ISSN 1993-3916

Том *Volume* **22** **Номер** Number **3 (68)** **Сентябрь** September **2016**

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

2016

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

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

ARID ECOSYSTEMS

Vol. 22, No. 3 (68), 2016, SEPTEMBER
Journal is founded in January 1995
Issued 4 times per year

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

Deputy editor Dr. geogr. Zn.V. Kuzmina*

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

Addresses of Editorial Offices:
*Russia, 119333 Moscow, Gubkina str., 3, WPI RAS
Tel.: (499) 135-70-31, (499) 135-70-41. 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

2016

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

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

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Том 22, № 3 (68), 2016, 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
Ж.В. Кузьмина*

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

Адреса редакции:
*Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, 3, ИВП РАН
Телефон: (499) 135-70-31, (499) 135-70-41. Fax: (499) 135-54-15
E-mail: arid.journal@yandex.ru

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

Москва: Товарищество научных изданий КМК

2016

© 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 базу данных Russian
Science Citation Index, размещенную на платформе Web of
Science, входит в число реферируемых журналов и Базы данных
ВИНИТИ, включен в Перечень изданий, рекомендованных
ВАК РФ 2015 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 database of Russian Science
Citation Index, available on the Web of Science platform, including
in the list of reviewed journals,
database of VINITI and in the list editions, recommended
by Higher Attestation Commission of Russian Federation (VAK).
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 22, номер 3 (68), 2016 сентябрь

К 45-ЛЕТИЮ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

45 лет (1970-2015) совместной Советско/Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции Российской академии наук и академии наук Монголии
Д.С. Павлов, Ч. Дугаржав, Ю.Ю. Дгебуадзе, Я. Адъяа, П.Д. Гунин 5-8

Диагностика динамики опустынивания аридных пастбищ Монголии по наблюдениям на ключевых участках и MODIS-данным
А.Н. Золотокрылин, П.Д. Гунин, Т.Б. Титкова, С.Н. Бажа, Е.В. Данжалова, Т.И. Казанцева 9-19

Современное состояние популяций и проблемы сохранения копытных животных аридных зон Монголии
Я. Адъяа, П.Д. Гунин, Г. Наранбаатар, Г. Цогтжаргал 20-31

Диагностические признаки лесовосстановительного потенциала *Larix sibirica* Ledeb. в экосистемах на южной границе бореального пояса Азии
С.Н. Бажа, Б.Ц. Балданов, Т.Г. Басхаева, Е.В. Данжалова, Ю.И. Дробышев, Ч. Дугаржав, С.В. Концов, В.И. Убугунова, С. Хадбаатар, П.Д. Гунин 32-41

Температура почвогрунтов в экосистемах Гоби и факторы, влияющие на ее изменение
В.П. Дедков, Т.И. Казанцева, П.Д. Гунин, Ю.И. Дробышев 42-49

Годовой термический режим темно-каштановых почв равнин в разных высотных поясах Центральной Монголии
С.Н. Бажа, С.В. Концов, Д. Туул 50-55

Эффективность некоторых методов восстановления деградированных пастбищ пустынно-степной зоны Монголии
Д. Цогнамсрай, Ч. Дугаржав 56-62

Адаптация фотосинтетического аппарата пустынно-степного кустарника *Caragana bungei* Ledeb. к условиям лиственничного леса горных склонов Хангая в Монголии
Л.А. Иванов, Л.А. Иванова, С.В. Мигалина, П.К. Юдина, Ю.И. Дробышев, Г. Цэрэнханд, Ш. Цоож, П.Д. Гунин 63-75

Обзор исследований гобийского медведя (*Ursus arctos gobiensis* Sokolov et Orlov, 1992)
Л. Амгалан, Г. Рейнольдс, Я. Адъяа, Ц. Туяа, А. Баясгалан, Т. Одбаяр 76-83

Формирование экосистемы озерного типа в полупустынной зоне: Тайширское водохранилище на р. Завхан (Западная Монголия)
Б. Мэндсайхан, А. Дулмаа, А.В. Крылов, Д.Б. Косолапов, Ю.В. Слынько, А.А. Прокин, С. Дэмидсэрээтэр, Д.И. Лебедева, Б. Алтанцэцэг, Ю.Ю. Дгебуадзе 84-91

Дополнительные источники жизнеобеспечения кочевников Центральной Азии
Ю.И. Дробышев, С.-Х.Д. Сыртыпова 92-98

CONTENTS

Volume 22, Number 3 (68), 2016 SEPTEMBER

TO 45 ANNIVERSARY JOINT RUSSIAN-MONGOLIAN COMPLEX BIOLOGICAL EXPEDITION

45 years (1970-2015) joint Soviet / Russian-Mongolian complex biological expedition of the Russian Academy of Sciences and the Academy of Sciences of Mongolia
D.S. Pavlov, Ch. Dugarjav, Yu.Yu. Dgebuadze, Yad. Adya, P.D. Gunin 5-8

Diagnosis of the dynamics of desertification of arid pastures of Mongolia by observation in key areas and MODIS data
A.N. Zolotokrylin, P.D. Gunin, T.B. Titkova, S.N. Bazha, E.V. Danzhalova, T.I. Kazantseva 9-19

The current populations and conservation issues of wild ungulates in arid zones of Mongolia
Yad. Adya, P.D. Gunin, G. Naranbaatar, G.Tsogtjargal 20-31

The diagnostic features of the regeneration potential of *Larix sibirica* Ledeb. in ecosystems on the southern border of the boreal zone of Asia
S.N. Bazha, B.Ts. Baldanov, T.G. Baskhaeva, E.V. Danzhalova, Yu.I. Drobyshev, Ch. Dugarjav, S.N. Kontsov, V.I. Ubugunova, S. Khadbaatar, P.D. Gunin 32-41

The temperature of soils in the Gobi ecosystem and factors influencing its change
V.P. Dedkov, V.I. Kazantseva, P.D. Gunin, Yu.I. Drobyshev 42-49

The annual temperature regime of dark chestnut soils of the plain areas located in different altitudinal belts of Central Mongolia
S.N. Bazha, S.V. Kontsov, D. Tuul 50-55

The effectiveness of some methods of recovery of degraded pastures in desert-steppe zone of Mongolia
D. Tsognamsrai, Ch. Dugarjav 56-62

Photosynthesis adaptation of the desert-steppe shrub *Caragana bungei* Ledeb. to larch forest condition at mountainous slopes in Mongolian Khangai
L.A. Ivanov, L.A. Ivanova, S.V. Migalina, P.K. Yudina, Yu.I. Drobyshev, G. Tserenkhand, S. Tsooj, P.D. Gunin 63-75

Review of Gobi bear research (*Ursus arctos gobiensis*, Sokolov et Orlov, 1992)
L. Amgalan, H. Reynolds, Ya. Adiya, Ts. Tuya, A. Bayasgalan, T. Odbayar 76-83

Formation of the lake type ecosystem in semidesert zoon: Tayshir Reservoir in the Zavkhan River (Western Mongolia)
B. Mendsaihan, A. Dulmaa, A.V. Krylov, D.B. Kosolapov, Yu.V. Slynko, A.A. Prokin, S. Demidsereeter, D.L. Lebedeva, B. Altantsetseg, Yu.Yu. Dgebuadze 84-91

Additional sources of the livelihood of the nomads of Inner Asia
Yu.I. Drobyshev, S.-Kh.D. Syrtypova 92-98

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №3 (68), с. 5-8

К 45-ЛЕТИЮ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

45 ЛЕТ (1970-2015) СОВМЕСТНОЙ СОВЕТСКО/РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК И АКАДЕМИИ НАУК МОНГОЛИИ

© 2016 г. Д.С. Павлов*, Ч. Дугаржав, Ю.Ю. Дгебуадзе*, Я. Адъяа**, П.Д. Гунин***

**Институт проблем экологии и эволюции им. А.И. Северцова РАН*
Россия, 117071, г. Москва, Ленинский пр., д. 33. E-mail: monexp@mail.ru
***Институт общей и экспериментальной биологии АНМ*
Монголия, 210351, г. Улан-Батор, проспект Мира, д. 54б. E-mail: adiya_ya@yahoo.com

Поступила 08.10.2015

Монголия – уникальная страна по своим природным характеристикам. По ее территории проходят крупнейшие климатические, геоботанические, почвенно-географические, флористические и фаунистические рубежи; здесь пролегает водораздел между бассейнами Северного Ледовитого и Тихого океанов и бессточной частью Азии. Кроме того, здесь широко распространено подземное оледенение в зоне с аридным и семиаридным климатом. Вышеизложенное позволяет отнести Монголию к экотонной территории Южной Сибири и Центральной Азии. В течение многих веков по монгольским степям кочевали различные народы, хозяйственная деятельность которых была весьма адаптирована к условиям среды и почти не оставила в природе следов. Однако в течение бурного XX века природопользование здесь претерпело кардинальные изменения, связанные с освоением целинных земель, развитием горнодобывающей промышленности, резкой интенсификацией пастбищного пользования, особенно ускорившиеся в связи с переходом на рыночную экономику после 1990 г. Хрупкая монгольская природа оказалась беззащитна перед человеком, и важно подчеркнуть, что проблема трансформации и деградации природной среды Монголии – проблема далеко не только этой страны, но и окружающих регионов, в первую очередь, южной части Сибири, с которой Монголия не только имеет длинную общую границу, но и служит источником более половины водного питания озера Байкал.

Вопросами изучения и охраны природы занимаются многие научные коллективы, как национальные, так и международные. К числу последних относится Совместная Советско/Российско-Монгольская комплексная биологическая экспедиция РАН и АНМ (СРМКБЭ), в 2015 г. отметившая 45-летие своей деятельности.

Официальные документы по ее созданию были подписаны в 1970 г. Ведущими учреждениями экспедиции в разные годы были с советской и российской стороны – Ботанический институт им. В.Л. Комарова АН СССР/РАН и Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, с монгольской стороны – Институт биологии и Институт ботаники АН МНР/АНМ, а в настоящее время – Институт общей и экспериментальной биологии АНМ. Практически сразу после создания экспедиции начинается ускоренное формирование маршрутных отрядов; осуществляется выбор ключевых территорий для развёртывания стационаров; решаются проблемы инфраструктуры экспедиции; учреждается её Совет как научно-административная структура; решаются очень сложные проблемы кадровой структуры экспедиции, в планах которой предполагалось участие около 100 специалистов с каждой стороны ежегодно.

В истории деятельности СРМКБЭ можно выделить 4 этапа.

I этап (1970-1975 гг.) был посвящен инвентаризации флоры и фауны Монголии; выявлению основных закономерностей пространственной структуры растительного и почвенного покровов и их картографическому отображению; изучению динамики почвенно-растительных сообществ господствующих природных зон страны на степном и лесостепном стационарах.

На II этапе (1975-1988 гг.) выполнялись стационарные и маршрутные работы по изучению структурно-функциональной организации основных типов экосистем и роли в них животного населения. Значительно расширилась комплексность исследований, в которых участвовали ученые самых разных специальностей.

В ходе III этапа (1988-2000 гг.), пришедшегося на эпоху коренных социально-экономических преобразований в Монголии, продолжались исследования по принятой ранее программе и были начаты работы по новым направлениям, связанным с экологической оценкой современного состояния экосистем Монголии, их антропогенной нарушенности, определения диагностических показателей деградации и опустынивания экосистем и создание комплексных экологических карт. В 1988 г. на заседании Правительства МНР, была утверждена Программа СРМКБЭ «Экологическая оценка состояния окружающей среды и биологических ресурсов МНР», для реализации которой сотрудниками экспедиции была разработана методика по оценке и картографированию состояния основных типов экосистем Монголии и опубликована серия брошюр с методическими рекомендациями. Большое внимание было уделено подготовке авторского и издательского макетов карты «Ecosystems of Mongolia» в масштабе 1:1000000. В 1995 г. при финансовой поддержке ЮНЕП эта не имеющая аналогов карта была опубликована в бумажном варианте на 15 листах, а к 2000 г. закончена её электронная версия.

IV этап (после 2001 г.) отличается ориентацией на изучение важнейших экологических проблем, наиболее ярко проявляющихся в период перехода Монголии на рыночный путь экономического развития. Исследования ведутся по шести направлениям:

1. Флора и растительность Монголии и сопредельных регионов: важнейшие закономерности фиторазнообразия.
2. Современное состояние сети природоохраняемых территорий Внутренней Азии и перспективы развития.
3. Опустынивание как эколого-экономическая проблема Монголии: диагностика, распространение и методы борьбы.
4. Экологические и социальные проблемы загрязнения природной среды Монголии.
5. Биологический и экологический мониторинг состояния наземных и водных экосистем бассейна озера Байкал.
6. Экологические риски в природных и антропогенных экосистемах.

Важнейшие результаты, полученные СРМКБЭ в течение 45 лет ее существования, можно кратко суммировать следующим образом.

Инвентаризация флоры показала, что по видовому разнообразию территория Монголии превышает равные по площади территории прилегающей Сибири и Центральной Азии. При этом число видов сосудистых растений составляет около 3000, лишайников – 904, мхов – 456, водорослей – более 2300 видов. Фауна позвоночных животных насчитывает 667 видов, из них млекопитающих – 136, птиц – 426, рептилий – 22, амфибий – 8, рыб – 75 видов. Цифровая обработка электронного варианта карты экосистем позволила установить на территории Монголии 25 типов и подтипов автоморфных и гидроморфных экосистем и 430 их разновидностей на уровне мезоэкосистем.

Современная сеть охраняемых территорий в своей значительной части была организована по рекомендациям СРМКБЭ. К настоящему времени общее количество ООПТ превысило 70, а занимаемая ими площадь составляет более 15% территории Монголии. Проведена дифференциация ООПТ по их значимости в сохранении биоразнообразия, классификации по функциональной роли в биосфере региона и оценка их эффективности.

Большая работа проводилась и проводится по проблемам опустынивания. Осуществляется ландшафтно-экологическое районирование территории Монголии в зависимости от проявления процессов опустынивания и определению регионов, характеризующихся наиболее кризисными условиями. Важной составной частью этих работ является диагностика природного и антропогенного опустынивания и механизмов их проявления. С этой целью на модельных участках в южной части Монголии (Средне-Гобийский и Южно-Гобийский аймаки) были организованы исследования, различающихся по своему характеру и интенсивности биологических, эдафических и климатических процессов опустынивания. В результате определены признаки опустынивания, проявляющиеся в характере почвенного покрова и сукцессиях растительности. Установлен перечень инвазийных видов, занимающих позиции доминантов и эдификаторов в растительных сообществах под влиянием меняющихся условий среды. К ним можно отнести: *Ephedra sinica, Allium polyrrhizum, Artemisia adamsii, Peganum nigellastrum, Carex duriuscula, Stipa inebrians, Caragana bunge*.

