальный пояс в составе разреженных группировок криопетрофитов (3500-3800 м).

Значительная амплитуда высот приводит к различиям в биоклиматической обстановке, изменение которой маркирует высотно-поясные и подпоясные подразделения растительного покрова. Внутри поясов велика дифференциация литологического состава пород (гранитные и сланцевые массивы), перераспределение экологических факторов в связи со сложной орографической структурой. В связи с этим подушечники входят в состав различных типов гетерогенных структур растительного покрова, пространственная организация которых нашла отражение на карте (рис. 6). На уровне ***микрокомбинаций*** формируются серийные динамические ряды от пионерных до заключительных стадий климаксовых сообществ, последовательно сменяющих друг друга по элементам микрорельефа. С участием подушечников на высотах 2800-3500 м в верхних частях склонов и на поверхностях выравнивания гранитных массивов формируется криопетрофитноразнотравно-осоковая подушечниковая (*Stellaria pulvinata, Saussurea leucophylla – Stellaria pulvinata, Potentilla sericea, Carex rupestris*) серия на более увлажненных субстратах и криопетрофитноразнотравно-кобрезиево-дерновиннозлаковая подушечниковая (*Stellaria pulvinata, Saussurea leucophylla, Potentilla nivea – Kobresia myosuroides, Festuca brachyphylla*) серия – в более дренированных условиях. Эти серии включают стадии разреженных петрофитных группировок на щебне среди крупнокаменистых выходах коренных пород и развитых осоковых или злаковых подушечников на мелкощебнистом и дресвяном субстрате гранитов.

На уровне ***мезокомбинаций*** закономерности пространственной дифференциации растительности высокогорий связаны с формированием экспозиционных сочетаний фитокатен как наиболее распространенного типа гетерогенных структур. С участием подушечников выделяется два высотно-поясных типа сочетаний. В поясе криофитных дерновиннозлаковых степей (2600-3000 м) развиты



Условные обозначения: **1.** Криопетрофитноразнотравно-осоковые (*Carex rupestris, Lagotis integrifolia*) и криопетрофитноразнотравно-осоково-кобрезиевые (*Kobresia myosuroides, Carex stenocarpa, Rhodiola quadrifida*) подушечники (*Stellaria pulvinata, Saussurea leucophylla*) на каменистых субстратах вершин хребтов и поверхностей выравнивания (2800-3300 м). **2.** Экспозиционные сочетания криофитных разнотравно-дерновиннозлаковых подушечников (*Stellaria pulvinata, Saussurea leucophylla*) на склонах теневых экспозиций и вогнутых участка склонов и криофитных разнотравно-дерновиннозлаковых степей (*Festuca lenensis, Poa attenuata*) на склонах световых экспозиций и выпуклых участках склонов верхних частей хребтов и поверхностях морен (2700-2900 м). **3.** Экспозиционные сочетания петрофитноразнотравно-дерновиннозлаковых подушечников (*Stellaria pulvinata, Oxytropis chionophylla, Amblyonotus rupestris, Agropyron cristatum, Festuca lenensis*) на склонах световых экспозиций и осоково-кобрезиевых тундр (*Kobresia myosuroides, Carex rupestris, Thalictrum alpinum, Potentilla nivea*) на склонах теневых экспозиций (2800-3000 м). **4.** Экспозиционные сочетания криопетрофитноразнотравно-дерновиннозлаковых подушечников (*Stellaria pulvinata, Saussurea leucophylla, Chamaerhodos altaica, Festuca lenensis, Poa attenuata*) на склонах теневых экспозиций и криофитноразнотравно-дерновиннозлаковых степей (*Poa attenuata, Festuca lenensis, Koeleria altaica, Carex duriuscula*) на склонах световых экспозиций (2600-3000 м).

Рис. 6. Карта гетерогенных структур растительности с участием сообществ формации *Stellaria pulvinata* на Монгольском Алтае (М. 1: 2 000 000). **Fig. 6.** Map of heterogeneous structures of communities of *Stellaria pulvinata* formation on the Mongolian Altai.

экспозиционные сочетания криопетрофитноразнотравно-дерновиннозлаковых подушечников (*Stellaria pulvinata, Saussurea leucophylla – Festuca lenensis, Poa attenuata*) на склонах теневых экспозиций и криофитноразнотравно-дерновиннозлаковых степей (*Poa attenuata, Festuca lenensis, Saussurea leucophylla*) на склонах световых экспозиций. В поясе криофитноразнотравных кобрезиевников и осочников (2800−3300 м) формируются экспозиционные сочетания петрофитноразнотравно-злаково-подушечниковой (*Stellaria pulvinata, Oxytropis chionophylla – Agropyron cristatum, Festuca lenensis*) серии на склонах теневых экспозиций и осоково-кобрезиевых (*Kobresia myosuroides, Carex rupestris, Thalictrum alpinum, Potentilla nivea*) лугов на склонах световых экспозиций. Экспозиционные сочетания первого типа распространены практически по всей высотной амплитуде пояса криофитных дерновиннозлаковых степей на высотах 2600-3000 м, а второго типа – в нижней части пояса кобрезиевников и осочников (2800-3000 м). Особый тип мезокомбинаций характерен для крупнохолмистых древних морен (2700-2900 м), где развиты комплексы сообществ с закономерным сочетанием дерновиннозлаково-разнотравных подушечников (*Stellaria pulvinata, Saussurea leucophylla*) на повышениях участках морен и криофитных полынно-злаковых (*Artemisia frigida, Festuca lenensis, Poa attenuata*) степных сообществ в неглубоких понижениях.

Выводы

Stellaria pulvinata – многолетний вид подушковидной жизненной формы с эндемичным центрально-монголоалтайским ареалом. Среди видов ценофлор криофитных подушечников он имеет наиболее узко региональный ареал. Флористическое и ценотическое своеобразие криофитных подушечников Монгольского Алтая позволяет выделять самостоятельную высокогорную криофитно-подушечниковую формацию *Stellaria pulvinata*. Ценофлоры ассоциаций криофитных подушечников имеют небольшое флористическое богатство и низкую долю локального и узко регионального эндемизма (звездчатка подушечниковая – яркий представитель данной группы). Типично монтанные и высокогорные виды распространены, помимо Монгольского Алтая, в горных системах юга Сибири, Центральной и Средней Азии.

Ботанико-географическая особенность криофитных подушечников Монгольского Алтая связана, прежде всего, с эндемизмом как доминирующих видов подушковидной формы, так и сообществ криофитных подушечников, имеющих приуроченность к высокогорьям нагорно-степного типа экстраконтитентальных областей. На этой территории различия между высокогорьями и низкогорьями с прилегающими межгорными котловинами в большей степени нивелированы по сравнению с гумидными районами. Вместе с тем биоразнообразие высокогорий континентальной Азии и, в частности, Монгольского Алтая, имеет множество специфических и самобытных черт. Они проявляются на высотно-поясном уровне – в ксерофитизации растительности всех поясов, в том числе высокогорных, где получают развитие пояс криофитных осочников и кобрезиевников, пояс высокогорных криоксерофитных степей с участием подушечников формации *Stellaria pulvinata*. Криофитные подушечники в Монгольском Алтае вносят свой вклад в биоразнообразие высокогорий Центральной Азии в целом и в сохранение их генофонда.

Выражаем признательность сотрудникам Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и МАН, обеспечивших возможность проведения полевых исследований, нашу благодарность руководителям экспедиции доктору биологических наук, профессору П.Д. Гунину и академику МАН Ч. Дугаржаву за помощь в работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агаханянц О.Е. 1981. Аридные горы СССР. М.: Мысль. 270 с.

Береснева И.А. 2006. Климаты аридной зоны Азии // Труды Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции. Т. 46. М.: Наука. 287 с.

Булохов А.Д. 1993.Фитоценология и флористика: анализ флоры в синтаксономическом пространстве // Журнал общей биологии. Т. 54. № 2. С. 201-209.

Волков И.В., Кулижский С.П. 2007.Локальное почвообразование в подушковидных растениях и его влияние на биологическое разнообразие высокогорий // Сибирский экологический журнал. Т. 3. С. 345-351.

Волкова Е.А. 1994. Ботаническая география Монгольского и Гобийского Алтая // Труды Ботанического ин-та им. В.Л. Комарова. СПб. Вып. 14. 131 с.

Грубов В.И. 1972.Новые и ранее неизвестные для флоры Монгольской Народной Республики виды // Ботан. журн. Т. 57. № 12. С. 1591-1594.

Грубов В.И. 1982.Определитель сосудистых растений Монголии. Л. 442 с.

Губанов И.А. 1996. Конспект флоры Внешней Монголии (сосудистые растения). М.: Валанг. 136 с.

Исаченко А.Г. 1972. Основные проблемы ландшафтоведения горных стран // Вопросы ландшафтоведения. Алма-Ата. С. 6-22.

Камелин Р.В. 1979. Кухистанский округ горной Средней Азии (ботанико-географический анализ). Л.: Наука. 117 с.

Лавренко Е.М. 1959. Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения // Полевая геоботаника. М.; Л.: Наука. Т. 1. С. 60-80.

Намзалов Б.Б. 1941. Степи Южной Сибири. Новосибирск - Улан-Удэ: БНЦ СО РАН. 1994. 309 с.

Овчинников П.Н. 1941. Sibbaldia tetrandra Bge. И вопрос о происхождении криофильной растительности Средней Азии // Сов. Ботаника. № 1-2. С. 145-152.

Овчинников П.Н. 1957.Основные черты растительности и районы флоры Таджикистана / Флора Таджикской ССР. Т. 1. М.-Л.: изд-во АН СССР. С. 9-20.

Огуреева Г.Н. 1994. Структурно-динамические категории в растительном покрове горных территорий // Бюлл. МОИП. Отд. биол. Т. 99. Вып. 2. С. 76-85.

Огуреева Г.Н. 1997. Структура и динамика растительности высокогорных экосистем Монгольского Алтая // Аридные экосистемы. Т. 3. № 6-7. С. 119-131.

Седельников В.П. 2011. Пространственная организация и разнообразие высокогорной растительности Азиатской России // Мат-лы Всеросс. научн. конф. «Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы». СПб. С. 418-420.

Сукачев В.Н., Зонн С.В. 1961. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН СССР. 144 с.

Толмачев А.И. 1948.Основные пути формирования растительности высокогорных ландшафтов северного полушария // Ботан. журн. Т. 33. № 2. С. 161-180.

Толмачев А.И. 1960. Роль миграций и автохтонного развития в формировании автохтонных флор Земного шара // Проблемы ботаники. Материалы по изучению флоры и растительности высокогорий. М.-Л.: изд-во АН СССР. Т. V. С. 18-31.

Экосистемы Монголии. 1995. М.: Наука. 223 с.

Юнатов А.А. 1964. Заложение экологических профилей и пробных площадей // Полевая геоботаника. М.; Л.: Наука. Т. 3. С. 9-35.

Юрцев Б.А. 1981. Реликтовые степные комплексы северо-восточной Азии. Новосибирск: Наука. 168 с.

Beket U. 2009. The vegetation of the Mongolian Altai. Problems of sustainable land use and natural conservation. Bad Godesberg, Bonn, Germany. 317 p.

Bray J.R., Curtis J.T. 1957. An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological Monographs. P. 325-349.

German D.A., Wen-Li Chen, Smirnov S.V., Bing Liu, Kutzev M.G., Jian Wang, Shmakov A.I., Kamelin R.V. 2012. Plant genera and species new to China recently found in northwest Xinjiang // Nordic Journal of Botany. Vol. 30. Is. 1. P. 61-69.

Gusev Yu.D., Kozhevnikov Yu.P. 2007. Plants of Central Asia. Plant Collections from China and Mongolia. Vol. 11. Amaranthaceae-Caryophyllaceae, Published by Science Pub Inc. 136 p.

Hill M.O. 1979. TWINSPAN: a FORTRAN program for arranging multivariate data in ordered two-way table classification of the individuals and attributes. Ithaca, NY. 48 p.

Hill M.O. Gauch H.G. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique // Vegetatio. P. 597-613.

Lu Dequan, Wu Zhengyi, Zhou Lihua, Chen Shilong, Gilbert M.G., Liden M., McNeill J., Morton J. K., Oxelman B., Rabeler R.K., Thulin M., Turland N.J., Wagner W.L. 2001.Flora of China. Vol. 6: Caryophyllaceae. P. 1-113.

Map: Ecosystems of Mongolia. 1995. S. 1:1 000 000. V.: IEE. 15 p.

ENDEMIC FORMATION OF A STITCHWORT (STELLARIA PULVINATA GRUB.) IN HIGHLANDS OF THE MONGOLIAN ALTAI

© 2015. M.V. Bocharnikov, G.N. Ogureeva, I.M. Miklyaeva

M.V. Lomonosov Moscow State university
Russia, 119991 Moscow, Leninskie gory, 1.
E-mail: maxim-msu-bg@mail.ru, ogur02@yandex.ru, inessa-miklyaeva@yandex.ru

Botanical-geography researches of cryophyte polster formation (*Stellaria pulvinata* Grub) are made. It is formed by a stitchwort polster (*Stellaria pulvinata* Grub.) – an endemic species with local distribution in the cryoarid region of Central Asia – on highlands of the Mongolian Altai (2500-3800 m above sea level). Actual distribution of a species is revealed, the analysis of a coenotic diversity of an endemic mountain cryophyte polster formation of *Stellaria pulvinata* is carried out (three classes and ten groups of associations are allocated). The high-rise structure of belts with participate of the cryopetrophyte polster communities is defined. They participate in composition of two high-rise belts – the cryophype bunch grass steppe belt (2800-3200 m) and the cryophyte kobrezia and sedge tundra belt (3200-3500 m), and its also sporadic meet in the subnival belt (3500-3800 m).

Keywords: biodiversity, endemic, mountain vegetation, polster, cryophyte polster communities, the Mongolian Altai, ecology, structure of a vegetation cover.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №3 (64), с. 48-55

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 633.2.03

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ДИНАМИКЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ДЕЛЬТЕ Р. ВОЛГИ[1]

© 2015 г. В.Б. Голуб,* В.В. Бондарева,* В.К. Шитиков,* А.Н. Бармин, М.М. Иолин****

**Институт экологии Волжского бассейна РАН*
Россия, 445003 г. Тольятти, ул. Комзина, 10
E-mail: vbgolub2000@mail.ru, victoria_bondareva@rambler.ru, stok1946@gmail.com
***Астраханский государственный университет*
Россия, 414000 г. Астрахань, ул. Татищева, 20а
E-mail: abarmin60@mail.ru, miolin76@mail.ru

Поступила 05.10.2014

В результате исследований в средней части дельты р. Волги установлено уменьшение содержания солей в верхнем слое почвы и увеличение продуктивности надземной массы растений. Выявлены горизонтальные перемещения популяций видов растений при незначительных их смещениях вдоль высотного градиента. Предполагаемыми причинами отмеченной динамики являются увеличение увлажнения территории, изменение характера хозяйственного использования надземной биомассы, возможное влияние кислых осадков.
Ключевые слова: дельта р. Волги, градиентный анализ, засоления почвы, продуктивность растений, кислые осадки.

Введение

Ранее нами была рассмотрена динамика растительности дельты р. Волги по материалам повторных учетов (1979-1981, 2011 гг.) на 486 учетных площадках, расположенных на стационарных трансектах (Голуб и др., 2013). Сделанные выводы основывались на сравнении групп сообществ, выделенных с помощью кластерного анализа. Для выявления направленности происходящих изменений привлекали данные DCA-ординации и обработки описаний по шкалам Л.Г. Раменского. Было сделано заключение, что установленные изменения в растительности вызваны несколькими причинами, среди которых предположительно называли уменьшение засоление почвы.

Целью настоящей работы являются оценки: 1) изменения засоления поверхностного слоя почвы по данным химических анализов; 2) перемещений популяций видов растений вдоль высотного градиента; 3) динамики продуктивности растительного покрова.

Материалы и методы

Значительная часть сведений о характере повторных наблюдений в период 1979-2011 гг. на трансектах в средней части дельты р. Волги изложена в статье В.Б. Голуба и его соавторов (Голуб и др., 2013). Поэтому в этом разделе мы акцентируем внимание лишь на те стороны методики наших исследований, которые в предыдущей публикации не были освещены.

В 1979 г. в восточной части дельты р. Волги на нескольких трансектах была заложена серия из 486 пробных геоботанических площадок. С помощью нивелира были определены высоты площадок над меженным уровнем воды в водотоках. Они находились в интервале 0.87-3.33 м над меженью. На этом высотном отрезке, равном всего лишь 2.5 м, прибрежно-водная растительность сменяется степной. Выше расположены пустынные фитоценозы.

[1] Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-04-00011.

Геоботанические описания площадок проводили в августе 1979, 1980, 1981 и 2011 гг. В 1982 г. на 121-й учетной площадке из указанных 486-и была определена величина воздушно-сухой надземной массы растений. Для этого в их центре на квадрате 50 x 50 см срезали у поверхности почвы все растения. Площадки для взятия укосов были выбраны так, чтобы они охватили различные высоты профиля и почвы с разной степенью засоления. В свежем состоянии из укосов были отобраны 17 видов растений, имеющих разную экологию. В высушенном на воздухе состоянии эти виды и оставшаяся неразобранная часть укосов с каждой площадки были взвешены. В 2011 г. на этих же площадках в период их описания была вновь определена как общая величина воздушно-сухой надземной массы растений, так и отдельно тех же самых видов.

Для характеристики засоления почв в сентябре, после сенокоса, в 1979-1981 гг. в центре всех пробных площадок закладывали квадрат 1 x 1 м, по углам и в центре которого брали пробы почвы из слоя 0-15 см. Эти пробы смешивали и из общей массы отбирали средний образец. В 2011 г. образцы почвы были отобраны только на площадках, на которых проводили учеты надземной массы растений.

В лабораторных условиях в почвенных образцах определяли состав ионов водорастворимых солей. Эти определения были осуществлены Государственным центром агрохимической службы «Астраханский» по действующим стандартам, которые в целом соответствуют методам анализа водной вытяжки, описанным в руководстве Е.В. Аринушкиной (1970).

Поскольку водная вытяжка не учитывает взаимодействие ионов в почвенном растворе и неодинаковое их влияние на растения, для косвенной оценки токсичности почвенного раствора мы использовали алгоритм Базилевич-Панковой (Базилевич, Панкова, 1968). Ранее он применялся для целей индикации засоления почвы в дельте р. Волги и показал хорошие результаты (Голуб и др., 1986; Голуб, 1989). При расчетах по этому алгоритму предполагается, что при наличии в водной вытяжке Са-ионов, в почвенном растворе эквивалентное количество ионов HCO^-_3 и SO_4^{2-} находится в связанном и, следовательно, нетоксичном состоянии. Поскольку гидрокарбонат кальция менее растворим, чем сульфат кальция, в первую очередь с Ca^{2+} в нерастворимую соль связываются ионы HCO^-_3. При этом также считается, что токсичность анионов для растений неодинакова: $1Cl^- = 3HCO^-_3{}^- = 5SO_4^{2-}$. Результаты пересчетов состава водной вытяжки выражаются величиной "суммарного эффекта токсичных ионов" (Т) в эквивалентах Cl-иона.

По своим гидрологическим условиям 1979 г. был аномальным. За более чем 130-летний период гидрологических наблюдений на Нижней Волге объем водного стока во время половодья в этом году уступал лишь тому катастрофическому половодью, которое случилось в 1926 г. Поэтому мы не рассматриваем в статье данные о растительности и почвах, относящиеся к 1979 г.

Для оценки смещений популяций видов растений вдоль оси высоты над меженью был проведен градиентный анализ: определяли среднее значение положений видов растений и их дисперсию на этой оси. Последний показатель можно трактовать как экологическую амплитуду растений на оси высоты над меженью. Для градиентного анализа были отобраны виды, которые были встречены не менее 10 раз в любом из трех лет учетов (1980, 1981, 2011). Таких видов оказалось 46.

При построении графика, иллюстрирующего изменение продуктивности надземной массы на различных высотах трансект, производили сглаживание кривых методом «простой скользящей средней» (Розенберг, 1976). Такое сглаживание позволяет выявить основные тенденции изменений данных и погасить случайные отклонения.

Статистический анализ отличий между выборками, характеризующими содержание ионов в образцах почвы и распределение встречаемости отдельных видов по высоте над меженью, проводили по единой методике с использованием стандартных тестов: непараметрического метода Манна-Уитни в модификации Вилкоксона и на основе *t*-критерия Стьюдента для независимых выборок с поправкой Уэлча (Глотов и др., 2005). Ввиду того, что сравниваемые выборки не подчиняются нормальному закону распределения, оценку *p* статистической значимости соответствующих статистик осуществляли еще дополнительно с использованием рандомизационного теста (Manly, 2007). Однако оказалось, что при оценке достоверности различий выборок все три метода дали один и тот же результат при *p*-значении, не превышающем уровень значимости 0.05.

Латинские названия сосудистых растений даем по их списку в электронной базе “Flora Europaea”, помещенной на сайте Королевского ботанического сада Эдинбурга (http://rbg-web2.rbge.org.uk/FE/fe.html). Названия растительных сообществ приводим по перечню синтаксонов долины Нижней Волги (Голуб, Мальцев, 2013).

Результаты и их обсуждение

В предыдущей статье было показано (Голуб и др., 2013), что в целом, за счет роста количества осадков и объема водного стока р. Волги в последнее десятилетие увлажнение экотопов, в которых были заложены учетные площадки, увеличилось.

Что касается метеорологических и гидрологических условий в годы учетов, то следует отметить, что половодье 2011 г. было самым маломощным в сравнении с 1980, 1981, 1982 гг. Зато количество осадков, выпавших перед началом геоботанических описаний пробных площадок в 2011 г., было самым большим. Половодье 1980 г. по своему объему было близко к среднемноголетним параметрам, поэтому данные этого года о засолении почв и положении популяций видов над меженью мы используем как контрольные.

Интенсивность сенокосного и пастбищного использования угодий, пересекаемых трансектами, значительно снизилась. Неубранный травостой сжигается.

Имеются сведения о выпадении в районе исследований кислых осадков, основной причиной которых являются выбросы Астраханского газохимического комплекса, а также перенос загрязняющих веществ из Казахстана (район Тенгиза), где идёт добыча углеводородного сырья с высоким содержанием сероводорода (Андрианов, 2004; Гольчикова, 2007). целом, минимальное засоление верхнего слоя почвы на учетных площадках было в 2011 г. (табл. 1). Уменьшение засоления преимущественно произошло за счет убыли легкоподвижных хлоридов, что привело к снижению токсичности почвенного раствора в эквивалентах хлора-иона на большей части учетных площадок. Тип засоления сильно сдвинулся от хлоридно-сульфатного к сульфатному.

Встречаемость многих видов в 2011 г. значительно отличается от той, которая была в 1980-1981 гг. (табл. 2). Популяции одних видов растений расширили площадь своего распространения, других – сократили. Об этом свидетельствует показатель n. Анализ этой динамики был сделан ранее (Герасимова и др., 2012). Было показано, что резко уменьшилась представленность одно-двухлетних растений и галофитов, но увеличилась площадь, занятая крупными грубостебельными растениями.

Сравнение результатов градиентного анализа 1981 г. относительно 1980 г. показало, что в анализируемой выборке среднее значение положений на оси высоты достоверно было смещено лишь у 6-и видов (табл. 2). Из них 5 поднимались вверх, 1 спускался вниз. В 2011 г. относительно 1980 г. было обнаружено смещение среднеарифметических положений на этом градиенте у 22 видов. Из них 6 поднялись вверх, а 16 спустились вниз. Растения, произрастающие на высоких отметках, в интервале высот 2.37-3.33 м над меженью, мало подверженных влиянию половодий, ни в 1981 г., ни в 2011 г. не смещали своего положения на высотном градиенте.

В среднем, популяции 46-и видов в 2011 г. относительно 1980 г. спустились всего лишь на 4 см, а в 1981 г. они поднимались на 2 см вверх. Что касается средней величины дисперсии популяций видов вдоль оси высоты над меженью, то она в 2011 г. была точно такая же, что и в 1980 г. и равнялась 0.07 м^2. Так что можно считать, что перемещение видов на градиенте высоты 2011 г. осталось на уровне разногодичного флюктуирования. При этом, как уже было сказано, встречаемость многих видов значительно изменилась.

Высота экотопов над меженью в дельте р. Волги во многом определяет их увлажнение, поэтому ось высоты можно в определенной мере интерпретировать и как ось увлажнения (Голуб и др., 2011). Таким образом, если судить только по результатам градиентного анализа, то фактор увлажнения не оказывал значительного прямого воздействия на изменение растительного покрова, произошедшее к 2011 г.

Если обратиться к графику, отражающему изменение величины воздушно-сухой надземной массы растений на 121-й учетной площадке, которые расположены на различных отметках трансект, то можно увидеть ее рост на большей части высот (рис.). В среднем в 1982 г. она составляла 396 г/м^2, а в 2011 г. − 835 г/м^2, то есть продуктивность растительного покрова увеличилась более, чем в 2 раза. Но этот рост был весьма неравномерен вдоль оси высоты над меженью. Особенно сильно, в 3-4.5 раза, надземная масса возросла на низких отметках: 0.87–1.11 м. В этом интервале во многих случаях сообщества асс. ***Phalaroido-Scirpetum lacustris*** сменились на тростниковые и рогозовые заросли, относящиеся к ассоциациям ***Calystegio-Phragmitetum***, ***Phalaroido arundinaceae-Phragmitetum***, ***Calystegio-Typhetum angustifoliae***.

Таблица 1. Средние значения показателей состава водной вытяжки в образцах из слоя почвы 0-15 см в различных интервалах высот над меженью, мг-экв. на 100 г почвы. **Table 1.** Average values of the aqueous extract index of samples from soil layer 0-15 cm at various intervals heights over the low-water level, mEq./100 g of soil.

Год	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Сумма	T	$Cl^-/S0_4^{2-}$
0.87-1.21 м – 9 площадок									
1980	0.19	4.71	2.39	3.14	1.81	2.34	14.59	2.74	0.51
1981	0.27*	3.57	2.09	2.38	1.82	1.73	11.85	2.38	0.59
2011	0.27*	7.89	2.21	5.61	2.31	2.46	20.75	2.72	0.28
1.23-1.77 м – 54 площадки									
1980	0.29	13.27	8.70	7.56	6.45	8.25	44.52	9.90	0.66
1981	0.29	10.84	6.54	5.61*	6.04	6.02*	35.34*	7.65	0.60
2011	0.32	11.18	2.70*	6.47	4.01*	3.70*	28.38*	3.70*	0.24*
1.78-2.00 м – 18 площадок									
1980	0.32	10.82	4.29	4.31	4.46	6.64	30.84	5.65	0.40
1981	0.33	9.89	3.25	5.01	4.21	4.25	26.94	4.29	0.33
2011	0.36	6.67	1.71*	4.18	2.06*	2.49*	17.22*	2.27*	0.26
2.01-2.36 м – 25 площадок									
1980	0.34	14.06	5.82	7.53	5.60	7.09	40.44	7.19	0.41
1981	0.34	11.04	2.66*	6.58	4.60	2.87*	28.08*	3.62*	0.24*
2011	0.32	8.81*	1.74*	5.16	3.07*	2.63*	21.71*	2.53*	0.20*
2.37-3.33 м – 15 площадок									
1980	0.48	6.97	3.32	3.69	3.02	4.06	21.55	4.07	0.48
1981	0.40	6.03	2.41	3.84	2.46	2.55	17.72	2.93	0.40
2011	0.35*	7.65	2.73	4.18	2.69	3.85	21.43	3.49	0.36
В среднем на 121 площадке									
1980	0.32	11.65	6.31	6.26	5.21	6.81	36.57	7.46	0.54
1981	0.32	9.60*	4.41*	5.26	4.71	4.36*	28.66	5.34*	0.46
2011	0.32	9.33*	2.32*	5.51	3.24*	3.23*	23.91*	3.15*	0.25*

Примечание: Звездочкой отмечены достоверные отличия показателей водной вытяжки в 1981 и 2011 гг. в сравнении с 1980 г. **Notes**: Significant differences in values of the aqueous extract index in 1981 and 2011 compared with 1980 are marked by asterisk (*).

На отметках 1.12-1.24 м над меженью, где ранее было высокое засоление верхнего слоя почвы, фитоценозы асс. ***Argusio-Phragmitetum*** также замещаются перечисленными выше сообществами с доминированием тростника и рогоза, создающими большую массу.

Выше, в интервале 1.25-1.37 м, в 1980-1981 гг. были представлены весьма низкопродуктивные по величине надземной массы высших растений сообщества асс. ***Alismato-Salicornietum*** (около 400 г/м^2). Они были приурочены к почве с очень высокой токсичностью почвенного раствора. Теперь, когда на этих высотах токсичность снизилась в 2-3 раза, эти растительные группировки начали сменяться фитоценозами асс. ***Argusio-Phragmitetum***. Но эта смена еще не закончилась. Поэтому на кривой, отражающей изменение продуктивности надземной массы вдоль высотного градиента в 2011 г., наблюдается сильный прогиб (до 700 г/м^2).

Немного выше, в интервале 1.38-1.64 м, в прошлом также была представлена асс. ***Alismato-Salicornietum***, но здесь произошла ее полная замена сообществами асс. ***Argusio-Phragmitetum***. Величина надземной массы здесь стала достигать 1400 г/м^2.

Токсичность почвенного раствора в интервале высот 1.65-2.24 м к 2011 г. тоже резко снизилась. Этот интервал в прошлом преимущественно занимали сообщества асс. ***Argusio-Phragmitetum*** с продуктивностью около 300 г/м^2**.** Отчасти эти фитоценозы сохранили здесь свое положение, но

Таблица 2. Результаты градиентного анализа 46 видов растений вдоль оси высоты над меженью. **Table 2.** Results of the gradient analysis of 46 plant species along height axis over the low-water level.

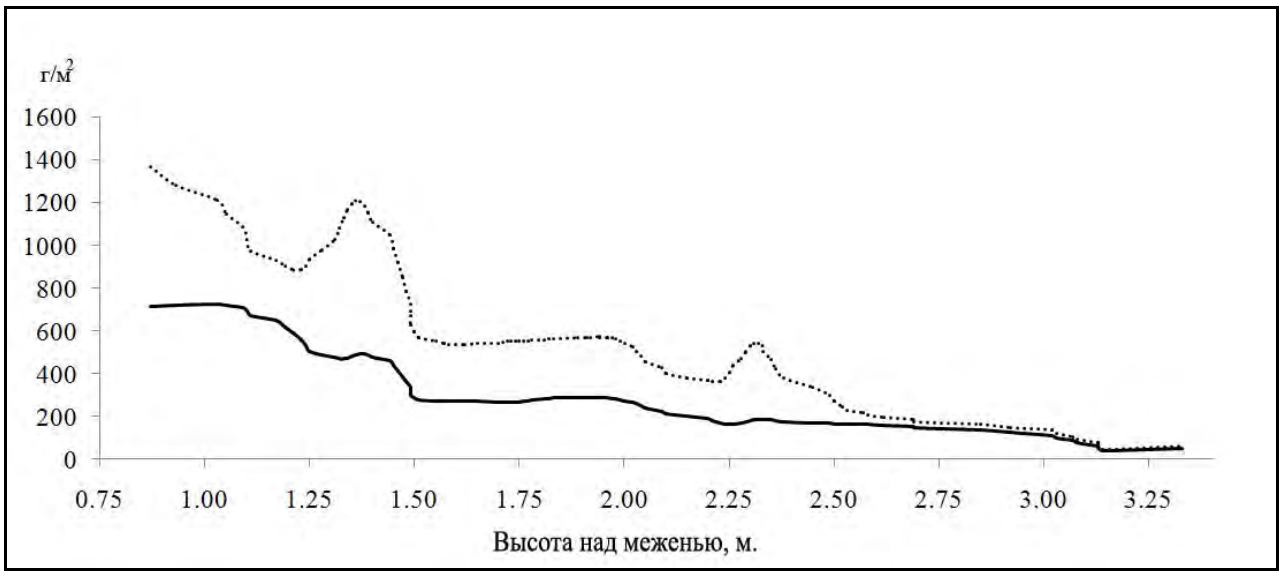
Год	1980			1981			2011		
Показатели градиентного анализа	n	x	σ^2	n	x	σ^2	n	x	σ^2
Sparganium erectum	48	1.26	0.05	72	1.32	0.07	29	1.21	0.04
Lythrum salicaria	54	1.34	0.04	74	1.36	0.04	51	1.41	0.03
Polygonum hydropiper	137	1.37	0.05	102	1.35	0.04	90	1.29*	0.03
Alisma lanceolatum	177	1.37	0.04	238	1.44*	0.05	190	1.41	0.05
Butomus umbellatus	122	1.37	0.04	190	1.44*	0.07	37	1.38	0.05
Eleocharis acicularis	94	1.37	0.03	109	1.43*	0.05	53	1.43*	0.03
Carex acuta	27	1.37	0.04	27	1.32	0.03	24	1.44	0.05
Calystegia sepium	20	1.39	0.04	26	1.41	0.03	122	1.37*	0.04
Polygonum amphibium	139	1.41	0.04	154	1.40*	0.04	75	1.39*	0.05
P. aviculare gr.	193	1.41	0.04	59	1.40	0.04	75	1.39	0.05
P. minus	132	1.41	0.05	153	1.41	0.05	42	1.34	0.05
Scirpus lacustris	22	1.41	0.02	27	1.38	0.03	144	1.43	0.04
Lysimachia vulgaris	98	1.42	0.05	134	1.41	0.04	101	1.36	0.04
Stachys palustris	101	1.43	0.07	122	1.40	0.06	158	1.36*	0.05
Typha angustifolia	107	1.44	0.06	182	1.64*	0.12	184	1.38*	0.05
Mentha arvensis	65	1.45	0.06	96	1.50	0.07	17	1.27*	0.05
Achillea cartilaginea	29	1.45	0.02	48	1.44	0.02	98	1.49	0.04
Phalaris arundinacea	262	1.45	0.07	262	1.45	0.06	215	1.45	0.04
Phragmites australis	53	1.45	0.05	60	1.47	0.10	140	1.45	0.05
Gratiola officinalis	35	1.46	0.05	47	1.47	0.08	51	1.72*	0.08
Thalictrum flavum	37	1.51	0.07	29	1.53	0.07	55	1.36*	0.04
Lythrum virgatum	189	1.51	0.06	208	1.54	0.06	223	1.55	0.07
Inula britannica	102	1.54	0.05	199	1.6	0.10	133	1.67*	0.07
Eleocharis palustris	288	1.58	0.07	318	1.57	0.08	328	1.64*	0.09
Chenopodium polyspermum	35	1.59	0.05	79	1.63	0.17	19	1.18*	0.05
Cirsium arvense	85	1.63	0.11	75	1.62	0.12	224	1.52*	0.07
Xanthium strumarium s.l.	257	1.64	0.09	259	1.77*	0.19	23	1.52	0.10
Rubia tatarica	186	1.67	0.08	196	1.66	0.07	234	1.47*	0.06
Hierochloë repens	100	1.67	0.08	110	1.63	0.06	107	1.70	0.08
Sonchus arvensis	107	1.68	0.08	93	1.63	0.07	139	1.38*	0.05
Bolboschoenus glaucus	304	1.7	0.09	324	1.71	0.10	191	1.61*	0.07
Althaea officinalis	197	1.76	0.10	247	1.75	0.10	212	1.57*	0.08
Argusia sibirica	51	1.76	0.07	56	1.86	0.13	52	1.76	0.03
Euphorbia palustris	25	1.78	0.05	38	1.77	0.11	49	1.61*	0.02
Potentilla reptans	20	1.79	0.11	17	1.82	0.12	15	2.03*	0.06
Lepidium latifolium	63	1.93	0.07	61	1.99	0.14	61	1.79*	0.07
Glycyrrhiza echinata	53	1.99	0.09	74	2.02	0.10	59	1.88	0.05
Elymus repens	87	2.04	0.09	80	2.02	0.11	139	1.98	0.13
Suaeda confusa	55	2.14	0.27	47	2.07	0.32	12	2.11	0.25
Convolvulus arvensis	18	2.18	0.16	18	2.17	0.26	60	1.85*	0.20
Aeluropus pungens	100	2.23	0.09	107	2.22	0.10	87	2.19	0.11
Glycyrrhiza glabra	33	2.42	0.14	24	2.4	0.21	48	2.33	0.07
Dodartia orientalis	29	2.43	0.19	33	2.4	0.22	41	2.19	0.17
Cynodon dactylon	17	2.59	0.04	23	2.5	0.05	14	2.42	0.07
Euphorbia esula ssp. *esula*	82	2.78	0.10	61	2.68	0.12	116	2.73	0.18
Eremopyrum triticeum	40	2.97	0.07	34	2.79	0.04	39	2.82	0.09
Среднее	97	1.69	0.07	109	1.71	0.09	99	1.65	0.07

Примечания: 1) n – число учетных площадок, на которых был встречен вид; x – среднеарифметическое значение положения популяции вида на оси высоты над меженью реки, м; 2) σ^2 – дисперсия вида на оси высоты, м; 3) звездочкой отмечены достоверные смещения x в 1981 и 2011 гг. относительно его положения в 1980 г. **Notes:** 1) n - the number of sample plots on which the species was recorded; x - arithmetic mean of the species population position on the axis heights over the low-water level; 2) σ^2 - variance of the species on the axis heights over the low-water level; 3) significant displacement x in 1981 and 2011 relative to its position in 1980 are marked by asterisk (*).

теперь имеют бóльшую величину надземной фитомассы. Кроме того, тут чаще стали встречаться растительные группировки асс. ***Bolboschoeno-Glycyrrhizetum echinatae***. Средняя продуктивность на этих высотах стала почти в 2 раза больше, чем в 1982 г.

На кривой 2011 г. в интервале высот 2.25-2.37 м отмечается уменьшение продуктивности надземной массы до 300 г/м^2, приближаясь к той, которую имели эти экотопы в 1982 г. Это редко затапливаемые низкие участки шлейфов бэровских бугров и нижних частей их склонов, а также высокие гривы. Так же, как и раньше, их занимают низкопродуктивные сообщества асс. ***Polygono-Aeluropodetum pungentis***.

Несколько выше в интервале высот 2.38-2.60 м в 2011 г. виден яркий всплеск увеличения надземной массы травостоя с пиком на отметке около 2.5 м, где общий вес растений достигает 800 г/м^2. Это нижние части склонов бэровских бугров, на которых степень засоления почв сохранилась прежней. В 1980-1981 гг. эти высоты были преимущественно заняты сообществами асс. ***Polygono-Aeluropodetum pungentis***. К 2011 г. вследствие оставления некосей на этих местоположениях стали разрастаться высокопродуктивные фитоценозы с доминированием солодки, близкие по своему составу к асс. ***Lepidio-Cynodontetum***.



Примечания: Сплошная линия – 1982 г., пунктирная – 2011 г. Notes: The firm line – 1982, dotted line – 2011.

Рис. Величина воздушно-сухой надземной массы растений на различных высотах трансекты. **Fig.** The average air dry weight above ground biomass of plants at different heights of transects.

Растительность выше отметок 2.6 м в 2011 г. была та же, что и 1980-1981 гг. – это преимущественно дигрессионные стадии степных (по характеру увлажнения) растительных сообществ с доминированием *Eremopyrum triticeum*, *Descurainia sophia*, *Atriplex tatarica*. Их продуктивность в 2011 г., составляющая 250-300 г/м^2, была несколько выше, чем в 1982 г., возможно, благодаря бóльшему количеству осадков в последнем из лет учетов.

Вес отдельных видов растений на 121-й учетной площадке согласуется с уже установленным фактом уменьшения встречаемости однолетних растений и галофитов (Герасимова и др., 2012). Так, однолетние галофиты *Suaeda confusa*, *Crypsis schoenoides* вообще не обнаружены в укосах. *Petrosimonia oppositifolia*, *Atriplex prostrata* в несколько раз снизили свою массу. Уменьшилась продуктивность и многолетних галофитов: *Bolboschoenus glaucus*, *Aeluropus pungens*. В то же время в десятки раз возросла надземная масса высокорослых плохо поедаемых и требующих значительных энергетических затрат на уборку видов растений (*Glycyrrhiza glabra*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*). Однако следует отметить увеличение массы ценного в кормовом отношении злака *Elymus repens*, который стал разрастаться на местообитаниях, где токсичность почвенного раствора уменьшилась (табл. 3).

Таблица 3. Средняя величина воздушно-сухой надземной массы растений на учетных площадках. **Table 3.** The average air dry weight above ground biomass of plants on sample plots.

Название растения	Фитомасса*	
	1982 г.	2011 г.
Suaeda confusa	<1	-
Lythrum virgatum	1	6
Althaea officinalis	2	3
Glycyrrhiza glabra	2	44
Petrosimonia oppositifolia	3	1
Atriplex prostrata	6	<1
Phragmites australis	6	200
Rubia tatarica	7	20
Inula britannica	9	7
Bolboschoenus glaucus	11	5
Typha angustifolia	12	119
Eleocharis palustris	14	25
Elymus repens	14	113
Hierochloë repens	22	4
Crypsis schoenoides	22	-
Phalaris arundinacea	40	31
Aeluropus pungens	40	7
Прочие виды	185	249
Общая масса	396	835

Примечание: * – г/м^2 . Notes: * – g/m^2 .

Заключение

Прямые измерения содержания ионов в водной вытяжке в верхнем слое почв в средней части дельты р. Волги выявили рассоление почв, преимущественно за счет снижения содержания Cl-иона, что резко снизило токсичность почвенного раствора. Тип засоления почв сдвинулся от хлоридно-сульфатного к сульфатному. Одной из причин рассоления верхних горизонтов почвы могут быть кислые осадки, которые привели к выщелачиванию хлоридов на большей части учетных площадок трансект. Существуют доказательства, что такие осадки, попадая на засоленные почвы, приводят к их выщелачиванию (Qing et al., 1988; Cho et al., 2002). Однако предположение о воздействии на почвы дельты Волги кислых осадков требует дополнительной поверки и подтверждения.

Градиентный анализ выявил небольшие перемещения растений вдоль высоты над меженью. Но произошли значительные горизонтальные движения популяций видов растений, которые связаны с уменьшением токсичности почвенного раствора. Этот же фактор в сочетании с ежегодным оставлением больших площадей с нескошенным травостоем, регулярным его сжиганием, привели к увеличению продуктивности надземной массы растительных сообществ преимущественно за счет высокорослых грубостебельных растений.

По нашему мнению, наблюдаемые в 2011 г. явления в почвах и растительности в средней части дельты р. Волги, в сравнении с 1980-1982 гг., обязаны воздействию комплекса факторов: 1) небольшому увеличению количества осадков и объемов половодий; 2) изменению характера хозяйственного использования территории, которое заключается в сокращении площади сенокошения и сжигании травостоя; 3) возможному влиянию кислых атмосферных осадков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андрианов В.А. 2004. Оценка воздействия Астраханского газового комплекса на природную среду как основа оптимизации ландшафтов Северного Прикаспия. Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора географических наук. Астрахань. 47 с.

Аринушкина Е.В. 1970. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ. 488 с.

Базилевич Н.И., Панкова Е.И. 1968. Опыт классификации почв по засолению // Почвоведение. № 11. С. 3-15.

Герасимова (Старичкова) К.А., Голуб В.Б., Бармин А.Н., Иолин М.М., Сорокин А.Н. 2012. Оценка изменений растительности в средней части восточной дельты р. Волги. Динамика флоры // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Серия «Экология». Тольятти: ВУиТ. № 3 (11). С. 3-15.

Глотов Н.В, Животовский Л.А., Хованов Н.В., Хромов-Борисов Н.Н. 2005. Биометрия. Учебное пособие. Москва-Ижевск. 381 с.

Голуб В.Б., Савченко И.В., Лосев Г.А. 1986. Учет взаимодействия ионов и их разной токсичности при фитоиндикации засоления почвы // Экология. № 2. С. 13-17.

Голуб В.Б. 1989. Опыт использования прямого градиентного анализа растительности для оценки алгоритмов расчета физиологической активности почвенного раствора // Биологические науки. № 2. С. 90-96.

Голуб В.Б., Пилипенко В.Н., Лосев Г.А., Бармин А.Н. 2011. Характеристика абиотических факторов на территории ботанических памятников природы в низовьях Волги // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Серия «Экология». Тольятти: ВУиТ. Вып. 11. С. 19-43.

Голуб В.Б., Старичкова К.А., Бармин А.Н., Иолин М.М., Сорокин А.Н., Николайчук Л.Ф. 2013. Оценка динамики растительности в дельте Волги // Аридные экосистемы. Т. 19. № 3 (56). С. 54-64.

Голуб В.Б., Мальцев М.В. 2013. Список растительных сообществ Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги // Фиторазнообразие Восточной Европы. Т. 7. №3. С. 112-122.

Гольчикова Н.Н. 2007. Негативные геоэкологические изменения на территории освоения месторождений углеводородного сырья (на примере Северо-Западного Прикаспия). Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Москва. 47 с.

Розенберг Г.С. 1976. Об одном несложном методе уточнения факториальной дисперсии в однофакторном дисперсионном комплексе (на примере анализа связи растительности и среды) // Минибаев Р.Г. (Ред.) Аспекты оптимизации количественных исследований растительности. Уфа: БФАН СССР. С. 93-102.

Cho J.-Y., Nishiyama M., Matsumoto S. 2002. Effect of Anion Composition of Simulated Acid Rain on Nutrient Behavior in Reclaimed Saline Soils // Soil Science and Plant Nutrition. Vol. 48. № 4. P. 461-468.

Qing W., Rong-liang Q., Yue-na L. 1988. Effects of simulated acid rain on cation releasing in soils of South China // J. Environmental Science. Vol. 10. № 3. P. 309-315.

Manly B.F.J. Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology. London: Chapman & Hall. 2007. 445 p.

Сайт Королевского ботанического сада Эдинбурга. URL: http://rbg-web2.rbge.org.uk/FE/fe.html. (дата обращения 11.09.2013).

ADDITIONAL DATA ON DYNAMICS OF SOILS SALINIZATION AND VEGETATION IN THE VOLGA RIVER DELTA

© 2015. V.B. Golub*, V.V. Bondareva*, V.K. Shitikov*, A.N. Barmin, M.M. Iolin****

**Institute of Ecology of the Volga River Basin of Russian Academy of Sciences*
Russia, 445003 Togliatti, Komzina str., 10. E-mail: vbgolub2000@mail.ru
***Astrakhan State University*
Russia, 414000 Astrakhan, Tatisheva str., 20a

Reduction of the salts content in the top layer of soil and increase the productivity of plant community in the middle part of the Volga River delta was discovered. Considerable horizontal and small movements along the altitudinal gradient of plant species populations were established. The increase in moistening, reduction of economic use intensity of above-ground biomass and possible impact of acid precipitation are causes of dynamics of vegetation.

Keywords: Volga river delta, gradient analysis, soil salinization, productivity of plants, acidic precipitation.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №3 (64), с. 56-63

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 581.9 (571.15)

СОСТОЯНИЕ ОСТРОВНОГО СОСНОВОГО БОРА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАБАЙКАЛЬЯ

© 2015 г. В.П. Макаров

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН
Россия, 672014 г. Чита, ул. Недорезова, 16а. E-mail: vm2853@mail.ru

Поступила 06.02.2015

На примере островного степного соснового бора, расположенного в Забайкальском крае, установлено, что длительная устойчивость лесного массива к катастрофическим пожарам может определяться его мозаичной структурой, разновозрастностью древостоя, куртинным расположением подроста, а также умеренной пастьбой скота и сенокошением. Прекращение распашки почвы по границам бора способствует естественному возобновлению сосны и увеличению площади леса.
Ключевые слова: сосновый бор, антропогенное воздействие, состояние, фитоценотическая структура, возобновление.

Согласно геоботаническому районированию (Лавренко и др., 1991) район исследования относится к Восточномонгольской степной подпровинции, входящей в состав Монгольской степной провинции Центральноазиатской (Дауро-Монгольской) подобласти степной области Евразии. Степи Забайкальского края представлены полосой северных разнотравно-дерновиннозлаковых степей и настоящих дерновиннозлаковых (сухих) степей (в районе п. Борзя-Чандант).

Характерной особенностью флоры и растительности Монгольской степной провинции является господство в степях *Stipa krylovii, Cleistogenes squarrosa, Agropyron cristatum, Koeleria macrantha, Poa botryoides* и *Leymus chinensis*. На легких почвах произрастают сообщества из крупных ковылей − *Stipa baicalensis* и *S. grandis*. Почти постоянным компонентом степей является *Artemisia frigida*. В составе разнотравья встречаются: *Potentilla acaulis, P. bifurca, Bupleurum scorzonerifolium, Astragalus melilotoides, Cymbaria daurica, Allium bidentatum, Haplophyllum dauricum, Bupleurum bicaule, Convolvulus ammanii, Serratula centauroides* и др. (Лавренко и др., 1991).

Растительный покров степи имеет много общего с растительным покровом Северной Монголии. Ему свойственны весьма краткие сроки вегетации; отсутствие весенних эфемеров и явление летнего выгорания растительности; преобладание растений, приспособленных не только к засухе, но и к недостатку тепла. Настоящие луга, болота и древесная растительность имеют весьма ограниченное распространение (Фриш, 1964).

По природному районированию Читинской области (Типы местности …, 1961) район исследования входит в состав Ононского сухостепного и борового района природного округа Улдза-Торейская равнина. Ононский сухостепной и боровой район занимает долину р. Онона, а также плоские террасированные и увалистые равнины, расположенные на высотном поясе 600-800 м. Приононская равнина сложена аллювиальными песками и галечниками. На остальной территории района широко распространены песчаники, конгломераты и сланцы мезозоя, а также песчаники и сланцы палеозоя.

Сосновые боры, занимают плоскую высокую террасу р. Онона, располагаются в окружении сухих степей. При переходе от сухих степей к борам, на обширных пространствах среди нителистниковой степи встречаются одиночные и групповые насаждения из старых и крупных сосен. Сосновые боры сухие и светлые с травяным покровом. Особенностью остепненного травяного покрова сосновых лесов является его сходство по составу с прилегающими к границам леса степями. Под лесами сформировались боровые и песчаные почвы; на опушках – остепенённые почвы боровых песков (Типы местности…,1961).

Для климата Онон-Аргунского междуречья характерны: резкая континентальность, недостаточное увлажнение, обилие солнечного света и отрицательные среднегодовые температуры

воздуха, которые варьируют от – 0.5 до – 4.1°С. Зима холодная, средняя температура января от -24° до -34°. Лето начинается с конца мая и продолжается до конца августа. Среднемесячные температуры июля 18-20°С. Абсолютный максимум положительных температур 40°С. (Климатический справочник …, 1958).

Климат исследуемой территории в XXI в. существенно изменился. По данным инструментальных измерений метеостанции Борзя в период 1955-2011 гг. установлен хорошо выраженный положительный температурный тренд. Годовые суммы атмосферных осадков имеют более слабый отрицательный тренд.

В предшествующие 50 лет прошлого столетия осуществлялась закономерная смена влажных периодов длительностью от 4 до 5-6 лет сухими (1-2 года). В настоящее время (с 2001 до 2011 г.) эта закономерность нарушена. Отмечается существенное уменьшение по годам на 50-100 мм количества атмосферных осадков, установившихся на уровне 150-280 мм/год. В среднем их величина уменьшилась на 64 мм, а среднегодовая температура воздуха повысилась на 1.1°С, т.е. климат стал суше и теплее. И без того незначительный запас влаги в почве, пополняющийся за счет осенней влагозарядки, который ранее поддерживался за счет ее консервации в результате глубокого промерзания и позднего оттаивания почв, исчерпан. Увлажнение почв стало поверхностным.

Иссушение почвы вкупе с уменьшением содержания влаги в атмосферном воздухе катастрофически сказалось в первую очередь на жизненном состоянии однопородных из тополя бальзамического (*Populus balsamifera*) древесных насаждений: полезащитных и снегозадерживающих лесополос, парков, отдельных массивов деревьев. Отмирание деревьев шло последовательно вслед за иссушением почв на глубине. В первые годы усыхание древостоя наблюдалось на повышенных участках, спустя 5-6 лет – на выровненных местоположениях, через 7-8 лет – практически повсеместно. Фрагментарно сохранился лишь нижний кустарниковый ярус, состоящий из вяза приземистого (*Ulmus pumila*), караганы древовидной (*Caragana arborescens*), кизильника черноплодного (*Cotoneaster melanocarpa*) и др. (Давыдова, 2014).

Повышение температуры воздуха, изменение цикличности осадков особенно в последнее десятилетие привело к увеличению частоты и площади лесных и степных пожаров. В период 2003-2012 гг. катастрофически пострадал от пожара огромный массив Цасучейского бора (около 68 тыс. га). Сохранились слабо поврежденными пожарами островные сосновые боры Цырик-Нарасун (2.5 тыс. га) и в районе поселка Чиндант 1-й (2.2 тыс. га).

Сосновый бор Цырик-Нарасун представляет собой два лесных массива, между которыми находятся искусственные посадки сосны. Возраст самых крупных деревьев в естественных насаждениях достигает 300-400 лет. Травяной ярус сообщества занят типичными для степей видами растений с преобладанием злаков (ковыль, типчак) и осок. В свое время бору предрекали исчезновение, так как он был сильно изрежен. В 1965-1973 гг. под руководством профессора В. В. Огиевского проведены исследования по выращиванию сеянцев и лесных культур. Сейчас в бору более 50% насаждений сосны искусственного происхождения. В бору отмечено хорошее возобновление сосны как в местах с искусственными насаждениями, так и на участках с естественным древостоем.

Нами исследован сосновый бор в районе пос. Чиндант-1 находящийся в 10 км восточнее Цасучейского бора. Он интересен для сравнения с другими участками соснового леса тем, что на большей части массива сохраняется структура длительно не горевшего леса, здесь не обнаружено посадок леса, отмечено на малой площади только содействие естественному восстановлению.

Состояние этого островного массива леса в научных публикациях не освещено. Исследование состояния и особенностей строения соснового леса, сохранившегося в условиях высокой пожарной опасности рядом с практически уничтоженным сосновым лесом, поможет понять причины длительной устойчивости бора к пожарам.

Поэтому цель наших исследований − оценить состояние, выяснить фитоценотичекую структуру длительно не горевшего соснового бора в условиях высокой пожарной опасности и умеренной сельскохозяйственной нагрузки.

Материалы и методы исследования

Исследование соснового бора проведено летом 2013 г. методом пробных площадей. Всего заложено 7 постоянных пробных площадей (в том числе три площади на залежных землях с подростом сосны).

Размер площадей составлял 50х50 м, на участках с редким древостоем − 50х100 м. Определяли флористический состав и структуру древесных сообществ, средний диаметр и высоту древостоя, сомкнутость крон, возобновление, жизненное состояние деревьев по шкале В.А. Алексеева (Алексеев, 1989).

С помощью бурава для каждой ступени толщины определялся возраст деревьев. Возобновление древесных растений учитывали на 25-30 пробных площадках размером 1х1м, на участках с редкими всходами и подростом − 2х2 м, расположенных по диагоналям пробной площади. В составе возобновления, выделяли 3 категории особей: всходы (1, 2 года), самосев (диаметр на высоте груди менее 2 см), подрост (по группам диаметра на высоте груди от 1 до 6 см). Определяли жизненное состояние всходов, самосева и подроста.

Общая характеристика. Территория расположена на высоте 655-687 м, рельеф холмистый, почвообразующая порода – пески рыхлые, мощность почвы до 30 см.

По данным таксационных описаний Ононского лесничества (2012 год) древесные сообщества в бору представлены преимущественно сосняком разнотравным. На ограниченной площади (6.3 га или 0.3 % от общей площади бора) пожары 2003 года привели к образованию молодых осиновых сообществ. Сосновые насаждения среднебонитетные (3, 4), полнота древостоя находится в пределах 0.3-0.5, запас сырорастительного леса − от 20 до 110 м^3/га (табл. 1).

Таблица 1. Обобщенная характеристика насаждений (по данным таксационного описания Ононского лесничества, 2012 г). **Table 1.** Generalized characteristic of plants (according to the description of the taxation Onon Forestry, 2012).

Состав древостоя	Возраст, лет	Средняя		Бонитет	Полнота	Запас сырой древесины, м^3/га
		высота, м	диаметр, см			
10С	20-110	5-17	2-28	3-4	0.3-0.5	20-110
10Ос	5	2	2	3	0.7	5

Антропогенное воздействие. Исследованный сосновый бор находится вблизи поселков Чиндант-1 и Старый Чиндант, длительное время подвергается воздействию сельскохозяйственного производства. Около 30-35 лет назад земли вокруг бора были распаханы под посевы сельскохозяйственных культур, между полями созданы полезащитные лесополосы из тополя бальзамического. В настоящее время в пределах соснового бора находится несколько ферм для содержания коров и овец. Две действующие фермы расположены на окраинах бора. Пастьба скота ведется преимущественно за пределами лесного массива. Однако замечены небольшие группы коров, поедающие траву в лесу. Хотя основные сенокосные угодья располагаются вне леса, в изреженных древостоях вблизи ферм отмечена косьба травы. Через бор проходит множество грунтовых автомобильных дорог.

В 2003 году на небольших участках возникли лесные пожары, что привело к уничтожению соснового древостоя и появлению на их месте подроста осины (2.5 тыс. шт. на 1 га). Искусственных посадок не создавалось, местами имеются следы содействия естественному возобновлению путем нарезания борозд.

Антропогенное воздействие на лесную экосистему, на наш взгляд, можно оценить двояко. Пастьба скота и сенокошение приводят к уничтожению части всходов и подроста сосны, снижению проективного покрытия и высоты травяного яруса, и, в то же время, могут снижать вероятность и силу потенциальных лесных пожаров за счет снижения полноты и сомкнутости древесного яруса, снижения проективного покрытия и высоты травостоя, своевременного прекращения распространения огня. Прекращение распашки земель приводит к возобновлению сосны на значительной площади вокруг бора, что способствует увеличению его площади и созданию более благоприятных экологических условий для населения ближайших поселков и лесных животных. Грунтовые дороги в определённой мере играют роль противопожарных разрывов и в то же время приводят к загрязнению окружающих растений пылью, выхлопными газами, создают условия для эрозии почвы и действует, как фактор беспокойства для животных.

Возможно, что умеренное использование территории бора для сельскохозяйственной деятельности и настоящий уровень антропогенного воздействия привели к снижению риска и

вероятности возникновения лесных пожаров. Огиевский В.Д. в своей работе (Огиевский, 1966) приводит примеры положительного и отрицательного влияния пастьбы и сенокошения на возобновление древесных пород, в том числе сосны. Этот вопрос требует, конечно, дополнительных исследований.

Древостой. Лесной массив неоднороден в пространстве, что может быть связано с неоднородностью рельефа, влиянием пожаров, деятельности человека и животных. Выделяются в массиве бора участки с разной полнотой от 0.3 до 0.5 (по данным таксационных описаний) и с одиночными соснами, также свободные от деревьев, занятые травянистыми растениями. Более плотный древостой расположен в юго-западной части соснового леса. Анализ космических снимков с использованием анализатора изображений SIAMS (сайт: http://www.siams.com/products/photolab/siams_photolab.htm) показал, что среднее соотношение площадей с плотным древостоем к изреженным или остепненным участкам оценивается, как соотношение 33 % к 66 % соответственно (рис. 1).

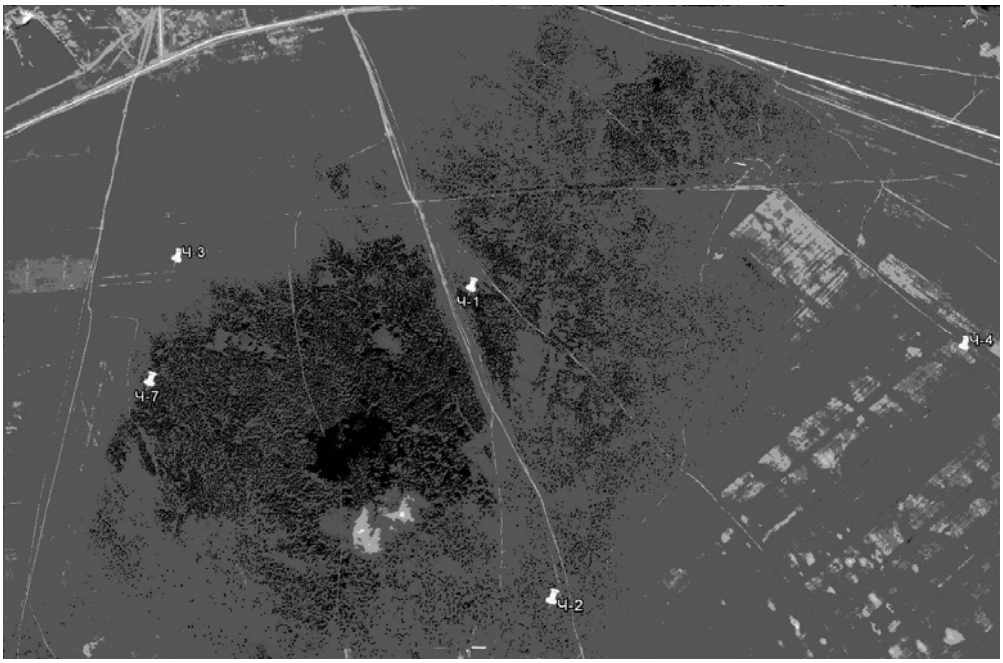


Рис. 1. Расположение исследованных участков в Чинданском бору. **Fig. 1.** Location of the studied plots in the Chindansky forest.

По типу возрастной структуры сосновый древостой разновозрастной. Такой тип характерен для сосняков, произрастающих на бедных сухих почвах. Известно, что разновозрастные древостои формируются вследствие экстремальных условий (например, на сухих почвах). В этих условиях разновозрастность сосняков повышает их устойчивость из-за низкой полноты древостоя и слабой конкуренции деревьев. Кроме того, формированию разновозрастных древостоев способствуют частые пожары, приводящие к возникновению нескольких поколений леса, выборочные рубки, ветровал, повреждения насекомыми (Мартынов и др., 2008). На месте вырубленных, ветровальных и отмерших деревьев, в «окнах», появляются группы подроста, образующие новое поколение леса.

Анализ жизненного состояния является необходимой основой для оценки исходного состояния древостоя, его динамики и биологической ценности, экологической роли и ресурсного потенциала лесных сообществ (Ярмишко и др., 2003). В составе соснового бора преобладают здоровые деревья (95%), ослабленные и сильно ослабленные особи составляют незначительную долю − 5%.

Средний возраст древостоя на пробных площадях 65-35 лет; средняя высота − от 16 до 22 м; средний диаметр − в пределах 26-60 см. Сомкнутость крон значительно варьирует − от редин (<5%) до 50% (табл.2).

Для соседнего Чиндантского бора характерно преобладание в древостое молодых деревьев (60 %). Средневозрастная, приспевающая и спелая группы деревьев вместе составляют 26 %. Значительную по численности группу составляют перестойные деревья (14 %).

Таблица 2. Общая характеристика лесных сообществ на пробных площадях. **Table 2.** General characteristics of forest communities in the test areas.

Пробная площадь	Координаты, °	Состав древостоя	Средний возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Сомкнутость крон, %
1	50.539900 с.ш. 115.447383 в.д.	10С	70	19	31	50
2	50.518617 с.ш. 115.457333 в.д.	10С	65	22	26	<5
5	50.507083 с.ш. 115.408117 в.д.	10С	135	17	60	30
7	50.532383 с.ш. 115.414650 в.д.	10С	90	16	37	30

По мнению Т.А. Работнова (1950) возрастная структура растительного сообщества, в которой представлены все возрастные состояния, называется нормальной и обеспечивает его дальнейшее успешное существование. Таким образом, можно считать, что исследуемый островной лес, исходя из возрастной структуры древостоя, можно целинно существующие.

Подлесок. Известно, что более благоприятные условия возобновления деревьев наблюдаются в условиях умеренной освещенности, повышенной влажности почвы и воздуха. Многими исследователями замечено, что такие условия создаются под кроной деревьев и подлеском.

В районе исследований подлесок в древесных сообществах слабо развит. В его состав входят единичные экземпляры шиповника даурского (*Rosa davurica*), таволги водосборолистной (*Spiraea aquilegifolia*), а также кустарниковая форма яблони ягодной (*Malus baccata*). Иными словами, подлесок нельзя назвать способствующим успешному возобновлению бора.

Травяно-кустарничковый ярус хорошо развит. Проективное покрытие находится в пределах от 60 до 90 %; средняя высота – 50-80 см. На пробных площадях в сумме обнаружен 51 вид растений. Подавляющее число видов относится к степному комплексу видов (Малышев, Пешкова, 1984). Доминантами и содоминантами в лесных сообществах являются:вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*), ковыль байкальский (*Stipa baicalensis*), лапчатка бесстебельная (*Potentilla acaulis*), леспедеца ситниковая (*Lespedeza juncea*), нителистник сибирский (*Filifolium sibiricum*), осока стоповидная (*Carex pediformis*), полынь холодная (*Artemisia frigida*), пятилистник мелколистный (*Pentaphylloides parvifolia*) и серпуха васильковая (*Serratula centauroides*). На залежных участках с подростом сосны характерными доминантами являются: змеевка растопыренная (*Cleistogenes squarrosa*), лапчатка рябинколистная (*Potentilla tanacetifolia*), таран растопыренный (*Aconogonon divaricatum*), леспедеца ситниковая (*Lespedeza juncea*) (табл. 3).