В последние годы пристальное внимание уделяется процессам опустынивания также и на западе Монголии (аймак Завхан). Проведены комплексные исследования состояния степных и лесостепных

экосистем на территории аймака, находящихся в различных ландшафтно-экологических условиях и испытывающих различное антропогенное воздействие. Выполнены флористические, почвоведческие и лесотаксационные работы, в результате которых были вскрыты некоторые закономерности деградации лесных экосистем и формирования на их месте устойчивых сообществ из пустынно-степных кустарников *Caragana bungei* и *C. spinosa*.

В качестве объектов для исследования воздействия загрязнения на главные компоненты ландшафта урбанизированных территорий взяты столичный регион Улан-Батор и наиболее развитые в промышленном отношении города Монголии – Эрдэнэт и Дархан. Специфика загрязнения в наибольшей степени проявляется в Дархане и Эрдэнэте: в первом случае за счёт свинца, молибдена и вольфрама, во втором – молибдена и меди, что связано с характером производства. Изучение структуры заболеваемости населения в столичном регионе обнаруживает значительное превышение заболеваний органов дыхания, что в последние десятилетия связано с загрязнением воздушного бассейна предприятиями теплоэнергетического комплекса – основного загрязнителя воздуха в зимний период.

Направление «Биологический и экологический мониторинг состояния наземных и водных экосистем бассейна озера Байкал» развивается в настоящее время особенно активно и включает несколько тем. Кардинальную роль в поддержании экологического баланса на территории байкальского бассейна играют лесные экосистемы, как регуляторы расходования влаги. Наибольшую опасность для экологической стабильности бассейна Байкала представляет прогрессирующее обезлесение его монгольской части, где площадь нарушенных лесных экосистем к настоящему времени достигла 60% от общей площади лесного фонда. В лесных экосистемах с сильной и очень сильной нарушенностью зафиксированы необратимые постлесные деградационные процессы, проявляющиеся в остепнении и закустаривании. Выявлено, что в зависимости от ландшафтных особенностей ведущая роль принадлежит различным видам: в северной части – *Armeniaca sibirica* и *Caragana microphylla*, в центральной – *Amygdalus pedunculata, Dasiphora fruticosa* и *Spiraea aquilegifolia*, в юго-восточной – *Betula fusca* и *B. fruticosa*, в западной – *Caragana bungei* и *C. spinosa*.

Научные работы преследуют решение не только фундаментальных, но и прикладных задач, поэтому ведутся изыскания по выявлению экотопов, которые еще не потеряли восстановительный потенциал для произрастания коренной древесной растительности. С этой целью, в рамках проекта РГО/РФФИ «Деградация ландшафтов в Байкальском регионе» был выбран модельный полигон «Налайх» площадью 30.5 км^2, расположенный на южном пределе распространения бореальных лесов Монголии и одновременно на границе бассейна Байкала и бессточного Центрально-Азиатского бассейна. В период 2013-2015 гг. здесь были проведены комплексные исследования, включающие крупномасштабное (1:10000) ландшафтное-экологическое картографирование; изучение особенностей почвенного покрова по морфологическим признакам и исследование фитоценотической структуры и флористического состава по общепринятой методике. Особое внимание было уделено определению пространственного распределения естественной влажности и приуроченности разных уровней увлажнения к определенным формам мезорельефа, литологическому составу пород, глубине залегания горизонтов с сезонной мерзлотой и фитоценологическим характеристикам (флористическое разнообразие, степень участия видов в строении растительных сообществ и надземная фитомасса). Подобные исследования развернуты также на других полигонах: «Шарын-Гол», «Шамар», «Тосонцэнгэл».

Наработанный экспедицией опыт искусственного лесовосстановления подтверждает его эффективность, в случае учета признаков, указывающих на сохранение лесного потенциала экотопов.

Другой важнейшей задачей современных работ СРМКБЭ является определение наиболее опасных деградационных процессов и их диагностика в антропогенно-трансформированной среде Монголии. Главная цель – это установление механизма их проявления, качественных и количественных показателей на разных стадиях развития. И, наконец, на заключительном этапе разработки данного направления создаются классификации экологических рисков и производится их оценка по степени опасности для существования биоты и функционирования экосистем в целом. Данное направление является результирующим по всем шести вышеупомянутым направлениям работ экспедиции. В настоящее время можно говорить о накопительном этапе эколого-биологической и социально-экономической информации для идентификации опасных деградационных процессов с экологическими рисками, которые в конченом итоге приводят к возникновению экологических проблем.

Проводимые экспедицией в Монголии многолетние исследования функционирования природных экосистем, трансформации ландшафтно-экологических условий и разработка природоохранных мероприятий и рационального использования биологических ресурсов, позволяют разрабатывать методологические приёмы, которые могут иметь значение не только для прилегающих регионов России, Казахстана и Китая, но и для многих стран Азии и Африки, расположенных в экстремальных природных условиях. В целом, изучение экологических условий и экосистем Монголии как модельной страны в Центральной Азии, имеет большое значение для сохранения экологической стабильности на границе таёжных лесов Сибири и пустынь Центральной Азии. Накопленный опыт и научно-методологическая база Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ позволяют перейти на новый, более высокий уровень сотрудничества не только при исследовании возникающих экологических проблем, но и при разработке мероприятий по их устранению.

В настоящее время завершается этап полевых исследований по сбору фактических данных по изменению степени антропогенной нарушенности экосистем в сравнении с их состоянием за предыдущий период картографирования (1990-е гг.), что позволяет более обоснованно формулировать экологические проблемы, возникшие за годы перехода Монголии к рыночной экономике. Проводится камеральная сводка картографических макетов на все аймаки Монголии, подготовка цифровых карт и их интегрирование в геоинформационную базу данных. В ближайшей перспективе все обработанные картографические материалы будут представлены в виде многолистового атласа «Экосистемы Монголии».

В настоящий номер журнала помещены расширенные тексты докладов по состоянию основных компонентов ландшафтов Монголии, с изложением различных методических подходов, представленных на Международной конференции «Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития», посвященной 45-летию деятельности Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ и 50-летию Института общей и экспериментальной биологии АНМ, проходившей в Монголии в г. Улан-Батор 8-11 сентября 2015 г.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, № 3 (68), с. 9-19

К 45-ЛЕТИЮ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

УДК 551.5

ДИАГНОСТИКА ДИНАМИКИ ОПУСТЫНИВАНИЯ АРИДНЫХ ПАСТБИЩ МОНГОЛИИ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА КЛЮЧЕВЫХ УЧАСТКАХ И MODIS ДАННЫМ

© 2016 г. А.Н. Золотокрылин*, П.Д. Гунин, Т.Б. Титкова*, С.Н. Бажа**, Е.В. Данжалова**, Т.И. Казанцева*****

**Институт географии РАН*
Россия, 119017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 29. E-mail: azolotokrylin1938@yandex.ru
***Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН*
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский пр., д. 33. E-mail: monexp@mail.ru
**** Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН*
Россия, 197376, г. Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, д. 2. E-mail: binadmin@binran.ru

Поступила 20.09.2015

В соответствии с разработанной концепцией «островного опустынивания» анализируется изменение состояния аридных экосистем Монголии, выявленное по многолетним полевым исследованиям. Установлены тенденции развития аридности климата, повторяемости засух, а также антропогенной нагрузки на пастбища. Предложены индикаторы увлажнения территории, «островов» антропогенного опустынивания, степени перевыпаса аридных пастбищ, разработанные на основе спутниковых данных MODIS. Показано, что последствия резкого сокращения поголовья скота вследствие опасных природных явлений (дзут, засухи) значимо проявляются в снижении альбедо поверхности и росте вегетационного индекса. Рассмотрена динамика «островов» антропогенного опустынивания. Приведены оценки степени деградации сухостепных, пустынно-степных и пустынных экосистем.
Ключевые слова: Монголия, аридные экосистемы, климат, индекс аридности, засухи, дзут, «острова» антропогенного опустынивания, годовое поголовье скота.

Пастбищное хозяйство – традиционное направление в экономике Монголии. В последние десятилетия оно интенсивно развивается: значительно возросло число собственников скота и их хозяйств, а также в несколько раз увеличилось поголовье животных. Многие из новых собственников были недостаточно опытными и мобильными. Они часто селились вблизи источников воды или поселений, усиливая тем самым деградацию окружающих пастбищ (Mandakh et al., 2007; Chuluun, 2008; Ojima, Chuluun, 2008; Гунин и др., 2009; Казанцева, 2009; Desertification Atlas …, 2014). Антропогенная нагрузка на землю была особенно чрезмерной в сухих степях, где вокруг некоторых поселений образовались устойчивые очаги перевыпаса, поддерживаемые мезомасштабной положительной обратной связью. В настоящее время сухостепные и пустынные пастбища заняты сообществами, сформированными при длительном антропогенном воздействии, а местами и при значительном перевыпасе. В этой связи наблюдаются резкие отклонения сообществ не только от природной нормы, но и от нормы, существовавшей при многовековой традиционной системе хозяйствования.

Устойчивая антропогенная деградация аридных пастбищ часто становится причиной формирования «островов» опустынивания даже при отсутствии нарастающего тренда региональной аридизации (Золотокрылин, 2003). В этом случае «острова» опустынивания не теряют способность к саморазвитию при нарастании антропогенной нагрузки на пастбища и формирования мезомасштабной (в пределах 50-100 км) аридизации вследствие инвазийных сукцессий пустынных видов в растительные сообщества сухих степей (Бажа и др., 2015).

Основная цель работы состоит в объективной идентификации «островов» опустынивания в аридных и семиаридных экосистемах Центральной Монголии; в изучении климатических и

антропогенных предпосылок их образования; в оценке последствий их влияния на экосистемы.

Поставленная цель достигалась на основе решения следующих задач: (1) определения по данным метеостанций вблизи ключевых участков линейного тренда в рядах годовых и летних осадков, среднегодовой температуры, индекса аридности, метеорологического и спутникового индексов увлажнения; (2) установления изменений антропогенной нагрузки на пастбища на основе использования биофизических параметров и статистических данных о плотности годового поголовья скота; (3) выявления осредненной по пятилетиям динамики «островов» опустынивания по спутниковым данным; (4) оценки природной и антропогенной трансформации растительности в сухостепных, пустынно-степных и пустынных экосистемах Монголии по данным многолетних полевых исследований на ключевых участках с учетом новых сведений об «островном» опустынивании.

Материалы и методика исследований

Территория исследования включает обширную часть Монголии южнее 48° с.ш. в пределах 98°-110° в.д. Полевые наблюдения были проведены на трех модельных полигонах (рис. 1). Полигон I расположен в подзоне сухих степей и включает территорию сомона Дэлгэрцогт Среднегобийского аймака. Климат полигона характеризуется метеостанцией Мандалгоби. Растительность Северной Гоби изучена на полигоне II, который включает пустынные степи и остепненные пустыни на территории сомона Булган Южногобийского аймака. На полигоне расположена метеостанция Булган. Полигон III характеризует сообщества Заалтайской Гоби. Он расположен на территории сомона Шинэ-Джинст Баян-Хонгорского аймака и простирается от остепненных пустынь на севере до крайне аридных пустынь на юге. Климат северной части полигона характеризуется метеостанцией Шинэ-Джинст, а южной части – Эйхин-Гол.

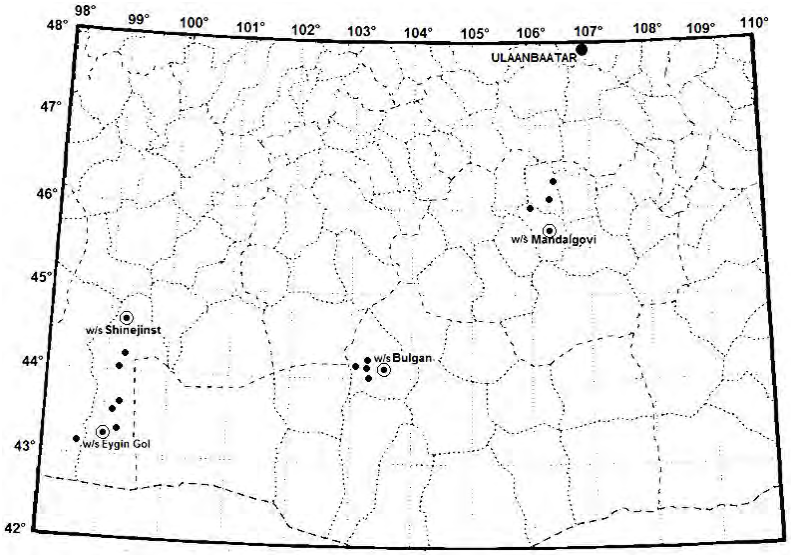


Рис. 1. Расположение ключевых участков (черные кружки) и метеостанций (оконтуренные черные кружки). *Условные обозначения*: ▬ · ▬ государственная граница Монголии; ▬ ▬ граница аймаков; ····· граница сомонов. **Fig. 1.** Location of key areas (black circles) and weather stations (contoured black circles). *Legend*: ▬ · ▬ the state border of Mongolia; ▬ ▬ borders of aimags; ····· borders of somons.

Для детальной оценки состояния экосистем степей и пустынь в 2013 г. на каждом из полигонов были проведены наземные полевые исследования наиболее распространенных типов растительных сообществ (табл. 1). Состояние экосистем оценивалось по фитоценотическим показателям сообществ, данным о видовом составе, роли видов в структуре сообществ, их жизненного состояния, габитуса, наличия видов-индикаторов пастбищной дигрессии. Полученные данные сравнивались с показателями состояния экосистем в 1970-1990-е гг. и в начале 2000-х гг. (Карта растительности МНР, 1979; Кормоботаническая карта МНР, 1981; Ecosystems of Mongolia, 1995).

Кроме того, при помощи полевого спектрорадиометра Field Spec UV/VNIR были проведены работы по измерению спектрального состава отраженной растительностью солнечной радиации в

диапазоне 325-1075 нм. Исследование включало измерение спектров отраженной радиации доминантных видов, поверхности без растительности и интегральных спектров растительных сообществ на участках 30×30 м.

Таблица 1. Характеристика ключевых участков степей и пустынь Монголии в период 1975-2013 гг.
Table 1. Description of key areas of the steppes and deserts of Mongolia in the period 1975-2013.