Возобновление. В лесостепной и степной зонах естественное семенное возобновление леса затруднено вследствие неблагоприятных природных условий. Лучшие условия для появления всходов создаются под сомкнутым пологом материнского насаждения. Наиболее устойчив подрост при групповом произрастании. Сомкнутые группы из подроста одного вида успешно противостоят вредному влиянию травянистой растительности и другим видам древесных растений (Поликарпов, 1978).

Известно, что леса, длительное время развивающиеся в спонтанном режиме, без катастрофических нарушений, представляют собой сукцессионную мозаику возрастных парцелл, находящихся на разных этапах своего развития. В Чиндантском бору наблюдается мозаика в «окнах» возобновления, сформировавшаяся в результате выпада из древостоя деревьев вследствие естественной гибели или пожара. Соотношение «окон» к площадям, занятым относительно плотным древостоем, определенное с помощью анализатора изображений SIAMS, составляет по массиву 43 к 57% (рис. 2).

По данным таксационных описаний Ононского лесничества в Чинданском бору количество подроста сосны высотой 2-5 м находится в пределах от 1 до 6.5 тыс. шт. на 1 га, осины высотой 1 м – 2 тыс. шт. на 1 га. Численность и соотношение подроста разных пород свидетельствует о недостаточном и удовлетворительном возобновлении сосны (Лесотаксационный справочник, 1973).

На пробных площадях 1, 2, 7 подрост сосны характеризуется куртинным расположением, низким, менее 5%, проективным покрытием и средней высотой 1.5 м. Численность подроста

свидетельствует о плохом возобновлении сосны. Несколько отличается по уровню возобновления п.п.5, где было проведено содействие естественному возобновлению путем нарезки траншей (табл. 4).

Таблица 3. Флористический состав травяного покрова на пробных площадях соснового разнотравного леса. **Table** 3. The floristic composition of grass cover on the test areas of pine forest forbs.

№ п/п	Название растения	Номер пробной площадки						
		лес				залежь		
		1	2	5	7	3	4	6
1.	Астрагал приподнимающийся – *Astragalus adsurgens*							+
2.	Большеголовник одноцветковый – *Rhaponticum uniflorum*		+	1*				
3.	Василистник придатковый – *Thalictrum appendiculatum*	1		1	1		1	
4.	Вейник наземный – *Calamagrostis epigeios*	1			2			
5.	Володушка козелецелистная – B*upleurum scorzonerifolium*						1	
6.	Гетеропаппус алтайский – *Heteropappus altaicus*			1	1		1	1
7.	Горноколосникмягколистный – *Orostachis malacophylla*						+	1
8.	Дендрантема Завадского – *Dendranthemum zawadskii*	+	1	1	1			
9.	Змеевка растопыренная – Cleistogenes squarrosa		1			2		2
10.	Касатик одноцветковый – Iris uniflora	+	1		1			
11.	Ковыль байкальский – *Stipa baicalensis*			2	1	1		2
12.	Козелец австрийский – Scorzonera austriaca						+	
13.	Кострец безостый – *Bromopsis inermis*		1					
14.	Красоднев малый – *Hemerocallis minor*	1	1					
15.	Купена низкая – *Polygonatum humile*	+						
16.	Лапчатка белолистная – *Potentilla leucophylla*		+					
17.	Лапчатка бесстебельная – *Potentilla acaulis*	+	2	2	1		1	
18.	Лапчатка вильчатая – *Potentilla bifurca*	+						
19.	Лапчатка рябинколистная – *Potentilla tanacetifolia*	+		1	1	2	1	1
20.	Лен сибирский – *Linum baicalense*		+					
21.	Леспедеца ситниковая – *Lespedeza juncea*		+	1	2	+	1	2
22.	Лилия карликовая – *Lilium pumilum*	+	1	1				
23.	Лук стареющий – *Allium senescens*	+	+				+	
24.	Мелилотоидес русский – *Melilotoides ruthenicus*						1	
25.	Мятлик кистевидный – *Poa botryoides*	+						
26.	Нителистник сибирский – *Filifolium sibiricum*		2	2	1			1
27.	Нонея русская – *Nonea rossica*					1		
28.	Овсяница ленская – *Festuca lenensis*		1	1				1
29.	Осока стоповидная – *Carex pediformis*	1			2		+	
30.	Остролодочник тысячелистный – *Oxytropis myriophylla*	1	1			+		
31.	Подмаренник настоящий – *Galium verum*		1					
32.	Полынь монгольская – *Artemisia mongolica*			1			1	1
33.	Полынь холодная – A*rtemisia frigida*		1	2	1	+	+	1
34.	Полынь шелковистая – *Artemisia sericea*	1						
35.	Прострел Турчанинова – *Pulsatilla turczaninovii*	1		1	1		+	
36.	Пырей ползучий – *Elytrigia repens*						1	
37.	Пятилистник мелколистный – *Pentaphylloides parvifolia*				2			
38.	Сапожниковия растопыренная – *Saposnikovia divaricata*				1	+		1
39.	Серпуха васильковая – *Serratula centauroides*				2			
40.	Скабиоза венечная – *Scabiosa comosa*				1			
41.	Смолевка енисейская – *Silene jenisseensis*						1	1
42.	Соссюрея иволистная – *Saussurea salicifolia*				1		1	1
43.	Спаржа даурская – *Asparagus davuricus*	+	1		1			
44.	Таран растопыренный – *Aconogonon divaricatum*					1	2	2
45.	Таран узколистный – *Aconogonon angustifolium*		1					
46.	Тимьян даурский – *Thymus dahuricus*		1	1				
47.	Тонконог гребенчатый – *Koeleria cristata*		1					
48.	Хамеродос прямостоячий – *Chamaerhodo serecta*					1		
49.	Шизонепетамногонадрезанная – *Schizonepeta multifida*	+	+	1			1	
50.	Шлемник байкальский – *Scutellaria baicalensis*		1	1				1
51.	Эдельвейс бледно-желтый – *Leontopodium ochroleucum*	+	1			+		

Примечание: * − обилие по шкале Браун-Бланке, балл; Note: * − abundance on a scale of Braun-Blanquet, score.

Интересным явлением в окрестностях Чиндантского бора является возобновление сосны на залежных землях по границам соснового бора. Возраст подроста 15-16 лет, средняя высота находится в пределах от 2.5 до 4.5 м, диаметр – 3.4-9.4 см, растения расположены рассеяно, расстояние между ними в среднем 14-15 м. Среднее количество самосева 0.22 тыс. шт. на 1 га, подроста – 0.09 тыс. шт. на 1 га.

У подроста происходит нормальное развитие генеративных органов, созревание семян, однако семенного возобновления сосны не обнаружено, всходы отсутствуют. Видимо экологические условия для прорастания семян и сохранения всходов в период роста деревьев на бывшей пашне еще не сложились. Это может быть связано с относительно густым травяным покровом (проективное покрытие 60-70%) и неблагоприятными климатическими условиями.

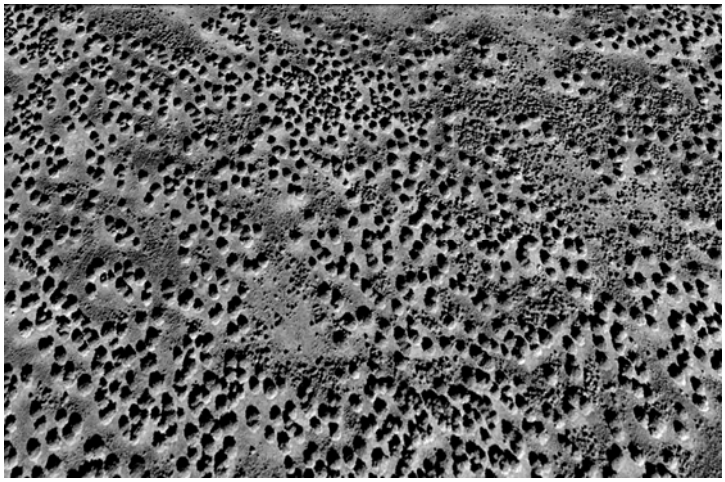


Рис. 2. Расположение подроста сосны. **Fig.** 2. Location of pine undergrowth.

Единично на участках возобновления сосны встречается тополь бальзамический, занесенный семенами с тополевых защитных лесополос.

Таблица 4. Характеристика возобновления древостоя на пробных площадях. **Table 4.** Characteristics of the resumption of trees on plots.

Пробная площадь	Количество, тыс. шт. на 1 га		
	Всходы	Самосев	Подрост
1	90	0.04	0.22
2	50	0.00	0.01
5	0	0.33	0.79
7	4	0.13	0.05
Среднее	36	0.12	0.27

Таким образом, исследования показали, что жизненное состояние лесного бора хорошее, преобладают здоровые деревья. Горизонтальная структура (мозаичность) древостоя и разновозрастность, характерная для сосняков, произрастающих на бедных сухих почвах, повышает их устойчивость из-за низкой полноты древостоя и слабой конкуренции деревьев. В бору отмечается удовлетворительное естественное возобновление сосны, особенно на центральных участках площади. Молодой древостой и подрост, расположенные группами в «окнах» лесного массива и рассеяно, на залежных землях, могли сформироваться в результате нарушения травяного покрова после низового пожара, естественной гибели деревьев, прекращения распашки полей и своевременного выпадения летних осадков. В то же время, в ряде мест, хорошо развитый травяной покров, плотная подстилка из хвои и слабо развитый подлесок сдерживают возобновление сосны. Её возобновление оценено как плохое.

При отсутствии сильного верхового пожара и сохранении умеренной нагрузки пастбищного и сенокосного использования лесных площадей, лес может существовать длительное время, сохраняя способность к расширению лесной площади за счет заселения сосной залежных земель. В то же время, в периоды повышения температуры воздуха и снижения количества осадков создается реальная угроза катастрофического лесного пожара. Снижению риска возникновения пожара способствует изреженный древостой по периметру бора, косьба и умеренное стравливание травы животными, а также заинтересованность фермеров в предотвращении распространения огня и сохранении построек и пастбищных и сенокосных угодий.

Заключение

Повышение температуры воздуха, изменение цикличности осадков особенно в последнее десятилетие в районе исследований привело к увеличению частоты и площади лесных и степных пожаров, усыхании полезащитных полос из тополя бальзамического.

Чиндантский сосновый бор в целом находится в хорошем состоянии.

Возрастная структура бора, жизненное состояние способствуют его дальнейшему устойчивому существованию.

Возобновление сосны происходит удовлетворительно в центральных участках бора, однако недостаточно и плохо на окраинах бора.

Прекращение распашки земель в окрестностях бора благоприятствовало возобновлении сосны на залежах, что может привести в последующие годы к увеличению площади леса.

Снижению риска возникновения пожара способствует изреженный древостой по периметру бора, благоприятное соотношение занятых и свободных от древостоя площадей, косьба и умеренное по интенсивности стравливание травы животными, а также заинтересованность фермеров в предотвращении пожаров и распространении огня для сенокосных угодий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев В.А. 1989. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев //Лесоведение. № 4. С. 51-57.

Давыдова Н.Д. 2014. Динамика показателей степных геосистем юго-восточного Забайкалья в условиях глобальных изменений климата//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. № 4. С. 120-125.

Климатический справочник СССР. 1958. Л.: Гидрометеоиздат. Вып. 23. Ч.1. 288 с.

Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. 1991. Степи Евразии. Л.: Наука. 146 с.

Лесотаксационный справочник / Б. И. Грошев, П. И. Мороз, И. П. Сеперович, С. Г. Синицын. 1973. М.: Лесная промышленность. 208 с.

Малышев Л.И., Пешкова Г.А. 1984. Особенности и генезис флоры Сибири. Новосибирск: Наука. 265 с.

Мартынов А.Н., Мельников Е.С., Ковязин В.Ф., Аникин А.С., Минаев В.Н., Беляева Н.В. 2008. Основы лесного хозяйства и таксация леса: Санкт-Петербург: Изд-во «Лань». 372 с.

Огиевский В.Д. 1966. Избранные труды. М.: Изд-во Лесная промышленность. 356 с.

Поликарпов Н.П. 1978. Эколого-географические закономерности естественного лесовозобновления //Лесное хозяйство. № 3. С. 60-63.

Работнов Т.А. 1950. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. Вып. 1. М.: Л. С. 465-483.

Сайт компании SIAMS: http://www.siams.com/products.htm (доступ 27 февраля 2014).

Типы местности и природное районирование Читинской области. 1961. М.: Изд-во АН СССР. 157 с.

Фриш В.А. 1964. Природные условия Онон-Аргунской степи и деление ее на ландшафтные районы// Алкучанский Говин. Опыт стационарного изучения степного ландшафта. М.-Л.: Наука. С. 24-36.

Ярмишко В.Т., Горшков В.В., Ставрова Н.И. 2003. Виталитетная структура Pinussylvestris L. в лесных сообществах с разной степенью и типом антропогенной нарушенности (Кольский полуостров) // Растительные ресурсы. Т. 39. Вып. 4. С. 1-18.

STATE OF THE ISLAND PINE TREES IN THE STEPPE ZONE OF TRANSBAIKALIA

© 2015. B.N. Makarov

Institute of natural resources, ecology and Cryology of SB RAS
Russia, 672014 Chita, Nedorezova str., 16A. E-mail: vm2853@mail.ru

Basing on the researches in the island steppe pine forests located in the area of Dauro-Mongolian steppes in Zabaykalsky Krai it was found that long-term sustainability of the forest to catastrophic fires could determine its mosaic structure, all-aged stand, curtain arrangement of undergrowth and moderate cattle grazing and haying. The termination of plowing on the borders of pinery leads to natural pine regeneration and forest area increase.

Keywords: pine forest, anthropogenic influence, status, phytocoenotic structure renewal.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №3 (64), с. 64-73

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 582.29:58.073: 531.3:631.81: 632.125: 633.2.03(571.54)

УЧАСТИЕ ЛИШАЙНИКОВ В ФОРМИРОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОЧВЕННЫХ КОРОК В СТЕПЯХ ХАНГАЯ (МОНГОЛИЯ)

© 2015 г. Л.Г. Бязров

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Россия, 119071 Москва, Ленинский пр., д. 33. E-mail: lev.biazrov@rambler.ru

Поступила 24.02.2015

Биологические почвенные корки (БПК) в биогеоценозах сухих степей Хангайского нагорья представляют собой комплексы напочвенных лишайниковых синузий разных типов ассоциирования видов лишайников и их жизненных форм. Всего в составе выявленных лихеносинузий представлены лишайники семи жизненных форм. Чаще других в изученных типах биогеоценозов встречается синузия кочующего лишайника Xanthoparmelia camtschadalis.
Ключевые слова: биологические почвенные корки, лишайники, биогеоценоз, структура, синузия, сухие степи, Монголия.

В жарких и холодных пустынях, степях, где покрытие поверхности сосудистыми растениями скудное, в пространстве между растениями нередко можно встретить скопления организмов, представляющих, в разной пропорции, различные таксономические группы: цианобактерии, водоросли, лишайники, мхи, микроскопические грибы, бактерии. Перечисленные и другие представители биоты формируют биологические почвенные корки (БПК) как результат их взаимодействия с частицами грунта в самом верхнем, несколько миллиметров толщиной, слое почвы. За счет выделения цианобактериями, водорослями и гифами грибов внеклеточных полисахаридов, склеиваются мельчайшие частицы почвы, они же способствуют и прикреплению к субстрату лишайников, мохообразных (Belnap, Lange, 2003). Они встречаются практически во всех биомах Земли там, где существенно снижена конкуренция со стороны сосудистых растений. На бедных песчаных почвах, как правило, чаще развиваются цианобактериальные корки, а на субстратах с карбонатами, глинистыми частицами, возрастает доля лишайников (Evans, Johansen, 1999). Адаптация значительного числа видов лишайников к длительной засухе позволяет им обитать в холодных и жарких пустынях, полуаридных территориях равнинных и горных степей (Бязров и др., 1989; Nash et al., 2004), где они формируют лихеносинузии, под которыми понимается объединение лишайниковых группировок в конкретных пространственно обособленных типах сообществ, развивающихся в однородных условиях среды и сходных по видовому составу и жизненным формам (Бязров, 1990). Авторы обзорных публикаций подчёркивают, что БПК формируют вместе представители многих таксономических групп биоты, как видимых невооружённым глазом, так и микроскопических, автотрофных и гетеротрфных (Evans, Johansen, 1999; Belnap, Lange, 2003). Такое понимание БПК близко к представлениям автора данной статьи о лишайниковых синузиях как биогеоценотических синузиях ранга эндостратосинузии (Бязров, 1975). Это подразумевает, что в состав группировок, выделяемых по особенностям ассоциирования видов и жизненных форм лишайников, входят и беспозвоночные животные, и микроорганизмы, и субстрат, и воздух. Соответственно, лихеносинузии напочвенных лишайников можно рассматривать как составную часть БПК сообщества.

Российские учёные активно проводят исследования растительности в аридных районах Евразии (Абатуров, Нухимовская, 2013; Бананова, Лазарева, 2014; Новикова и др., 2010; Тулохонов и др., 2014), однако БПК практически не являются объектами изучения кого-либо из них. Прежде, когда часть территории Средней Азии входила в состав СССР, там изучали роль цианобактерий, водорослей, лишайников в формировании биогеоценозов пустынь (Джураева, 1980; Новичкова-Иванова, 1980). Поэтому цель данной работы – выявление участия лишайниковых синузий в формировании БПК на примере ряда степных биогеоценозов Хангайского нагорья (Монголия).

Район и объекты изучения

Исследование проведено на нагорье Восточный Хангай (Арахангайский аймак, сомон Тэвшрулэх). Оно расположено в центре западной части Монголии. Крайние западная и восточная точки нагорья находятся примерно около 92º и 106º в.д. соответственно, южная – несколько южнее 46º, северная – немного севернее 50º с.ш. В целом нагорье считается типичной среднегорной страной, представляющая сочетание хребтов, высота большинства которых составляет 2000-3500 м н.у.м., и межгорных долин различной ширины, абсолютная высота которых более 1000 м н.у.м. (Геоморфология…, 1982). Максимальные высоты главного магистрального хребта нагорья, являющего частью континентального водораздела, находятся в горном массиве Отгон-Хайрхан-нуру, главная вершина которого гора Отгон-Тэнгэр (3905 м н.у.м.). Примерно с высоты 3500 м и летом на склонах этой горы многие десятилетия сохранятся глубокий слой снега.

Положение нагорья в центре мощного азиатского антициклона определяет резко континентальный климат территории. Амплитуда средних температур воздуха между январем и июлем здесь достигает 32-43ºС, также велики амплитуды температур дня и ночи. В системе природной зональности Хангай расположен в зоне сухих степей между изогиетами 200 и 350 мм, изотермами января -20, -25ºС; июля 16, 18ºС (Береснева, 2006). Важнейшим природным экологическим фактором также является многолетняя мерзлота. Однако эти общие параметры в значительной степени преобразуются орографией, которая, в конечном счете, и определяет конкретные условия среды того или иного участка нагорья и, в конечном счете, пестроту почвенного и растительного покровов (Бязров и др., 1989; Береснева, 2006). Здесь можно в разных природных зонах можно проследить несколько форм вертикальной поясности. По особенностям сочетания зональности и поясности нагорья проведено его ботанико-географическое районирование (Карамышева, Банзрагч, 1977). Территория, где собирали материал, относится к Восточнохангайскому низкогорно-среднегорному округу Северохангайской подпровинции леса и степи. Этот округ выделяется относительно 5-и других большей долей лесов и фрагментарным развитием высокогорного пояса. В степном поясе здесь доминируют разнотравно-злаковые и луговые степи, главным образом их петрофитные варианты (Карамышева, Банзрагч, 1977). По занимаемой площади травяные сообщества (степи, луга) преобладают, и в них определенную роль, иногда заметную, играют лишайники (Бязров, 1986, 1990).

Объектами исследования были напочвенные лишайники травяных сообществ (1) сухостепного, или равнинно-низкогорного пояса, расположенного в интервале высот 1350 - 1550 м н.у.м., и (2) степного (1550 - 1700 м н.у.м.). Мезоклимат первого пояса характеризуется как тёплый сухой резко континентальный, с холодной сухой зимой (температура воздуха –30 - –35˚С), с большими суточными колебаниями температуры и преобладанием ясной погоды, с тёплым (16-18˚С) очень засушливым и продолжительным летом. Длительность вегетационного периода до 165 дней, годовое количество осадков 275-300 мм (Береснева, 1983). Мезоклимат второго пояса умеренно тёплый, засушливый, континентальный, температура воздуха зимой около –30˚С, летом – около 16˚С. Вегетационный период продолжается около 140 дней, количество осадков в год 340 – 360 мм (Береснева, 1983). В сухостепном поясе сбор материала проводился в сообществах (1-а) сухих карагановых тырсово-малкодерновинно-злаковых и мелкодерновинно-злаково-тырсовых (*Caragana microphylla* Lam.*[1], *C. stenophylla* Pojak., *Stipa krylovii* Roshev., *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng., *Agropyron cristatum* (L.) P.B., *Cymbaria daurica* L.) степей на каштановых глубококарбонатных и бескарбонатных песчаных почвах по высоким равнинам, педиментам (5 пробных площадей 50 х 50 м). В этих сообществах проективное покрытие фанерогамных растений 52-65%, истинное покрытие около 36%. В сообществах другого участка (1-б) петрофитноразнотравно-мелкодерновиннозлаково-типчаковых степей (*Festuca lenensis* Drob., *Cleistogenes squarrosa*, *Poa attenuata* Trin., *Agropyron cristatum* (L.) P.B., *Carex duriuscula* C.A. Mey., *Potentilla acaulis* L., *P. sericea* L., *Veronica incana* L., *Thalictrum petaloideum* L., *Arctogeron gramineum* (L.) DC., *Ptilotrichum canescens* (DC.) C.A. Mey.) на каштановых и темно-каштановых бескарбонатных скелетных почвах по некрутым южным склонам (3 пробных площади 40 х 60 м). Проективное покрытие фанерогамных растений 42-57%, истинное покрытие около 45%. В сообществах третьего участка (1-в) полукустарничково-

[1] Номенклатура сосудистых растений дана по: В.И. Грубов (1982); лишайников – по: Список…(2010)

петрофитноразнотравно-типчаковых (*Festuca lenensis, Chamaerhodos altaica* (Laxm.) Bunge, *Ch. erecta* (L.) Bunge, *Androsace incana* Lam., *Arenaria capillaris* Poir., *Thymus gobicus* Tschern.) степей на каштановых бескарбонатных малоразвитых сильноскелетных почвах по плоским вершинам сопок и выпуклым частям южных склонов (4 пробных площади 50 х 50 м). Проективное покрытие фанерогамных растений 50-60%, истинное покрытие около 50%;

В степном поясе учет лишайников проводился в сообществах участка (2-а) разнотравно-мелкодерновиннолаково-крыловскоковыльных степей с ковылем байкальским (*Stipa krylovii, S. baicalensis* Roshev., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Poa attenuate* Trin., *Agropyron cristatum* (L.) P.B., *Androsace incana* Lam., *Artemisia commutata* Bess., *A. frigida* Willd., *Bupleurum scorzonerifolium* Willd., *Potentilla sericea* (L.) на тёмно-каштановых мучнисто-карбонатных легкосуглинистых щебнистых почвах юго-восточного склона местного хребта (3 пробных площади 50 х 60 м). Проективное покрытие фанерогамных растений 45-65%, истинное покрытие около 30%.

Материалы и методы

Для выявления состава напочвенных лишайников и ассоциирования представителей видов друг с другом на участках сообществ закладывали по 50-100 учётных площадок размером 0.5×0.5 м. Рамка учётной площадки представляла собой палетку, каждая ячейка (5×5 см) которой соответствовала 1% поверхности почвы. На учётной площадке фиксировали все обнаруженные виды лишайников и покрытие (%) их слоевищами субстрата. Описание каждой учётной площадки рассматривалось как характеристика конкретной лишайниковой группировки, являющейся частью лихеносинузии, а все учётные площадки, отнесённые к ней, являлись базой для усреднённой характеристики всей лихеносинузии – видового состава, покрытия каждого вида и других показателей. После идентификации видов все описания площадок, относящиеся к характеризуемому сообществу, последовательно разделяли на сходные по видовому составу и жизненным формам лишайников, то есть по типу ассоциирования представителей разных видов и жизненных форм лишайников. Для последних использована система, предложенная для лишайников Монголии (Голубкова, Бязров, 1989). В характеризуемых степных сообществах на почве встречены виды, принадлежащие к следующим группам жизненных форм лишайников: Cr – однообразнонакипные, Sq – накипные чешуйчатые, Ll – листоватые широколопастные ризоидальные, Sl – листоватые рассеченнолопастные ризоидальные, Sc – плагио-ортотропные шило- или сцифовидные, Fe – кустистые прямостоячие, Lsl – свободноживущие листоватые рассеченнолопастные. Для характеристики каждой выделенной лихеносинузии определяли спектр жизненных форм (СЖФ) как долю (%) видов каждой жизненной формы от общего числа видов (в процентах).

Результаты

В сухостепном поясе в сообществах (1-а) сухих карагановых тырсово-малкодерновинно-злаковых и мелкодерновинно-злаково-тырсовых степей покрытие почвы лишайниками 8-32%. Здесь на почве выявлено 5 лихеносинузий (табл. 1), из которых наиболее развита лихеносинузия Xanthoparmelia camtschadalis, сформированная только одним видом (агрегационный тип ассоциирования по В.В. Петровский, 1960) – не прикреплённым к субстрату свободноживущищим листовтым лишайником, обитающим в аридных районах Северного полушария (Бязров, 2012). Встречаемость этой одновидовой синузии на участках варьировала от 5 до 100%, запас массы составлял 22 кг/га. Практически это единственная напочвенная лихеносинузия большинства участков этого сообщества. Остальные напочвенные лихеносинузии были выявлены лишь на нескольких участках (встречаемость их 5-15%). Характерно, что *X. camtschadalis* входит в состав всех выявленных в этом степном сообществе лихеносинузий. На распределение этого вида, видимо, отрицательно воздействуют кусты караганы: встречаемость *X. camtschadalis* на поверхности почвы в пределах проекций её крон 8-9%, тогда как между кустами, вне их проекций, тот же показатель возрастает до 44-45%.

На участках другого сообщества сухостепного пояса (петрофитноразнотравно-малкодерновинно-злаково-типчаковых степи) покрытие почвы лишайниками около 12%, они формируют 6 напочвенных лихеносинузий (табл. 2). Здесь также наиболее широко представлена синузия *Xanthoparmelia camtschadalis* (встречаемость на участках 10-100%), сформированная одним видом, входящим в состав ещё четырёх синузий.

Таблица 1. Покрытие (%) лишайников в напочвенных лихеносинузиях карагановых тырсово-малкодерновиннозлаковых и мелкодерновиннозлаково-тырсовых степей на каштановых глубококарбонатных песчаных почвах (1-а). **Table 1.** Coverage (%) of lichens in terricolous lichen synusiums in *Caragana microphylla* - *Stipa krylovii* steppe.

Лишайник /Lichen	Жизненная форма /Life form	Лихеносинузия*/ Lichen synusium				
		1	2	3	4	5
Xanthoparmelia camtschadalis (Ach.) Hale	Lsl	0.3-14.6	1.8-13.0	1.6-5.0	0.7	5.0
Cladonia chlorophaea (Flörke ex Sommerf.) Spreng.	Sc	-	0.6-1.2	2.7	-	1.0
Toninia tristis ssp. *asiaecentralis* (H. Magn.) Timdal	Sq	-	-	1.0-1.8	5.0	-
Heppia lutosa (Ach.) Nyl.	Sq	-	-	0.3	-	-
Collema minor (Pakh.) Tomin ap.Shapheev	Sl	-	-	1.0-0.3	-	0.7
Peltigera rufescens (Weiss) Humb. var. *incusa*	Ll	-	-	-	-	0.7
Число видов	6	1	2	5	2	4

Примечания: *1 - *Xanthoparmelia camtschadalis*, СЖФ (Spectrum of Life Forms) – 100Lsl; 2 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Cladonia chlorophaea*, СЖФ – 50Lsl 50Sc; 3 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Cladonia chlorophaea* - *Toninia tristis*, СЖФ – 20Lsl 20Sc 40Sq 20Sl; 4 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Toninia tristis*, СЖФ - 50Lsl 50Sq; 5 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Cladonia chlorophaea* - *Peltigera rufescens*, СЖФ – 25Lsl 25Sc 25Ll 25Sl.

Таблица 2. Покрытие (%) лишайников в напочвенных лихеносинузиях петрофитноразнотравно-малкодерновинно-злаково-типчаковых степей на каштановых и темно-каштановых бескарбонатных скелетных почвах (1-б). **Table 2.** Coverage (%) of lichens in terricolous lichen synusiums in *Festuca lenensis* - *Thymus gobicus* - *Androsace incana* steppe.

Лишайник /Lichen	Жизненная форма /Life form	Лихеносинузия*/ Lichen synusium					
		1	2	3	4	5	6
Xanthoparmelia camtschadalis	Lsl	1.0	0.5	1.0	0.3	1.2	-
Cladonia chlorophaea	Sc	-	0.3	-	0.5	-	0.5
Collema minor	Sl	-	-	0.3	-	-	-
Toninia tristis ssp. asiaecentralis	Sq	-	-	-	1.5	1.2	-
Psora globifera (Ach.) Massal.	Sq	-	-	-	0.5	0.2	-
Число видов	5	1	2	2	4	3	1

Примечания: * 1 - *Xanthoparmelia camtschadalis*, СЖФ – 100Lsl; 2 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Cladonia chlorophaea*, СЖФ – 50Lsl 50Sc; 3 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Collema minor*, СЖФ - 50Lsl 50Sl; 4 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Cladonia chlorophaea* - *Toninia tristis*, СЖФ – 25Lsl 25Sc 50Sq; 5 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Toninia tristis*, СЖФ - 34Lsl 66Sq; 6 - *Cladonia chlorophaea*, СЖФ – 100Sc.

Наибольшее разнообразие напочвенных лихеносинузий в сообществах сухостепного пояса отмечено на участках полукустарничково-петрофитноразнотравно-типчаковых степей, где выявлено 14 группировок (табл. 3), хотя общее покрытие почвы лишайниками всего около 5%. Однако и здесь наиболее развита всё та же одновидовая синузия Xanthoparmelia camtschadalis (встречаемость на участках 5-100%). Но, в отличие от других названных ранее сообществ пояса, формирующий синузию вид входит в состав ещё всего лишь трёх напочвенных группировок.

В степном поясе на участках разнотравно-мелкодерновиннолаково-крыловскоковыльный с ковылем байкальским степи напочвенные лишайники встречались несколько реже, чем в сухостепном – общая их встречаемость 53%, а покрытие почвы – около 5%. Здесь выявлено 5 напочвенных лихеносинузий (табл. 4), среди которых также наиболее развита одновидовая Xanthoparmelia camtschadalis (встречаемость 40%). Формирующий её вид входит в состав ещё трех синузий, встречаемость которых на разных участках 1-5%.

Таблица 3. Покрытие (%) лишайников в напочвенных лихеносинузиях полукустарничково-петрофитноразнотравно-типчаковых степей на каштановых бескарбонатных сильноскелетных почвах (1-в). **Table 3.** Coverage (%) of lichens in terricolous lichen synusiums in *Festuca lenensis* - *Thymus gobicus* - *Androsace incana* steppe.

Лишайник /Lichen	Жизненная форма /Life form	Лихеносинузия*/ Lichen synusium													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Xanthoparmelia camtschadalis	Lsl	0.4	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2	-	-
Cladonia chlorophaea	Sc	-	0.8	-	-	0.5	0.4	-	0.5	-	-	0.1	-	-	-
Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr.	Cr	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Endocarpon subfoliaceum Tomin	Sq	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toninia tristis ssp. *asiaecentralis*	Sq	-	-	1.0	0.7	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	0.1
Physconia muscigena (Ach.) Poelt	Sl	-	-	1.5	-	0.5	-	-	-	-	-	0.1	-	0.1	-
Stereocaulon glareosum (Savicz) H.Magn.	Fe	-	-	-	-	-	0.7	0.5	-	0.5	-	-	0.5	-	-
Peltigera leptoderma Nyl.	Ll	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-
Caloplaca sp.	Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.1	-	-	-
Heppia lutosa	Sq	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-
Cladonia pocillum (Ach.) Grognot	Sc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-
Catapyrenium rufescens (Ach.) Breuss	Sq	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
Число видов	12	1	2	4	1	2	2	1	17	2	3	5	2	1	2

Примечания: * 1- *Xanthoparmelia camtschadalis*, СЖФ – 100Lsl; 2 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Cladonia chlorophaea*, СЖФ – 50Lsl 50Sc; 3 - *Physconia muscigena* - *Toninia tristis* - *Candelariella aurella*, СЖФ – 25Sl 50Sq 25Cr; 4 - *Toninia tristis*, СЖФ – 100Sq; 5 - *Cladonia chlorophaea* - *Physconia muscigena*, СЖФ – 50Sc 50Sl; 6 - *Cladonia chlorophaea* - *Stereocaulon glareosum*, СЖФ – 50Sc 50Fe; 7 - *Stereocaulon glareosum*, СЖФ – 100Fe; 8 - Cladonia chlorophaea, СЖФ – 100Sc; 9 - Stereocaulon glareosum - Peltigera leptoderma, СЖФ – 50Fe 50Ll; 10 - *Toninia tristis* - *Caloplaca sp.*, СЖФ – 67Sq 33Cr; 11 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Cladonia chlorophaea* - *Physconia muscigena* - *Caloplaca sp.*, СЖФ – 20Lsl 40Sc 20Sl 20Cr; 12 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Stereocaulon glareosum*, СЖФ – 50Lsl 50Fe; 13 - *Physconia muscigena*, СЖФ – 100Sl; 14 - *Toninia tristis* - *Catapyrenium rufescens*, СЖФ – 100Sq.

Таблица 4. Покрытие (%) лишайников в напочвенных лихеносинузиях разнотравно-малкодерновиннозлаково-крыловскоковыльной с ковылем байкальским степи на типчаковых степей на тёмно-каштановых мучнисто-карбонатных легкосуглинистых щебнистых почвах. **Table 4.** Coverage (%) of lichens in terricolous lichen synusiums in Stipa krylovii - Stipa baicalensis - Artemisia frigida steppe.

Лишайник /Lichen	Жизненная форма /Life form	Лихеносинузия*/ Lichen synusium				
		1	2	3	4	5
Xanthoparmelia camtschadalis	Lsl	2.5	1.0	0.7	0.3	-
Cladonia chlorophaea	Sc	-	0.5	-	-	-
Collema minor	Sl	-	-	0.3	-	-
Heppia lutosa	Sq	-	-	-	0.5	0.2
Число видов	4	1	2	2	2	1

Примечания: *1 - *Xanthoparmelia camtschadalis*, СЖФ – 100Lsl; 2 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Cladonia chlorophaea*, СЖФ – 50Lsl 50Sc; 3 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Collema minor*, СЖФ – 50Lsl 50Sl; 4 - *Xanthoparmelia camtschadalis* - *Heppia lutosa*, СЖФ – 50Lsl 50Sq; 5 - *Heppia lutosa*, СЖФ – 100Sq.

Обсуждение

Состав комплексов напочвенных лихеносинузий, формирующих БПК, в обследованных типах степных биогеоценозов Восточного Хангая, варьирует от 5 до 14, их образуют представители 7 групп жизненных форм лишайников, среди которых преобладают хлоролишайники (симбиоз гриба и зелёной водоросли), но есть и цианолишайники (симбиоз гриба и цианобактерии) как *Collema minor, Heppia lutosa, Peltigera rufescen*s. Во всех сообществах наиболее заметна лихеносинузия грегационного типа ассоциирования, то есть формируемая одним видом, Xanthoparmelia camtschadalis, с кочующим листоватым видом, ареал которого охватывает аридные и полуаридные регионы Северного полушария. Этот вид входит в состав большинства других выявленных здесь лихеносинузий разных типов ассоциирования (миксгрегационного – образуют виды разных жизненных форм одного яруса, конгрегационного – сформированы лишайниками из разных ярусов). Синузия агрегационного типа, когда представлены разные виды одной жизненной формы (Петровский, 1960), встречена лишь единожды (табл. 3, син. 14). Фактически на почве среди дернин ковылей, типчака, осок, тимьяна и других сосудистых растений практически постоянно можно встретить не прикрепленные к субстрату и в сухом состоянии готовые к перемещению ветром слоевища *Xanthoparmelia camtschadalis.* Уместно отметить, что кочующие лишайники присущи БПК не только степей Хангая, но представлены в БПК и других регионов. Так, тот же вид *Xanthoparmelia camtschadalis,* наряду с другими кочующими видами рода как *X. chlorochroa, X. lipochlorochroa, X. neochlorochroa, X. vagans,* формирует БПК в сообществах прерий Северной Америки (Rosentreter, 1993). В аридных районах Австралии такую роль играет кочующий листоватый лишайник *Xanthoparmelia semiviridis* (Rogers, 1971), а в пустыне Намиб кочующий листоватый вид *Xanthomaculina convoluta* (Lange et al., 1994). Представители других жизненных форм лишайников, участвующие в формировании БПК изученных степей Хангая, на уровне родов и видов (*Candelariella, Catapyrenium, Cladonia, Collema, Endocarpon, Heppia, Peltigera rufescens, Physconia, Psora, Toninia*) характерны также и для БПК других аридных территорий суши (Belnap, Lange, 2003). Высокая степень таксономического сходства лишайников БПК степей Хангая и лишайников БПК других регионов Земли свидетельствует о наличии на разных континентах экологических условий, подходящих для жизнедеятельности представителей таксонов лишайников, формирующих БПК.

Наличие в каждом изученном типе степного биогеоценоза комплекса напочвенных лихеносинузий показывает, что БПК сообщества представляет собой мозаику не связанных друг с другом микроучастков разной структуры. Степень мозаичности зависит как от распределения фанерогамных растений, так и особенностей почвы, микрорельефа. На участках обследованных типов степей наиболее мозаична структура БПК на участках со скелетными щебнистыми почвами (табл. 3). Поэтому для выявления объективных показателей для характеристики БПК требуются немалые усилия по сбору сведений об особенностях пространственной структуры БПК на участках биогеоценоза.

Роль БПК в биогеоценозах как структурная, так и функциональная. Прежде всего, БПК занимают пространство сообщества, не занятое фанерогамными растениями, тем самым усложняют его структуру и повышают эффективность использования биотой солнечной энергии, других ресурсов. БПК предохраняет почву от ветровой и водной эрозии, влияет на гидротермический режим сообщества, прорастание семян, закрепление растений. Представители биоты, формирующие БПК, продуцируют массу, поступающую в биогеоценоз. Её объём зависят от степени развития организмов в конкретных местообитаниях. Так, в различных травяных биогеоценозах Хангая запасы сухой массы *Xanthoparmelia camtschadalis* варьировали от 22 до 1010 кг (Бязров, 1986). Часть первичной продукции отмирает и разлагается, обогащая почву органическими и минеральными веществами, включаемыми в круговорот сообщества. Представленные в нем цианобактерии, как, например, нередкий в степях Монголии вид *Nostoc commune* Vauch., и цианолишайники как *Collema, Heppia, Peltigera* и другие способны фиксировать азот атмосферы, соединения которого, в конечном счёте, попадают в почву. Продуценты БПК дают прибежище и корм ряду групп беспозвоночных животных, связанных с БПК (Бязров и др., 1976), о чём свидетельствует многократное превышение численности представителей микроартропод, нематод на участках с БПК в сравнении с голой поверхностью почвы, при прочих равных условиях (Belnap, Lange, 2003).

Выделенные лихеносинузии на почве в известном приближении можно рассматривать и как стадии развития БПК, и как свидетельство возраста сообщества. Проблема эта сложная и требует

отдельного анализа. Отмечу лишь, что имеющиеся материалы не дают оснований говорить о развитии как прямолинейном процессе от простого к сложному, от группировок накипных лишайников к группировкам листоватых и далее кустистых лишайников. Видимо, всё не столь однозначно, и наряду с усложнением состава идёт и его упрощение. Можно полагать, что комплекс лихеносинузий сообщества, выявленный в момент изучения, содержит как элементы прошлого, так и будущего состояния БПК. Так, широкое развитие кочующего вида *Xanthoparmelia camtschadalis* свидетельствует о продолжительном развитии данного ландшафта как степного с относительно разреженным покровом и эту лихеносинузию можно считать климаксовой. Сухость, открытость и разреженность местообитаний отражает и присутствие здесь представителей *Collema minor, Heppia lutosa, Toninia tristis* ssp. *asiaecentralis.*

Заключение

Выявление состава напочвенных лихеносинузий, понимаемых в качестве структурных частей биогеоценозов, даёт ценную информацию для анализа особенностей формирования и структуры БПК в этих биогеоценозах. Также выражаю надежду, что научные коллективы, изучающие аридные сообщества, обратят внимание и на биологические почвенные корки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абатуров Б.Д., Нухимовская Ю.Д. 2013. Опыт количественной оценки продукции надземной фитомассы и ее составляющих на степном пастбище // Аридные экосистемы. Т. 19. № 4. С. 14-22.

Бананова В.А., Лазарева В.Г. 2014. Тенденция изменения ботанического разнообразия под влиянием опустынивания в республике Калмыкия // Аридные эосистемы. Т. 20. № 2. С. 87-96.

Береснева И.А. 1983. Климат // Горная лесостепь Восточного Хангая. М.: Наука. С. 32-39.

Береснева И.А. 2006. Климаты аридной зоны Азии. М.: Наука. 287 с.

Бязров Л.Г. 1975. Группировки лишайников как структурные элементы биогеоценозов (экосистем) // Тезисы докладов 12 Международного ботанического конгресса. 73 с.

Бязров Л.Г. 1986. О номенклатуре пармелии кочующей и запасах этого лишайника в Хангае // Природные условия и биологические ресурсы МНР. М.: Наука. С. 67-68.

Бязров Л.Г. 1990. Лишайниковые синузии и структура биогеоценоза // Журнал общей биологии. Т. 51. № 5. С. 632-641.

Бязров Л.Г. 2012. Величины стабильных изотопов углерода ($\delta^{13}C$) в талломах аридного кочующего лишайника *Xanthoparmelia camtschadalis* в высотном градиенте Хангайского нагорья // Аридные экосистемы. Т.19. № 1. С. 72-80.

Бязров Л.Г., Ганболд Э., Губанов И.А., Улзийхутаг Н. 1989. Флора Хангая. Л.: Наука. 191 с.

Бязров Л.Г., Мартынова Е.Ф., Медведев Л.Н. 1976. Ногохвостки (Collembola) в лишайниковых синузиях Хангая (МНР) // Бюллетень МОИП. Отдел. биологоческий. Т. 81. № 3. С. 66-73.

Геоморфология Монгольской Народной Республики. 1982. М.: Наука. 260 с.

Голубкова Н.С., Бязров Л.Г. 1989. Жизненные формы лишайников и лихеносинузии // Ботанический журнал. Т. 74. № 6. С. 794-805.

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

Джураева З. 1980. Роль лишайников в экосистемах пустынь юго-западного Туркменистана // Известия АН ТаджССР. Сер. биологических наук. № 5. С. 36-42.

Карамышева З.В., Банзрагч Д. 1977. О некоторых ботанико-географических закономерностях Хангая в связи с его районированием // Растительный и животный мир Монголии. Л.: Наука. С. 7-26.

Новикова Н.М., Вышивкин А.А., Шадрина М.Б., Бухарева О.А. 2010. Изменения растительности солонцового комплекса Джаныбекского стационара и его окрестностей при разной интенсивности выпаса // Аридные экосистемы. Т. 16. № 5. С. 98-110.

Новичкова-Иванова Л.Н. 1980. Почвенные водоросли фитоценозов Сахаро-Гобийской пустынной области. Л.: Наука. 255 с.

Петровский В.В. 1960. О структурных элементах фитоценозов // Ботанический журнал. Т. 45. № 3. С. 382-393.

Список лихенофлоры России. 2010 / Г.П. Урбанавичюс - составитель. СПб: Наука. 194 с.

Тулохонов А.К., Цыдыпов Б.З., Волошин А.Л., Батуева Д.Ж., Чимэддорж Ц. 2014. Пространственно-временные характеристики растительного покрова аридной и семиаридной климатических зон Монголии на основе индекса вегетации NDVI // Аридные экосистемы. Т. 20. № 2. С. 19-29.

Belnap J., Lange O.L. (eds.). 2003. Biological soil crusts: structure, function, and management. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag. 503 p.

Evans R.D., Johansen J.R. 1999. Microbiotic crusts and ecosystem processes // Critical reviews in plant sciences. Vol. 8. P. 183-225.

Lange O.L., Meyer A., Zellner H., Heber U. 1994. Photosynthesis and water relations of lichen soil crusts: field measurements in the coastal fog zone of the Namib Desert // Functional ecology. Vol. 8. P. 253-264.

Nash T.H., Ryan B.D., Diederich P., Gries C., Bungartz F. (eds.). 2004. Lichen flora of the Greater Sonoran desert region. Tempe: Arizona State University. 742 p.

Rogers R.W. 1971. Distribution of the lichen *Chondropsis semiviridis* in relation to its heat and drought resistance // New Phytologist. Vol. 70. P. 1069-1077.

Rosentreter R. 1993.Vagrant lichens in North America // Bryologist. Vol. 96. P. 333-338.

CONTRIBUTION OF LICHENS TO FORMATION OF BIOLOGICAL SOIL CRUSTS IN STEPPES OF KHANGAI PLATEAU (MONGOLIA)

© 2015. L.G. Biazrov

A.N. Severtsov Institute of Ecology & Evolution, Russian Academy of Sciences
Russia, 119071 Moscow, Leninskyi prosp., 33. E-mail: lev.biazrov@rambler.ru

Biological soil crusts (BSC) in arid steppe biogeocoenoses (ecosystems) of Khangai plateau are mosaic complexities of terricolous lichen synusiums of various types of lichen species and life forms association. In total seven life forms of lichens were revealed in lichen synusiums. The synusium of vagrant lichen *Xanthoparmelia camtschadalis* is most abundant in biogeocoenoses.

Keywords: biological soil crusts, lichens, biogeocoenose, structure, synusium, arid steppes, Mongolia.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №3 (64), с. 72-83

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 574.52 (556.531.5)

ЗООПЛАНКТОН И КАЧЕСТВО ВОДЫ Р. ИШИМ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ

© 2015 г. Н.И. Ермолаева

Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН
Россия, 630090 Новосибирск, Морской просп., д. 2. E-mail: hope@iwep.nsc.ru

Поступила 14.04.2014

Использованы данные рекогносцировочного обследования экологического состояния среднего течения реки Ишим на территории Северо-Казахстанской области. Проведена оценка экологического состояния реки выполнена методами биоиндикации. Приведены данные по сапробности и по количественным показателям зоопланктона на различных створах реки. Выявлена присутствие в Сергеевском водохранилище Ergasilus sieboldi Nordmann.

Ключевые слова: зоопланктон, Ишим, экология, биоиндикация, сапробность

Введение

Состояние качества воды водохозяйственных систем Казахстана становится угрозой для здоровья населения и развития экономики. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 9 ноября 2010 г. № 1176 «Об утверждении Программы «Ақ-бұлақ» на 2011 - 2020 годы» решен вопрос о плановой поддержке системы водоснабжения в стране. В 2008-2010 гг. Институт водных и экологических проблем СО РАН, по просьбе правительства Казахстана совместно с Северо-Казахстанским государственным университетом им. Манаша Козыбаева Министерства образования и науки Республики Казахстан проводил исследования по теме: «Изучение закономерностей формирования и функционирования водных экосистем Северного Казахстана как источников обеспечения населения питьевой водой».

Речная сеть в Северо-Казахстанской области развита слабо. Основной источник водоснабжения – река Ишим. Река протекает по районами, интенсивно используемым сельским хозяйством (Алешина и др., 2009). На реке располагается несколько крупных городов, в том числе столица Казахстана — Астана. Воды реки Ишим широко используется в самых разнообразных целях: для водоснабжения и бытовых нужд населения, и в хозяйственно-промышленных целях. Понижение уровня воды в реке за счет роста водопотребления привело к существенным неблагоприятным изменениям гидрологических, и гидрохимических условий реки, вызвало трансформацию биоты (Новикова и др., 2011). Кроме того, с 2016 г. в Астане сточные воды после очистки и переработки, планируют сбрасывать в реку Ишим. По прогнозам экспертов около 150 тыс. м³ переработанной и очищенной воды ежегодно будут попадать в реку. Если не обеспечить должной очистки сбрасываемых сточных вод, то они ухудшат качество воды ниже по течению. Поэтому состояние р. Ишим и качество ее воды нуждается в постоянном экологическом мониторинге. Наряду с гидрологическими и гидрохимическими методами мониторинга, необходимо проводить и гидробиологический мониторинг, используя в этих целях методы биоиндикации на основании показателей состояния популяций организмов-индикаторов (Губанова, 2012).

Цель данной работы охарактеризовать современное состояние водоемов и водотоков, расположенных на территории Северо-Казахстанской области методами биоиндикации с использованием зоопланктона, что позволяет оперативно оценить степень эвтрофированности водоема и возможности его самоочищения.

Материалы и методы

Материалом для настоящей работы послужили пробы зоопланктона, отобранные в июле 2009 и в июле 2010 гг. на 9 створах р. Ишим и в Сергеевском (створы № 5-7) и Петропавловском (створы № 11-12) водохранилищах (рис.). На каждом створе сбор проводили на 3 станциях (правый и левый берег, центр). Пробы отбирали процеживанием 50 л воды через планктонную сеть Апштейна (газ №

72), фиксировали 4 % формалином и обрабатывали общепринятыми в гидробиологии методами (Руководство..., 1992).

Расчет индекса Шеннона ($H = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$) производили с учетом показателей численности и биомассы, поскольку данная версия расчета гармонично сочетает оба фактора обилия (Розенберг, 2010). В индексе использовали такой расчет вероятности p_i:

$$p_i = (N_i \cdot B_i)^{1/2} \Big/ \sum (N_i \cdot B_i)^{1/2} \quad (1),$$

где $(N_i \cdot B_i)^{1/2}$ – индекс плотности населения (Розенберг, 2010).

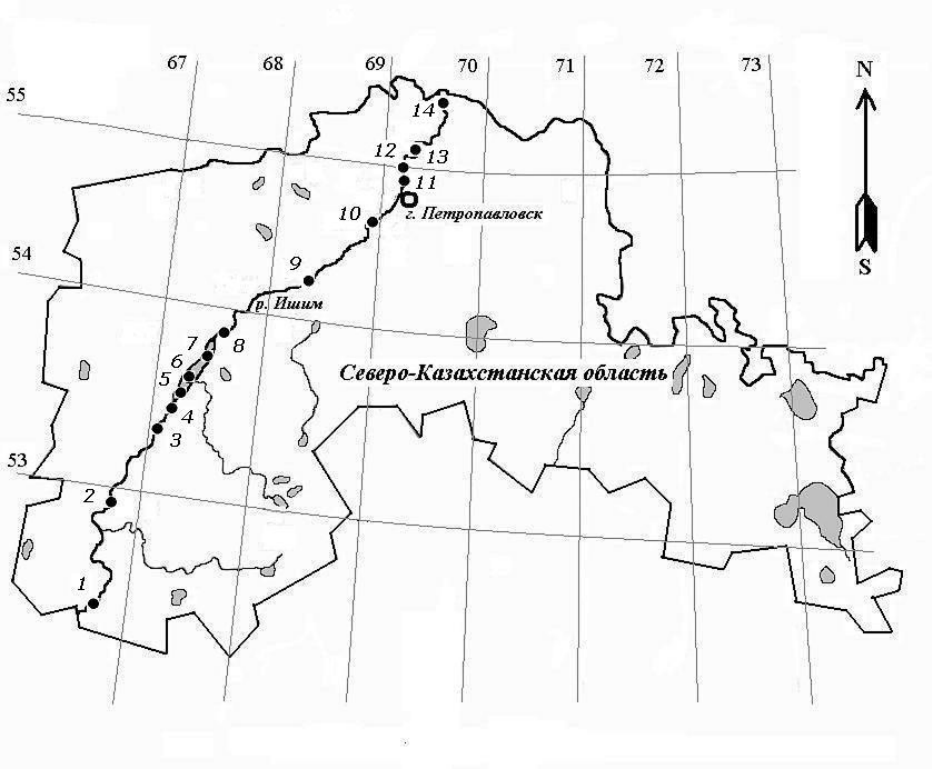


Рис. Карта-схема расположения створов на р. Ишим на территории Северного Казахстана (номера створов соответствуют номерам в табл. 3 и в тексте). **Fig.** Schematic map of the studied river station of the Ishim in the North Kazakhstan region (numbers correspond to the number of river station in Table 3 and in the article text).

Для оценки экологического состояния водотоков использовали метод биоиндикации по индексу сапробности Пантле и Букк (Slàdeček V, 1973). При расчете этого индекса использованы значения региональных индексов индикаторной значимости, полученные для зоопланктонных организмов водоемов юга Западной Сибири, степень эврибионтности и стенобионтности зоопланктонных организмов оценивалась по их индикаторному весу (Ермолаева, Двуреченская, 2013, 2014а). Степень стабильности и устойчивости сообщества зоопланктона оценивалась по видовому разнообразию (индекс Шеннона, *H*) (Алимов, 2000).

Экологические характеристики видов (фитофилы, пелагобионты и др.) приняты согласно ряду крупных обзоров по экологии зоопланктона (Чуйков, 2000; Аннотированный список..., 2001, 2009; S. Radwan et. al, 2004).

Длина реки Ишим 2450 км, площадь водосбора 177 тыс. км^2. В пределах области расположен участок реки длиной 690 км. Ишим у Петропавловска течёт с юго-запада на северо-восток. Ниже г. Сергеевки река выходит на Западно-Сибирскую равнину и течёт по плоской Ишимской равнине в широкой пойме с многочисленными старицами, в низовьях протекает среди болот и впадает в Иртыш у г. Усть-Ишим. Русло реки извилистое, ширина его от 40 до 200 м. Дно преимущественно песчаное. Глубины на перекатах – 0.1-0.3 м, на плесах - до 8-10 м. Средняя ширина долины от 4 до 22 км. Питание реки снеговое. Максимум весеннего половодья приходится на май–июнь. Минерализация Ишима меняется в зависимости от сезона от 0.3 до 0.7 г/л. В пределах области русло реки

зарегулировано Сергеевским и Петропавловским водохранилищами. Сергеевское водохранилище образовано в 1969 году. Длина – 75 км, ширина – 7 км. Максимальная глубина 20 метров, объем воды более 693 млн.м^3. Петропавловское водохранилище сооружено на р. Ишим практически в черте города. Водохранилище руслового типа, площадь водной поверхности составляет 9.7 км^2, средние глубины 4-5 м, объем 19.2 млн. м^3.

В настоящее время уровень воды в реке Ишим снизился на несколько метров. Несмотря на то, что на реке нет промышленных предприятий, вода в ней загрязняется местным населением. Берега завалены различным мусором и бытовыми отходами. При разливе все это вместе с талыми водами поступает в реку. В последние годы река Ишим по качеству воды относится к 3 классу – «умеренно загрязненная», ИЗВ=1.41. Превышения ПДК наблюдались по общему железу (1.9 ПДК) и цинку (3.4 ПДК). Сергеевское водохранилище характеризуется как «чистое» – 2 класс, ИЗВ = 0.93. Содержание загрязняющих веществ также превышено по концентрации общего железа и цинку (до 1.6 ПДК). На отдельных участках наблюдалось превышение БПК$_5$ в 1.5–2.0 раза (до 4.32 мг O_2/дм^3) (Долматова, 2011; Кириллов и др., 2011).

Река Ишим мало изучена в гидробиологическом отношении. По планктонным организмам работ мало (Пильгук, 1973; Пильгук, Жолболсынова, 1981; Алешина, 2009; Акбаева и др., 2012) и они имеют эпизодический характер. Учитывая возрастающую антропогенную нагрузку, такие исследования стоило бы сделать регулярными для мониторинга изменения экосистемы реки. Задачей данного исследования было изучить таксономическую структуру и количественные характеристики зоопланктонных сообществ и на основании полученных данных оценить экологическое состояние р. Ишим на территории Северного Казахстана.

Результаты

В составе зоопланктона р. Ишим на территории Северного Казахстана было зафиксировано 87 видов (табл. 1). Представители зоопланктона относятся к 3 основным таксономическим группам: Cladocera, Copepoda и Rotifera. Наименьшим видовым разнообразием характеризовались веслоногие рачки, среди которых выявлен 21 таксон. Из ветвистоусых рачков обнаружено 28 таксонов. Наибольшим разнообразием в зоопланктоценозе отличались коловратки – 38 таксонов. Преобладание этой группы в качественном отношении над низшими ракообразными является характерной чертой речного планктона. В целом количество видов по участкам значительно варьирует, что обусловлено морфологическими и гидрологическими особенностями реки, а также разной степенью антропогенного воздействия на них.

Таблица 1. Видовой состав зоопланктона р. Ишим на створах в пределах Северо-Казахстанской области . **Table 1**. The species composition of zooplankton at different river station of the Ishim in the North Kazakhstan region.

Виды	створы 2009 г.				створы 2010 г.									
	4	5, 6, 7	8	11	1	2	3	5, 6, 7	8	9	10	12	13	14
Rotifera														
Asplanchna herrickii de Guerne				+				+	+					
Asplanchna priodonta Gosse				+	+			+	+				+	
Brachionus angularis Gosse								+		+	+	+	+	+
Br. calyciflorus anuraeiformis Brehm													+	+
Br. quadridentatus Hermann										+				
Br. quadridentatus brevispinus Ehrenberg								+			+		+	
Br. leydigii leydigii Cohn										+	+		+	+
Cephalodella catellina Műller				+	+	+	+							
Cephalodella gibba gibba (Ehrenberg)											+	+		
Colurella obtusa Gosse					+	+	+	+						
Euchlanis deflexa (Gosse)					+	+	+			+	+	+	+	+
Euchlanis dilatata Ehrenberg			+		+	+	+	+	+		+	+	+	+

Продолжение таблицы 1

Euchlanis incisa Carlin						+								
Filinia longiseta (Ehrenberg)										+		+	+	
Filinia major (Golditz)	+			+							+		+	
Kellicottia longispina (Kellicott)								+	+					
Keratella cochlearis (Gosse)								+	+	+				
Keratella cochlearis tecta (Gosse)								+						
K. quadrata quadrata (Müller)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Lecane luna luna (Müller)					+	+					+		+	+
Lecane ungulata (Gosse)					+									+
Lecane (Monostila) hamata (Stokes)					+	+	+				+		+	+
Lecane (M.) obtusa (Murray)						+								
Lepadella ovalis (Müller)											+			+
Mytilina mucronata spinigera (Ehrenberg)											+			
Mytilina ventralis (Ehrenberg)					+	+								
Notommata aurita (Müller)					+									
Polyarthra major Burckhardt											+			
Polyarthra minor Voigt								+	+			+		
Polyarthra remata Skorikov								+	+	+	+		+	+
Synchaeta pectinata Ehrenberg											+			
Testudinella patina patina (Hermann)					+	+	+			+	+			+
Trichocerca capucina (Wierzejski & Zacharias)											+			
Trichocerca cylindrica (Imhof)				+			+	+		+	+			+
Trichocerca (Diurella) bidens (Lucks)														+
Trichocerca (Diurella) tenuior (Gosse)							+							
Trichotria pocillum pocillum (Müller)					+	+								
Trichotria truncata (Whitelegge)											+			
Число видов в группе	2	1	2	6	13	12	9	13	8	10	19	7	13	13
Cladocera														
Acroperus harpae (Baird)				+		+	+			+				
Alona affinis (Leydig)				+	+	+					+	+	+	
Alona rectangula Sars													+	
Alonella nana (Baird)				+										
Bosmina longirostris (O.F. Müller)	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	
Ceriodaphnia affinis Lill.				+					+	+				
Ceriodaphnia quadrangula (O.F. Müller)	+	+	+	+		+	+		+	+		+	+	+
Chydorus ovalis Kurz				+						+				+
Chydorus sphaericus (O.F. Müller)		+		+		+		+	+					+
Daphnia cucullata Sars		+												
Daphnia longispina O.F. Müller	+	+	+	+				+	+			+		
Diaphanosoma brachyurum (Lievin)	+	+	+	+				+	+		+	+		+
Disparalona rostrata (Koch)								+				+		
Graptoleberis testudinaria (Fischer)		+	+	+	+				+			+		
Ilyocryptus acutifrons Sars										+		+	+	
Leydigia leydigii (Leydig)		+										+	+	
Leptodora kindtii (Focke)		+						+						
Macrotrix hirsuticornis Norman	+	+						+				+	+	
Moina rectirostris (Leydig)				+										
Monospilus dispar Sars		+						+				+	+	

Продолжение таблицы 1

Peracantha truncata (O.F. Müller)														+
Pleuroxus adunctus (Jurine)	+		+	+					+					
Pleuroxus (Picripleuroxus) striatus Schödler				+	+	+	+	+		+	+		+	
Polyphemus pediculus (Linnaeus)				+				+						
Pseudochydorus globosus (Baird)				+										
Scapholeberis mucronata (O.F. Müller)				+						+		+		
Sida crystallina (O.F. Müller)		+		+				+				+		
Simocephalus vetulus (O.F. Müller)				+								+		
Число видов в группе	6	12	6	19	3	5	3	11	8	8	4	14	9	5
Copepoda														
Diacyclops bicuspidatus (Claus)	+												+	
Cyclops kolensis Lilljeborg	+	+	+	+				+				+		
Cyclops scutifer Sars				+										
Cyclops strenuus strenuus Fischer			+	+										
Cyclops vicinus Uljanin		+												
Macrocyclops albidus (Jurine)								+						
Macrocyclops fuscus (Jurine)				+										
Megacyclops gigas (Claus)								+						
Megacyclops viridis (Jurine)		+						+	+		+	+	+	
Mesocyclops leuckarti Claus	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Paracyclops fimbriatus (Fischer)		+				+	+			+				
Thermocyclops oithonoides (Sars)	+	+				+		+			+	+	+	+
Thermocyclops crassus (Fischer)									+					
Acanthodiaptomus denticornis (Wierzejski)				+										
Arctodiaptomus dentifer (Smirnov)								+	+					
Eudiaptomus graciloides (Lilljeborg)	+	+	+					+	+		+			
Eudiaptomus gracilis (Sars)				+				+						
Eurytemora affinis (Poppe)												+		
Laophonte mohammed Blanchard & Richard						+	+	+		+		+		
Nitocra hibernica (Brady)					+	+	+	+					+	+
Ergasilus sieboldi Nordmann		+				+		+						
Число видов в группе	5	8	4	7	2	5	4	12	5	3	4	6	4	3
Общее число видов в водоеме	**13**	**21**	**12**	**32**	**18**	**22**	**16**	**36**	**21**	**21**	**27**	**27**	**32**	**21**

На различных исследованных створах количественные показатели зоопланктона и видовая структура сообщества заметно различаются (табл. 2). Для некоторых створов приведены данные для 2009 и 2010 гг, позволяющие оценить межгодовую изменчивость исследованных показателей (табл. 1, 2).

Значения индекса видового разнообразия Шеннона (H) и индекса сапробности Пантле-Букк для всех исследованных участков приведены в таблице 3.

Далее охарактеризованы отдельные створы на реке.

В 5 км выше с. Разгульное (створ № 1). Перекат. Глубина 0.4 м., температура воды 23.0 ºС. Грунт на данном участке щебнисто-дресвяный**.** Выявлено 18 видов зоопланктона (табл. 1). Численность и биомасса были не высоки (табл. 2). Доминировали науплии и копеподиты *Mesocyclops leuckarti* Claus (20 % общей численности). Низкие показатели индекса Шеннона (H <2.0) (табл. 3) свидетельствуют о том, что на данном участке наблюдался трансформированный монодоминантный биоценоз.

Таблица 2. Численность и биомасса различных групп зоопланктона на створах р. Ишим в пределах Северо-Казахстанской области. **Table 2.** The number and biomass of different groups of zooplankton at different river station of the Ishim in the North Kazakhstan region.