Полигон	Индекс участка	Координаты	Высота, м	Растительное сообщество	
				1975-1980-е гг.	2013 г.
I. Сомон Дэлгэр-Цогт	Сухие степи				
	МГ-Х-1	46º 08’ 33.9” с.ш. 106° 30’ 47.7” в.д.	1366	Змеевково-тырсовые, мелкодерноовиннозлаковo-тырсовые, тырсово-мелкодерновиннозлаково-карагановые (Карта растительности МНР, 1979; Кормоботаническая карта МНР, 1981)	Луковое с *Caragana leucophloea*
	МГ-Х-2	46º 08’ 28.4” с.ш. 106° 32’ 32.6” в.д.	1352		Адамсовополынно-луковое
	МГ-Х-3	46º 08’ 28.2” с.ш. 106° 32’ 52.8” в.д.	1334		Адамсовополынно-луковое с *Caragana leucophloea*
	МГ-Х-4	46º 08’ 28.0” с.ш. 106° 32’ 50.9” в.д.	1332		Луковое
II. Сомон Булган	Остепненные пустыни				
	К-5	44º 22’ 54.4” с.ш. 103° 28’ 44.1” в.д.	1057	Змеевково-ковыльково-баглуровое (Казанцева, 2009)	Баглуровое со злаками
	Пустынные степи				
	Ц	44° 00’ 41.8” с.ш. 103° 33’ 35.1” в.д.	1432	Ковыльково-луково-змеевковое (Казанцева, 2009)	Вьюнково-эуроциево-ковыльковое с полынью
	К-16	43° 58’ 10.8” с.ш. 103° 29’ 20.4” в.д.	1530	Змеевково-дернистополынно-луковое (Казанцева, 2009)	Луково-ковыльковое
	К-17	43° 56’ 00.0” с.ш. 103° 29’ 25.8” в.д.	1650	Луково-ковыльково-змеевковое (Казанцева, 2009)	Дернистополынно-луково-ковыльковое
III. Сомон Шинэ-Джинст	Остепненные пустыни				
	6	44° 15’ 29.8” с.ш. 99° 21’ 34.6” в.д.	1253	Луково-ковыльково-баглуровое (Казанцева, 2009)	Баглуровое
	Настоящие пустыни				
	5	44° 02’ 37.3” с.ш. 99° 20’ 45.4” в.д.	1432	Реомюриево-симпегмовое (Казанцева, 2009)	Парнолистниково-симпегмовое
	4	43° 57’ 23.0” с.ш. 99° 13’ 41.8” в.д.	1264	Саксауловое (Казанцева, 2009)	Саксауловое
	3	43° 55’ 06.5” с.ш. 99° 11’ 44.2” в.д.	1254	Реомюриево-селитрянковое (Казанцева, 2009)	Реомюриево-селитрянковое
	Крайнеаридные пустыни				
	2	43° 22’ 29.5” с.ш. 99° 07’ 00.4” в.д.	763	Ильиниевое (Казанцева, 2009)	Ильиниевое
	1	43° 11’ 08.1” с.ш. 98° 55’ 56.0” в.д.	1108	Эфедрово-саксауловое (Казанцева, 2009)	Эфедрово-саксауловое

Степень аридизации территории, ее изменение во времени охарактеризовано индексом аридности (AI), вычисляемого как отношение годового количества осадков (мм) к годовой эвапотранспирации (мм). К. Торнвейт (Thornthwaite, 1931) предложил рассчитывать испаряемость по формуле:

$$E_{O\,\text{Торнтвейт}} = 1.6(10T/I)^a \quad (1)$$

где $E_{O\,Торнтвейт}$ – испаряемость, см/мес.; T – средняя месячная температура воздуха, °C; $a = f(I)$, где I – тепловой индекс, учитывающий поправку на широту.

Для расчета годовой испаряемости учитываются только месяцы с положительной средней месячной температурой воздуха.

Стандартизованный индекс осадков (Standardized Precipitation Index, SPI) применен для характеристики сухих и влажных условий на исследуемой территории (Свобода и др., 2012). Для этого многолетние ряды месячных сумм осадков нормализуются посредством использования функции распределения вероятностей таким образом, чтобы значения SPI фактически рассматривались в качестве стандартных отклонений от среднего значения. Положительные значения SPI указывают на сумму осадков выше среднего (влажные условия), а отрицательные значения – на сумму осадков ниже среднего (сухие условия). Значения 1<SPI>-1 считаются близкими к норме. SPI рассчитывается для разных временных масштабов: от 1 до 12 месяцев. В работе использовался архив трехмесячного SPI за июнь-август 1950-2012 гг. Значения трехмесячного SPI в ячейке 1°x1°, в которую попадали координаты метеостанции, выбирались из архива за каждый год. Данные SPI в узлах координатной сетки разрешения 1°x1° можно найти в глобальном архиве ежемесячных данных Национального центра атмосферных исследований США (http://rda.ucar.edu/datasets/ds298.0/).

Пространственно-временное изменение биофизических параметров наземных экосистем (альбедо, Al, температура поверхности, Ts, вегетационный индекс, NDVI) оценивалось по спутниковым данным MODIS (The Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer) за период июнь-август 2000-2014 гг. Данные MODIS представлены средними значениями параметров за 16 дней, начиная с периода 26 мая – 9 июня и заканчивая периодом 13 августа – 28 августа. Далее средние параметры за все 6 периодов были осреднены и условно принималось, что они характеризуют летний период июнь-август. Данные MODIS доступны по адресу: (https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/products/modis_products) центра LPDAAC NASA: LAND PROCESSES DISTRIBUTED ACTIVE ARCHIVE CENTER. Горизонтальное разрешение 0.05°x0.05° (примерно 5x5 км) было принято для всех параметров.

Альбедо (BRDF-Albedo Model Parameters 16-Day L3 0.05 Deg CMG) определялось по модели MCD43 C1 версии 005 с дискретностью 16 дней. В данной версии объединены данные спутников MODIS/Terra + Aqua BRDF/Albedo. Значения вегетационного индекса NDVI (Vegetation Indices Monthly L3 Global 0.05 Deg CMG) были получены по данным MODIS/Terra модели MOD13C1 – версии 005 с дискретностью в 16 дней.

Температура поверхности (Land Surface Temperature and Emissivity Monthly L3 Global 0.05 Deg CMG) определялась по модели MOD11 C2 версии 005, по данным спутника MODIS/Terra с периодичностью 8 дней. По двум 8-дневным срокам вычислялось среднее за период 16 дней, идентичным периодам для альбедо и NDVI.

Условия увлажнения территории оценивали по спутниковому индексу климатических экстремумов увлажнения засушливых земель (SCEI; Золотокрылин, Титкова, 2012). Он вычисляется по данным MODIS:

$$SCEIi = \Delta NDVIi/\sigma NDVI - (\Delta Ai/\sigma A + \Delta Tsi/\sigma Ts) \quad (2)$$

где ΔAi – аномалия альбедо за i год; σA – среднеквадратическое значение альбедо за базовый период (в данном случае за 2000-2014 гг.); ΔTsi – аномалия температуры поверхности за i год; σTs – среднеквадратическое значение температуры поверхности за базовый период; ΔNDVIi – аномалия NDVI за i год; σNDVI – среднеквадратическое значение NDVI за базовый период.

Значения, полученные по формуле, нормировались на их среднеквадратическое отклонение, чтобы исключить незначимые («шумовые») значения индекса. В этом случае анализировались только значения индекса менее -1 (увлажнение ниже нормы или иссушение) и более 1 (увлажнение выше нормы). Значения индекса по абсолютной величине характеризуют его интенсивность: от 1 до 2 интенсивность индекса считается слабой, от 2 до 3 – умеренной, а более 3 – сильной.

Специально исследовалось изменение биофизических параметров (альбедо и температура поверхности, NDVI) и SCEI, осредненных для территории 50x50 км в окрестностях метеостанций.

Метод оценки «островов» опустынивания по наблюдениям за альбедо и температурой поверхности с использованием MODIS данных был изложен в работах (Золотокрылин,

Титкова, 2011). «Остров» опустынивания идентифицировался по статистически значимому отрицательному коэффициенту корреляции между альбедо и температурой поверхности на исследуемой территории. Пространственная корреляция между альбедо и температурой поверхности рассчитывалась в ячейках 0.5°x0.5° (примерно 50x50 км). Таким образом, каждый коэффициент корреляции опирается на статистику 100 значений альбедо и температуры поверхности. Средние карты пространственной корреляции строились за весь период 2000-2014 гг. и за пятилетия 2000-2004, 2005-2009 и 2010-2014 гг. Также, по специально обработанным данным радиометра AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) спутника NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration; Gutman et al., 1995) была оценена пространственная корреляция между альбедо и температурой поверхности за период 1985-1991 гг. (летние среднемесячные альбедо и температура поверхности, разрешение 0.144°x0.144° или примерно 16x16 км). В данном случае коэффициенты корреляции вычислялись по 16 значениям, что уменьшило их достоверность.

Коэффициенты линейного тренда альбедо, температуры поверхности и NDVI используются как показатели скорости природно-антропогенного изменения состояния экосистем пастбищ с различной степенью антропогенной нарушенности. Теоретически перевыпас может проявляться в росте альбедо, повышении температуры поверхности и падении NDVI. Коэффициенты линейного тренда альбедо, температуры поверхности, вегетационного индекса и индекса климатических экстремумов были рассчитаны за период 2000-2014 гг. в целом за летний период.

Результаты и их обсуждение

В анализируемых рядах годовых и летних сумм осадков не обнаружены статистически значимые линейные тренды, в то время как в рядах среднегодовой (среднелетней) температуры тренды положительны и значимы. Но в последние 8 лет среднегодовая температура стала понижаться практически на всех полигонах исследуемой территории. Скорее всего, это похолодание временное, а не долговременная тенденция.

Многолетние изменения AI в сухой степи, пустынной степи и остепненной пустыне представлены на рисунке 2. Линейный тренд AI отрицателен в сухой степи, остепненной пустыне (усиление аридизации) и положителен в пустынной степи (ослабление аридизации). Оценки доли

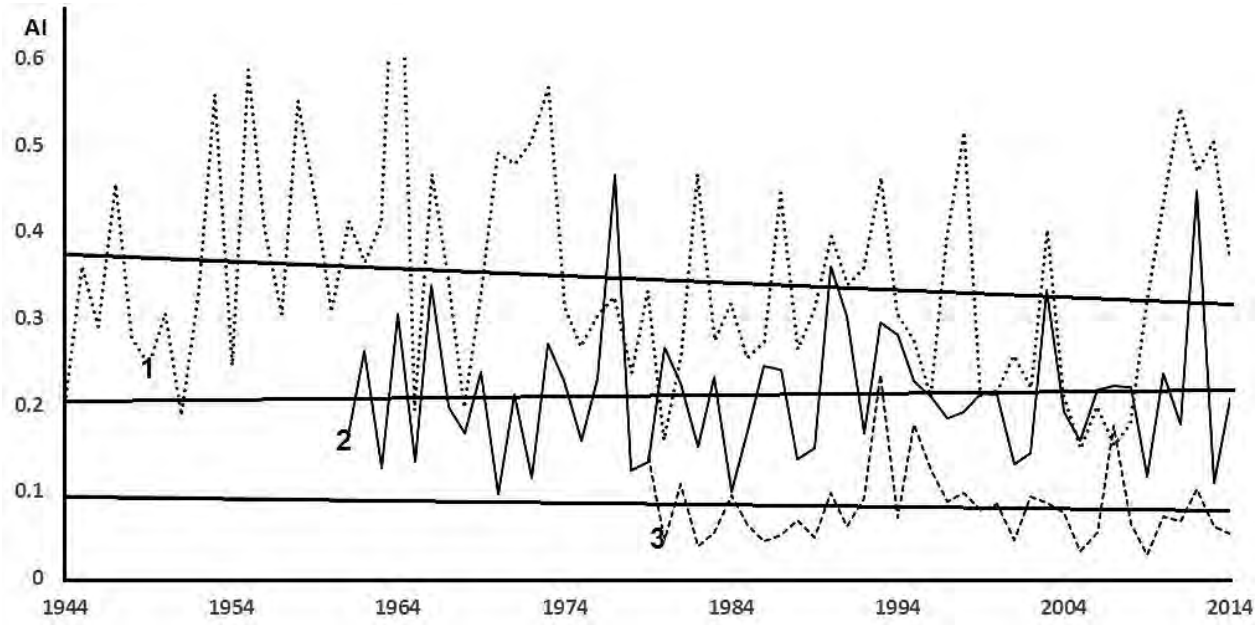


Рис. 2. Межгодовой ход индекса аридности (AI). *Условные обозначения:* 1 – Мандалгоби; 2 – Булган; 3 – Шинэ-Джинст. Линии – линейные тренды. **Fig. 2.** Interannual variations aridity index (AI). *Legend*: 1 – Mandalgobi; 2 – Bulgan; 3 – Shine-Dzhinst. Lines – linear trends.

дисперсии тренда в общую дисперсию составляют 2, 0.1 и 0.4% соответственно для сухой, пустынной степей и остепненной пустыни. Усиление аридизации отмечалось только в сухой степи (отрицательный тренд AI статистически достоверен при уровне значимости 0.01). На остальных

полигонах тренды AI статистически недостоверны и имеют разные знаки. Важно отметить, что усиление аридизации сухой степи наблюдалось в условиях незначимого линейного тренда годовых и летних сумм осадков.

Межгодовой ход метеорологического показателя увлажнения SPI вблизи метеостанций за интервал 1950-2012 гг. свидетельствует об иссушении климата на всех полигонах (рис. 3; линейные тренды SPI отрицательные статистически достоверны при уровне значимости 0.01). Интенсивные засухи отмечались на всех полигонах в периоды 1982-1990 и 2004-2009 гг. Повышенная повторяемость засух после 1981 г. сформировала отрицательный тренд SPI.

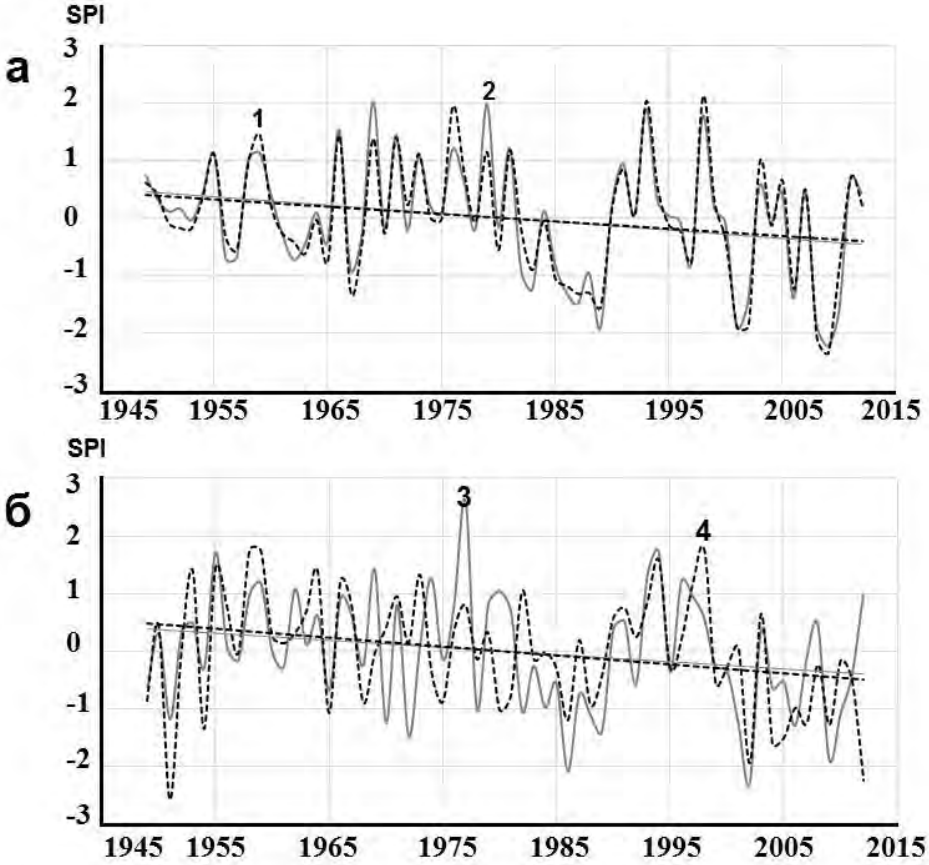


Рис. 3. Межгодовой ход показателя увлажнения SPI. *Условные обозначения:* а) 1 – Шинэ-Джинст, 2 – Эхийн-Гол, б) 3 – Булган, 4 – Мандалгоби. **Fig. 3.** Interannual variations of moisture index SPI. *Legend:* a) 1 – Shine-Dzhinst, 2 – Ehiyn-Gol, b) 3 – Bulgan, 4 – Mandalgobi.