Номер створа на карте-схеме	Дата	$N_{общ.}$	$B_{общ.}$	Rotifera		Cladocera		Copepoda					
								Calanoida		Cyclopoida		Harpacticoida	
				N*	B**	N	B	N	B	N	B	N	B
1	05.08.2010	2500	9.7	1840	2.2	80	4.1	0	0.0	560	3.1	20	0.3
2	05.08.2010	3120	22.3	2320	3.3	200	12.1	0	0.0	560	6.2	40	0.7
3	05.08.2010	1300	9.8	700	0.8	80	3.4	0	0.0	360	2.9	160	2.7
4	02.07.2009	87274	4621.3	990	0.4	16764	1115.8	880	96.8	68640	3408.3	0	0.0
5,6,7	03.07.2009	3696	94.2	440	0.4	2420	58.2	66	7.3	770	28.3	0	0.0
	03.07.2009	69366	2942.8	25960	21.0	33066	2525.8	220	24.2	10120	371.8	0	0.0
	03.07.2009	15510	6107.8	1760	1.4	6050	5828.6	110	12.1	7590	265.7	0	0.0
	05.08.2010	375160	3150.2	188460	94.4	8980	545.3	80	5.8	177600	2504.0	40	0.7
	05.08.2010	152940	3547.1	63720	31.4	25620	2370.1	6800	489.6	56800	656.0	0	0.0
	05.08.2010	170460	4816.7	46400	214.7	22240	1691.5	14400	1036.8	87200	1870.0	220	3.7
8	04.07.2009	5324	156.60	1210	1.9	286	23.9	110	12.1	3718	118.7	0	0.0
	06.08.2010	74980	856.6	14340	24.6	6580	196.3	1200	86.4	52860	549.3	0	0.0
9	29.07.2010	1220	14.5	580	0.4	360	11.2	0	0.0	260	2.6	20	0.3
10	29.07.2010	10540	42.0	6840	5.1	100	3.5	260	18.7	3340	14.7	0	0.0
11	23.06.2009	46840	1345.5	4430	6.7	19320	307.4	2660	177.7	20430	853.7	0	0
	23.06.2009	33790	1420.2	1562	1.9	21582	968.4	350	38.5	10296	411.4	0	0.0
12	27.07.2010	176740	1179.9	40600	13.7	2240	160.5	120	8.6	133760	996.8	20	0.3
13	27.07.2010	6840	38.5	2860	4.5	360	15.7	0	0.0	3560	17.3	60	1.0
14	27.07.2010	3060	22.3	920	1.4	700	13.4	0	0.0	1360	6.1	80	1.4

Примечания: * N − численность экз./м^3, **B - биомасса мг/м^3. Notes: *N − number of individuals/m^3, ** B − biomass, mg/m^3

Выше с. Западное (створ № 2). Перекат. Глубина 0.4 м., температура воды 24.2 ºС. Грунт такой же, что и на вышележащем участке. Зоопланктон был представлен 22 видами (табл. 1). Численность и биомасса несколько выше, чем на створе выше по течению (табл. 2). Такие показатели характерны для медленно текущих участков с высшей водной растительностью. Доминировали науплии и копеподиты – *Thermocyclops oithonoides* Sars (13 % от общей численности). Этот вид является индикатором повышенного органического загрязнения. Индекс индикаторной значимости, вычисленный для водоемов юга Западной Сибири, составляет для данного вида 2.33, что соответствует α-мезосапробным условиям обитания (Ермолаева, Двуреченская, 2013, 2014а). Кроме него были многочисленны *Keratella quadrata quadrata* (Müller) 13 %, *Euchlanis deflexa deflexa* Gosse 12 %. Наблюдался трансформированный биоценоз с доминированием двух-трех β-мезосапробных видов. В планктоне были обнаружены свободно плавающие самцы *Ergasilus sieboldi* Nordmann.

У с. Куприяновка (створ № 3). Грунт щебнисто-галечный. Глубина русла не превышала 1 м, при этом грунт на 90 % был покрыт фитоперифитоном. Температура воды 24.9 ºС. Зарегистрировано 16 видов зоопланктона (табл. 1). Численность и биомасса были невысокими (табл. 2). Основу численности составили копеподитные стадии *M. leuckarti* Claus 25 % и *Colurella obtusa* Gosse 20 %. Индекс Шеннона вновь имел низкие показатели (табл. 3). Наблюдался трансформированный биоценоз с доминированием двух видов.

Река Ишим выше Сергеевского водохранилища (створ № 4). На дне глина с примесью песка. Глубина всего 0.7 м. Температура воды 24.9 ºС. Обнаружено 13 видов зоопланктона, в основном ветвистоусых и веслоногих раков. Коловратки были представлены всего двумя видами. Численность и биомасса зоопланктона весьма высокие для рек, характерны для медленно текучих участков с высшей водной растительностью, либо заболоченных участков, связанных со старицами и затонами. Доминировали эврибионты *M. leuckarti* Claus (все возрастные стадии, 36 % от общей численности), взрослые особи *Cyclops kolensis* Lill. без яйцевых мешков (32 %), *Daphnia longispina* Müller (10 %). Довольно многочисленным являлся индикатор повышенного загрязнения *T. oithonoides* Sars.

Согласно многолетним наблюдениям (Ермолаева, 2007) *Cyclops kolensis* в Сибири имеет два пика развития: первая генерация достигает половой зрелости в феврале-марте, вторая – в начале июня, взрослые особи встречаются до конца июля. Согласно индексу Шеннона (табл. 3), наблюдался трансформированный биоценоз с доминированием двух-трех β-мезосапробных видов.

Таблица 3. Координаты створов р. Ишим и индексы сапробности Пантле и Букк и видового разнообразия Шеннона. **Table 3**. Coordinates of river station of Ishim, indexes saprobity Pantle and Buck, indexes species diversity Shannon.

Номер створа на карте-схеме	GPS координаты створа	Индекс Пантле и Букк (S)	Индекс Шеннона (H)	Загрязнение по степени сапробности
1	N 52º21'21" E 66º40'21"	1.60	1.72	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
2	N 52º56'59" E 66º37'32"	1.62	1.56	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
3	N 53º20'49" E 66º59'25"	1.60	1.69	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
4	N 53º24'55" E 67º03'47"	1.66	1.56	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
5	N 53°31'47" E 67°05'39"	1.52	2.04	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
6	N 53°39'80" E 67°12'06"	1.53	2.19	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
7	N 53°51'03" E 67°24'23"	1.55	2.25	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
8	N 55º90'43" E 69º15'47"	1.60	1.61	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
9	N 54º15'27" E 68º13'51"	1.61	1.59	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
10	N 54º41'50" E 68º58'42"	1.65	2.42	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
11	N 54º52'35" E 69º03'49"	1.58	2.44	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
12	N 54º56'05" E 69º07'06"	1.66	1.99	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
13	N 55º03'04" E 69º08'39"	1.67	2.16	β-мезосапробность, умеренное загрязнение
14	N 55º22'30" E 69º22'48"	1.59	2.46	β-мезосапробность, умеренное загрязнение

Сергеевское водохранилище (створы № 5, № 6, № 7). Отбор проб производился в прибрежных участках на глубинах до 1.5 м. Грунт представлен илом с суглинками и примесью песка. Температура воды в период исследования составила 25.6 - 27.0ºС. В 2009 году выявлен 21 вид зоопланктона, а в 2010 – 36 видов (табл. 1). Численность достигала 375160 экз./м^3, а биомасса – 4816.7 мг/м^3 (табл. 2). Доминировали *Mesocyclops leuckarti* Claus 13 % (все возрастные стадии), *Brachionus angularis* Gosse 28 %, *D. longispina* Müller 8 %. На отдельных участках наблюдалось развитие крупных хищных ветвистоусых *Leptodora kindtii* (Focke) – до 300 экз./м^3. Кроме того, на всех обследованных участках водохранилища в планктоне обнаружены свободно плавающие самцы жаберного паразита рыб *Ergasilus sieboldi* количестве до 50–100 экз./м^3, что указывает на высокую степень зараженности водоема. Индекс видового разнообразия Шеннона имел достаточно высокие значения (H >2.0) (табл. 3). В водохранилище на всех исследованных участках наблюдался биоценоз, основой которого являлись β-мезосапробные эврибионтные формы. На отдельных участках в состав субдоминантов

входили стенобионтные фитофильные формы: *Colurella obtusa* Gosse, *Disparalona rostrata* (Koch), *Macrotrix hirsuticornis* Norman, *Sida crystallina* (O.F. Müller).

Река Ишим ниже Сергеевского водохранилища (створ № 8). Глубина 4.7 м. Температура воды 22.2 ºС. На дне заиленный щебень и крупный песок. Обнаружен 21 вид зоопланктона. Численность и биомасса были значительно выше, чем в реке выше водохранилища (табл. 2). Основу сообщества составили *Mesocyclops leuckarti* Claus (41 % от общей численности, все возрастные стадии), взрослые особи без яйцевых сумок и копеподиты III - IV стадии *Cyclops strenuus* Fisch. (25 %) и *Keratella quadrata* (Müller) (12 %). На данном участке, несмотря на влияние вышерасположенного водохранилища, наблюдался трансформированный биоценоз с доминированием двух-трех β-мезосапробных видов. Индекс видового разнообразия Шеннона низкий (табл. 3).

Выше с. Есильское (створ № 9). Грунт илистый с примесью глины и песка. Глубина 0,8 м. Температура 21,4 ºС. В зоопланктоне зарегистрирован 21 вид. Количественные показатели очень низкие (табл. 2). Основу численности составляли науплии и копеподиты 2-3 стадии *M. leuckarti* Claus 18 % и *Filinia major* (Golditz) 18 %. По индексу сапробности Пантле и Букк участок реки можно охарактеризовать как β-мезосапробный. Индекс Шеннона (табл. 3) характеризует сообщество, как трансформированное. Единично отмечены стенобионтные планктобентические и нейстонные виды, такие как *Paracyclops fimbriatus* (Fischer), *Ilyocryptus acutifrons* Sars, *Scapholeberis mucronata* (O.F. Müller).

35 км выше г. Петропавловск (створ № 10). На дне ил с примесью песка. Глубина на створе не превышала 0.75 м. Температура 22.4ºС. В сообществе зоопланктона было отмечено 27 видов (табл. 1), в том числе много фитофильных. Количественные показатели невысокие (табл. 2). Доминировали по численности науплии и копеподиты 2-4 стадии *M. leuckarti* Claus (30 %), коловратки *Polyarthra remata* Skorikov (15 %) и *F. major* (Golditz) (15 %). Высокий индекс Шеннона свидетельствует, что на данном участке сформировался многовидовой биоценоз. Основой сообщества являлись β-мезосапробные эврибионтные формы, при этом значительное развитие получили стенобионтные фитофильные виды коловраток: *Lecane (Monostila) hamata* (Stokes), *Mytilina mucronata spinigera* (Ehrenberg), *Trichotria truncata* (Whitelegge) (табл. 3).

В окрестностях г. Петропавловска (створ № 11, Петропавловское водохранилище). Отбор проб проводился на участках с глубиной до 1.5 м. Температура воды в период исследования составила 24.9-25.2ºС. На дне глина с примесью песка, на отдельных участках ил с запахом сероводорода. Зарегистрировано 32 вида, в том числе много фитофильных Cladocera, характерных для озер и водохранилищ. Коловраток всего 6 видов. Зоопланктон развит для речной экосистемы весьма значительно (табл. 2). Количественно преобладали крупные циклопы. Доминировали на отдельных участках взрослые особи *Cyclops scutifer* Sars (до 27 % от общей численности), *Acanthodiaptomus denticornis* Wierz. (до 3 %), *Bosmina longirostris* (Müller) (до 36 %), *Ceriodaphnia quadrangula* (Müller) (до 39 %), *K. quadrata* (Müller) (3-7 %), т.е. эврибионтные β-мезосапробные и α-β-мезосапробные формы. Отметим, что *C. scutifer* ранее считался холодноводным видом. Однако в наших сборах на водоемах на юге Западной Сибири в июле неоднократно встречались самки с яйцевыми сумками, при этом, как правило, молоди данного вида летом в пробах очень мало (Ермолаева, 2007). Отмечено и значительное число стенобионтных фитофильных Cladocera, таких как *D. rostrata*, *Graptoleberis testudinaria* (Fischer), *M. hirsuticornis*, *S. crystallina*, *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller) (табл. 1). Сообщество многовидовое, поэтому индекс видового разнообразия Шеннона высокий (табл. 3).

Ниже г. Петропавловска, у п. Борки (створ № 12). Река разливается плесами. Глубина 0.9 м. Температура 22.2ºС. Грунт песчано-илистый. Отмечено 27 видов зоопланктона. В качественном отношении преобладали Cladocera, в том числе стенобионтные формы (например, *Ilyocryptus acutifrons* Sars, *Leydigia leydigii* (Leydig), *Monospilus dispar* Sars, *S. mucronata*). Вследствие влияния вышерасположенного водохранилища количественные показатели достаточно высоки (табл. 2). По численности доминировали копеподиты IV-V стадий и науплии *M. leuckarti* Claus 60 %, коловратки *F. major* (Golditz) 4 % и *P. remata* Skorikov 16 %, т.е. β-мезосапробные формы. Судя по индексу Шеннона (табл. 3), зоопланктоценоз находится в достаточно благоприятных условиях.

Выше с. Большая Малышка (створ № 13). Перекат. Глубина 0,8 м. Температура 21.4ºС. Грунт крупнозернистый песчаный. Обнаружено 32 вида зоопланктона. Качественно преобладали Rotifera. Основу численности составляли Rotifera и науплии Cyclopoida, а биомассу обеспечивали крупные

Cladocera и взрослые Cyclopoida (табл. 2). По численности доминировали β-мезосапробные эврибионты *Brachionus calyciflorus calyciflorus* Pallas 17 %, *M. leuckarti* Claus 24 %. Субдоминантом являлся *T. oithonoides* Sars (12 %) – индикатор повышенного загрязнения (Ермолаева, Двуреченская, 2013, 2014а). Судя по значению индекса Шеннона (табл. 3), на данном створе наблюдался нетрансформированный многовидовой биоценоз.

У с. Красный Яр (створ № 14). Глубина 0.7 м. Температура 22.2ºС. На дне ил с примесью суглинка и макрофитным детритом. В составе зоопланктона был выявлен 21 вид. По видовому разнообразию преобладали коловратки. Численность и биомасса были сопоставимы с показателями на 13-ом створе (табл. 2). Доминировали по численности β-мезосапробные эврибионты *M. leuckarti* Claus (39 % от общей численности, все возрастные стадии) и *Chydorus sphaericus* (Müller) (15 %). Отмечены представители фитофильного комплекса: *Lecane ungulata* (Gosse), *Lepadella ovalis* (Müller), *Peracantha truncata* (O.F. Müller). Биоценоз на данном створе многовидовой, его основу создают эврибионтные формы, индекс Шеннона достаточно высокий (табл. 3).

Обсуждение результатов

По данным В.Я. Пильгук и А.С. Жолсболсыновой (1981) в составе зоопланктона р. Ишим на территории Северо-Казахстанской области было обнаружено 86 видов зоопланктона. Наши данные по видовому богатству зоопланктона и оценке качества воды по его показателям близки к приведенным в данной работе. Видовой состав зоопланктона среднего течения р. Ишим на территории Северо-Казахстанской области сходен с таковым нижнего течения реки (Алешина и др., 2009) и других равнинных рек юга Западной Сибири (Ермолаева, 2010; Кухарская, 2011). Наибольшее видовое разнообразие отмечено среди коловраток, что в целом характерно для зоопланктона рек (Крылов, 2005).

Река на территории Северо-Казахстанской области получает загрязнения в основном с бытовыми стоками. Биота водотока пока справляется с вносимыми загрязнениями, отвечая на них, однако, нарушением структуры биоценоза. Снижение значения индекса Шеннона (*H*) на отдельных участках показывает, что структура сообщества становится менее однородной и возрастает доминирование отдельных элементов. Иначе говоря, происходит упрощение структуры. Напротив, возрастание величины индекса (*H)* характерно для увеличения неопределенности и однородности структуры изучаемой системы и свидетельствует о более благоприятных условиях в сообществе, при которых видовое разнообразие высокое и уровень развития каждого вида равноценен (Алимов, 2000). Чем выше видовое разнообразие и видовое богатство экосистемы, тем труднее изменить ее состояние, тем устойчивее система, так как различные виды в системе через сложные трофические, топические и другие связи функционально дополняют и замещают друг друга.

Сложность структуры сообществ организмов, оцениваемую их видовым разнообразием, многие исследователи связывают с их стабильностью: чем разнообразнее система, тем она стабильнее (Margalef,1968; MacArthur,1955; Voris et al.,1980). Под влиянием антропогенных факторов при эвтрофировании водоемов разнообразие и стабильность систем уменьшаются. В олиготрофных водоемах разнообразие сообществ высокое, доминирование отдельных видов менее выражено, по сравнению с эвтрофными, которые отличаются меньшим разнообразием видов (Margalef, 1964; Reed,1978). При естественном развитии водоемов наблюдается стабильность видового состава сообществ зоопланктона десятилетиями и даже столетиями (Андронникова, 1996). Наиболее устойчивы сообщества и экосистемы с более высоким видовым разнообразием, в которых преобладают стенобионтные виды (Алимов, 1989). Количество видов-доминантов (относительная плотность или биомасса более 5%) в стабильных экосистемах составляет 4-5 (Алимов, 2000). При эвтрофировании существенно трансформируются состав и структура доминантных комплексов зоопланктона, формируются моно- или бидоминантные сообщества, в которых 1-2 вида образуют основную часть численности и биомассы (Андроникова, 1996; Макарцева Е.С. 1986, Иванова, 1997).

На исследованных створах реки индекс (*H)* варьирует от 1.56 до 2.46. Наиболее усложненная структура сообщества, а соответственно, и наиболее устойчивые комплексы зоопланктона отмечены на участках Сергеевского и Петропавловского водохранилищ. В водохранилищах происходит изменение гидрологического режима реки, что отражается на резком замедлении течений, изменении морфометрии, на сезонной и суточной динамике внутриводоемных процессов, связанных с действием физико-химических (температура, процессы сорбции, десорбции, седиментации,

выщелачивание и др.) факторов (Болгов и др, 2008). Изменяются биологические показатели (численность и видовой состав гидробионтов, их миграция, функционирование и др.) (Ермолаева, Двуреченская, 2007, 2014б).

Вниз по течению реки от створа №1 до №14 значения индекса Шеннона возрастали, что может свидетельствовать о формировании более стабильной структуры сообщества зоопланктона и некотором восстановлении экосистемы реки ниже г. Петропавловска. Описание видового и количественного состава зоопланктона р. Ишим на территории Тюменской области (Алешина и др., 2009) примерно соответствуют нашим данным, полученным на разрезах №13 и №14 ниже Петропавловского водохранилища.

Для оценки общего уровня загрязнения различный участков водотока был рассчитан индекс сапробности Пантле-Букк, показатели которого представлены в табл. 3. Величина индекса на различных створах р. Ишим изменялась в пределах 1.52–1.67. Полученные значения соответствуют классу «β-мезосапробная зона». Согласно комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши, показатель сапробности соответствует классу качества вод 3 – «удовлетворительной чистоты» и разряду 3а – «достаточно чистая» (Оксиюк и др., 1993).

При сравнении величины индекса Пантле и Букк на различных створах вновь отметим, что наименьшие показатели индекса, а значит более высокое качество воды по показателям сапробности, отмечены на зарегулированных участках. Водохранилища оказывают очищающее влияние на качество воды по ряду показателей, таких как концентрации общего азота, нитратов, нитритов, общего фосфора, взвешенных наносов и общего содержания взвешенных твердых частиц и др. (Morris et al, 2014; Huang et al, 2014; Савкин, Двуреченская, 2014).

Выше по течению реки в районе г. Астана в 2004-2009 гг. выявлено 75 видов зоопланктона, что может быть связано с более длительным периодом наблюдения (Акбаева и др., 2012). Индекс Пантле и Букк в модификации Сладечека на данном участке варьировал от 1.5 до 1.6, что позволяет отнести воды р. Ишим на данном участке к β-мезосапробным. В нижнем течении реки на территории Тюменской области значения индекса колебались от 1.5 до 1.8 (Алешина и др., 2009). Т.е. класс качества воды р. Ишим по сапробным показателям, рассчитанным по зоопланктону, практически не меняется вниз по течению.

В настоящий момент, если оценивать состояние реки в целом, то по гидрохимическим показателям оно удовлетворительное, тогда как по гидробиологическим – явно неблагополучное. Можно отметить, что с 1973 г. (Пильгук, 1973) общий характер загрязнения реки практически не изменился. На большинстве исследованных створов зоопланктонный биоценоз трансформирован. Сообщество преимущественно моно- и бидоминантные , что характеризует их как крайне неустойчивые. Однако есть и участки с ненарушенным биоценозом. Это показывает, что потенциал самовосстановления и самоочищения реки разрушен не полностью и при проведении природоохранных мероприятий экосистему реки можно восстановить. Зарегулированные участки реки могут являться рефугиумами, которые поставляют отдельные виды зоопланктона в экосистему водотока. Однако существует опасность того, что при недостаточной очистке стоков в районе г. Астана, произойдет накопление загрязняющих веществ как раз на участках водохранилищ, что может привести к деградации речной экосистемы среднего и нижнего течения р. Ишим в целом.

Выводы

Основу численности и биомассы зоопланктона на незарегулированных участках формируют в первую очередь науплии и копеподиты Cyclopoida, тогда как в водохранилищах и в нижнем течении реки, ниже г. Петропавловск, отмечается численное превосходство Cladocera.

В настоящий момент на большинстве исследованных створов сообщество зоопланктона трансформировано: оно, как правило, имеет упрощенную моно- или бидоминантную структуру. Однако потенциал самовосстановления и самоочищения реки разрушен не полностью, о чем свидетельствует достаточно высокое видовое разнообразие, и при проведении природоохранных мероприятий экосистему реки можно регенерировать.

Отдельную опасность для рыбного хозяйства представляет высокая зараженность некоторых участков р. Ишим (особенно акватории Сергеевского водохранилища) паразитом *Ergasilus sieboldi* Nordmann.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Акбаева Л.Х., Хромов В.М., Малашенков Д.В., Карташева Н.В. 2012. Оценка качества воды по планктонному сообществу реки Ишим в районе города Астана // Естественные и технические науки. № 3. С. 101-106.

Алешина О.А., Воронова О.Г., Швецова Н.В. 2009. Планктонные сообщества реки Ишим и ее притоков как показатель их экологического состояния (в пределах Тюменской области) // Вестник Томского государственного университета. № 3. С. 223-231.

Алимов А. Ф. 1989. Введение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеоиздат. 152 с.

Алимов А.Ф. 2000. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб: Наука. 147 с.

Андроникова И. Н. 1996. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. СПб.: Наука. 189 с.

Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. 2001. В 2 томах. Новосибирск: Наука. Т. 1. 832 с.

Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. 2009. В 2 томах. Новосибирск: Наука. Т. 2. 416 с.

Болгов М.В., Кочарян А.Г., Лебедева И.П., Шашков С.Н. 2008. Качество природных вод в каскаде Волжских водохранилищ // Аридные экосистемы. Т. 14. № 35-36. С. 68-82.

Губанова Л.В. 2012. Экологическая оценка качества воды реки Ишим в пределах города Ишима Тюменской области: автореферат дис. к.б.н. Омск. 24 с.

Долматова Л.А. 2011. Особенности гидрохимического режима среднего течения р. Ишим и озер его бассейна // Мир науки, культуры, образования. № 1. С. 347-351.

Ермолаева Н.И. 2007. Веслоногие раки семейства Cyclopidae водоемов Обь-Иртышского бассейна. Новосибирск: НГУ. 90 с.

Ермолаева Н.И., Двуреченская С.Я. 2007а. Изучение влияния химического состава воды на формирование и функционирование зоопланктоноценозов Новосибирского водохранилища // Матер. Всерос. конф. "Биологические аспекты рационального использования и охраны водоемов Сибири". Томск: ТГУ. С. 95-103.

Ермолаева Н.И., Двуреченская С.Я. 2013. Региональные индексы индикаторной значимости зоопланктонных организмов в водоемах юга Западной Сибири // Экология. № 6. С. 476-480.

Ермолаева Н.И., Двуреченская С.Я. 2014а. Определение индикаторной значимости зоопланктона с учетом региональных особенностей водоемов юга Западной Сибири // Вода: химия и экология. № 5 (71). С. 60-67.

Ермолаева Н.И., Двуреченская С.Я. 2014б. Выявление взаимосвязей химического состава воды Новосибирского водохранилища и характеристик зоопланктона // Сибирский экологический журнал. № 4. С. 615-625.

Иванова М.Б. 1997. Экспресс-метод определения степени загрязнения равнинных рек по составу планктонных ракообразных // Биол. внутр. вод. № 3. С. 51-56.

Кириллов В.В., Зарубина Е.Ю., Белецкая Н.П., Вилков В.С., Липчанская М.А. 2011. Водные экосистемы Северного Казахстана. Петропавловск: СКГУ. 138 с.

Крылов А.В. 2005. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука. 262 с.

Кухарская Е.В. 2011. Зоопланктон бассейна реки Чулым: автореферат дисс. к.б.н.. Томск. 20 с.

Макарцева Е.С. 1986. Оценка общей стабильности зоопланктонного сообщества и его отдельных показателей при антропогенном эвтрофировании водоемов // Гидробиологический журнал. Т. 22. № 5. С. 33-37.

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.

Оксиюк О.П., Жукинский В.Н. Брагинский Л.П., Линник Г.Н., Кузьменко М.И., Кленус В.Г. 1993. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. Т. 29. Вып. 4. С. 62-76.

Пильгук В.Я. 1973. Зоопланктон реки Ишим // Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования: Материалы регион. совещ. по изуч. водоемов Сибири. Томск: ТГУ. С. 156-166.

Пильгук В.Я., Жолболсынова А.С. 1981. Состояние качества воды р. Ишим на территории Северо-Казахстанской области // Рациональное использование и охрана природных ресурсов Северного и центрального Казахстана. Алма-Ата: Кайнар. С. 125-127.

Розенберг Г.С. 2010. Информационный индекс и разнообразие: Больцман, Котельников, Шеннон, Уивер…// Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Т. 19. № 2. С. 4-25.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. 1992. Под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеоиздат. 318 с.

Савкин В.М., Двуреченская С.Я. 2014. Ресурсные и водно-экологические проблемы комплексного использования Новосибирского водохранилища // Водные ресурсы. №4. С. 456-465.

Чуйков Ю.С. 2000. Материалы к кадастру планктонных беспозвоночных бассейна Волги и Северного Каспия. Коловратки (Rotifera). Тольятти: Изд-во Самарского научного центра РАН. 196 с.

Huang YuLing, Zhang Ping, LiuDeFu,Yang ZhengJian, Ji DaoBin 2014. Nutrient spatial pattern of the upstream, mainstream and tributaries of the Three Gorges Reservoir in China // Environmental Monitoring and Assessment. V. 186. I. 10. P. 6833-6847.

MacArthur R. H. 1955. Fluctuations of animal populations and measure of community stability // Ecology. Vol. 36. P. 533-536.

MacArthur R. H., Wilson E. O. 1967. The Theory of Inland Biogeography. Princeton, New York: Princeton University Press. 208 p.

Margalef R. 1964. Correspondence between the classic types of lakes and structural and dynamic properties of their population // Verh. Inern. Vereinig. fur thcorretische u. angew. Limnologie. Vol. 15. pt. 1. P. 169-175.

Margalef R. 1968. Perspective in ecological theory. Chicago: Univ. Press. 102 p.

Morris D.M., Gemeinhardt T.R., Gosch N. J. C., Jensen D. E. 2014. Water quality during two high-flow years on the lower Missouri River: the effects of reservoir and tributary contributions // River Research and Applications. V. 30. I. 8. P. 1024-1033.

Radwan S., Bielańska-Grajner I., Ejsmont-Karabin J. 2004. Fauna Słodkowodna Polski. Wrotki (Rotifera). Łódź: Oficyna Wydawnicza Tercja. 448 p.

Reed C. 1978. Species diversity of aquatic microecosystems // Ecology. Vol. 59. P. 481-488.

Slàdeček V. 1973. System of Water Quality from the Biological point of View // Archive Hydrobiolgia. Ergebnisse der Limnologie. Heft. 7. P. 1-218.

Voris P. V., O'Neill R. V., Emanuel W. R., Shugart H. H. 1980. Functional complexity and ecosystem stability // Ecology. Vol. 61. P. 1352-1360.

ZOOPLANKTON AND WATER QUALITY OF ISHIM RIVER IN NORTHERN KAZAKHSTAN

© 2015. N.I. Yermolaeva

Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch RAS
Russia, 630090, Novosibirsk, Morskoy prosp. 2. E-mail: hope@iwep.nsc.ru

The article presents the data of the reconnaissance survey of the ecological condition of the middle reaches of the Ishim river in the Northern Kazakhstan region. The purpose of this study was to evaluate the ecological status and the level of saprobity of river by methods of bioindication. The research presents data on the saprobic indices, the species composition and quantitative parameters of zooplankton at different cross-sections of the river. A separate risk to fisheries is a high parasite infestation of reservoir Sergeevskoye by *Ergasilus sieboldi* Nordmann.

Keywords: zooplankton, Ishim, ecology, bioindication, saprobity.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №3 (64), с. 84-91

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 630.181.3

ЭТАПЫ ОСВОЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ[1]

© 2015 г. М.К. Сапанов*, М.Л. Сиземская*, К.М. Ахмеденов**

**Институт лесоведения Российской академии наук*
Россия, 143030 Московская обл., с. Успенское, ул. Советская, 21.
E-mail: sapanovm@mail.ru
***НИИ биотехнологии и природопользования Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана*
Республика Казахстан, 090009 г. Уральск, ул. Жангир хана, 51.
E-mail: kazhmurat78@mail.ru

Поступила 17.02.2015

Охарактеризованы исторические этапы земледельческого освоения аридных территорий Северного Прикаспия и показаны пути современного адаптивного природообустройства. Обосновывается необходимость соблюдения пропорций людских и биологических ресурсов путем применения, в частности, новых агролесомелиоративных способов землепользования.
Ключевые слова: аридные регионы, адаптивное землепользование, агролесомелиорация.

Устойчивое управление земельными ресурсами – важнейшее условие развития общества, предполагающее использование почв, вод, животного и растительного мира для производства товаров, отвечающих изменяющимся нуждам и требованиям людей. В то же время, оно должно обеспечивать долговременное поддержание продукционного потенциала этих ресурсов и сохранение их экологических функций.

Наиболее трудна организация устойчивого землепользования в аридных условиях полупустыни и сухой степи, где дефицит воды и сильнейшая инсоляция являются естественным препятствием интенсификации производства и регулируют людские и производственные ресурсы на единице площади. К тому же, развитие способов земледелия в границах аридных территорий, например, России и Казахстана в историческое время претерпело значительные изменения. Вековое развитие этого региона имело несколько циклов, обусловленных сменой общественно-политического строя, коренным образом меняющего способы природопользования. В представленной работе рассматриваются особенности этих перемен и предлагается концептуальная модель современного адаптивного устойчивого землепользования.

Цель исследования – определить тенденции современного рыночного формирования аграрного комплекса засушливых территорий Юго-востока Европейской части России и Западного Казахстана и разработать новые подходы к экологически безопасному, рентабельному, устойчивому землепользованию с применением инновационных технологий. Представленный историко-географический анализ основан на собственных наблюдениях и экспертной оценке состояния природно-хозяйственных объектов региона. В работе были использованы также 65-летние результаты исследований Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН.

Регион исследований административно включает в себя части Волгоградской, Астраханской областей, Калмыкии (Российская Федерация), Западно-Казахстанской, Атыраусской областей (Республика Казахстан), в физико-географическом плане – находится в Северном Прикаспии.

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке Программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России» и Проекта «Изучение аридных экосистем в условиях изменения климата и антропогенного воздействия с целью адаптации способов землепользования» Комитета науки МОН РК.

Основная часть территории приурочена к сухой степи и полупустыне и малопригодна для земледелия, так как характеризуется резкоконтинентальным климатом (с колебанием температур от -40^{0}С до +40^{0}С), незначительным количеством среднегодовых осадков (200-350 мм) при высокой испаряемости (более 800-1000 мм). При этом, вегетационный сезон отличается неустойчивыми осадками, частыми суховеями и засухами, которые повторяются через несколько лет, а в последние годы, зачастую, из года в год (Роде, Польский, 1961; Биогеоценотические основы…, 1974; Сиземская, Сапанов, 2010).

Здесь распространены средне- и малоплодородные зональные каштановые типы почв (от темно-каштановых до засоленных светло-каштановых) и бурые почвы, при этом, в комплексном почвенном покрове солончаковые солонцы могут занимать до 20-50 % площади. Однако почти везде локально в понижениях мезорельефа встречаются плодородные интразональные лугово-каштановые почвы и лиманы с линзами пресных грунтовых вод, нередко занимая более 10% площади.

В столь суровых природных условиях, по существу, экологические нагрузки и численность сельского населения должны лимитироваться получаемой прибылью от товарного производства сельскохозяйственной продукции. Между тем, эти пропорции здесь сильно нарушены вследствие частых смен общественного строя.

В недавнем прошлом изучаемая территория пережила несколько этапов освоения.

Дореволюционный период. Единоличные хозяйства, вплоть до коллективизации (первая половина XX в.), максимально приспосабливались к природным условиям. Например, малопродуктивные земли использовались для переложного пастбищного животноводства, а высокопродуктивные – для выращивания зерновых и бахчевых культур, нередко здесь разбивались сады (Повышение продуктивности…, 1989, Южакова, 2006).

Этот период отличался рыночной саморегуляцией численности и благосостояния населения. Иными словами, на определенной площади размещалось лишь такое количество населения, которое, с одной стороны, могло здесь прокормиться, не ухудшая природных условий, а, с другой – стремилось занять все пригодные для хозяйствования земли. Например, в междуречье Волги и Урала кочевники Букеевского ханства, начиная с XIX века, выпасали рекордное количество (около 1 миллиона голов) домашних животных (Зиманов, 1982). В среднем, на этих засушливых территориях при отсутствии лет с бескормицей на одном гектаре условно можно было прокормить одну голову мелкого домашнего животного (барана, козу) (Гордеева Ларин, 1965). Однако естественным регулятором численности домашних животных (и населения) здесь являлась не только продуктивность пастбищ, но и периодические джуты (зимняя бескормица), которые могли резко сократить поголовье на один порядок и более.

Земледельцы здесь возделывали только плодородные земли, например, лугово-каштановые почвы понижений рельефа (падины) с доступными пресными линзами грунтовых вод. Они получали гарантированный урожай зерновых и бахчевых культур, которого хватало для собственных нужд и продажи на сторону (Гордеева, Ларин, 1965; Зиманов, 1982; Большаков и др., 1983).

Уже в конце XVIII столетия отмечается стремление казаков расселяться по направлению внутрь страны, по рекам Чагану, Таловой, Иртеку, Ташле, отчасти и по Чижам. Так, есть сведения, что «в 1780 году начали заводить хутора по верховьям рек Чаган и Таловки; в 1790 году появились селения по рекам Чижа, в 1798 году многие из войсковых чиновников (Бородины, Буренины, Донсковы, Михайловы) завели хутора по рекам Иртеку и Ташле» (Бородин, 1891, с. 6).

Нужно отметить, что хутора размещались, как правило, в понижениях местности. Обязательным условием было хорошее качество питьевой грунтовой воды. В южной части региона под хутора выбирались большие падины с луговыми черноземовидными почвами. Их распахивали под бахчи и зерновые культуры. Домашние животные выпасались на межпадинных пространствах. Около больших падин строили, в основном, жилища летнего типа, наполовину углубленные в землю, с невысокими стенами из самана или дерна и плоскими земляными крышами. В начале XX века на падинах стали выращивать сады.

Осваивая земли, местные жители приспосабливались к ведению земледелия в жестких климатических условиях. В этой связи отмечалось, что «распашка земли у казаков нуждается в улучшении: обыкновенным плугом редко кто пашет глубже 3-4 вершков, между тем более глубокая обработка, несомненно, даст лучшие результаты» (Бородин, 1891, с. 503). Часто повторяющиеся засухи и несовершенная система земледелия приводили к тому, что урожаи иногда были

катастрофически низкими, и хлеба не хватало на прокорм. Так, при анализе урожайности за 24 года, отмечалось, что «урожай из года в год сильно меняется, колеблясь от «сам»[2] 1.5 до «сам» 14 (для яровых). Самый высокий (средний по войску) урожай был в 1877 г. сам 14 для ярового, что по переводе на пуды, полагая, что высевается в среднем 8 пудов, дает 112 пудов с хозяйственной (400 квадратных сажени) десятины. Очень высокие урожаи были также в 1867 г. (96 пудов), 1874 г. (110 пудов) и 1884 г. (до 100 пудов). Самый низкий урожай был в 1869 г. (сам 1,5 или 12 пудов с десятины), к таким же сильно неурожайным годам надо отнести 1872 г. (сам 1.9), 1873 г. (сам 3.2 или 25 пудов), 1879 г. (сам 2.4) и 1880 г. (сам 3.2)» (Бородин, 1891, с. 518).

В целях оптимизации земледельческого производства крестьяне должны были засевать пашню, исходя из существовавших природно-климатических условий производства. На левобережье Урала площади посевов были гораздо меньше, само земледелие было более адаптивным. Здесь в основном возделывалось засухоустойчивое просо. Посевы имели оазисный характер, причем, в оазисы группировались целые населенные пункты (аулы). Это было удобно для обвалования посевов и охраны их от скота и сусликов. Лучшими почвами под просо считались каштановые и светло-каштановые супеси, известные у казахов под названием «красных земель». Продолжительность использования пахотных участков под посев проса ограничивалась 2-3 годами, после чего распашка забрасывалась под залежь на срок от 5 до 12 лет. Наличие свободных земельных ресурсов благоприятствовало такому переложному обороту площадей (Елешев и др., 2007).

Таким образом, положительной стороной этого экстенсивного периода развития аридных территорий являлась саморегуляция плотности населения, а отрицательной – «бесчеловечный» способ достижения такого равновесного состояния, когда сильнейшие засухи и/или гибель животных вынуждала население к миграции в более благоприятные регионы и города.

Социалистический период. Этот период ознаменовался централизацией производства с появлением колхозов и совхозов в начале 30-х годов XX века. Малопродуктивные засоленные типы почв начали вовлекаться в севооборот при укрупнении сельскохозяйственных полей до 500-600 га, начали практиковать преимущественно стойловое содержание домашних животных из-за сокращения площадей пастбищных угодий.

Наиболее масштабными мероприятиями этого периода можно считать интенсивную распашку целины с 1954 г. для выращивания зерновых культур (было освоено более 40 млн. га целинных земель) и сооружение многочисленных обводнительно-оросительных систем с середины 1970-х годов для увеличения кормопроизводства.

Богарные пашни, например, в Западно-Казахстанской области к 1990 году составляли 2 млн. га (62-65 % сельхозугодий), увеличившись за 20 лет после целинной компании почти на 1 млн. га (Ахмеденов, 2013). Неминуемое использование низкопродуктивных земель привело к сильнейшему снижению урожайности зерновых культур. Например, в «постцелинный» период после высоких урожаев 1962-1964 гг. земледельцам региона пришлось пережить несколько засушливых лет. В Западном Казахстане сильнейшие засухи были в 1967, 1972, 1975 гг., когда средняя урожайность зерновых была менее 1.0 ц/га, в 1981-1985 годах валовое производство уменьшилось на 224 тыс. т ((Буянкин и др., 1991; Елешев и др., 2007).

Внедрение в начале 1970-х годов в производство плоскорезов вместо плугов с целью уменьшения физического испарения и почвенной дефляции вначале дало обнадеживающие результаты, однако затем урожайность опять упала. По-видимому, это было связано с одновременным уменьшением в севооборотах полей с паром, что увеличило количество вредителей и засоренность участков. Применение почвозащитной системы земледелия, разработанной А.И. Бараевым (Бараев, 1971), также было затруднено на территориях с комплексным почвенным покровом.

В этот же период увеличились площади обводнительно-оросительных систем (ООС). Например, были созданы Палласовская ООС на площади 15.5 тыс. га, Урало-Кушумская ООС – 87.1 тыс. га, Мало-Узенская ООС – 44 тыс. га, Больше-Узенская ООС – 25.9 тыс. га и др. Эти системы обычно включали

[2] В XIX веке в России при измерении урожайности использовалась категория «сам-столько», выраженная отношением объема собранного и посеянного хлеба

в себя отдельные орошаемые участки площадью около 1000 га, полив на которых производился дождевальными установками.

Орошаемые участки первоначально позволяли получать гарантированные высокие урожаи многолетних трав, которые использовались для корма домашних животных при стойловом содержании. Однако уже через 6-9 лет эти земли приходили в неудовлетворительное мелиоративное состояние вследствие подъема уровня грунтовых вод на 1-3 м от дневной поверхности и их вторичного (более 10 г/л) засоления (Повышение продуктивности…, 1989; Толпешта и др., 1997). В настоящее время большая часть таких участков заброшена. Перспективным оказалось лишь орошение опресненных крупных лиманов и лугов с использованием весеннего стока талых вод и обводнительных систем (Онаев, 2008, 2014). Здесь же отметим, что рентабельным и перспективным оказалось также переложное бахчеводство с использованием капельного орошения на небольших участках в 2-4 га.

Как видим, положительной стороной перехода от экстенсивного к интенсивному развитию территорий стало стабильное региональное увеличение сельскохозяйственной продукции, мало зависящее от неурожая и конъюнктуры рынка вследствие применения интенсивных технологий в организации производства. Количество населения резко возросло и перестало зависеть от естественного плодородия земель (Повышение продуктивности…, 1989; Белякова, Бармин, 2008).

В то же время, крупномасштабное вовлечение в сельскохозяйственный оборот малопродуктивных солончаковых солонцов, слабозасоленных светло-каштановых и каштановых почв, являющихся основой зонального почвенного покрова, увеличило затраты на их мелиорацию и на весь спектр получаемого сырья (зерна, сенажа, мяса и др.) (Большаков и др., 1983; Сотнева, 2006). Увеличение энергоемкости производства повысило себестоимость единицы сельхозпродукции и вызвало необходимость получения государственных дотаций и субсидий. Иными словами, в этот период соотношение производительных сил и плодородия земель перестали регулироваться рыночными механизмами.

Современный период. С начала 1990-х годов после распада Советского Союза развитие территорий вновь вернулось на рельсы рыночных взаимоотношений. Этот механизм регулирования производительных сил разрушил социалистический метод хозяйствования, вызвав распад укрупненных хозяйств, которые перестали получать государственную поддержку. На данном этапе здесь отмечается резкое уменьшение объемов производства сельскохозяйственных культур и животноводческой продукции, происходит повсеместное зарастание сорной растительностью пахотных земель, распад и полная гибель защитных лесных насаждений, увеличение эрозионных процессов, ежегодные бесконтрольные пожары и другие нежелательные явления.

К примеру, в Западно-Казахстанской области Казахстана с 1988 по 2008 гг. выведено из сельскохозяйственного оборота 901.4 тыс. га богарной пашни. За 20-летний период в подзоне умеренно-сухой степи с темно-каштановыми почвами было выведено из оборота 131.6 тыс. га, в подзоне сухой степи с каштановыми почвами – 349.9 тыс. га, а в подзоне пустынных степей и пустынной зоне на светло-каштановых почвах – 419.9 тыс. га (Ахмеденов, 2010). Площади земель, охваченных обводнительно-оросительными мелиорациями, также уменьшились, например, в лиманном орошении используется лишь 50 % из ранее орошавшихся 250 тыс. га (Онаев, 2014). Неорошаемые участки никак не использовались.

Уцелевшие крестьянско-фермерские хозяйства осваивают сохранившиеся «чабанские точки» с централизованной электрической сетью вблизи редких открытых водоемов и/или колодцев. Попытки этих хозяйств вести производство по «социалистическому» алгоритму путем производства зерновых культур на больших площадях с малопродуктивными почвами вновь и вновь заканчиваются неудачей и разорением. Иными словами, реформирование сельского хозяйства (вернее, саморегуляция) происходит спонтанно и бессистемно, и сейчас, как никогда, необходима четко сформулированная обоими государствами программа по оптимизации природопользования в этом регионе (Волков, 2009; Воронин, 2011). Численность сельского населения стремительно сокращается, концентрируется в крупных населенных пунктах и стареет, т.к. молодежь мигрирует в города (Брага, 2011).

Однако даже при таком сценарии развития сельского хозяйства видны положительные моменты от возвращения к экстенсивным методам землепользования. Например, возврат к естественному регулированию численности населения на этой территории, а также уменьшение государственной поддержки бесперспективных устаревших технологий и производств (через страхование,

субсидирование и другие механизмы), которая не всегда эффективна и оправдана из-за отсутствия стимула к модернизации (Заводов, Имшенецкая, 2007; Дмитриева и др., 2011).

Сокращение пашни и увеличение залежных площадей ведет к постепенному восстановлению естественных экосистем аридных территорий. Уменьшение нагрузок домашних животных на пастбища, в свою очередь, обусловливает самовосстановление и укрепление экологического каркаса степных агроландшафтов. Все это открывает новые перспективы для сохранения и увеличения биоразнообразия этих экосистем.

Таким образом, проведенный анализ более чем векового развития засушливых территорий Северного Прикаспия наглядно показал положительные и отрицательные стороны разных сценариев природопользования. Отметим, что в мировой практике такие засушливые земли используются с максимальной адаптацией способов земледелия к конкретным условиям среды. Наиболее близкими зарубежными аналогами обустройства территорий являются фермерские хозяйства, успешно функционирующие по мелкоконтурному «хуторскому типу» (с созданием обособленных поместий, имений), а в части освоения передовых технологий на засушливых территориях – землепользователи Израиля, Китая, Австралии. В общих чертах, небольшие фермерские хозяйства используют плодородные земли под зерновые культуры, бедные – под выпас домашних животных. При наличии достаточного количества пресной воды организуются орошаемые участки, преимущественно капельным способом.

Однако на данный момент не сделан окончательный выбор между двумя стратегиями аграрного природопользования. Первая из них имеет целью задействовать все пригодные для земледелия площади под экстенсивное хозяйство, надеясь на природное восстановление почв при средней урожайности. Вторая – задействовать ограниченную часть ресурсов, поддерживая их плодородие на высоком уровне ценой значительных финансовых и материальных затрат. Окончательный выбор сельским хозяйством той или иной стратегии должен определяться имеющейся площадью земельных ресурсов, биоклиматическим потенциалом угодий, уровнем экономического развития страны и экологической культуры власти и населения, а во многих случаях – и экологической конъюнктурой.

Перспективы развития аридных территорий с помощью применения новых технологий. На наш взгляд, с учетом исторического опыта и имеющихся научных разработок вполне возможно улучшение благосостояния местного населения в рассматриваемом регионе путем создания современных сельскохозяйственных производств.

Основой землепользования в таких засушливых условиях должно являться бережное отношение к возобновляемым природным ресурсам – воде и плодородию почв. Эти территории легко подвергаются антропогенному опустыниванию при нарушении баланса в функционировании природных компонент экосистем технологическими процессами, например, перевыпасом, выращиванием монокультур, орошением засоленных почв и другими производствами. Иными словами, применяемые технологии должны быть социально значимыми, экологически безопасными, а в рыночных условиях – еще и функционально необходимыми, малозатратными и прибыльными (Сиземская, Сапанов, 2010). Эти положения удовлетворяются при создании небольших рентабельных крестьянско-фермерских хозяйств, расположенных дисперсно по территории и применяющих ресурсосберегающие технологии.

Основой таких хозяйств, расположенных вдали от открытых водоемов, должны являться животноводческие фермы с автономным жилым комплексом, в котором электричество добывается за счет энергии солнца и ветра, а пресная вода – из скважин и колодцев. Количество домашних животных на свободном выпасе должно быть соразмерно продуктивности пастбищ и дебиту колодцев. Для обеспечения страхового кормового фонда возможно выращивание зерновых культур и многолетних трав в долговечных агролесомелиоративных системах, основой которых являются снегосборные узкополосные сельскохозяйственные поля. Каждое поле должно быть шириной около 200 м, где дополнительная вода в виде снега собирается за счет однорядных лесных полос из деревьев или кустарников, посаженных по длине поля через каждые 40-60 м. Такие узкополосные поля должны располагаться на расстоянии не менее 500 м друг от друга. Аналогичным способом возможно также создание долговечных узкополосных и колковых древесно-кустарниковых лесопастбищных систем. Кроме этого, на интразональных плодородных лугово-каштановых почвах с пресной линзой грунтовых вод, которые встречаются повсеместно в естественных понижениях рельефа, возможно создание богарных садов, ягодников и даже небольших массивных

лесонасаждений для собственных нужд (Большаков и др., 1983; Сапанов, 2003; Сапанов и др., 2005, Сиземская, 2013). Здесь же возможно обустройство небольших поливных участков с капельным орошением.

Аналогом предлагаемой модели обустройства засушливых земель является агролесомелиоративный оазис Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН (рис.), который расположен в глинистой полупустыне Северного Прикаспия в междуречье Волги и Урала. Данный комплекс создавался максимально адаптированным к богарным (не поливным) засушливым условиям так, чтобы рукотворные экосистемы (агролесомелиоративные и лесопастбищные системы, сады и ягодники, массивные насаждения и др.) были оптимизированы по влагообеспеченности за счет перераспределения водных потоков: снежных масс, весеннего поверхностного стока талых вод и рационального использования пресных грунтовых вод.

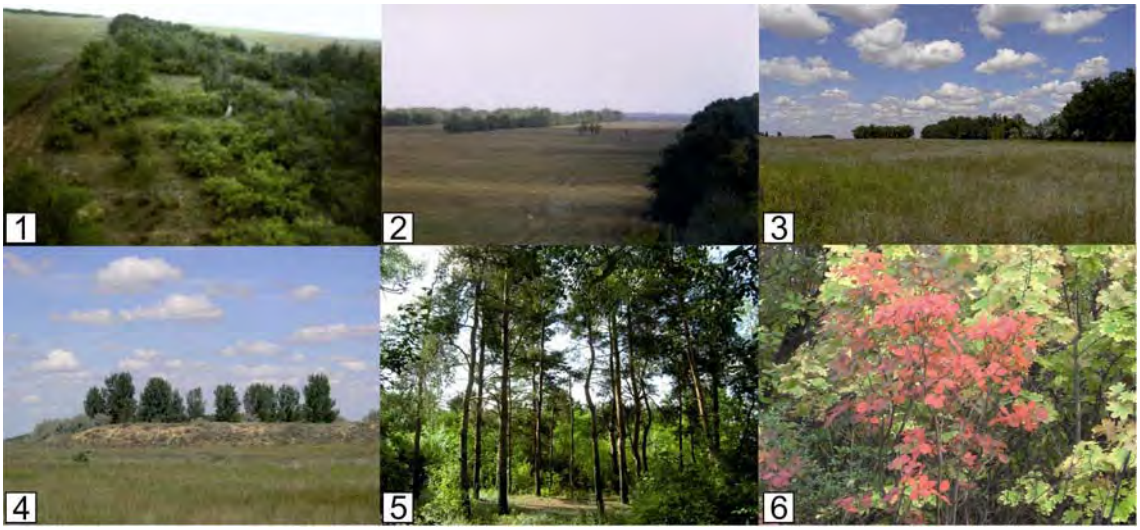


Рис. Насаждения на Джаныбекском стационаре в полупустыне Северного Прикаспия: лесопастбищные (1), полезащитные (2), колочные (3, 4), массивные, рекреационные (5,6). **Fig.** Tree plantations at the Dzhanybek research station in semidesert of the Northern Caspian region: silvopastoral (1), field-protecting (2), massive (3), small isolated (4), and recreational (5, 6).

Успешное 65-летнее функционирование этого агролесомелиоративного комплекса позволяет рекомендовать его как модель адаптивного научно обоснованного природообустройства в аридных регионах с комплексным почвенным и растительным покровом. Ландшафтно-экологическая экстраполяция лесомелиоративного опыта в Прикаспийской полупустыне может быть распространена на территорию площадью более 2.9 млн. га (Повышение продуктивности…, 1989; Копыл и др., 1990).

Заключение

Анализ исторического опыта освоения аридных территорий России и Казахстана показал перспективность фермерского животноводческого направления в землепользовании. Примером возможности оптимизации природопользования даже в столь суровых засушливых условиях является действующий в течение 65 лет Джаныбекский стационар Института лесоведения РАН с его разнообразными экосистемами (агролесомелиоративными комплексами, садом, ягодниками, массивными насаждениями и др.), которому правительством России (Постановление № 719 от 16 июня 1997 г.) был присвоен статус Памятника природы федерального значения. В Казахстане на данный момент ведутся работы по созданию в казахстанской части стационара особо охраняемой природной территории республиканского уровня – Джаныбекского дендрологического парка.

Предлагается концепция адаптивного природопользования, которая требует более широкого обсуждения и внедрения. При этом создание агролесомелиоративных комплексов может стать необходимой составляющей при формировании рентабельных крестьянских фермерских хозяйств, расположенных дискретно на исконно безлесных территориях и применяющих ресурсосберегающие технологии. Функционирование крупных энергоемких сельскохозяйственных комплексов, по

аналогии с совхозами, по-видимому, малорентабельны в силу необходимости их постоянного дотирования государством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ахмеденов К.М. 2010. Современное состояние земельных ресурсов Западно-Казахстанской области (в пределах Волго-Уральского междуречья) // Вестник Казахского национального технического университета имени К.И. Сатбаева. № 2 (78). С. 3-8.

Ахмеденов К.М. 2013. Эколого-географические аспекты оптимизации землепользования Западно-Казахстанской области. Уральск: Западно-Казахстанский аграрно-технический ун-т им. Жангир хана. 185 с.

Биогеоценотические основы освоения полупустыни Северного Прикаспия. 1974. М.: Наука. 360 с.

Белякова Ю.В., Бармин А.Н. 2008. Использование земельных ресурсов крестьянско-фермерскими хозяйствами // Земледелие. № 3. С. 10-12.

Бородин Н.А. 1891. Уральское казачье войско: Статистическое описание. Уральск: Типография Уральского казачьего войска. Т. 1. 947 с.

Брага Е.А. 2011. Роль миграции в формировании сельского населения юга России в XX веке // Гуманитарные и социально-экономические науки. № 2. С. 151-155.

Большаков А.Ф., Эрперт С.Д., Шейнин Л.Б. 1983. Пути сельскохозяйственного освоения полупустыни. М.: Наука. 72 с.

Буянкин В.И., Кучеров В.С., Изимкулов К.А. 1991. Интенсификация производства высококачественного зерна в Приуралье // Вестник сельскохозяйственной науки в Казахстане. № 6. С. 35-37.

Волков С.Г. 2009. Крестьянские (фермерские) хозяйства юга России: состояние и перспективы // Экономика сельского хозяйства. Реферативный журнал. № 3. С. 544-544.

Воронин Б.А. 2011. Право сельского населения на достойные условия жизни – конституционное право сельского населения // Аграрное и земельное право. № 2. С. 77-84.

Гордеева Т.К., Ларин И.В. 1965. Естественная растительность полупустыни Прикаспия как кормовая база животноводства. М.-Л.: Наука. 160 с.

Дмитриева М.В., Бармин А.Н., Бузякова И.В. 2011. Современное состояние земельных ресурсов и землеустроенности Нижнего Поволжья // Геология, география и глобальная энергия. № 3. С. 130-138.

Елешев Р.Е., Кучеров В.С., Насиев Б.Н. 2007. Земледелие зоны сухой степи Западного Казахстана. Уральск: ДГП Западно-Казахстанское ЦНТИ. 236 с.

Заводов В.Г., Имшенецкая Т.В. 2007. О господдержке фермерских хозяйств в условиях реализации национального проекта «развитие АПК» на юге России // Аграрная Россия. № 4. С. 20-21.

Зиманов С.З. 1982. Россия и Букеевское ханство. Алма-Ата: Наука Казахской ССР. 171 с.

Копыл И.В., Николаев В.А., Сенкевич Н.Г. 1990. Ландшафтно-экологическая экстраполяция лесомелиоративного опыта в Прикаспийской полупустыне // Вестник МГУ. Серия 5. География. № 2. С. 53-61.

Онаев М.К. 2008. Экологические проблемы лиманов Западно-Казахстанской области. Уральск: Западно-Казахстанский аграрно-технический ун-т им. Жангир хана. 62 с.

Онаев М.К. 2014. Мелиоративная оценка водных и земельных ресурсов Приуралья. Уральск: Западно-Казахстанский аграрно-технический ун-т им. Жангир хана. 166 с.

Повышение продуктивности полупустынных земель Северного Прикаспия. 1989. М.: Наука. 197 с.

Роде А.А., Польский М.Н. 1961. Почвы Джаныбекского стационара, их морфологическое строение, механический и химический состав и физические свойства // Труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. Т. 56. С. 3-214.

Сапанов М.К. 2003. Экология лесных насаждений в аридных регионах. Тула: Гриф и К. 248 с.

Сапанов М.К., Оловянникова И.Н., Сиземская М.Л. 2005. Агролесомелиоративная система адаптивного природопользования в богарных условиях полупустыни Северного Прикаспия // Почвоведение. № 3. С. 264-270.

Сиземская М.Л. 2013. Современная природно-антропогенная трансформация почв полупустыни Северного Прикаспия. М.: Товарищество научных изданий КМК. 276 с.

Сиземская М.Л., Сапанов М.К. 2010. Современное состояние экосистем и стратегия адаптивного природопользования в полупустыне Северного Прикаспия // Аридные экосистемы. Т. 16. № 5 (45). Спецвыпуск. С. 15-24.

Сотнева Н.И. 2006. Опыт земледельческого использования территории севера Прикаспия // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. Вып. 58. С. 45-57.

Толпешта И.И., Соколова Т.А., Сиземская М.Л. 1997. Сравнительная оценка влияния орошения и агролесомелиорации на солевое состояние почв солонцового комплекса Северного Прикаспия // Вестник МГУ. Серия 17. Почвоведение. № 1. С. 15-23.

Южакова Т.П. 2006. Динамика, состав и расселение русского сельского населения степного края во второй половине XIX – начале XX в. // Вестник Оренбургского государственного университета. № 9. С. 151-158.

THE STAGES OF RECLAMATION AND MODERN USE OF ARID LANDS OF NORTHERN CASPIAN AREA

© 2015. M. K. Sapanov*, M.L. Sizemskaya*, K.M. Akhmedenov**

**Institute of Forest Science of Russian Academy of Sciences*
Russia, 143030 Moscow area, Odintsovskyi distr., Uspenskoe, Sovetskaja str., 21. E-mail: sapanovm@mail.ru
***West Kazakhstan agrarian technical university named after Zhangir khan*
Kazakhstan, 09000. Uralsk, Zhangir khan str., 51. E-mail: kazhmurat78@mail.ru

The article focuses the historical stages of agricultural reclamation of arid Northern Precaspian area. The ways of modern adaptive environmental management have been characterized. The necessity of compliance with the proportions of the human and biological resources using, in particular, new agroforestry landuse methods, have been shown.
Keywords: arid regions, adaptive management, agroforestry amelioration.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №3 (64), с. 92-100

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 574.42

АПШЕРОНСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ РЕГИОН – ФАКТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ

© 2015 г. Н.М. Исмаилов, С.И. Наджафова, А. Гасымова

Институт микробиологии Национальной академии наук Азербайджана
Азербайджан, AZ 1007 г. Баку, Патамдартское шоссе, 40. E-mail: ismaylovn@mail.ru

Поступила 22.10.2014

Дан анализ экологии крупного аридного региона Республики Азербайджан – Апшеронского полуострова площадью 2192 км^2 с использованием экологических показателей и рассчитанных социально-экологических индексов. Они свидетельствуют, что в этом регионе, занимающем всего 6.6% территории страны, сосредоточено свыше 80% промышленного потенциала, и проживает свыше 60% ее населения, отмечена тенденция дальнейшего роста антропогенного и техногенного воздействия. Число неблагоприятных природных факторов, ограничивающих самоочищение экосистем превышает число природных факторов, способствующих поддержанию стабильности окружающей среды.

Ключевые слова: степень загрязнения, социально-экологические показатели, экологичность, модуль техногенного давления, самоочищающая способность.

Введение

Аридные экосистемы отличаются слабой способностью самовосстановления, и даже при низком уровне антропогенного воздействия нарушается их природная устойчивость (Петров, 1996; Кулик и др., 2012). Они наиболее заселены, освоены и изменены человеком, и поэтому для них рекомендуется эксплуатационно-защитный режим природопользования. Структура аридных ландшафтов относительно проста и в экологическом отношении уязвима. Количество поступающей влаги здесь является лимитирующим экологическим фактором, и малейшее изменение водного режима приводит, как правило, к многообразным изменениям ландшафтно-экологической обстановки (Золотокрылин, 2002). Эти изменения имеют как естественный, так и антропогенный характер (Бессолицына, 2009). В первом случае природная обстановка изменяется постепенно, а во втором случае – радикальным образом.

В связи с вышесказанным при выполнении работы была поставлена задача оценить экологическую ситуацию Апшеронского п-ва, располагающегося на территории Республики Азербайджан основании известных данных и расчета специальных индексов.

Материалы и методы

Теоретической базой и источником данных для исследований послужили работы А.А. Богданова (1989), Н.Ф. Глазовского (1982), А. Талыбова (2004), Н.Г. Эюбова, и Н.В. Пашаева (1996-1997), Н.М. Исмаилова (2006), А.Д. Букштынова и др., (1981), Ф.М. Мирсалимова, О.М. Шахсуварова (1999). Индекс устойчивости развития – Isd, индекс антропогенной нагрузки, плотность мощности био- и энергопотребления определяли по методу Федотова (2002).

Результаты и их обсуждение

Апшеронский полуостров расположен в Азербайджане, на западном берегу Каспийского моря. Он представляет собой юго-восточное окончание Большого Кавказского хребта. Апшеронский регион отличается ярко выраженными особенностями во многих отношениях. Существующая система расселения и размещения хозяйства в основном сложилась на протяжении XX века. Основными факторами развития региона были и остаются его геополитическое положение и характер ресурсного потенциала. Благодаря этому здесь, несмотря на неблагоприятные условия среды (зона

пустынь и полупустынь, дефицит собственных водных ресурсов и т.д.) и крайне ограниченные возможности самообеспечения продукцией сельского хозяйства, достигнута самая высокая в Азербайджане (да и во всем Закавказском регионе) плотность населения, сформирована развитая промышленно-транспортная инфраструктура. Регион специализируется на добыче, первичной переработке и транспортировке сырой нефти, нефтяном машиностроении, рыбном промысле.

Экологическая ситуация на полуострове определяется высокой концентрацией промышленного производства. В настоящий момент на Апшеронском п-ве, на территории около 200 тыс. га (всего около 2.5% от всей площади Азербайджана) сосредоточено свыше 70% промышленного потенциала республики, которая сосредоточена в двух крупных городах – Баку и Сумгаите. Баку является центром нефтедобычи, нефтепереработки и нефтяного машиностроения, Сумгаит – нефтехимии, химии и металлургии. Для Азербайджана разработка энергоносителей является одной из фундаментальных проблем экономики государства на протяжении последних десятилетий. Природные ресурсы Азербайджана, сконцентрированные в основном на Апшеронском п-ве и на Каспийском шельфе, продолжают интенсивно разрабатываться. Скорость и масштабы этого процесса беспрецедентны. В настоящее время в стране разрабатываются 37 месторождений на суше и 17 – в азербайджанском секторе Каспия, из недр добыто более 1.4 млрд. т нефти и 430 млрд. $м^3$ газа. На территории Апшеронского п-ва сконцентрированы 80 крупных, 370 средних и 2000 мелких промышленных предприятий, 46 населенных пунктов и 19 поселений республики. На долю региона приходится около 60% общей нефтедобычи на суше, вся нефтепереработка, почти вся нефтехимия, свыше 80% машиностроения и металлообработки, около 30% вырабатываемой электроэнергии, свыше 80% металлургической промышленности, более 40% пищевой, 50% легкой, 70% производящих строительные материалы и т.д.

Концентрация такого количества предприятий на ограниченной территории имеет историческую предпосылку. Начало промышленной добычи нефти требовало развития предприятий по нефтяному оборудованию и первичной переработке нефти. На Апшероне были введены в строй крупнейшие в мире тепловые электростанции и первая в мире электрическая железная дорога, связывающая основные нефтяные промыслы с заводами. Нефтяное машиностроение Азербайджана представляло собой крупнейшую в мире концентрацию таких предприятий после США.

Принимая во внимание показатели нагрузок от промышленности, ситуацию в Апшеронском промышленном регионе можно считать экологически напряженной.

Рассматривая некоторые аспекты экологии Апшеронского региона через призму экологической культуры, видно, как в наиболее контрастной форме сконцентрированы здесь противоречия между природой и социально-экономической деятельностью человека за последние 150 лет.

Данные таблицы 1 в обобщенном виде достаточно ярко демонстрируют негативное экологическое положение Апшеронского полуострова по ряду показателей. Все социально-экологические показатели на Апшеронском полуострове далеко не свидетельствуют о высокой экологичности социогенеза. Явно заметно достаточно сильное отклонение от нормального в структуре экосистем региона, низка репродуктивная способность территории, высок индекс антропогенной нагрузки, индекс устойчивости развития, высока плотность мощности биопотребления и энергопотребления. Приведенные данные демонстрируют повышенный уровень энерговооруженности хозяйственного комплекса столичного региона, и именно здесь сосредоточен наиболее высокий потенциал воздействия на живую природу Азербайджана. Вопрос в том, как реализуется этот потенциал антропогенного давления на экосистемы. Ответ на этот вопрос не однозначен, поскольку в столичном регионе высокие валовые объемы потребления энергии сочетаются с наиболее низким уровнем технологии, а значит, и КПД использования энергии и ресурсов.