Дополнительно был рассмотрен спутниковый индекс увлажнения SCEI за период 2000-2015 гг. (рис. 4). Его ход демонстрирует доминирование засух в период 2000-2009 гг. (исключение представляет только влажный на всей территории 2003 г.). Линейный тренд показывает переход к положительному увлажнению в 2012 г. для всех метеостанций за исключением Эхийн-Гола (повышенное увлажнение было характерно для Эхийн-Гола в 2003, 2008 и 2012 гг.).

Таким образом, аридизация климата сухой степи усиливалась за весь многолетний период наблюдений, в то время как аридизация опустыненной степи и остепненной пустыни оставалась на прежнем уровне. Повторяемость и интенсивность засух увеличилась на всей территории в периоды 1982-1990 и 2004-2009 гг.

Межгодовое изменение биофизических параметров пастбищ – результат совместного воздействия климата и антропогенной нагрузки на пастбища. Это положение подтверждает ход альбедо и NDVI в ячейке 0.5x0.5° вблизи метеостанции Мандалгоби (рис. 5). Как видно из сравнения рисунков 4 и 5, период с засухами 2004-2009 гг. совпадает с периодом повышения альбедо поверхности и падения NDVI. Согласно данным (Desertification …, 2014), в этот же период возрастала плотность поголовья скота после его резкого падения во время сильного дзута 1999-2002 гг. Возросшее поголовье дополнительно увеличило альбедо и уменьшило NDVI.

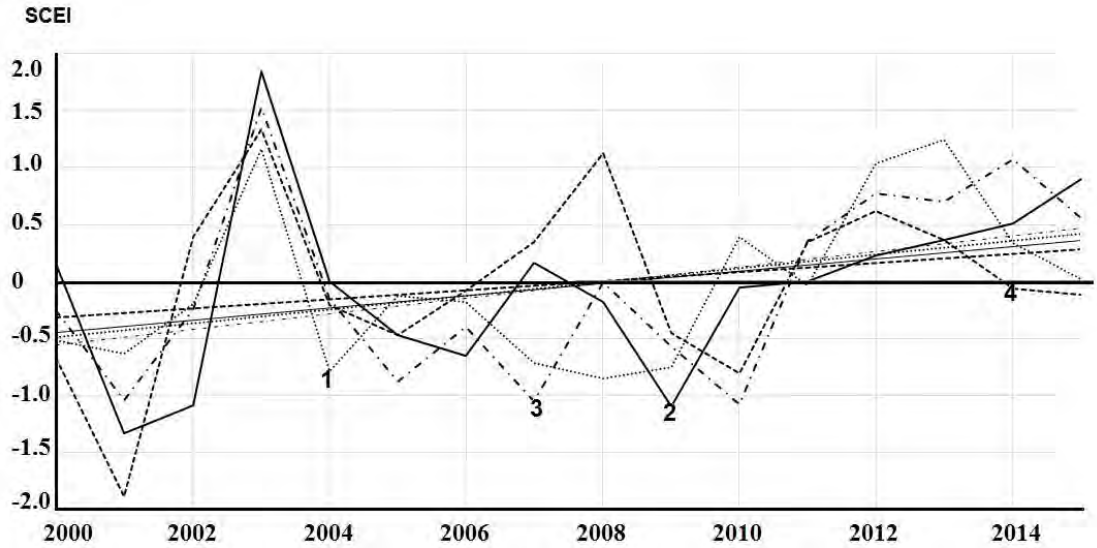


Рис. 4. Межгодовой ход спутникового индекса климатических экстремумов увлажнения (SCEI). *Условные обозначения:* 1 – Мандалгоби, 2 – Булган, 3 – Шинэ-Джинст, 4 – Эйхин-Гол. **Fig. 4.** Interannual variations of satellite climatic extremes index of hydration (SCEI). *Legend*: a) 1 – Shine-Dzhinst, 2 – Ehiyn-Gol; b) 3 – Bulgan; 4 – Mandalgobi.

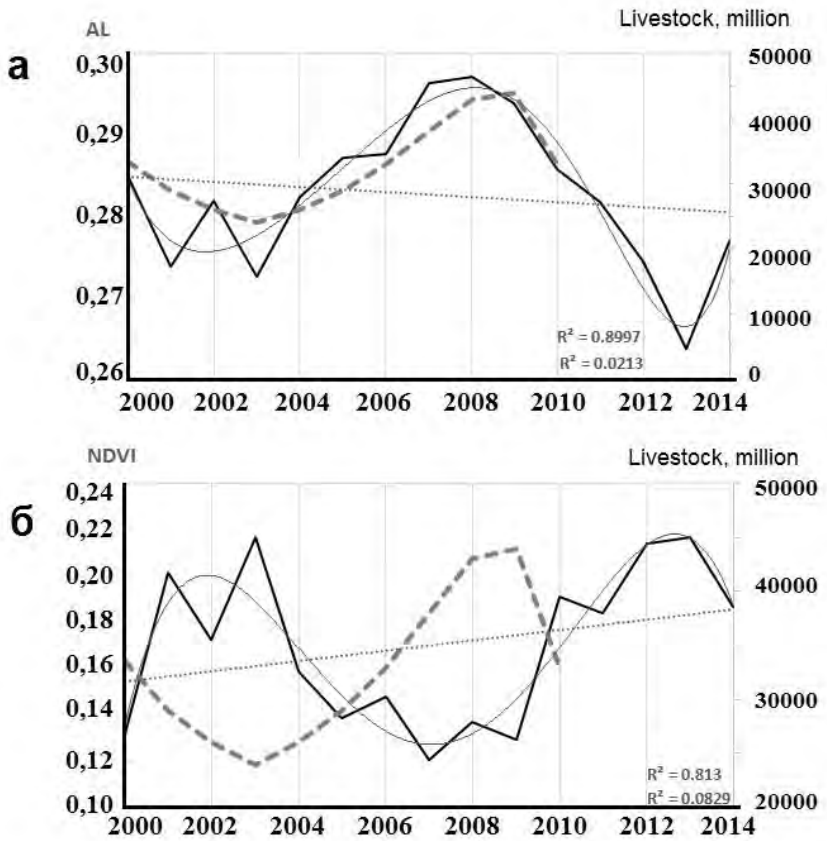


Рис. 5. Межгодовой ход биофизических параметров вблизи метеостанции Мандалгоби в период 2000-2014 гг. *Условные обозначения:* **а** – альбедо поверхности (AL), **б** – вегетационный индекс (NDVI), черная толстая линия – биофизический параметр, тонкая серая линия – полиномиальный тренд, штриховая линия – годовое поголовье скота, млн. **Fig. 5.** Interannual variations of biophysical parameters near the weather station Mandalgobi for the period 2000-2014. *Legend:* a – surface albedo (AL), b – vegetation index (NDVI), black thick line – biophysical parameter, the thin gray line – the polynomial trend, dashed line – the annual number of livestock, mln.

Повтор сильного дзута в 2009-2010 гг. вновь резко снизил плотность поголовья скота, что опять повлияло на уменьшение альбедо и увеличение NDVI на фоне повышения увлажнения.

О меняющейся антропогенной нагрузке на пастбища косвенно можно судить по поголовью скота, значительно возросшему с конца XX в. до наших дней (Desertification Atlas …, 2014). Однако рост неоднократно прерывался катастрофическим падением поголовья (на 30% и более) в результате последствий дзута и отчасти засухи, как это было, например, в 1999-2002 и 2009-2010 гг. В год катастрофического падежа скота и последующий за ним, как правило, понижалось альбедо поверхности и возрастал NDVI из-за резкого сокращения выпаса (рис. 5).

«Острова» опустынивания, вызванные антропогенной деградацией пастбищ, поддаются объективному определению в результате анализа спутниковых наблюдений за альбедо и температурой поверхности. Применение количественного показателя интенсивности опустынивания в «острове» (величины отрицательного коэффициента корреляции между альбедо и температурой поверхности) делает возможным в дальнейшем слежение за развитием «островов».

В период 1985-1991 гг. «острова» опустынивания были зафиксированы только в Архангайском аймаке в районе западного Хангая на южных склонах и в районе его восточной части на северных склонах (рис. 6а). Третий сильный «остров» находился западнее г. Улан-Батор. Перечисленные «острова» возникли в период сильных засух 1982-1990 гг., по данным SPI. Важно отметить, что к началу XXI в. эти «острова» трансформировались и стали незаметными в связи с повышением увлажнения. Крупные «острова» опустынивания не были зафиксированы в сухих степях в период 1985-1991 гг. Но участки с предпосылками опустынивания наблюдались в пустынных степях (сомон Булган) и крайнеаридных пустынях (сомон Шинэ-Джинст).

Как видно из рисунка 6б, в 2005-2009 гг. крупные «острова» сформировались в сухостепных экосистемах вдоль широтной полосы 45.5-46.5°с.ш.: «остров» умеренной интенсивности вблизи восточной границы Увэрхангайского аймака, «остров» сильной интенсивности – в Среднегобийском аймаке и «остров» умеренной интенсивности – в Говь-Сумбэр аймаке. Следующий «остров», который выходит за пределы изучаемой территории, просматривается восточнее. Также «острова» опустынивания локализуются в остепненных пустынях Южногобийского аймака. Но здесь «острова» умеренной интенсивности и меньшей площади, чем в сухих степях. Значительную часть территории вблизи «островов» можно рассматривать в качестве предпосылки опустынивания.

Динамичность «островов» проявляется в их расширении (сжатии) и меняющейся интенсивности. Как показывает сравнительный анализ положения «островов» в 2000-2004, 2005-2009 и 2010-2014 гг., их центры были всегда приурочены к пастбищам с максимальной нарушенностью экосистем. Интенсификация и расширение очагов наблюдалась в период 2005-2009 гг. по отношению к периоду 2000-2004 гг. Напротив, вследствие слабого повышения увлажнения в следующее пятилетие (2010-2014 гг.) произошло сокращение их площади, ослабление интенсивности и дробление (рис. 6в). Важно отметить, что в период 2010-2014 гг. наблюдалось слияние степного очага в Увэрхангайском аймаке с более южным в Южногобийском аймаке. Если учесть, что в последнее пятилетие увлажнение слабо повысилось, то это слияние вызвано в значительной степени усилением выпаса.

Сравнение состояния степных и пустынных экосистем по результатам многолетних полевых работ указывает на заметные их изменения (табл. 1). Исследования, проведенные в 2009 г., показали значительную деградацию сухостепных экосистем в Среднегобийском аймаке, которую следует идентифицировать как сильное опустынивание. Как видно из рисунка 6б, ключевые участки располагались в пределах «острова» опустынивания. Состояние экосистем ухудшила засуха 2009 г. (SPI= -1.33; SCEI= -0.7), которой предшествовали ежегодные засухи, начиная с 2004 г. При этом наиболее тревожная ситуация возникла в сомоне Дэлгэрцогт (Гунин и др., 2010).

Полевой сезон 2013 г. по условиям увлажнения был благоприятным (SCEI=1.3). Но выявленная экспансия пустынно-степного вида *Allium polyrrhizum* и очень хорошее развитие сформированных на значительных территориях монодоминантных луковых сообществ в автоморфных условиях были отличительной чертой 2013 г. по сравнению с более ранними годами и конкретно вегетационным сезоном 2009 г. Участие типичных злаковых видов сухих степей (*Stipa krylovii, Agropyron cristatum, Cleistogenes squarrosa, Koeleria cristata*) значительно снизилось. В то же время, ранее отмечалось, что сформированные луковые сообщества по сравнению со злаковыми сухих степей, всегда характеризовались более низкими значениями фитоценотических показателей (Казанцева, 2009).

В сомоне Булган «остров» умеренного опустынивания совпадает с полосой остепненных пустынь (рис. 6в). Полевым работам в 2013 г. в сомоне Булган предшествовали сезоны с засухами в

2009-2010 гг. (SPI=-1.5, -2.0), но условия увлажнения в 2013 г. были выше средних (SCEI=0.3). В распространенных здесь змеевково-ковыльково-баглуровых сообществах отмечалось значительное снижение фитоценотических показателей, а также снижение роли травяных видов (*Stipa glareosa, Cleistogenes songorica*) в структуре сообщества и увеличение доли пустынных полукустарничков (*Anabasis brevifolia, Salsola passerina* и *Ephedra sinica*). К территориям с предпосылками опустынивания в пустынных степях относится вьюнково-эуроциево-ковыльковое с однолетней полынью сообщество (Ц) с низкими фитоценотическими показателями и доминированием *Artemisia pectinata*. Полоса пустынных степей на подгорной равнине хр. Гурван-Сайхан (К-16, К-17) в хорошем состоянии, слабо затронута опустыниванием и находится вне «острова» опустынивания (рис. 6в).