Преобладание в структуре экономики Апшерона нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической, энергетической, машиностроительной, металлургической, агропромышленной отраслей обусловило формирование значительного количества природно-техногенных систем, что привело к широкому спектру изменений ландшафтов. Эти системы вызывают изменение геохимических, гидрологических, геофизических и др. параметров экосистем.

Уже в 80-х годах прошлого столетия Апшеронский полуостров занимал третье место в бывшем СССР по модулю техногенного давления сырой нефти (добыче) – свыше 100т/$км^2$ (Глазовский, 1982). По среднему модулю этого показателя полуостров близок некоторым районам США. Но в связи с интенсивным развитием этой отрасли производства внутри страны и превращением территории

Республики в транзитный коридор энергоносителей, средний модуль техногенного давления углеводородов в ближайшие годы существенно повысится. Средний модуль техногенного давления сырой нефти на территории Апшеронского полуострова превышает этот показатель в целом по стране более чем в 60 раз. Говоря о среднем модуле техногенного давления сырой нефти на единицу площади, одновременно необходимо отметить и такой показатель, как эффективное использование сырья – несомненно, что технологии, используемые в Азербайджане, по сравнению с Японией или США, значительно устарели, сопровождаются значительными потерями на различных этапах производства и переработки, что ведет к загрязнению природных сред обитания.

Таблица 1. Сводные показатели экологического состояния Апшеронского промышленного региона. **Table 1.** Summary indicators of ecological state of the Apsheron industrial region.

Наименование	Показатели
Площадь Апшеронского п-ва в % от всей площади страны	2192 км^2 (219200 га) 2.5%
Площадь городов и поселков (Баку, Сумгаит, 41 поселок)	20% от всей площади п-ва
Население в % от всего населения страны	2.8-3.0 млн. человек более 40%
Плотность населения, чел/км^2	1200-1400
Площадь на одного человека	0.06га
Лесистость	3-4% от всей площади п-ва
Площадь лесов, приходящихся на одного человека, га	0.006-0.01
Площадь зеленых насаждений на п-ве должна быть (оптимум)	27.0 тыс. га (13-14% от всей территории)
Оптимальное количество земли на инфраструктуру на одного человека (дороги, аэропорты, здания и т.д.)	0.2 га
Промышленный потенциал	более 70% от всей страны
Промышленные выбросы в атмосферу % от промышленных выбросов страны	624 тыс. т/год (в 1995 г.) и более 70.5%
Плотность выбросов на 1км^2 территории п-ва	285т/год (в 10 раз больше, чем в Японии)
Количество выбросов на 1 жителя	0.22-0.30 т/год
Промышленные отходы в том числе на 1 человека	97 тыс. т/год 35 кг/год
Средний модуль техногенного давления сырой нефти (в 2000г. добыто 14,0млн.т нефти)	свыше 5000 т/км^2/год (в 60 раз больше, чем в среднем по республике)
Площадь нефтезагрязненных почв	6-8% от всей площади п-ва
Озера (большей частью загрязненных нефтью и мазутом)	свыше 50-80 км^2 (2.5-4,0%)
Структура экосистемы (соотношение преобразованных и естественных экосистем)	80-85% преобразованных и только 10-15% естественных (80-85:10-15) при оптимальной норме 40:60
Отклонение от нормального соотношения в структуре экосистем	2 раза
Репродуктивная способность территории	0.6-0.8 млн. т кислорода в год при потребности 27.4 млн.т
Индекс антропогенной нагрузки	1.3
Индекс устойчивости развития, Isd	2.3 (при норме Isd<1)
Плотность мощности био- и энергопотребления	3204 кВт/км^2 (при норме 70-100 кВт/км^2) превышая допустимую нагрузку в 32-45.0 раз

Согласно проведенным нами подсчетам, Апшеронский регион, занимающий всего 6.7% территории республики, относится к региону с очень высоким уровнем био- и энергопотребления – из 14220 МВт на этот регион приходится половина, т.е. 7024 МВт (табл. 2). Это составляет 49% суммы био- и энергопотребления всей страны. В результате на территории Апшеронского промышленного региона плотность мощности био- и энергопотребления на единицу площади в один км^2 составляет свыше 3204 кВт/ км^2, при норме 70-100 кВт/ км^2. Таким образом, превышение плотности мощности антропогенной нагрузки на Апшеронский промышленный регион по энергопотреблению более чем в 32-

45 раз превышает норму. Индекс устойчивости развития превышает допустимый более чем в 33 раз, т.е. I sd > 33, что считается недопустимым (Федотов, 2002).

Таблица 2. Экологические параметры Апшеронского п-ва. **Table 2.** Environmental parameters of the Apsheron Peninsula.

Наименование территории	Площадь, тыс.км2	Σ био- и энерго-потребления	Индекс антропогенной нагрузки	Индекс устойчивости развития, I sd
Азербайджан в целом	86.4	14220 МВт	1.29 (по отноше-нию к миру)	2.3 (по отноше-нию к миру)
Апшеронский промышленный регион	2.1	7024 МВт	26.1	33.0

При создании и размещении многих промышленных объектов не учтены многие вопросы экологической безопасности. Поэтому некоторые крупные предприятия функционируют рядом с жилыми массивами. В результате этого вблизи них накоплены массы ядовитых отходов. Так, на территории Бакинского нефтеперерабатывающего завода накоплено свыше 3 млн. т гумбрина, содержащего до 25% нефти, кислого гудрона – 170 тыс. т.

В последние 30 лет Азербайджанский трубопрокатный завод накапливает шлаки мартеновских печей на территории около 25 га. Там скопилось свыше 2-х млн. т этого материала. В промышленной зоне Сумгаита накопилось около 20 млн. м^3 отходов, в составе которых имеются гумбрин, гудрон, отработанные масла, кислоты, щелочи и др. Они имеют сложный химический состав и выделяют в сопредельные среды обитания такие токсические вещества, как хлор, ртуть, фтористый водород, сернистый ангидрит, мышьяковистые соединения, медь, цинк, свинец, селен, водорастворимые соединения хрома, углеводороды, окись углерода, токсические пыли пирита, серные, азотистые кислоты, щелочи и др. (Талыбов, 2004).

Большую экологическую нагрузку для экосистемы Апшеронского полуострова представляют твердые бытовые отходы (ТБО). Экологические проблемы ТБО здесь связаны не только с их уничтожением и переработкой, но и с сохранением экологической стабильности площади земель, запасов воды и воздуха атмосферы. За последние 30 лет на общегородской свалке г. Баку накопилось порядка 20 млн. т ТБО.

В экологически неблагоприятном положении экосистемы Апшеронского региона находятся все его подсистемы:

- атмосферный воздух, загрязняющийся промышленными выбросами нефтепереработки, нефтехимического синтеза и стационарными источниками, автотранспортом и др.;
- почвы, загрязненные нефтью и нефтепродуктами, радионуклидами, тяжелыми металлами;
- водоемы, загрязненные промышленными и бытовыми сточными водами;
- грунтовые воды, загрязненные нефтяными углеводородами.

Согласно оценке экологической ситуации на Апшеронском п-ове имеют место все 4 категории экологического состояния ландшафта по градации, предложенной А. Талыбовым (2004):

1. Удовлетворительное - почвенный растительный покров не нарушен
2. Конфликтное – почвенный покров слабо нарушен
3. Кризисное – почвенный покров уничтожен, рельеф изменен
4. Катастрофическое – видоизменены все компоненты ландшафта, нарушены все внутриландшафтные связи

Около 82000 га, или 40% от общей площади полуострова относится к конфликтным участкам, 54925 га (28%) – к кризисным, 15725 га (7%) – к катастрофическим и только 13925 га (6%) к удовлетворительным.

Токсические газы, выделяемые в регионе промышленными предприятиями и автотранспортом, при поступлении в окружающую среду вовлекаются в физико-химические и биологические процессы. Для самоочищения среды путем разбавления выделенных токсичных газов до норм ПДК требуются довольно большие объемы воздуха.

История более чем 130 лет нефтедобычи на Апшероне наиболее рельефно отразились на ландшафтах Апшеронского п-ва. В результате многолетнего интенсивного и чрезмерного загрязнения нефтью и нефтепродуктами на Апшеронском п-ве наблюдается обеднение экосистемы в виде деградированных пастбищ, оголенных площадей с погибшей кустарниковой и эфемерной растительностью. Указанные нефтезагрязненные почвы давно перешли в ранг абиогенных ландшафтов, к числу которых можно отнести нефтенасыщенные, битуминозные киры.

Почвенный покров региона практически полностью находится под влиянием техногенных изменений. В этом регионе площади нарушенных и загрязненных земель занимают около 25 тыс. га. Значительная часть территории загрязнена углеводородами, битуминизирована, огромные площади заняты под буровыми шламами. Так, нефтью и её продуктами загрязнены свыше 18 тыс. га земли, под влиянием отходов лишь химической промышленности стали непригодными 1300 га. Известно, что 7400 гектаров почв загрязнены нефтью, из них 2800 га подлежат первоочередной очистке. Загрязнения проникают влубь почвы на 2-3 метра. Многолетнее загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами и их экологические последствия свидетельствует о «сверхнормативной нагрузке» на аридные системы. Процессы саморегуляции давно уже не обеспечивают самовосстановление разрушаемых экосистем. В результате в этих экосистемах произошло нарушение экологического баланса в условиях все более усиливающегося воздействия на природу.

Наибольшую экологическую опасность в долговременном плане представляет наличие в составе нефтяных загрязнений полиароматических соединений. Почва обладает способностью накапливать эти вещества, обладающие мутагенным эффектом. Полиароматические соединения с доказанным мутагенным действием накапливаются в нефтезагрязненных почвах, локализуясь в их микрозонах в достаточно больших количествах, в результате чего можно ожидать появления мутагенной активности у самой почвы, как природного субстрата. Имеющиеся данные (Исмаилов, 2006) свидетельствует о том, что в нефтезагрязненных почвах Апшерона накапливаются полиароматические соединения, включающие: нафталин, фенантрен, дибензотиофен, флуорантен/пирен, бензоантрацен/бензопирен, и ПАУ, количество которых превышают ПДК (в расчете на бензопирен) в тысячи раз.

Загрязнение почвенного покрова сопровождается процессами загрязнения поверхностных и грунтовых вод. На полуострове имеется свыше 200 водоемов природного и искусственного происхождения, значительная часть которых загрязнена нефтью и нефтепродуктами. Водоемы, загрязненные отходами нефти, занимают более 2000 га (Талыбов, 2004). Достаточно указать на такие водоемы, как Зыхское озеро, Беюк-Шор и многие другие.

Содержание в прибрежных водах и в донных отложениях Каспийского моря полиароматических соединений в количествах, превышающих ПДК в тысячи раз свидетельствует о потенциальной опасности их оказывать канцерогенное и мутагенное воздействие на водную биоту. Можно констатировать, что это своеобразная *бомба замедленного действия* с далеко идущими негативными экологическими последствиями.

Таким образом, процессы саморегуляции в нефтезагрязненных почвах и водоемах этого региона давно уже не обеспечивают восстановление этих экосистем естественным путем в результате природных процессов.

На примере двух газов - углекислого газа и кислорода рассмотрим их баланс на территории Апшеронского полуострова.

Углекислый газ является постоянной составной частью воздуха. Он образуется при окислении органических веществ (гниение растительных и животных остатков и др. органических веществ), сжигании топлива (достаточно сказать, что при сжигании на теплоэлектростанции 350 кг нефти выделяется 1 т CO_2) и дыхании (животных и человека). Повышенное содержание CO_2 в атмосфере вредно действует на дыхательную, сердечно-сосудистую и нервную систему. Особенно чувствителен к повышенной концентрации CO_2 во вдыхаемом воздухе мозг человека.

Без кислорода нет жизни – он непрерывно расходуется в процессах дыхания, горения, гниения, ржавления и др. Его количество в воздухе непрерывно пополняется на солнечном свету за счет жизнедеятельности растений. Но способен ли Апшеронский регион сам себя обеспечивать кислородом, так необходимым для его нормального функционирования как экосистеме?

Согласно проведенным расчетам, по количеству лесных насаждений на одного человека, основных источников кислорода в атмосфере, Апшеронский регион уступает в целом территории

Азербайджана (0.006-0.1га в регионе в сравнении с 0.14 га по всей республике). На Апшеронском полуострове площадь лесных насаждений (в основном искусственных), приходящихся на душу населения, во много раз ниже по сравнению с другими регионами страны и бывшего СССР – 3 га (Букштынов А.Д. и др., 1981). В этом регионе площадь посадок хвойных деревьев (эльдарская сосна и др.) не превышает 20 тыс. га, 10 тыс. га – площади, занятые дачными хозяйствами, селениями, поселками и др. В то же время 1 га хвойного леса дает в атмосферу 30 т кислорода в год, лиственные леса – около 16 т, а с/х угодья и разнотравье – 3-10 т в год. В этой связи оценка экологической ситуации показывает крайне низкие показатели репродуктивной способности территории региона: по репродукции кислорода – всего 0.8 млн.т/год, при индексе 0.04; по водным ресурсам – 10.5 млн.м^3, что дает показатель, равный 54.0 (самый низкий по республике) по демографической емкости водных ресурсов. Низкая репродуктивная способность территории вступает в противоречие с очень сильным антропогенным (около 70% промышленного потенциала и более 40% населения – примерно 2.8-3.0 млн. человек проживает на данной территории) и техногенным воздействием и способствует углублению экологических проблем. Плотность населения в среднем колеблется в пределах 1200-1400 человек и превышает этот показатель в целом по стране в 13-15 раз. Годовой темп его роста в 1.6% соответствует времени удвоения, равному 40 годам.

Расчеты показывают, что выделение углерода в атмосферу на Апшеронском п-ве превышает его поглощение естественными сообществами примерно на 1.8 млн. т ежегодно. С другой стороны потребности территории полуострова в кислороде для промышленных и естественных процессов удовлетворяются только лишь почти на 3-4% (табл. 3).

Таблица 3. Баланс между репродуктивной способностью территории и выбросами углекислого газа.
Table 3. The balance between the reproductive capacity of the territory and the emissions of carbon dioxide.

Процессы, связанные с выбросами CO_2*	CO_2, млн. т/год	Потребности в кислороде, млн. т/год	Репродуктивная способность территории, млн. т O_2
Дыхание человека (из расчета, что на Апшероне живут 2.5-3 млн. человек, и что ежедневно человек вдыхает 0.86 кг O_2 и выдыхает 0.23 кг CO_2	0.24	0.9	За счет фотосинтетической активности растительных сообществ
Дыхание животных и домашней птицы (крупный и мелкий рогатый скот, лошади, домашние животные, птицы на птицефабриках и др.);	0.1	0.1	
Автотранспорт (из расчета, что в год 1 автомобиль выбрасывает в атмосферу 3250 кг CO_2 и 530 кг CO, потребляя 4350 кг O_2); (условно принято количество всех видов транспорта на Апшероне – 150000, включая дорожную и с.х. технику)	0.5	0.8	
Выбросы со стационарных источников (теплоэлектростанции, факелы, и т.д.);	~20.0	25.2	
Выбросы в атмосферу в процессе биохимической очистки коммунальных и промышленных сточных вод г. Баку. Из расчета, что на государственных станциях в сутки очищаются 600000 м^3 сточных вод с содержанием примерно 2% органических веществ; гниение и разложение органических веществ (на мусорных свалках, свежего навоза, растительных и животных остатков, нефтяных углеводородов на нефтезагрязненных почвах, поверхностных вод и др.).	7.0-8.0	0.4*	
Итого:	27.94	27.4	0.8

Примечание: * - при расчете гниения органических веществ принимали разложение глюкозы; учитывали, что полное разложение бытовых твердых отходов и др. органических веществ осуществляется за 2-3 года, т.е. за первый год разложению подвергается около 30% веществ. В этом случае обеспеченность по кислороду региона будет только лишь около 2.7-3.0%. Согласно данным таблицы 4 эмиссия углекислого газа в целом по стране составила 27.94 млн. т, а поглощение углекислого газа лесным комплексом всей страны не превышает 0.8 млн. т, т.е. всего 3.2%. Note: * - when calculating the decay of organic matter decomposition is taken; take into account that the total decomposition of municipal solid waste and others. organic matter carried out in 2-3 years, first year decomposition undergoes about 30% of the substances. In this case, the security of the region with respect to oxygen is only about 2.7-3.0%. According to Table 4, carbon dioxide emissions in the country amounted to 27.94 million tons, and carbon sequestration by forest complex of the whole country does not exceed 0.8 mln t, that is only 3.2%.

Это значит, что атмосферный кислород, потребляемый в данном регионе в промышленных и естественных процессах в буквальном смысле «выкачивается» из сопредельных географических сред - территории Каспия (за счет фотосинтетической деятельности фитопланктона), предгорий Большого и Малого Кавказа. *Говоря образно, данный регион дышит чужими легкими.*

Анализ природно-климатических и биологических факторов Апшеронского региона показывает, что здесь, в общем и целом, число неблагоприятных природных факторов, ограничивающих самоочищение значительно больше природных факторов, способствующих самоочищению окружающей среды (табл. 4).

Таблица 4. Природные факторы Апшеронского полуострова, определяющие самоочищающую способность окружающей среды. **Table 4.** Natural factors of the Apsheron Peninsula, defining self-purification capacity of the environment.

Благоприятные природные факторы	Неблагоприятные природные факторы
Ветер. Среднее число дней с ветром, скорость которого превышает 15 м/с - 50-114 м/с. Высокая скорость круговорота органических веществ	Аридность климата (крайне неблагоприятно воздействует на активность микробиологических процессов разложения загрязнений, невысокая биомасса растительности) Незначительный вес экосистемы Невысокое естественное биоразнообразие, определяющее высокий уровень чувствительности к загрязнению Низкая репродуктивная способность по кислороду – всего 0,8млн т/год Слабый растительный покров (покрытость естественной эфемеровой растительностью на 20-30% только весной и осенью); Повышение уровня грунтовых вод (за последние 20 лет на 5-15 м) Отсутствие общего зеркала грунтовых вод, слабый гидрорельеф, высокая минерализация Невысокий биоклиматический потенциал Водно-термический режим Отсутствие поверхностных вод, стока Высокоминерализованные, загрязненные, эвтрофированные водоемы Характерная неустойчивая взаимосвязь между отдельными компонентами в ландшафтах, отсутствие взаимной компенсации между ними

Невысокое естественное биоразнообразие, определяющее высокий уровень чувствительности к загрязнению, слабый растительный покров (покрытие естественной эфемеровой растительностью на 20-30 % только весной и осенью), повышение уровня грунтовых вод (за последние 20 лет на 5-15 м), высокая их минерализация, невысокий биоклиматический потенциал, отсутствие текущих поверхностных вод и другие показатели являются ограничительными факторами самоочищения ландшафтов при постоянно увеличивающемся антропогенном и техногенном прессе. Нами, согласно классификации М.А. Глазовской (1988) проанализированы факторы, характеризующие способность к детоксикации продуктов техногенеза в природной среде и почвах Азербайджана (Мамедов, Исмаилов, 2006). Наряду с этим, нами впервые включен микробиологический фактор для выявления «устойчивости» и «качества» почв, определяющего способность их к самоочищению в случае антропогенного воздействия – загрязнений органическими веществами. Нами проанализирован ресурсный потенциал устойчивости ландшафтов Азербайджана – включая биогенный (микробиологический и фитоценозов). Оказалось, что в этом плане относительная роль микроорганизмов и растительной биомассы в процессах самоочищения ландшафтов Апшеронского региона в сравнительном аспекте по сравнению с другими почвенно-климатическими условиями

страны очень слабая (Мамедов, Исмаилов, 2006). Достаточно отметить тот факт, что баллы биогенности серо-бурых почв Апшеронского полуострова, в среднем, составили 50 по сравнению с темно-каштановыми (100), каштановыми (90), сероземными (80), а количество поглощенных углеводородов за период вегетации пустынной растительностью на серо-бурых солонцеватых почвах Апшеронского региона на порядки меньше, чем в других регионах республики – соответственно 8.2-41.4 и 613-2192 г/га.

Это обусловливает поддержание модуля техногенного давления на природные среды обитания региона по различным загрязнителям (углеводороды, атмосферные выбросы, загрязнение почв, поверхностных и грунтовых вод и т.п.) на достаточно высоком уровне, близком к критическому. Репродуктивный потенциал данной территории по сравнению с другими регионами страны не способен эффективно «нейтрализовать» антропогенные нагрузки.

Самоочищение экосистемы любого разряда определяется в результате природных физических, химических и биологических процессов. Рассматривая процессы самоочищения природных сред обитания на Апшероне, необходимо особо отметить роль основополагающего абиогенного природного фактора – ветра. Роль ветров двояка: с одной стороны, они способствуют рассеянию атмосферных выбросов, в том числе и углекислого газа в сопредельные регионы, снижая средний модуль техногенного давления на территории, а с другой – привносят с собой те недостающие объемы атмосферного кислорода, столь необходимого для нормальной жизнедеятельности его промышленных комплексов и человека (табл. 4).

Хотя в целом климатические и почвенные условия Азербайджана создают достаточно благоприятные условия для устойчивости почв и водных систем к загрязнению органическими веществами (Мамедов, Исмаилов, 2006), Апшеронский регион наряду с Кура-Араксинской низменностью характеризуется сравнительно неблагоприятными гидротермическими показателями в связи с недостатком естественного увлажнения, слабой биогенностью. Возможно и необходимо использовать современные технологии управления физико-химическими параметрами для оптимизации гидротермического режима с целью повышения биогенности почвенного покрова и, соответственно, интенсификации процессов самоочищения. Например, использование современных биотехнологий очистки нефтезагрязненных почв в условиях Апшеронского региона предполагает искусственное увлажнение, что в свою очередь, создает благоприятные условия для повышения численности и активности специфическх групп микроорганизмов, способных разлагать нефтяные углеводороды.

При прочих равных условиях наиболее благоприятные условия для самоочищения ландшафтов в этом регионе, включая от нефтяных загрязнений, создаются весной и осенью при благоприятных сочетаниях тепла и влаги. Кроме того, условия для самоочищения ландшафтов в пределах Апшеронского региона более благоприятны в её восточной части, где почвы менее глинисты, не солонцеваты, с более высокой биогенностью, с более благоприятными сочетаниями тепла и влаги, и в её северной части, более удаленной от неблагоприятного воздействия нефтедобывающих предприятий.

Имеется значительное число работ, посвященных изучению влияния сложившейся экологической ситуации в этом регионе на состояние здоровья населения. Например, выявлено отрицательное влияние промышленных выбросов и автотранспорта на состояние сосудистой, дыхательной, кровеносной, нейроэндокринной и других жизнеобеспечивающих систем человека. Распространение онкологических заболеваний и смертность от них (рак желудка, легкого и т.д.) превышают средние показатели по республике (Мирсалимов, Шахсуваров,1999).

Выводы

Рассмотренные данные и показатели показывают, что в условиях аридного климата Апшеронского полуострова природные процессы и социально-экономическое развитие вступают в противоречие. Это ведет к деградации природных комплексов, качественному изменению экосистем, что оказывает непосредственное и опосредованное воздействие на «качество» жизни населения.

Вместе с тем, необходимо отметить, что за последние годы предпринимаются определенные усилия для улучшения экологической ситуации в регионе: совершенствуются технологии очистки бытовых и промышленных сточных вод для предотвращения их сброса в прибрежные воды Каспийского моря, проводятся работы по реабилитации нефтезагрязненных почв, хотя не всегда на

должном технологическом уровнях, на многих предприятиях, в частности на цементном заводе устанавливаются газоочистительные установки для предотвращения загрязнения газами атмосферного воздуха, весь автомобильный транспорт, численность которого только в городе Баку превышает 1 млн., планируется перевести на новые виды топлива, проводятся работы по расширению числа зеленых насаждений и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бессолицына Е.П. 2009. Экологический контроль за изменением биотических компонентов степных геосистем в условиях техногенной геохимической аномалии // Аридные экосистемы. Т.15. № 2(38). С. 63-73.

Букштынов А.Д., Грошев Б.И., Крылов Г.В. 1981. Леса. Москва: Мысль. 316 с.

Глазовская М.А. 1988. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. М.: МГУ. 133с.

Глазовский Н.Ф. 1982. Техногенные потоки вещества в биосфере//Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. М.: Наука. С. 7-28.

Золотокрылин А.Н. 2002. Индикатор аридности климата // Аридные экосистемы. Т. 8. № 16. С. 47-59.

Исмаилов Н.М. 2006. Глобалистика и экология Азербайджана. Баку: Элм. 192 с.

Кулик К.Н., Салугин А.Н., Сидорова Е.А. 2012.Динамическая устойчивость аридных экосистем //Аридные экосистемы. Т.18. № 2 (51). С. 29-35.

Мамедов Г.Ш., Исмаилов Н.М. 2006. Научные основы и принципы районирования почв Азербайджана по устойчивости к загрязнению органическими веществами. Баку: Элм. 205с.

Мирсалимов Ф.М., Шахсуваров О.М. 1999. Экологические аспекты заболеваний щитовидной железы в г. Сумгаите //Energy, Ecology, Economy. Баку. 77 с.

Петров К.М. 1996. Механизмы устойчивости аридных экосистем // Аридные экосистемы. Т. 2. № 2-3. С. 7-17.

Талыбов А. 2004. Картографический анализ ландшафтно-экологических условий Апшеронского п-ва. Баку: Чашыоглу. 191 с.

Федотов А.П. 2002. Глобалистика. Начала науки о современном мире. М.: Аспект пресс. 224 с.

ABSHERON INDUSTRIAL REGION - ENVIRONMENTAL STRESS FACTORS

© 2015. N.M. Ismaylov, S.I. Nadjafova, A. Gasimova

National Academy Azerbaijan Republic,
Azerbaijan, AZ 1007 Baku, Patamdart shosse, 40. E-mail: ismaylovn@mail.ru

First performed a systematic analysis of the ecology of large arid region – the Apsheron Peninsula area 2192 km2 with the use of environmental indicators and calculated socio-environmental indices. It is shown that in this region the number of adverse environmental factors limiting self-cleaning ecosystem components significantly more environmental factors that contribute to maintaining the stability of the environment.

Keywords: system analysis, the degree of pollution, social and environmental performance, environmental friendliness, the module source of pressure, self-cleaning ability.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №3 (64), с. 101-105

ХРОНИКА

СЕДЬМОЙ ФОРУМ СТЕПЕВЕДОВ В ОРЕНБУРГЕ

©2015 г. А.А. Чибилев, А.Г. Рябуха, С.В. Левыкин

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт степи Уральского отделения Российской академии наук
Россия, 46000, Оренбург, ул. Пионерская, д. 11, E-mail: orensteppe@mail.ru

Поступила 25.06.2015

27-31 мая 2015 года в г. Оренбурге состоялся Международный степной форум Русского географического общества, организованный Институтом степи УрО РАН и проходивший при содействии Российского фонда фундаментальных исследований и Проекта ПРООН/МПР/ГЭФ «Совершенствование системы и механизмов управления ООПТ в степном биоме России». Главная цель форума – решение актуальных проблем в сфере степного природопользования, изучения и сохранения ландшафтного и биологического разнообразия степных ландшафтов Евразии. В работе Международного степного форума приняли участие около 300 ученых из 9 стран (Австрии, Азербайджана, Венгрии, Германии, Дании, Казахстана, России, Сербии, Украины), а также из 24 регионов России. Представленные доклады отразили результаты исследований по следующим направлениям: эколого-географические исследования степей и смежных территорий: эволюция, структура и антропогенная трансформация ландшафтов; стратегия степного природопользования и проблемы экологической реабилитации степных ландшафтов; биологическое и почвенное разнообразие степных регионов; актуальные вопросы исторического степеведения, природное и историко-культурное наследие степей; эколого-гидрологические аспекты природопользования в степной зоне; социально-экономический и природно-ресурсный потенциал степных регионов, экономико-географические аспекты степного природопользования.

На самом обширном Евразийском материке центральное место занимают степи – уникальное географическое пространство, которое протянулось более чем на восемь тысяч километров от бассейна Дуная в Центральной Европе до Монголии и северо-востока Китая. Степи Северной Евразии занимают важное место в мировой истории. Археологи утверждают, что здесь была одомашнена лошадь и изобретено колесо, что явилось важной вехой в истории цивилизации. В Степной Евразии находятся крупнейшие массивы пахотных земель на плодородных черноземах и бескрайние пастбищные угодья. Степи – одно из главных природных достояний России. Решению актуальных проблем в сфере степного природопользования, изучения и сохранения ландшафтного и биологического разнообразия степных ландшафтов Евразии, где наиболее остро стоит проблема организации степных заповедников и других категорий степных ООПТ был посвящен Международный степной форум Русского географического общества, проходивший 27-31 мая 2015 года в г. Оренбурге. Организатором форума выступил Институт степи УрО РАН. Проведение степного форума стало возможным благодаря поддержке многих организаций, в том числе Русского географического общества, Российского фонда фундаментальных исследований, Проекта ПРООН/МПР/ГЭФ «Совершенствование системы и механизмов управления ООПТ в степном биоме России», Правительства Оренбургской области и др.

В работе Международного степного форума РГО приняли участие более 300 ученых из 9 стран (Австрии, Азербайджана, Венгрии, Германии, Дании, Казахстана, России, Сербии, Украины), а также из 24 регионов России. Материалы на форум поступили из 12 стран и 42 регионов России.

Научный комитет форума возглавили ученые, представляющие Российскую академию наук (чл.-корр. РАН А.А. Чибилёв, чл.-корр. РАН В.В. Рожнов, д.г.н. А.А. Тишков, д.б.н. И.Н. Сафронова, д.б.н. М.Г. Сергеев), Почвенный институт им. В.В. Докучаева (д.с.-х.н. Д.С. Булгаков), Московский государственный университет (д.б.н. Г.С. Куст, д.г.н. Г.Н. Оргуреева, к.г.н. Н.Н. Спасская), Национальный исследовательский Саратовский государственный университет (д.г.н. В.З. Макаров),

Германский Институт аграрного развития в трансформационных экономиях (профессор Петер Тиллак), Франкфуртский университет (профессор Рюдигер Краузе), Сербский Институт охраны природы провинции Воеводина (Ранко Перич), Украинский степной природный заповедник НАН Украины (В.А. Сиренко), Западно-Казахстанский центр истории и археологии (д.и.н. М.Н. Сдыков), Центр экологических исследований Венгерской академии наук (Мольнар Зольт) и др. ученые. В работе форума принимал участие широкий круг специалистов, исследующих степную зону – ландшафтоведов, географов, экологов, ботаников, зоологов, почвоведов, историков, археологов и т.д.

К началу форума был издан сборник материалов, содержащий результаты разноплановых исследований современных проблем степеведения. Программа форума получилась насыщенная: было представлено 83 доклада, в том числе 15 – на пленарных заседаниях, проведены заседания на 4 тематических секциях и двух круглых столах.

Круг научных интересов, затронутых участниками форума весьма разнообразен. Представленные доклады отразили результаты исследований по следующим основным направлениям:

– эколого-географические исследования степей и смежных территорий: эволюция, структура и антропогенная трансформация ландшафтов;

– стратегия степного природопользования и проблемы экологической реабилитации степных ландшафтов;

– биологическое и почвенное разнообразие степных регионов;

– актуальные вопросы исторического степеведения, природное и историко-культурное наследие степей;

– эколого-гидрологические аспекты природопользования в степной зоне;

– социально-экономический и природно-ресурсный потенциал степных регионов, экономико-географические аспекты степного природопользования.

На торжественном открытии форума с приветственным словом выступил губернатор Оренбургской области *Ю.А. Берг,* который отметил, что прошлое Оренбуржья неразрывно связано с географическими исследованиями, а истории края положила начало экспедиция выдающегося географа и картографа, автора первого Атласа Российской империи И.К. Кирилова. С тех пор, отметил Ю.А. Берг, немало ученых – географов и естествоиспытателей побывало на оренбургской земле: А. Гумбольдт, Н.М. Пржевальский, первооткрыватель оренбургских степей П.И. Рычков – эти исследователи внесли немалый вклад в научные традиции Оренбуржья, их дело продолжают современные ученые, заботящиеся о сохранении уникального наследия региона.

В приветственном слове Президента РГО С.К. Шойгу к участникам форума было отмечено, что степи – одно из главных природных достояний России и символично, что степной форум проходит в самом центре степного пояса – в г. Оренбурге, который по праву претендует на звание степной столицы и «Сердца Евразии».