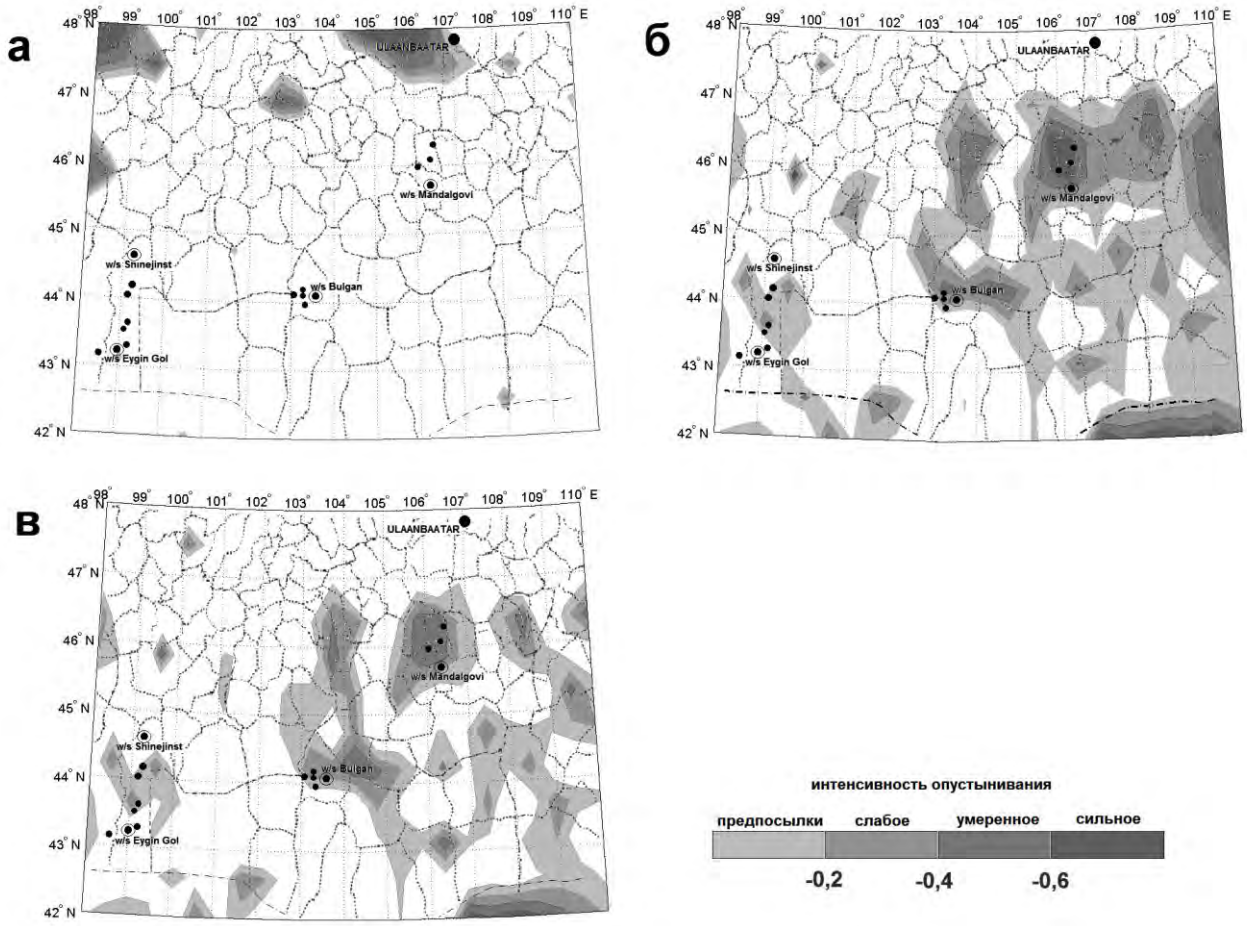


Рис 6. «Острова опустынивания» разной интенсивности на территории Центральной Монголии: а – 1985-1991; б – 2005-2009 гг.; в – 2010-2014 гг. *Условные обозначения:* черные кружки – ключевые участки, оконтуренные черные кружки – метеостанции, обозначение границ соответствует рисунку 1.
Fig. 6. "The islands of desertification" of varying intensity in Central Mongolia: a – 1985-1991; б – 2005-2009; в – 2010-2014. *Legend:* black circles – key areas, contoured black circles – weather stations, marking the boundaries corresponds to Figure 1.

Что касается экосистем Заалтайской Гоби, то изменения в сообществах пустынь в 2013 г. носят неоднозначный характер. Увлажнение вегетационного сезона 2013 г. было выше среднего (SCEI=0.7). В остепненных пустынях отмечено ухудшение жизненного состояния травяных видов (*Stipa glareosa, Allium polyrrhizum*), а также снижение их роли в сообществе. Растительность настоящих пустынь оказалась наиболее устойчивой к процессам аридизации. Изменения здесь выявлены только в симпегмовом сообществе, где отмечено значительное снижение численности *Sympegma regelii*. В сообществах крайнеаридных пустынь принципиальных изменений не отмечено: они оказались вне «островов» опустынивания.

Заключение

На территории Центральной Монголии в 2000-2014 гг. наблюдались периоды как падения увлажнения (2005-2009 гг.), так и повышения (2010-2014 гг.).

«Острова» антропогенного опустынивания сместились с лесостепных и степных экосистем в 1985-1991 гг. в сухие степи и остепненные пустыни в 2000-2014 гг. Развитие «островов» опустынивания в сухой степи происходило в условиях нарастающей аридизации и повторяемости засух.

Динамичность «островов» проявляется в их расширении (сжатии) и меняющейся интенсивности. Центры «островов» были всегда приурочены к пастбищам с максимальной нарушенностью экосистем и поэтому их положение было относительно стабильным. Интенсификация и расширение «островов» наблюдалась в период 2005-2009 гг. по отношению к периоду 2000-2004 гг. Напротив, вследствие слабого повышения увлажнения в следующее пятилетие (2010-2014 гг.) произошло незначительное сокращение их площади, ослабление интенсивности и дробление. Последствия резкого сокращения поголовья скота вследствие опасных природных явлений (дзут, засухи) значимо проявляются в падении альбедо поверхности и росте вегетационного индекса.

Полевые исследования на модельных полигонах показали значительную деградацию сухостепных экосистем в «острове» в Среднегобийском аймаке, где сформировались монодоминантные луковые сообщества с пустынно-степным видом *Allium polyrrhizum*. В остепненных пустынях Северной и Заалтайской Гоби отмечается значительное снижение фитоценотических показателей сообществ, а также снижение роли травяных видов. Сообщества настоящих и экстрааридных пустынь оказались более устойчивыми к усилению аридизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бажа С.Н., Гунин П.Д., Данжалова Е.В., Дробышев Ю.И., Казанцева Т.И., Ариунболд Э., Мягмарсурэн Д., Хадбаатар С., Цэрэнханд Г. 2015. Инвазийные сукцессии как индикатор опустынивания сухих степей на примере Центральной Монголии // Российский журнал биологических инвазий. № 3. С. 2-21.

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) // Ботаникийн Хурээлэнгийн Эрдэм Шинжилгээний Бутээл. Улаабаатар Хот. С. 104-127.

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.

Золотокрылин А.Н. 2003. Климатическое опустынивание / Отв. ред. А.Н. Кренке. М.: Наука. 246 с.

Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б. 2011. Новый подход к мониторингу очагов опустынивания // Аридные экосистемы. Т. 17. №3 (48). С. 14-22.

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

Казанцева Т.И. 2009. Продуктивность зональных растительных сообществ степей и пустынь Гобийской части Монголии / Отв. ред. Р.В. Камелин. М.: Россельхозакадемия. 336 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.

Свобода М., Хайес М., Вуд Д. 2012. Руководство для пользователей стандартизованного индекса осадков. Всемирная Метеорологическая Организация. № 1090. Женева. 26 с.

Chuluun T. 2008. Adaptation strategies of pastoral communities to climate change in central mountainous region of Mongolia // Newsletters of the International Human Dimensions Programme on Global Climate Change. Vol. 2. Bonn: IHDP. P. 53-58.

Desertification Atlas of Mongolia. 2014. Ulaanbaatar: Admon print. 133 p.

Ecosystems of Mongolia. 1995. The Map. Scale 1:1000000 / Eds.: P.D. Gunin, E.A. Vostokova. Moscow. 15 p.

Mandakh N., Dash D., Khaulenbek A. 2007. Present status of desertification in Mongolia // MODIS data: LP DAAC NASA: Land processes distributed active archive center https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/products/modis_products

Geoecological issues of Mongolia. Ulaanbaatar: Khukh Sudar printing Co., Ltd.

Ojima D., Chuluun T. 2008. Policy changes in Mongolia: implications for land use and landscapes / Eds.: R.A. Galvin, R.S. Reid, R.H. Behnke, N.T. Hobbs. Fragmentation in semi-arid and arid landscapes: consequences for human and natural systems. Dordrecht: Springer. P. 179-193.

Gutman G., Tarpley D., Ignatov A., Olson S. 1995. The enhanced NOAA global land data set from the Advanced Very High Resolution Radiometer // Bulletin of the American Meteorological Society 76. P. 1141-1156.

Standardized Precipitation Index (SPI)data: http://rda.ucar.edu/datasets/ds298.0/.

Thornthwaite C.W. 1931. The climates of North America // Geographical Review.№ 21 (3). P. 633-655.

DIAGNOSIS OF THE DYNAMICS OF DESERTIFICATION OF ARID PASTURES OF MONGOLIA BY OBSERVATION IN KEY AREAS AND MODIS DATA

© 2016. A.N. Zolotokrylin*, P.D. Gunin, T.B. Titkova*, S.N. Bazha**, E.V. Danzhalova**, T.I. Kazantseva*****

**Institute of Geography RAS*
Russia, 119017, Moscow, Staromonetniy per., 29. E-mail: azolotokrylin1938@yandex.ru
*** A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS*
Russia, 119071, Moscow, Leninskiy prospect, 33. E-mail: monexp@mail.ru
****W.L. Komarov Botanical Institute RAS*
Russia, 197376, St.-Petersburg, Professor Popov str., 2. E-mail: bulgancum@mail.ru

In line with the concept of "the island of desertification", there is an analysis of change of Mongolia arid ecosystems' state, which was supported by long-term field studies. Trends were found in development of climate aridity, frequency of droughts, and anthropogenic load on pastures. Indicators of hydration "islands" of anthropogenic desertification, overgrazing extent of arid pastures are proposed. The indicators have been developed on the basis of satellite data MODIS. It has been shown that the effects of a sharp reduction in the number of livestock due to natural hazards (jute, drought) occur significantly in decreasing surface albedo and the growth of vegetation index. Dynamics of anthropogenic desertification of the "islands" was investigated. Degradation assessment arid, desert-steppe, and desert ecosystems was done.
Keywords: arid ecosystems, climate index of aridity, drought, the "islands" of anthropogenic desertification.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №3 (68), с. 20-31

К 45-ЛЕТИЮ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

УДК 599

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ И ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ КОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ АРИДНЫХ ЗОН МОНГОЛИИ

© 2016 г. Я. Адъяа*, П.Д. Гунин, Г. Наранбаатар*, Г. Цогтжаргал***

**Институт общей и экспериментальной биологии АНМ*
Монголия, 210351, г. Улан-Батор, проспект Мира, д. 54б. E-mail: adiya_ya@yahoo.com
***Институт проблем экологии и эволюции им. А.И. Северцова РАН*
Россия, 117071, г. Москва, Ленинский пр., д. 33. E-mail: monexp@mail.ru

Поступила 08.10.2015

Рассматриваются данные современного состояния популяций диких копытных в аридных зонах Монголии: монгольского дзерена, горного барана, кулана, дикого верблюда, монгольского сайгака и лошади Пржевальского. Дана динамика их численности и соотношения площадей их ареалов, которые расположены в пределах границ сети ОПТ Монголии. Выявлена недостаточность сети ОПТ аридных зон Монголии для сохранения диких копытных, прежде всего джейрана и кулана. Рассмотрены основные причины сокращения ареалов всех копытных, основными из которых являются горнодобывающая промышленность, вытеснение диких копытных домашними животными, растущие трудности доступа к местам водопоя. Обоснована разработка этических норм и экологических механизмов для снижения браконьерства

Ключевые слова: Монголия, дикие копытные, численность, ареал, охрана.

Дикие копытные представляют собой уникальный генофонд биоразнообразия биомов степей и пустынь Евразии и его сохранение должно рассматриваться как ценнейший компонент национального достояния не только Монголии, но и всего мирового сообщества. Сохранение устойчивых популяций диких копытных, как средообразующих компонентов, необходимо для нормального функционирования природных экосистем, поскольку при выпадении из состава биоценозов группы копытных природные экосистемы деградируют и разрушаются (Жирнов и др., 2005). Аридные территории Евразии, к которым мы относим экосистемы степей, полупустынь и пустынь Монголии, в настоящий период резко различаются как по типам хозяйственного использования, так и по степени антропогенной трансформации под воздействием хозяйственной деятельности человека.

К числу самых больших относительно нетронутых природных территорий в мире относятся пустыня Гоби Монголии (Sanderson et al., 2002). На этой территории обитают дикие копытные, в основном, эндемики полупустынь и пустынь Центральной Азии, такие как монгольский кулан (*Equus hemionus hemionus*), монголький дзерен (*Procapra gutturosa*), джейран (*Gazella subgutturosa*), горный козел (*Caprasibirica*), горный баран (*Ovis ammon*), монгольский сайгак (*Saiga tatarica mongolica*) и дикий верблюд (*Camelus bactrianus ferus*).

Открытые ландшафты пустынь умеренных широт Евразии издавна населяли 4 вида копытных: джейран, дикий верблюд, кулан и лошадь Пржевальского (*Equus ferus przewalskii*). Из этих видов копытных, несомненно, первично пустынными формами следует считать джейрана и дикого верблюда, тогда как, по мнению многих специалистов, кулан и лошадь Пржевальского являются вторично пустынными формами, поскольку очаги обитания этих копытных уже в историческое время сформировались под воздействием антропогенных факторов (Банников, 1954; Гептнер и др., 1961). В прошлом, возможно, существовали две самостоятельные популяции куланов – степная и пустынная. К настоящему времени уцелела лишь пустынная. Отдельные авторы рассматривают кулана как особую жизненную форму пустынных нагорий и предгорий (Рашек, 1973). Горного барана Дарвина видимо также следует считать степным видом, который под воздействием человека нашел убежище в опустыненных низкогорьях южной части пустыни Гоби (Федосенко, 2000).

Материалы и методы

В настоящее время вышеназванные копытные, обитающие в аридных зонах Монголии, защищены следующими законодательными актами: Законом о животных Монголии (2012), Красной книгой Монголии (2013), Списком редких видов млекопитающих Монголии (2012), Конвенцией СИТЕС и др. (Clark et al., 2006; Красная …, 2013; табл. 1).

Таблица 1. Комплексная оценка статуса редких и исчезающих копытных аридных зон Монголии. **Table 1.** A comprehensive assessment of the status of rare and endangered ungulates of arid zones of Mongolia.

Критерии природоохранного статуса / Название видов	Красная книга МСОП (IUCN …, 2006)	Список редких видов млекопитающих Монголии. Постановление правительства (2012)	Красная книга Монголии, 2013	Приложения CITES I II	Красная книга млекопитающих Монголии (Clark et al., 2006)	Зокон о животных Монголии (2012)	Конвенция по мигрирующим видам животных
Дикий баран *Ovis ammon*	A2cde C1	редкий	+	II	A2acde	-	-
Монгольский сайгак *Saiga tatarica*	A2ad	-	+	II	A2acde	Очень редкий	-
Монгольский дзерен *Procapra gutturosa*	(LC)	-	-	-	A4cde	-	+
Джейран *Gazella subgutturosa*	A2ad	редкий	+	-	A3cde	-	+
Монгольский кулан *Equus hemionus*	A3bcd C1	редкий	+	I	A4abd	-	II

В 2001, 2003 и 2009 гг. при финансовой поддержке Министерства охрана природы и окружающей среды Монголии и различных международных природоохранных организаций, были проведены учёты численности и изучение изменений ареалов копытных аридных зон Монголии. Собранные материалы в ходе полевых исследований были обработаны по специально разработанным методикам монгольскими и иностранными специалистами.