Вице-президент РГО, директор Института степи УрО РАН, чл.-корр. РАН А.А. Чибилёв осветил предысторию организации Международного степного форума РГО, которая неразрывно связана с Институтом степи УрО РАН и организацией в г. Оренбурге с 1997 года Международных симпозиумов «Степи Северной Евразии», при этом он отметил, что очередной, седьмой симпозиум в 2015 г. получил новый формат. Это связано с тем, что с 2013 г. в Оренбургской области отмечается региональный праздник – День степи, и в этом году он впервые отмечается официально. В 2015 г. все мероприятия, связанные с VII симпозиумом и Днем степи, объединены в Международный степной форум РГО.

На пленарном заседании были представлены исследования в разных областях знаний. Открыл пленарное заседание А.А. Чибилёв (г. Оренбург, ИС УрО РАН), освятивший в своем докладе проблемы идентификации и сохранения ключевых ландшафтных территорий Степной Евразии. Под **Степной Евразией** обосновывается историко-географическое пространство – мегарегион, охватывающий степную ландшафтную зону Европы и Азии и примыкающие к ней с севера и юга лесостепную и полупустынную (пустынно-степную) зоны. Целесообразность объединения этих существенно отличающихся природных образований в единый объект исследований связана с несколькими обстоятельствами. Во-первых, северная и южная границы из-за разных подходов к районированию остаются спорными. Во-вторых, хозяйственная деятельность человека на различных этапах освоения этого региона, особенно в периоды интенсивного развития скотоводства или масштабной распашки, привела к размыванию природных границ типов естественной

растительности, деградации зональных типов почв, изменению лесистости и т.д. В-третьих, рассматриваемое географическое пространство в историческом времени осваивалось как единое целое, служило огромным широким коридором, в пределах которого происходили волнообразные переселения народов, формировались трансконтинентальные и секторальные Степные империи. В-четвертых, агротехнологии, разработанные применительно к степным условиям, внедрялись к северу и к югу от типичной степи. В заключение доклада А.А. Чибилевым был сделан вывод, что мегарегион Степной Евразии является уникальной модельной территорией, где необходимо создать **международный трансконтинентальный пояс непрерывной охраны природного разнообразия**, опираясь на ценный опыт создания ООПТ в разных странах и отдельных регионах этих стран.

А.А. Тишков (г. Москва, ИГ РАН) рассмотрел вопросы использования экономических стимулов для сохранения степных экосистем и развития их территориальной охраны, отметив, что на современном этапе развития аграрного производства в России в регионах степной зоны перспективы перехода на устойчивое развитие крайне низки. Так же им были обозначены пути к устойчивому развитию степных регионов через создание условий для устойчивого природопользования.

Доклад Т. Майнеля (Германия, г. Галле, Университет Галле-Виттенберг им. Мартина Лютера) был посвящен вопросам практики землепользования в евразийской степи, а доклад его соотечественника П. Тиллака (Германия, г. Галле, Институт аграрного развития в трансформационных экономиях) раскрывал проблему адаптации землепользования в степных регионах Евразии в условиях климатических изменений. Им был рассмотрен глобальный синдром «пыльных бурь» Кулунды и предложены меры по его предотвращению. Детальной оценке изменений сельскохозяйственного землепользования и потенциалу заброшенных земель в регионе освоения целинных земель Казахстана был посвящен доклад А.В. Прищепова (Дания, Университет Копенгагена).

Доклад Д.С. Булгакова (г. Москва, Почвенный институт имени В.В. Докучаева) был акцентирован на оценке агроэкологического потенциала экосистем степи в целях оптимизации землепользования и актуализации кадастра, в качестве критерия оценки был использован почвенно-агроклиматический индекс, позволяющий оценить условия и целесообразность возделывания конкретных сельскохозяйственных культур в агроэкосистемах степи.

Г.С. Куст (г. Москва, МГУ) доложил о стратегии природопользования в засушливых и аридных регионах, раскрыв новые глобальные вызовы, их возможные подходы и механизмы. Доклад Г.Н. Огуреевой (г. Москва, МГУ) был посвящен ботаническому разнообразию степных биомов, а И.А. Трофимов (г. Лобня, ВНИИ кормов РАН) остановился на стратегии степного природопользования и проблемах экологической реабилитации степных агроландшафтов Северной Евразии.

Секционные доклады отличались широким спектром обсуждаемых вопросов. Насыщенной оказалась работа секции «Биологическое и почвенное разнообразие степных регионов». Серия докладов была посвящена изучению структуры, динамики и экологии растительных сообществ степей, различных регионов Северной Евразии. В докладе И.Н. Сафроновой (г. Москва, БИН РАН) были рассмотрены зональные изменения в структуре сообществ ковылковых степей Предуралья. Фиторазнообразию и созологической оценке степных участков Левобережного Приднепровья, посвятила доклад Е.Н. Байрак (Украина, г. Киев, Государственная экологическая академия последипломного образования и управления). О современных изменениях в горных степях межгорных котловин Центрального Кавказа доложила Е.А. Белановская (г. Москва, ИГ РАН), а С.А. Литвинская (г. Краснодар, Кубанский государственный университет) раскрыла биогеографическую специфику степей Западного Передкавказья и Северо-Западного Закавказья. В докладе И.М. Микляевой (г. Москва, МГУ) представлены к обсуждению результаты синтаксономии степей Восточной Монголии.

Большой блок докладов был посвящен энтомологическим исследованиям в степной зоне. М.Г. Сергеев (г. Новосибирск, ИСиЭЖ СО РАН) доложил о локальных миграциях саранчовых в степных и лесостепных ландшафтах. Бухарева О.А. (Московская область, ИЛАН РАН) раскрыла особенности фауны жесткокрылых в норах общественной полевки в глинистой полупустыне Волго-Уральского междуречья, а доклад А.Н. Володченко (г. Балашов, Балашовский институт СГУ) был посвящен влиянию гидротермического режима на структуру сообщества сапроксильных жесткокрылых. Н.С. Майкановой (Казахстан, г. Астана, Медицинский Университет) сделан проблемный доклад о видовом

составе комаров (Culicidae) Северного и Северо-Восточного Прикаспия – потенциальных переносчиков вируса лихорадки Западного Нила.

Исследованию значения естественных древесно-кустарниковых сообществ для лесных и дендрофильных птиц глинистой полупустыни Волго-Уральского междуречья был посвящен доклад А.В. Быкова (Московская обл., ИЛАН РАН). Ю.И. Мельников (Иркутская обл., БМ ИНЦ) доложил о современном разнообразии птиц Зиминско-Куйтунской лесостепи (Южное Предбайкалье). Современную динамику популяций редких соколообразных птиц степей Самарской области освятил И.С. Павлов (г. Самара, Самарское отделение СОПР).

На заседании секции «Стратегия степного природопользования и проблемы экологической реабилитации степных ландшафтов» серия докладов была посвящена эколого-гидрологическим аспектам природопользования, в докладе Н.М. Новиковой (г. Москва; ИВП РАН) представлены к обсуждению результаты изучения пространственной структуры ландшафтов побережий водохранилищ и показатели их трансформации в условиях длительного функционирования, необходимые для решения важных практических задач по повышению водоохраной функции побережий и определению направлений рационального использования их ресурсов, а Е.А. Барабанова (г. Москва, ИГ РАН) доложила об оценке изменений стока Дона в XX-XXI вв., связанных с изменениями климата и антропогенным воздействием.

А.Я. Григорьевская (г. Воронеж, ВГУ) посвятила свой доклад гидроклиматической обусловленности трансформации растительного покрова Среднерусской лесостепи. А.А. Тишков с соавторами (г. Москва, ИГ РАН) доложил о продуктивности степных экосистем, и сделал вывод, что лучшими «поглотителями и накопителями всех парниковых газов» в Северной Евразии были и остаются высокопродуктивные и углеродоемкие степи.

Значительное внимание на форуме уделялось вопросам эколого-географических исследований степей, раскрытых в докладах В.З. Макарова (г. Саратов, СГУ), на примере Саратовского Предволжья, охарактеризовавшем субрегиональный экотон между лесом и степью, Т.М. Кудериной (г. Москва, ИГ РАН) – об атмосферном аэрозоле как индикаторе опустынивания в аридных и субаридных ландшафтах, А.А. Алиева (Институт географии Национальной академии наук Азербайджана) раскрывшего экогеографические проблемы Самур-Дивичинской низменности и других ученых. Палеопочвенным исследованиям степных ландшафтов, посвятили доклады сотрудники ИФХиБПП РАН, г. Пущино Т.С. Демкина, доложившая о состоянии микробных сообществ палеопочв в Малый ледниковый период, и Л.С. Песочина – о состоянии почв в эпохи голоценовых палеоэкологических кризисов и оптимумов, вызванных глобальными изменениями климатов. Результаты эколого-географических исследований Оренбургского заповедника были раскрыты в докладах сотрудников МГУ А.В. Хорошева, осветившего структурные изменения в ландшафтах Айтуарской степи при росте увлажнения, и Н.О. Тельновой, охарактеризовавшей динамику биологической продуктивности степных экосистем заповедника в условиях изменения климата. Блок докладов был посвящен влиянию пирогенных процессов на степные сообщества: А.В. Колесникова (Московская обл., ИЛАН РАН) – в Северном Прикаспии, Т.Е. Ткачук (г. Чита, Забайкальский государственный университет) – в Даурии и др.

В работе секции «Актуальные вопросы исторического степеведения; природное и историко-культурное наследие степей» живой отклик вызвал доклад М.Н. Сдыкова (Западно-Казахстанский центр истории и археологии) посвященный культуре ранних кочевников бассейна реки Урал, на примере Таксайской принцессы. Результаты международного междисциплинарного исследования поселений эпохи бронзы Южного Зауралья, содержащие данные по климату, растительности и животному миру микрорайона, раскрыты в совместном докладе Л.Н. Коряковой (г. Екатеринбург, ИИиА УрО РАН) и Р. Краузе (Германия, г. Франкфурт-на-Майне, Институт археологических наук, древней и ранней истории). Т.С. Жумаганбетов (Актюбинский госуниверситет, Казахстан) посвятил свой доклад вопросам экономики Золотой Орды и роли животноводческой отрасли в формировании государственных органов управления.

Особое внимание форум уделил вопросам заповедного дела в России и степных регионах Евразии и охране степного биома, обсудив эту проблему в рамках круглого стола. Т.М. Брагина (Костанайский государственный педагогический институт) освятила современный статус степей Казахстана и перспективы формирования степной экологической сети. О новых формах особо охраняемых природных территорий и развитии природоохранного каркаса в степной зоне юго-

востока Русской равнины доложила Н.О. Рябинина (Волгоградский государственный университет). Директор национального природного парка «Меотида» (г. Новоазовск, Украина) Г.Н. Молодан рассказал о состоянии и перспективах охраны степи Донецкой области. Об охране степных участков Западно-Казахстанской области доложил заместитель директора Западно-Казахстанского центра истории и археологии С.К. Рамазанов.

После плодотворной работы на пленарных и секционных заседаниях, для участников форума была организована научная экскурсия «Перспективы охраны и возрождения природного наследия степного Оренбуржья». Программа экскурсии включала посещение Центра разведения степных животных, где возрождается популяция лошади Пржевальского и нового проектируемого участка заповедника «Оренбургский» – «Предуральская степь». Участники форума также приняли участие в торжественных мероприятиях, посвященных первому официальному празднованию регионального экологического праздника Дня Степи. День степи является очень важным событием для Оренбургской области и всей России, так как привлекает внимание к серьезным проблемам сохранения, реставрации и реабилитации степных ландшафтов Северной Евразии. В ходе праздника прошли показательные конноспортивные состязания, степное этнографическое шоу, конкурс народного костюма, демонстрация национальных подворий с элементами традиционной кухни.

Широкое представительство на форуме ландшафтоведов, географов, экологов, ботаников, зоологов, почвоведов из научных организаций и вузов России и зарубежья, а также участие в работе форума научной молодежи свидетельствует о широком интересе отечественных и зарубежных ученых к проблемам дальнейшего развития степеведения, актуальных вопросов изучения и сохранения ландшафтного и биологического разнообразия степей в XXI веке.

Представляется особенно важным, что во время форума были обсуждены теоретические наработки и практические предложения, подготовленные Институтом степи УрО РАН в ходе выполнения проекта РНФ «Разработка интегральных показателей, необходимых для оптимизации структуры земельного фонда и модернизации природопользования в степных регионах РФ».

THE SEVENTH FORUM OF STEPPE SCIENTISTS IN ORENBURG

© 2015. A.A. Chibilyov, A.G. Ryabukha, S.V. Levykin

Institute of Steppe Ural Branch of Russian Academy of Sciences
The Russian Federation, 460000, Orenburg, Pionerskaya Str, 11,
E-mail: orensteppe@mail.ru

On May 27-31 2015 in Orenburg took place the International Steppe Forum of the Russian Geographical Society organized by the Institute of Steppe of the Ural branch of RAS and supported by the Russian Foundation for Basic Research and by the UNDP/MNR&E/GEF project Improving the Coverage and Management Efficiency of Protected Areas in the Steppe Biome of Russia. The main goal of this forum is the solution topical problems in steppe land use, in conservation and restoration landscape and biological diversity of steppe landscapes of Eurasia. About 300 scientists from 9 countries (Austria, Azerbaijan, Hungary, Germany, Denmark, Kazakhstan, Russia, Serbia, Ukraine) and also 24 regions of Russia participated in this International Steppe Forum. Reports reflected results of research into: eco-geography of steppes and adjacent territories: landscape evolution, structure and anthropogenic transformation; strategy of steppe land use and problems of ecological rehabilitation of steppe landscapes; biological and soil diversity of steppe regions; topical problems of historical steppe science, natural and historic-cultural heritage of steppes; eco-hydrological aspects of land use in steppe zone; social-economical and natural resource potential of steppe regions; economic geographical aspects of steppe land use.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2015, том 21, №3 (64), с. 106-111

ХРОНИКА

РЕЗОЛЮЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СТЕПНОГО ФОРУМА РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

г. Оренбург, 27-31 мая 2015 года

©2015 г. Оргкомитет Форума

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт степи Уральского отделения Российской академии наук
Россия, 46000, Оренбург, ул. Пионерская, д. 11, E-mail: orensteppe@mail.ru

Поступила 25.06.2015

27-31 мая 2015 года в г. Оренбурге состоялся Международный степной форум Русского географического общества, организованный Институтом степи УрО РАН, проходивший при содействии Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Проекта ПРООН/МПР/ГЭФ «Совершенствование системы и механизмов управления ООПТ в степном биоме России». Форум был посвящен решению актуальных проблем в сфере степного природопользования, изучения и сохранения ландшафтного и биологического разнообразия степных ландшафтов Евразии, где наиболее остро стоит проблема организации степных заповедников и других категорий степных ООПТ.

В работе Международного степного форума приняли участие около 300 ученых из 9 стран (Дании, Германии, Австрии, Венгрии, Сербии, Украины, Казахстана, Азербайджана, России), а также из 24 регионов России. Материалы на форум поступили из 12 стран и 42 регионов России. К началу форума был издан сборник материалов, содержащий результаты разноплановых исследований современных проблем степеведения. Было заслушано 83 доклада, в том числе 15 – на пленарных заседаниях. Проведены заседания на 4 тематических секциях и двух круглых столах.

Представленные доклады отразили результаты исследований по следующим основным направлениям:

– эколого-географические исследования степей и смежных территорий: эволюция, структура и антропогенная трансформация ландшафтов;

– стратегия степного природопользования и проблемы экологической реабилитации степных ландшафтов;

– биологическое и почвенное разнообразие степных регионов;

– социально-экономический и природно-ресурсный потенциал степных регионов, экономико-географические аспекты степного природопользования;

– актуальные вопросы исторического степеведения, природное и историко-культурное наследие степей;

– эколого-гидрологические аспекты природопользования в степной зоне.

В основных пленарных докладах было отмечено, что наряду со степной ландшафтной зоной и зоной степной растительности (а это не одно и то же) существует ***Степная Евразия***, географические границы которой значительно шире, чем степи в понимании ландшафтоведов и геоботаников. Стихийное формирование сети ООПТ в разных странах и регионах не обеспечивает равномерную, репрезентативную и непрерывную охрану ландшафтного и биологического разнообразия Степной Евразии.

Под ***Степной Евразией*** предложено понимать трансконтинентальное историко-географическое пространство – мегарегион, охватывающий не только степную ландшафтную зону Европы и Азии, но и примыкающие к ней с севера и юга лесостепную и полупустынную (пустынно-степную) зоны. Целесообразность объединения этих существенно отличающихся природных образований в единый объект исследований связана с несколькими обстоятельствами.

Во-первых, северная и южная границы из-за разных подходов к районированию остаются спорными.

Во-вторых, хозяйственная деятельность человека на различных этапах освоения этого региона, особенно в периоды интенсивного развития скотоводства или масштабной распашки, привела к

размыванию природных границ типов естественной растительности, антропогенной трансформации зональных типов почв, изменению лесистости и т.д.

В-третьих, рассматриваемое географическое пространство в историческом времени осваивалось как единое целое, служило огромным широким коридором, в пределах которого происходили волнообразные переселения народов, формировались трансконтинентальные и секторальные Степные империи. Не случайно историки и археологи называют этот срединный мегарегион Евразии Великой Степью, Степным Поясом, который в географическом плане намного шире, чем собственно степная ландшафтная зона, и охватывает при этом преимущественно открытые безлесные равнинные, холмистые, плоскогорные и низкогорно-мелкосопочные ландшафты. Историко-археологический ареал Степной Евразии хорошо прослеживается при анализе распространения кочевнических культур, начиная с бронзового века до позднего средневековья. В любом случае, для человека последних трех-четырех тысячелетий это пространство было удобно для массовых переселений, развития кочевнической культуры, масштабных военных походов.

В-четвертых, для Степной Евразии характерно землепользование, включающее в качестве основных видов земледелие и пастбищное животноводство. С севера на юг в связи с изменением природных условий, сокращается значение земледелия и возрастает занятие пастбищным животноводством. Попытки внедрения агротехнологий, разработанных применительно к степным условиям, внедрялись к северу и к югу от типичной степи, не дают успеха и приводят к деградации природных компдексов. Это касается и культуры возделывания сельхозкультур, лесных и водных мелиораций, что привело к нивелированию зональных различий агросферы и преобладанию элементов специфического степного землепользования.

Северные и южные границы степного типа ландшафта определяют, в первую очередь, климатические факторы, конкретно, – показатели водно-теплового режима (коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова или гидротермический коэффициент). Эти показатели классически проявляют себя на равнинах. При этом любая возвышенность или низкогорье в пределах широтного пояса степей (Донецкий кряж, Приволжская возвышенность, Казахский мелкосопочник и др.) приводят к формированию лесостепных островов и полуостровов, которые вдаются далеко на юг в пределы степной зоны. И, напротив, низменные равнины Приаралья, Прикаспия, Причерноморья, сложенные морскими аккумулятивными отложениями, способствуют продвижению на север пустынно-степных ландшафтов. На эти природные различия, обусловленные высотно-геоморфологическими и литологическими факторами, накладывается общее нарастание континентальности климата с запада на восток. Благодаря сочетанию этих условий формируется удивительно разнообразный облик ландшафтов Степной Евразии, которая, наряду с классическими плакорными степями, вмещает в себя островные степные боры и степные дубравы, березово-осиновые колки, байрачные леса, степные озера и соры, степные и облесенные холмогорья и низкогорья, пустынно-степные каменистые плоскогорья и, наконец, поймы больших и средних рек с интразональными лесами и лугами.

Все это разнообразие ландшафтов Степной Евразии динамично развивается в условиях циклических изменений климата и неустойчивого во времени и пространстве антропогенного воздействия.

В разных странах и регионах Степной Евразии уже более 100 лет предпринимаются разноплановые и разномасштабные попытки создать региональную сеть ООПТ. Ранее нами был высказан тезис о необходимости создания непрерывной репрезентативной сети ООПТ.

Участники форума отмечают, что, несмотря на то, что Степная Евразия представляет собой наиболее освоенный в хозяйственном отношении мегарегион материка, существуют предпосылки для создания *международного трансконтинентального коридора непрерывной охраны природного биоразнообразия*, а также его восстановления в процессе традиционного пастбищного природопользования, опираясь на ценный опыт создания ООПТ в разных странах и отдельных регионах этих стран.

В рамках работы пленарных, секционных заседаний и в процессе дискуссий на круглых столах участники форума выработали следующие предложения и рекомендации в сфере степного природопользования, изучения и сохранения ландшафтного и биологического разнообразия степей:

Правительству Российской Федерации:

– разработать и принять международный «Договор стратегического партнерства по изучению, освоению и устойчивому развитию степей Северной Евразии» (Российская Федерация, Китай, Казахстан, Украина, Венгрия и др.);

– признать на федеральном уровне степную зону Северной Евразии территорией стратегических приоритетов (по аналогии (модели) «Арктического проекта» РФ), как обеспечивающую продовольственную безопасность России;

– разработать антикризисный национальный проект (в рамках Федеральных целевых программ России) «Степи России: урожайность, снижение экологических рисков, инвариантность землепользования». При разработке проекта задействовать основные научные центры российского степеведения от юга европейской части России до Забайкалья.

Министерству природных ресурсов и экологии РФ:

– активизировать работы по проектированию и организации Воронежского кластерного степного заповедника на площади 10 тыс. га;

– рассмотреть вопрос об организации межрегионального национального парка «Гусельско-Тетеревятский кряж» (Волгоградская и Саратовская области);

– рассмотреть вопрос о придании Донскому природному парку (Волгоградская область) статус федеральной ООПТ – кластерный степной заповедник;

– передать все заповедники Крымского полуострова, в первую очередь степные, в управление системы Министерства природных ресурсов и экологии РФ;

– обратить внимание на необходимость реализации второго этапа формирования Панъевропейской экологической сети (2012-2020);

– при дальнейшем проектировании федеральной сети ООПТ обратить внимание на сохранение межгорных степей Северного Кавказа, Саян, Алтая;

– обратить внимание на исторически сложившуюся функцию заповедников России в качестве природных эталонов и исследовательских организаций, а не рекреационно-туристических учреждений. В заповедниках развивать туризм только в охранных зонах.

Министерству сельского хозяйства РФ:

– при проведении аграрной политики осуществить переход от стратегии «быстрых выгод» к стратегии устойчивости агроландшафтов и сохранения плодородия почв;

– считать реальной задачей удвоение фактической урожайности зерновых в степных регионах к 2025 году, используя при этом лучший (элитный) фонд почвенных ресурсов;

– в рамках диверсификации аграрного землепользования и в целях импортозамещения содействовать развитию пастбищного степного животноводства;

– при субсидировании зернового хозяйства требовать замещения черного пара севооборотом, включающим зеленый пар;

– способствовать внедрению технологий точного земледелия и современных методов защиты и минеральной подкормки растений;

– разработать механизм практического внедрения передовых технологий, разработанных в научных организациях.

Министерству образования и науки РФ:

– включить в образовательную программу высших и средних учебных заведений, расположенных в степной зоне, курсы степеведения.

Российской академии наук и институтам, подведомственным ФАНО России:

– для достижения устойчивого развития степных регионов России содействовать развитию научно-практического сотрудничества с ведущими степеведческими центрами Российской Федерации, Китая, Казахстана, Монголии, Австрии, Германии, Венгрии, Молдавии, Украины и других стран;

– расширить поисковые исследования по инвентаризации целинных и вторичных степей, в т.ч. предгорных и горных, с выделением степных территорий особой ценности (СТОЦ);

– провести инвентаризационные исследования на предмет репрезентативности системы ООПТ в природных зонах России;

– на базе основных научных центров степеведения Северной Евразии организовать сеть дистанционного мониторинга степных экосистем, в т.ч. в системе ООПТ, с целью контроля за

состоянием экосистем в условиях изменения глобального климата при отсутствии прямых антропогенных нагрузок;

– разработать единые междисциплинарные критерии и подходы к таким понятиям в степеведении, как *модельный вид*, *индикаторный вид*, *фоновый вид*;

– при изучении и паспортизации объектов историко-культурного наследия степей сочетать археологические методы с методами первичного географического обследования;

– обратить внимание на перспективность изучения погребённых почв, в т.ч. под курганами;

– при обосновании охраны и восстановления участков степей сочетать наземные и дистанционные средства сбора данных. Активнее использовать 3D-сканирование объектов природного и историко-культурного наследия;

– разработать механизмы апробации и внедрения наиболее перспективных научных разработок в практику в интересах сохранения и восстановления степей и развития отечественной экономики;

– инициировать и профинансировать научные исследования по формированию единой базы данных по степному биому России.

Региональным и местным органам власти:

– Правительству Республики Башкортостан рассмотреть вопрос о создании ООПТ «Шиханы Тратау и Юрактау» для сохранения и восстановления особо ценных степных растительных сообществ;

– министерству сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области разработать региональную целевую программу приоритетного развития пастбищного животноводства в южных и юго-восточных административных районах области;

– Главе МО Соль-Илецкий район Оренбургской области оказать содействие в развитии индивидуального предпринимательства в степном коневодстве, агро- и экотуризме;

– Главам МО Ясненский, Домбаровский, Светлинский район Оренбургской области содействовать развитию импортозамещающего пастбищного степного животноводства;

– органам исполнительной и законодательной власти Оренбургской области рассмотреть вопрос о создании в Бугурусланском районе областной природный парк «Аксаковская лесостепь».

Рекомендации Круглого Стола «Проблемы заповедного дела в России и степных регионах Евразии»:

На заседании круглого стола «Проблемы заповедного дела в России и степных регионах Евразии», с участием членов Правительства Оренбургской области и депутатов Законодательного Собрания Оренбургской области был рассмотрен вопрос о судьбе эталонных лесов национального парка «Бузулукский бор». Участники форума приняли решение просить **Министерство природных ресурсов и экологии РФ** (С.Е.Донской) в связи с проведенным конкурсом на право пользования недрами с целью разведки и добычи углеводородного сырья Могутовского, Воронцовского и Гремячинского месторождений решить следующие первоочередные вопросы:

– реализовать Программу по ликвидации наиболее опасных скважин и другой инфраструктуры бывших промыслов с возвращением занимаемых ими земель в состав национального парка;

– пересмотреть функциональное зонирование национального парка «Бузулукский бор» в соответствии с проектом его обоснования 2006 года, прошедшим государственную экологическую экспертизу;

– не допускать никаких хозяйственных работ, связанных с ликвидацией скважин, разведкой и добычей углеводородов в пределах заповедных, особо охраняемых и рекреационных зон национального парка «Бузулукский бор».

Для сохранения степных экосистем на склонах речных долин, улучшения их водоохранных и противоэрозионных свойств предложено обратиться в **Государственную Думу Федерального Собрания Российской Федерации** с просьбой заменить в Водном Кодексе Российской Федерации фиксированные величины ширины водоохранных зон и прибрежных полос на минимальные. На круглом столе поддержано предложение включить в Европейскую Изумрудную сеть природоохранных территорий сохранившиеся участки целинных и вторичных степей европейской части территории Республики Казахстан.

Рекомендации Круглого Стола «Проблемы опустынивания в степных регионах»:

– поддержать создание единого координационного и информационного центра по проблемам деградации земель, опустынивания и устойчивого землепользования;

– сформировать систему национальных экспертов по приоритетным направлениям борьбы с опустыниванием/деградацией земель;

– разработать и предложить систему/регламенты научного обоснования решений по вопросам использования земель в уязвимых регионах;

– разработать и принять единую терминологию в области исследования «земель» и их «деградации», базирующуюся на международных рекомендациях, и учитывающую национальные традиции и их специфику;

– считать, что для условий России понятие «опустынивание» является менее актуальным, чем природная и антропогенная «деградация земель», проявляющаяся в разных формах, включая не только деградацию почв, но и катастрофические явления и процессы: степные пожары, засухи, пыльные бури и пр.;

– разработать систему индикаторов «деградации земель», приемлемую для России и ее отдельных регионов, интегрированную в международную систему данных и мониторинга, при этом наиболее актуальными направлениями научных исследований следует считать:

– изучение современной динамики экосистем и их биопотенциала;

– долгосрочное и краткосрочное моделирование состояния природной среды и климата;

– рациональное природопользование при антропогенных трансформациях ландшафтов;

– внедрение подходов и методов ландшафтного управление и геоинформационных систем;

– социально-экономические процессы в уязвимых регионах и местностях.

В целях подготовки и осуществления национальной стратегии по борьбе с деградацией земель (варианты национальная Программа достижения нейтральной деградации земель):

– организовать на базе Общественной палаты РФ диалог заинтересованных государственных органов, представителей бизнеса, общественных структур;

– разработать программы достижения «нейтральной деградации земель и мероприятий по адаптации к изменениям природной среды и климата для 2-3 (и более) заинтересованных модельных регионов с перспективой адаптации для других субъектов федерации, с этой целью обратить особое внимание на следующие задачи и обстоятельства:

– целесообразность внедрения новейших и поддержания эффективных традиционных технологий устойчивого землепользования;

– необходимость сбалансированной экологической и социально-экономической оптимизации землепользования на зональном, региональном и местном уровнях;

– важность совершенствования системы налогового регулирования и дотаций, стимулирующих технологии и подходы устойчивого и адаптивного землепользования;

– важность создания региональных и местных экологических каркасов, включающих систему ООПТ как моделей устойчивого землепользования и сохранения биологического разнообразия;

– необходимость разработки и распространения моделей устойчивого использования агроэкосистем, включая севообороты, органическое земледелие, полевые лесонасаждения и др.;

– совершенствование правоприменительной практики в отношении нарушений землепользования и экономической оценки ущерба;

– совершенствование системы кадастровой оценки земель, включающей качественные параметры состояния почв, растительности и других компонентов экосистем;

– снижение загрязнения земель и безопасная утилизация отходов.

Инициировать разработку учебных курсов и модулей по вопросам борьбы с опустыниванием/деградацией земель и сбалансированного землепользования, и их внедрение в систему национального образования и просвещения в высшей, средней и начальной школах, а также в дошкольном воспитании.

Форум обращается к Русскому географическому обществу с предложениями:

– поддержать проведение Международных степных форумов Русского географического общества на постоянной основе один раз в три года на базе Института степи УрО РАН;

– рекомендовать проведение ежегодных школ-семинаров молодых ученых-степеведов.

Участники форума выражают благодарность руководству Русского географического общества, Российской академии наук и Федерального агентства научных организаций, Правительству Оренбургской области, Оренбургскому государственному университету, администрации городов Оренбург и Соль-Илецк за содействие в проведении Международного степного форума РГО, VII

Международного симпозиума «Степи Северной Евразии» и регионального экологического праздника «День степи».

Резолюция обсуждена и принята на заключительном пленарном заседании Международного степного форума Русского географического общества 29.05.2015 г., г. Оренбург.

Резолюция обсуждена и принята на заключительном пленарном заседании Международного степного форума Русского географического общества

29.05.2015 г. г. Оренбург

THE RESOLUTION OF THE INTERNATIONAL STEPPE FORUM OF THE RUSSIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

©2015. The organizing Committee of the Forum

Institute of Steppe Ural Branch of Russian Academy of Sciences
The Russian Federation, 460000, Orenburg, Pionerskaya Str, 11,
E-mail: orensteppe@mail.ru

On May 27-31 2015 in Orenburg took place the International Steppe Forum of the Russian Geographical Society. About 300 scientists from 9 countries (Austria, Azerbaijan, Hungary, Germany, Denmark, Kazakhstan, Russia, Serbia, Ukraine) and also 24 regions of Russia participated in this International Steppe Forum. In the main plenary reports noted that the spontaneous formation of a network of protected areas in different countries and regions does not provide a uniform, representative and continuous protection of landscape and biological diversity of the Eurasian Steppe. Participants the Forum made the following suggestions and recommendations to the specific organozations () concerning steppe ecology, the research and conservation of landscape and biological diversity of the steppes. These organizations are: the government of the Russian Federation, the Ministry of natural resources and ecology of the Russian Federation, the Ministry of agriculture of the Russian Federation, the Ministry of education and science of the Russian Federation, Russian Academy of Sciences and institutions, regional and local authorities, the Russian geographical society.

The resolution was discussed and adopted at the final plenary meeting of the International forum of the Russian steppe geographical society

29.05.2015 Orenburg

ISSN 1993-3916

ЖУРНАЛ АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ 2015. Т. 21. № 3 (64)

JOURNAL ARID ECOSYSTEMS 2015. Vol. 21. № 3 (64)

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

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

ТОВАРИЩЕСТВО НАУЧНЫХ ИЗДАНИЙ КМК

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

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

Индекс 39775 (каталог «Пресса России»)