Состояние популяций дзерена. Ареал монгольского дзерена в недалёком прошлом занимал большую территорию. Динамика ареала дзерена на протяжении XX века претерпела существенные изменения, которые можно проследить по многочисленным публикациям с 20-30-х годов и по настоящее время (Банников, 1954; Хотолхүү и др., 1964; Дуламцэрэн, 1970; Жирнов и др., 1977, 2005; Цагаан, 1980; Соколов, Орлов, 1980; Даш, Ганбат, 1981; Лущекина и др., 1983). В начале 2000 г. ресурсы дзеренов оценивались в 2.2 млн. особей, распространенных на 500.0 тыс. км^2 территории, объединяющей 113 сомонов в 14 аймаках, с плотностью 4.4 особей/1000 га (Лхагвасурэн, 2000; рис. 1). По учетам, проведенным учеными Института биологии АНМ в 2009 г., численность и ареал этого вида увеличился на 16982 км^2, плотность составляла 8.7 особей/1000 га и, естественно, можно предполагать, что за счёт увеличения ареала и плотности, общие ресурсы дзеренов увеличились. Учитывая неравномерное распределение дзерена и несовершенство методик учета, для научно-обоснованной оценки численности необходимо проведение единовременных учетов по всему ареалу.

Исследованиями разных авторов установлено, что вследствие построения и эксплуатации железной дороги в 1950-е годы в направлении Улан-Батор – Замын-Уд, ареал монгольского дзерена был разделен на две части, и его миграция прекратилась в западном направлениии, что крайне отрицательно влияло на всю популяцию этого вида (Сосорбарам, 1966; Ito et al., 2005; Kaczensky, 2006; Buuveibaatar et al., 2016).

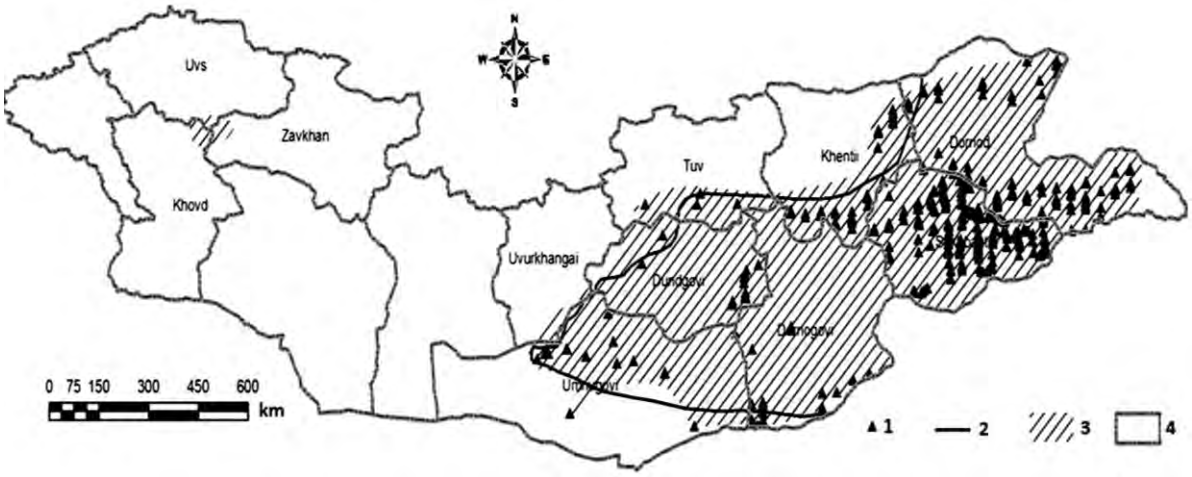


Рис. 1. Ареал и места встреч монгольского дзерена в Монголии. *Условные обозначения:* 1 – места встреч дзерена в 2009 г., 2 – ареал дзерена (Лхагвасурэн, 2000), 3 – ареал дзерена в 2009 г., 4 – границы аймаков. **Fig. 1.** The area and encounter places of Mongolian Gazelle in Mongolia. *Legend:* 1 – encounter places with Mongolian Gazelle in 2009, 2 – the range of Mongolian Gazelle (Lkhagvasuren, 2000), 3 – the range of Mongolian Gazelle in 2009, 4 – boundaries of provinces.

Другим лимитирующим фактором для популяции дзерена являются дзуды и длительные засухи. Так, зимой 2016 г. в южных регионах Монголии выпал большой снег и от недостатка кормов монгольский дзерен стал кочевать в бассейн реки Туул в окрестности Улан-Батора. Были замечены популяции этого вида даже в 100-120 км к северу от столицы – на территории сомонов Баянчандмань, Борнур и Заамар Центрального аймака. В результате таких кочевок многие животные погибли от холода, бескормицы, одичавших собак и волков. Исследователи института Общей и экпериментальной биологии в феврале 2016 г. зарегистрировали гибель около 10000 голов дзеренов в основном на проволочной сетке железной дороги Улан-Батор – Замын-Уд.

К настоящему времени общая площадь ареала монгольского дзерена составляет 516982 км^2 территории аридных зон страны. Хотя популяция этого вида обитает на территории 30 ОПТ степных и полупустынных зон страны, доля постоянно обитающих и сезонно заходящих местообитаний животных на ОПТ составляет только 8% общего ареала дзерена (табл. 2).

До настоящего времени не осуществлён тот минимум мероприятий, без которых трудно сохранить в жизнеспособном состоянии обитающие в Восточной Монголии популяции дзерена. Не взяты под охрану территории в юго-восточной части ареала, прежде всего, районы Матад-Лагнур, Жарантогоот, Асгат-Цаган-Толгой и Баян-Тухемийн-Гоби, где в последние десятилетия наиболее часто отмечались скопления дзерена в период отёла, так называемые «родильные дома».

В последнее десятилетие на востоке страны, на территории Мэнэнгийн Тал, начала проводиться добыча нефти. Основная часть нефтеносных площадей приурочена к депрессиям с пустынными и степными биоценозами. Интенсификация этого процесса началась с 2005 г., когда было пробурено 300 скважин, 70 из которых дали приток нефти.

В 2006 г. началась разведка нефти в сомоне Матад, согласно которой было установлено, что запасы нефти в местности Давсан толгой составляют 19 млн. баррелей, а запас Тамсагского месторождения оцениваются в 37 млн. т. Добычу на этих месторождениях начала китайская компания «Петрочайна Дацин Тамсаг». В настоящее время на этой территории уже пробурено 1028 скважин. При этом практически вся добытая нефть экспортируется. Расположение объектов нефтедобычи на местности представляет собой широкую полосу, протяженностью около 100 км. Анализ космических снимков показал, что из 9500 км^2 основной территории Мэнэнгийн Тал 1700 км^2 (17.9%) занято объектами нефтедобывающего комплекса (скважины, здания, дороги, резервуары и бассейны с нефтью).

Вся эта территория представляет собой чрезвычайно нарушенную природную систему с максимальной степенью деградации почвенно-растительного покрова.

Таблица 2. Размеры ареала монгольского дзерена и его охраняемая часть в сети ОПТ. **Table 2.** The size of the range of Mongolian Gazelle and its secured part in the network of protected areas.

№	Наименование ОПТ и его статус	Ареал в пределах ОПТ, км^2	Ареал монгольского дзерена, км^2	%
1	Восточная Монголия (Зап.)*	5473.2	516982	1.059
2	Монгол дагуур (Зап.)	152.7		0.030
3	Малый Гобийский зона А (Зап.)	386.1		0.075
4	Малый Гобийский зона Б (Зап.)	5388.6		1.042
5	Говь Гурван сайхан (НП)	8844.9		1.711
6	ОзероХар-Ус (НП)	1111.6		0.215
7	Онон Балж (НП)	192.3		0.037
8	Дарьгангийский (НП)	645.5		0.125
9	Их газрын чулуу (НП)	1759.1		0.340
10	Лхачинвандад (ПР)	416.6		0.081
11	Угтам (ПР)	460.2		0.089
12	Загийн ус (ПР)	2735.7		0.529
13	Эргэлийн зоо (ПР)	598.4		0.116
14	Их Нарт (ПР)	665.9		0.129
15	Тосон Хулстай (ПР)	4585.1		0.887
16	Хар ямаат (ПР)	506.9		0.098
17	Яхь нуур (ПР)	2512.2		0.486
18	Чойрын богд (ПР)	52.7		0.010
19	Онгон таван булаг (ПР)	99.4		0.019
20	Арваннаймын богд (ПР)	256.7		0.050
21	Дэлгэрхангай уул (ПР)	583.2		0.113
22	Бүрдэнэ булаг (ПР)	361.6		0.070
23	Дархан уул (ПР)	48.5		0.009
24	Хэрлэн тооно (ПР)	44.6		0.009
25	Баянцагааны тал (ПР)	3323.6		0.643
26	Сүйхэнт уул (ПП)	48.3		0.009
27	Бага газрын чулуу (ПП)	27.2		0.005
28	Дарханхан уул (ПП)	14.6		0.003
29	Шилийн богд (ПП)	181.4		0.035
30	Хоргын хөндий (ПП)	61.0		0.012
Итого		41537.8	516982	8.035

Примечания к таблицам 3, 4 и 5: (Зап.)* – заповедник, (НП) – национальный парк, (ПР) – природный резерват, (ПП) – памятник природы. **Note to table 3, 4 and 5:** (Зап.)* – reserve, (НП) – national park, (ПР) – nature reserve, (ПП) – natural monument.

Линейное расположение нефтедобывающей зоны создает эффект непреодолимого барьера для миграции животных. Нарушая традиционные пути передвижения животных, антропогенный барьер является причиной снижения их численности из-за нарушения кормовых и репродуктивных условий (Брандлер, Адъяа, 2015).

В результате нефтедобычи, наблюдавшиеся еще в 2007 г. многочисленные стада дзеренов к 2013 г. практически полностью исчезли. По сведениям инспектора по охране природы сомона Матад

и опросным данным местных жителей, за последние 4-5 лет численность дзеренов резко сократилась. Участились случаи миграций животных в прилегающие районы Забайкальского Края РФ (Кирилюк, Лущекина, 2015).

Состояние популяции горного барана (аргали). По учётным данным 2001 г., ареал горного барана в Монголии занимал 47898 км^2 территории, а общая численность животных составляла 13000-15000 голов. По нашим учётным данным за 2009 г. поголовье горного барана достигло 18000 голов и занимало 50215.4 км^2 территории. Как видно из рисунка 2, местообитания аргали увеличились на 3% сравнительно с данными 2001 г. за счёт увеличения ареала, в основном, в восточной части страны. В последние 10-20 лет численность аргали сократилась в западной и центральной части, а в южной части ареала сохранилось относительно без изменений.

Рис. 2. Ареал и места встреч горного барана в Монголии. *Условные обозначения:* 1 – ареал горного барана в 2009 г., 2 – ареал горного барана в 2001 г. **Fig. 2.** The area and encounter places of mountain sheep in Mongolia. *Legend:* 1 – the range of mountain sheep in 2009, 2 – the range of mountain sheep in 2001.

Состояние популяции джейрана. По данным сотрудников лаборатории экологии млекопитающих Института Биологии АНМ на начало этого века насчитывалось свыше 140 тысяч голов джейранов, с плотностью 0.26 голов на 1 км^2 территории (Амгалан, 2000). Ареал этих животных находился на территории 10 аймаков (52 сомонов) страны и занимал площадь 542700 км^2. По учётным данным 2009 г. было установлено резкое сокращение ареала джейрана – до 343982 км^2. Плотность популяции также существенно снизилась и составила 0.03 голов/100 га (рис. 3, табл. 3). Общая численность оценивалась свыше 11.9 тысяч голов. По сравнению с данными 2000 г. ареал распространения джейрана уменьшился в 2009 г. на 37%, а плотность – в 6.6 раза.

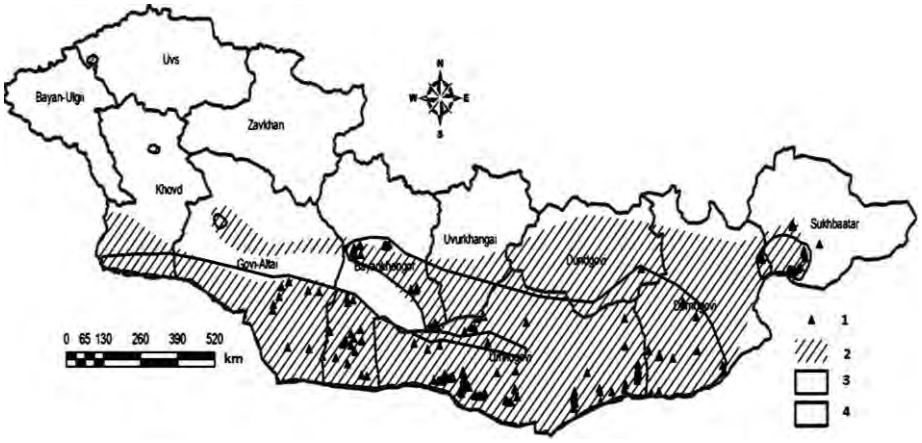


Рис. 3. Ареал и места встреч джейрана в Монголии. *Условные обозначения:* 1 – места встреч джейрана, 2 – ареал джейрана (Амгалан, 2000), 3 – ареал джейрана в 2009 г., 4 – границы аймаков. **Fig. 3.** The area and encounter places of Gazelle in Mongolia. *Legend:* 1 – encounter places of Gazelle, 2 – the range of Gazelle (Amgalan, 2000), 3 – the range of Gazelle in 2009, 4 – boundaries of provinces.

Таблица 3. Размеры ареала джейрана и его доля под охраной в сети ОПТ. **Table 3.** The size of the range of Gazelle and its share under protection in the protected areas network.

№	Наименование ОПТ и её статус	Площадь ареала в сети ОПТ, км^2	Ареал джейрана, км^2	%
1	Большой Гобийский зона А (Зап.)	44764.0	343982	13.01
2	Большой Гобийский зона Б (Зап.)	7790.4		2.26
3	Малой Гобийский зона А (Зап.)	10859.7		3.16
4	Малой Гобийский зона Б (Зап.)	6371.0		1.85
5	Говь гурван сайхан (НП)	17314.2		5.03
6	Озеро Хар-Ус (НП)	373.0		0.11
7	Их богд уул (НП)	2531.3		0.74
8	Шарга-Манхан (ПР)	285.3		0.08
9	Загийн ус (ПР)	2591.1		0.75
10	Эргэлийн зоо (ПР)	598.4		0.17
11	Онгон таван булаг (ПР)	99.4		0.03
12	Арваннаймын богд (ПР)	256.7		0.07
13	Ээж хайрхан (ПР)	231.0		0.07
14	Сүйхэнт уул (ПП)	48.3		0.01
Итого		49070.4	343982	27.36

Состояние популяции кулана. Основная часть всего Центральноазиатского видового ареала кулана на протяжении XIX-XX вв. охранялась в основном на территории Монголии. Однако со второй половины XX в. ареал куланов в Монголии, в основном за счёт восточных и северных участков ареала, стал неуклонно сокращаться (Жирнов и др., 2005).

Специальные учёты поголовья куланов, как в отдельных регионах, так и по всему ареалу стали проводиться в Монголии начиная с 1970-х гг. Например, в 1974 г. общая численность куланов Заалтайской гоби была оценена в 8 тыс. голов, а в целом по Монголии – в 15 тыс. голов (Банников, 1975). Учеты 1980-х гг. дали численность в 6-7 тыс. голов (Соколов и др., 1978; Жирнов, Ильинский, 1985).

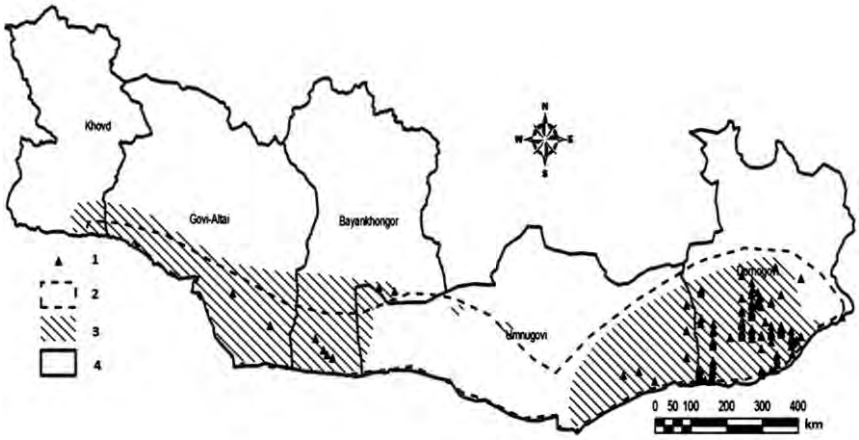


Рис. 4. Ареал и места встреч монгольского кулана в Монголии. *Условные обозначения:* 1 – места встреч монгольского кулана в 2009 г., 2 – ареал монгольского кулана в 2003 г., 3 – ареал монгольского кулана в 2009 г., 4 – границы аймаков. **Fig. 4.** The area and encounter places of Mongolian Kulan in Mongolia. *Legend:* 1 – encounter places of Mongolian Kulan, 2 – the range of Mongolian Kulan in 2003, 3 – the range of Mongolian Kulan in 2009, 4 – boundaries of provinces.

Принимая во внимание общую площадь ареала куланов в Монголии, равную 150 тыс. км^2 и плотность популяции около 10 особей на 100 км^2, общие запасы этого вида не могут превышать 15-20 тыс. голов (Жирнов и др., 2005). Зоологами Института общей и экспериментальной биологии АНМ, проводивших исследования по состоянию популяции монгольского кулана в пределах ареала, в 2003 г. была установлена общая площадь местообитаний в 177563 км^2 (рис. 4). По данным учетов и полевых обследований территорий за 2009 г., этот показатель уменьшился на 10000 км^2, при одновременном увеличении плотности популяции в 4.4 раза.

Согласно рисунку 4 и таблице 4, общая площадь ареала монгольского кулана занимает 167598 км^2 территории аридной зоны страны. Популяция монгольского кулана охраняется в 8 государственных ОПТ и значительная площадь ареала кулана входит в сеть ОПТ – 28258.6 км^2, составляя 42.6%.

Таблица 4. Размеры ареала монгольского кулана и его доля под охраной в сети ОПТ. **Table 4.** The size of the range of Mongolian Kulan and its share under protection in the protected areas network.

№	Наименование ОПТ и её статус	Площадь ареала входящих в ОПТ, км^2	Ареал монгольского кулана, км^2	%
1	Большой Гобийский зона А (Зап.)	43235.6	167598	25.80
2	Большой Гобийский зона Б (Зап.)	6312.8		3.77
3	Малой Гобийский зона А (Зап.)	9205.4		5.49
4	Малой Гобийский зона Б (Зап.)	6310.2		3.77
5	Говь гурван сайхан (НП)	5596.4		3.34
6	Эргэлийн зоо (ПР)	598.4		0.36
7	Арваннаймын Богд (ПР)	235.4		0.14
8	Сүйхэнт уул (ПП)	48.3		0.03
Итого		28258.6	167598	42.69

Сокращение и расчленение ареала было обусловлено усилением антропогенного пресса как прямого, так и косвенного воздействия. Традиционно куланы у монголов были излюбленной добычей охотников и в последние годы в связи с развитием угледобывающей промышленности, особенно в восточно и южногобийских аймаках, численность постоянно живущего населения в регионе возросло в несколько раз, что спровоцировало увеличение объема незаконной добычи куланов и джейранов.

Состояние популяции дикого верблюда. Первые более подробные сведения о численности диких верблюдов в Заалтайской Гоби относятся к 40-м годам XX столетия. Впервые по материалам экспедиции в Гоби (1943 г.) поголовье верблюдов было оценено А.Г. Банниковым (1945) в 300 голов. В 1959-1960 гг. численность в этой части ареала составляла 400-600 голов (Дементьев, Цэвэгмид, 1963). В середине 50-х годов XX века ареал дикого верблюда приобрёл современные очертания, и его площадь, по данным разных авторов, оценивалась от 30 до 40-50 тыс. км^2 (Банников, 1954, 1975; Соколов и др., 1978; Соколов и др., 1983; Жирнов, Ильинский, 1985). В 2004-2005 гг. были проведены учеты, в том числе с использованием авто- и авиатехники, согласно которым поголовье дикого верблюда было оценено в 500-800 голов, плотность 0.23 голов/1000 га, площадь ареала распространения составляла 29000 км^2 (Адъяа, 2005; Жирнов и др., 2011). В 2012 г. ресурсы дикого верблюда оценивались, в среднем, в 815 голов, площадь ареала достигала 24561.7 км^2, плотность популяции составляла 0.29/1000 га. Следует отметить, что весь ареал дикого верблюда (24561.7 км^2) полностью входит в территорию зоны А Большого Гобийского заповедника (рис. 5).

Сохранение устойчивых популяций дикого верблюда в пределах всего видового ареала может быть обеспечено в рамках международного сотрудничества путем организации трансграничного монголо-китайского заповедника в провинциях Внутренняя Монголия и Ганьсу на территории КНР, прилегающей к южным границам Большого Гобийского заповедника в Монголии. Это существенно повысило бы гарантии сохранения популяции диких верблюдов в Заалтайской Гоби.

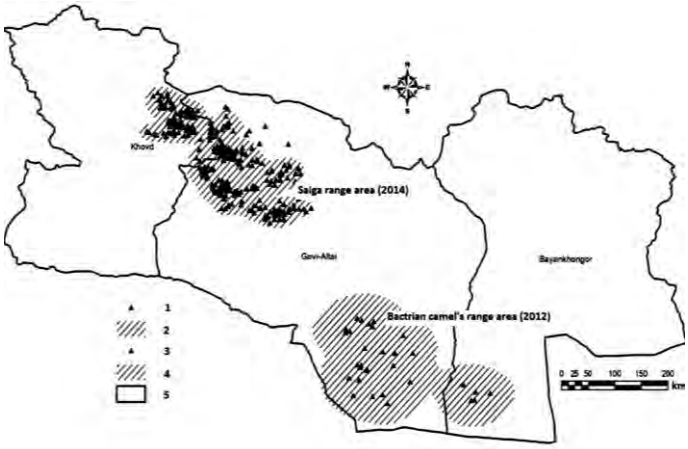


Рис. 5.Ареал и места встреч дикого верблюда (нижний ареал) и сайгака (верхний ареал) в Монголии. *Условные обозначения:* 1 – места встреч сайгака (2010-2014 гг.), 2 – ареал сайгака в 2014 г., 3 – места встреч дикого верблюда в 2012 г., 4 – ареал дикого верблюда в 2012 г., 5 – границы аймаков.
Fig. 5. The area and encounter places of wild camel (bottom area) and saiga (upper area) in Mongolia. *Legend:* 1 – encounter places of saiga antelope (2010-2014), 2 – saiga range in 2014, 3 – encounter places of wild camel in 2012, 4 – the range of wild camel in 2012, 5 – borders of provinces.

Одновременно следует усилить охрану природной популяции диких верблюдов. Путем проведения борьбы с волками в местах скоплений размножающихся самок дикого верблюда (родильные участки) с целью защиты молодняка от нападений волков, которые резко ограничивают прирост популяции верблюдов. Особое внимание следует уделить мероприятиям, направленным на прекращение доступа домашних верблюдов в заповедник и его буферную зону для ограничения процесса гибридизации между дикой и домашней формой, а также для снижения риска заражения диких форм паразитами и болезнями (Жирнов, Ильинский, 1985).

Состояние популяции монгольского сайгака. Учетами численности монгольского сайгака стали заниматься начиная с 70-х годов XX в. Так, по данным ряда исследователей в 1976 г. общая численность монгольского сайгака была оценена в 700 голов в популяциях Шаргинской Гоби, в 1978 г. – 300 голов (Соколов и др., 1978), в 1981 г. – 600-750 голов (Lushekina et al., 1999). В период с 1982 по 1989 гг. проводились ежегодные учеты численности сайгака, согласно которым популяция была оценена в 750-1600 голов (Дуламцэрэн, 1992). Учет 1993 г. показал численность популяции в 1400 голов (Дуламцэрэн, Тулгат, 1993). В популяции Шаргинской Гоби в 1994 г. численность монгольского сайгака оценена свыше 1600 голов (Дуламцэрэн, Амгалан, 1995).

Данные учетов 1997 г. показали существенно меньшее поголовье: около 860 голов в Шаргинской Гоби и около 200 голов в Хүйсийн Гоби (Lushekina et al., 1999). По учётным данным 2014 г. (рис. 5), общая численность сайгаков составила 14.8 тысяч голов, обитающих на 14713 км^2 территории (Буувейбаатар и др., 2015).

Популяция монгольского сайгака охраняется в трех национальных парках на территории более 4 тыс. км^2, что покрывает 27.3% площади всего ареала сайгака в Монголии (табл. 5).

Таблица 5. Ареал монгольского сайгака и его доля под охраной сети ОПТ. **Table 5.** The range of the Mongolian saiga and its share under the protection of a network of protected areas.

№	Наименование ОПТ и её статус	Площадь ареала входящего в ОПТ, км^2	Ареал монгольского сайгака, км^2	%
1	Хар ус нур (НП)	512.8	14713	3.5
2	Шарга-Манхан (НП)	3134.8		21.3
3	Хребет Хар Азаргын (НП)	373.7		2.5
Итого		4021.3	14713	27.3

Состояние популяции лошади Пржевальского. В настоящее время лошадь Пржевальского, как исчезающий уникальный вид мировой фауны, обрел свободу в степях Монголии. Здесь впервые в мире была проведена уникальная операция по созданию природных популяций вольноживущих особей данного вида. К настоящему времени организованы три центра по реинтродукции лошади в природную среду.

В июне 1992 г. первые 20 лошадей из украинского заповедника Аскания-Нова и Нидерланского Фонда были выпущены в национальный парк Хустайн-Нуру. В последующие годы завозились новые партии лошадей и к 2001-2002 гг. общее поголовье составило более 100 особей. Все новоселы хорошо прижились и успешно размножаются. Так, например, в 1992-1996 гг. родилось 23 жеребенка (Красная Книга Монголии, 1997). В настоящее время популяция лошадей в национальном парке Хустайн-Нуру насчитывает более 220 особей.

Следует отметить, что первый 10-летний период необходимо рассматривать как начальный этап акклиматизации из питомников и зоопарков в дикую природу. В целом процесс адаптации к жизни в дикой природе идет не без трудностей, но вполне успешно. На первых этапах со стороны человека нужна определенная корректировка формирования дикой популяции по всем вопросам экологии и биологии, и с этой целью действует комплексная программа научно-прикладных исследований с конечной целью – сформировать достаточно крупную устойчивую популяцию, способную к выживанию в условиях Центральной Азии.

Кроме этой популяции лошадь Пржевальского вернулась также и в места своего последнего убежища – в Джунгарскую Гоби. Здесь в 1992 г. по инициативе специалистов из Германии был построен питомник с вольерным содержанием лошадей. На первом этапе, на огороженном участке были размещены первые 12 лошадей, завезенные из Аскания-Нова. В последующие годы завозы лошадей продолжались, и в итоге туда было реинтродуцировано 109 голов лошадей. Сейчас в Джунгарской Гоби в районе Хонин-Ус обитают около 70 голов, а в районе Тахийн-Ус – свыше 20 голов.

В 2004 г. по инициативе специалистов из Франции в район Хомын тал сомона Дөрвөлжин Завханского аймака завезли 12 особей. Сейчас на 14500 га огороженного участка обитает более 100 голов лошади Пржевальского.

Современное состояние ОПТ аридной зоны Монголии. Формирование в современный период системы особо охраняемых территорий специального ранга и назначения с учётом эколого-биологического потенциала ландшафтно-экологических регионов вносит существенный вклад не только в сохранение флористико-фаунистического разнообразия, но и создаёт необходимые условия для восстановления условий воспроизводства редких и исчезающих видов диких млекопитающих.

К настоящему времени общее количество ОПТ с учётом их отдельных частей достигло 99, в том числе 87 резерватов различного ранга (заповедники, национальные парки, заказники и памятники природы), которые занимают 27.2 млн. га, или 17.4% территории страны (табл. 6).

Таблица 6. Особоохраняемые природные территории Монголии. **Table 6.** Protected areas of Mongolia.

№	Категории ОПТ	Общее число	Кол-во кластеров	Площадь территории, га	Площадь территории от общей территории Монголии, %
1	Заповедники	14	20	12411057.44	7.93
2	Национальные парки	29	33	11885235.48	7.60
3	Заказники	30	32	2774579.12	1.77
4	Памятники природы	14	14	128312.78	0.08
Итого		87	99	27199184.82	17.39

Однако, несмотря на значительный прогресс в организации уникальной для Азии системы ООПТ, анализ ее пространственного размещения указывает на необходимость дальнейшего развития и совершенствования. В первую очередь это проявляется при рассмотрении географического распределения ОПТ по природным зонам и ландшафтно-экологическим регионам страны (Жирнов и др., 2005).

В последние годы достаточно детальный анализ размещения ОПТ по природным зонам и

провинциям был осуществлён на основе карты физико-географического районирования (Оюунгэрэл, 2004). Результаты проведённых работ показали, что в наилучшем положении находятся высокогорный и горно-таёжный пояса, а также пустынная зона, где площадь, приходящаяся на развитие всех категорий, превышает 30%.

Недостаточно обеспечены заповедниками лесостепная, степная и гобийская зоны, в которых площадь всех ОПТ не превышает 10% и равна 9.01, 4.37 и 8.59%, соответственно. Обращает на себя внимание, что своим самым высоким показателем заповедания отличается подзона крайне аридной пустыни, в которой на заповедные территории приходится около 80%, причём большая их часть относится к высшей категории – строго охраняемые территории Большого Гобийского (часть А и В) и Малого Гобийского (часть А и В) заповедников (Гунин и др., 1998; Жирнов и др., 2005).

Таким образом, размещение резерватов, необходимых для обитания типично-пустынных и полупустынных видов – дикого верблюда, джейрана и монгольского кулана, - можно считать наиболее оптимальным, как по количеству ОПТ и их статусу, так и по занимаемой ими площади. Все дальнейшие мероприятия по сохранению обитающих на этих территориях редких видов млекопитающих могут быть связаны только с соблюдением необходимого режима государственной охраны, установленного законодательством Монголии.

Многие специалисты указывают на необходимость проведения срочных мероприятий по организации дополнительных резерватов к существующей сети ОПТ, особенно в аридных территориях Монголии для создания условий для более широких миграций промысловых видов в типично степных условиях равнинных и низкогорных ландшафтов, таких как дзерен, в среднегорных ландшафтах – аргали, так и расширения современного ареала обитания редких видов копытных, таких как джейран, монгольский кулан и сайгак в экосистемах сухих, опустыненных и пустынных степей Центрально-Азиатского региона (Лущекина и др., 1983; Гунин и др., 1998; Жирнов и др., 2005). Авторы данных публикаций еще в 2005 г. обоснованно указывали на то, что для организации дополнительных резерватов могут быть рассмотрены регионы в Алашаньской, Заалтайской и Джунгарской Гоби. Вовлечение этих территорий в природоохранную сеть могло бы поспособствовать организации монголо-китайских трансграничных ОПТ.

По нашему глубокому убеждению, реализация мероприятий сохранения устойчивых популяций видов, обитающих в приграничных регионах, может быть успешной на основе тесного международного сотрудничества между Монголией, Россией и Китаем – странами, владеющими ресурсами уникальных видов диких копытных Центральной Азии.

Заключение

Одним из факторов, влияющих на изменение общей численности и ареала копытных аридных зон являются проблемы природно-климатических изменений и опустынивания. По состоянию на 2010 г., 77.8% территории Монголии подвергнуты процессам опустынивания и деградации земель, из которых 35.3% в слабой степени, 25.9 – средней, 6.7 – сильной и 9.9% – в очень сильной степени (State …, 2014). В последние годы большое негативное значение имеет развитие горнодобывающей промышленности, которая растет высокими темпами в этом регионе Монголии. Размеры площадей по разведке и добыче полезных ископаемых в гобийском регионе уже достигли 368123.23 га. К существующим лицензиям на разведку полезных ископаемых, покрывающих 24% общей площади пустынной зоны, Правительством анонсирована дополнительная выдача лицензий еще на 32% этой территории (http://www.mram.mn/; www.zasag.mn/m/mra). Все эти факторы приводят к раздроблению основных местообитаний, перекрыванию путей кочевки, уменьшению численности и ареала диких копытных животных.

К числу основных причин сокращения ареала и численности копытных также следует отнести вытеснение диких копытных с их исторических пастбищ домашним скотом, а также многократное увеличение населения и занятие человеком открытых водоисточников, и без того крайне редких в аридных зонах. Общая численность домашнего скота Монголии в последние годы постоянно увеличивается, и по учетам на конец 2015 г. в стране насчитывалось 55.957 млн. голов. По данным Ж. Чогдона (1980), поголовье скота в 1975 г. достигало 46.2 млн. условных овцеголов, а на сегодняшний день оно достигает около 100 млн. условных овцеголов. Помимо этого, в регионе практически не налажен строгий контроль и система постоянных инспекций мест скопления диких животных; не разработаны этические нормы и экономические механизмы для уменьшения браконьерства, ощутимо влияющего на численность монгольского дзерена, кулана и джейрана.

Для поддержания популяций диких копытных в срочном порядке необходима разработка и реализация мероприятий по обеспечению животных свободным доступом к местам водопоя. Наряду с решением общих задач по усилению охраны с целью улучшения условий жизненной среды животных, необходимо активизировать ряд биотехнических мероприятий, особенно направленных на решение дефицита кормов зимне-весенний сезон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Адъяа Яд. 2005. Половозрастная структура популяции дикого верблюда (*Camelus Bactrianus ferus*) // Экосистемы Монголии и близлежащих стран: Природные ресурсы, биоразнообразие и экологическое управление. Мат. Межд. конф. Улан-Батор: Изд-во Бэмби-Сан. С. 237-240. (на монг. яз.).

Амгалан Л. 2000. Охрана и биоэкологические особенности джейрана (*Gazzella subgutturosa*). Автореф. дис. … канд. биол. наук. Улан-Батор. 29 с.

Банников А.Г. 1975. Дикий верблюд-хавтагай // Природа. № 2. С. 62-69.

Банников А.Г. 1945. Материалы по географическому распространению и биологидикого верблюда // Зоологический журнал. Т. 24. Вып. 3. С. 190-200.

Банников А.Г. 1954. Млекопитающие Монгольской Народной Республики. М.: Изд-во АН СССР. 669 с.

Банников А.Г. 1975. Численность кулана в Заалтайской Гоби // Природа. № 6. С. 93-94.

Брандлер О.В., Адъяа Я. 2015. Трансформация степной экосистемы под воздействием антропогенных факторов в Великой степи (Монголия) в последнее десятилетие // Степи Северной Евразии: Мат. VII Межд. Симп. Оренбург: Печатный дом «Димур». С. 195-198.

Буувейбаатар Б., Чимэддорж Б., Олонбаатар Б., Пуревдорж Б., Фулляр Т.К. 2015. Популяционная численность и факторы, влияющие на распространение сайгака в Западной Монголии // Saiga news. Вып. 19. С. 14-15.

Гептнер В.Г., Насимович А.А., Банников А.Г. 1961. Млекопитающие Советского Союза. Т. 1. Парнокопытные и непарнокопытные. М.: Высшая школа. 776 с.

Гунин П.Д., Востокова Е.А., Матюшкин Е.Н. 1998. Охрана экосистем Внутренней Азии. М.: Наука. 219 с.

Даш Я., Ганбат Б. 1981. Сколько дзеренов в Монголии // Наука и жизнь. № 1. С. 57-59. (на монг. яз.).

Дементьев Г.П., Цевегмид Д. 1963. Дикий верблюд в Монголии // Природа. № l. С. 47.

Дуламцэрэн С. 1992. Монгольский сайгак // Газета «Право народов». № 27. (на монг. яз.).

Дуламцэрэн С. 1970. Определитель млекопитающих Монголии. Улан-Батор: Изд-во Бэмби-Сан. 210 с. (на монг. яз.).

Дуламцэрэн С., Амгалан Л. 1995. Современное состояние распространения, размещения и численности монгольского сайгака (*Saiga tatarica mongolica*) // Природные условия и биологические ресурсы Большого Гобийского заповедника. Улан-Батор: Изд-во Тэрхчандмань. С. 46-51. (на монг. яз.).

Дуламцэрэн С., Тулгат Р. 1993. Современное состояние распространения и численности, некоторые меры охраны монгольского сайгака и дикого верблюда // Отчёт Института Общей и экспериментальной биологии АНМ (рукопись). Улан-Батор. 49 с. (на монг. яз.).

Жирнов Л.В. 1977. Дзерен // Копытные звери. М.: Лесная промышленность. 290 с.

Жирнов Л.В., Гунин П.Д., Адъяа Яд. 2011. Дикий двугорбый верблюд Центральной Азии: среда обитания, биологические особенности и проблемы сохранения. М.: РСХА. 180 с.

Жирнов Л.В., Гунин П.Д., Адъяа Я., Бажа С.Н. 2005. Стратегия сохранения копытных аридных зон Монголии. М.: РСХА. 323 с.

Жирнов Л.В., Ильинский В.О. 1985. Большой Гобийский заповедник убежище редких животных пустынь Центральной Азии. М.: ЦМП ГКНТ СССР. 130 с.

Кирилюк В.Е., Лущекина А.А. 2015. Подготовлена стратегия сохранения монгольского дзерена в России // Степной бюллетень. № 45. С. 59-60.

Красная книга Монголии. 1997. / Ред. Ц. Шийрэвдамба. Улан-Батор: Адмон принт. 167 с. (на монг. и анг.яз.).

Красная книга Монголии. 2013. / Ред. Ц. Шийрэвдамба. Улан-Батор: Адмон принт. 535 с. (на монг. и анг. яз.).

Лущекина А.А., Неронов В.М., Шурхал А.В. 1983. Структура ареала, внутривидовая изменчивость и вопросы рационального использования запасов дзерена // Прикладные аспекты программы «Человек и биосфера». Москва: Наука. С. 134-146.

Лхагвасурэн Б. 2000. Охрана и анализ факторов, влияющих на распространение и численность монгольского дзерена (*Procapra gutturosa*). Автореф. дис. … канд. биол. наук. Улан-Батор. 27 с.

Отчёт института Биологии. Лаборатория экологии млекопитающих / Биологические ресурсы и распространение дикого верблюда Монголии. 2012. Улан-Батор. 85 с. (на монг.яз.).

Оюунгэрэл Б. 2004. Особоохраняемые территории Монголии. Улан-Батор: Адмон принт. 305 с. (на монг. яз.).

Размеры добычи и экспорта угля Монголии (Агентство управления полезных ископаемых). http://www.mram.mn/; http://www.zasag.mn/m/mra (дата посещения 23.11.2015).

Рашек В.А. 1973. Кулан как жизненная форма пустыни и полупустыни // Труды ВСХИЗО. Вып. 63. С. 45-51.

Соколов В.Е., Дуламцэрэн С., Хотолху Н., Орлов В.Н. 1978. Редкие виды копытных Большого Гобийского заповедника (МНР), современное состояние и перспективы // География и динамика растительного и животного мира МНР. М.: Наука. Т. 10. С. 112-124.

Соколов В.Е., Жирнов Л.В., Орлов В.Н., Лобачев В.С., Бугаев К.И., Тимур Ч. 1983. Современное состояние популяции дикого верблюда в Монголии // Доклады АН СССР. Т. 271. № 4. С. 1017-1021.

Соколов В.Е., Орлов В.Н. 1980. Определитель млекопитающих Монгольской Народной Республики. М.: Наука. 350 с.

Сосорбарам Ж. 1966. Состояние численности дзерена и его экономическое значение // Труды института Биологии АНМ. №1. С. 39-42. (на монг.яз.).

Федосенко А.К. 2000. Архар в России и сопредельных странах. М.: Изд-во ГУ Центрохотконтроль. 291 с.

Хотолхүү Н., Сосорбарам Ж. 1964. Жизнь и экономическое значение монгольского дзерена // Известия АН МНР. № 4. С. 37-46. (на монг. яз.).

Цагаан С. 1980. Распространение, миграции, структура стад и состояние численности дзерена // Труды института общей и экспериментальной биологии АНМ. № 15. С. 128-139. (на монг. яз.).

Чогдон Ж. 1980. Обводнение пастбищ. На примере Монгольской народной республики. М.: Колос. 255 с.

Buuveibaatar B., Strindberg S., Mueller T., Leimgruber P., Chimeddorj B., Naranbaatar G., Amarsaikhan S., Dashnyam B., Purevsuren T., Kaczensky P., Murphy K., Hosack D.A., Fuller T.K. 2016. Population estimates and factors influencing spatial distribution of ungulates in Southern Gobi, Mongolia // Oryx. Ulaanbaatar (in press).

Clark E.L, Munkhbat J., Dulamtseren S., Baillie J.S.M., Batsaikhan N., King S.R.B., Samiya R., Stubbe M. (compilers and editors). 2006. Summary Conservation Action Plan for Mongolian Mammals // Regions Red List Series. Vol. 2. London. P. 1-164.

Ito T.Y., Mura N., Lhagvasuren B., Enkhbileg D., Takasuki S., Tsunekawa A., Jiang Z. 2005. Preliminary evidence of a barrier effect of a railroad on the migration of Mongolian gazelles // Conservation Biology. Vol. 19. P. 945-948.

IUCN Standards and Petitions Working Group. 2006. Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria: Version 6.1. Prepared by the Standards and Petitions Working Group for the IUCN SSC Biodiversity Assessments Sub-Committee in July 2006. At: http:// 31 app.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/RedListGuidelines.pdf. Accessed 12 September 2006

Kaczensky Petra., Sheehy D., Walzer Ch., Johnson D., Lhkagvasuren D., Sheehy C. 2006. Room to Roam? The Threat to Khulan (Wild Ass) from Human Intrusion. Mongolia // Discussion Papers East Asia and Pacific Environment and Social Development Department. Washington. DC: World Bank. P. 1-69.

Lushekina A.A, Dulamtseren S., Amgalan L., Neronov V.M.. 1999. The status and prospects for conservation of the Mongolian Saiga – Saiga tartarica mongolica // Oryx. Vol. 33. № 1. P. 21-30.

Sanderson E.W., Jaiteh M., Levy M.A., Redford K.H., Wannebo A.V., Woolmer G. 2002.The humanfootprint and the last of the wild // Bioscience. № 52 (10). P. 891-904. http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568.

State of the Environment Report, Mongolia 2013-2014. 2014. Ulaanbaatar: “Bembi San”. 139 p.

THE CURRENT POPULATIONS AND CONSERVATION ISSUES OF WILD UNGULATES IN ARID ZONES OF MONGOLIA

© 2016. Yad. Adya*, P.D. Gunin, G. Naranbaatar*, G. Tsogtjargal***

**Institute of General and Experimental Biology MAS*
Mongolia, 210351, Ulaanbaatar, Peace ave., 54. E-mail: adiya_ya@yahoo.com
***A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS*
Russia, 117071, Moscow, Leninsky prospect, 33. E-mail: monexp@mail.ru

The current state of wild ungulate populations inhabiting the arid zone of Mongolia, such as Mongolian gazelle (*Procarpa gutturosa*), mountain sheep – argali (*Ovis ammon*), Asiatic wild ass – kulan (*Equus hemionus hemionus*), Bactrian camel (Camelus bactrianus ferus), saiga antelope (*Saiga tatarica mongolica*), and Przewalski's horse (*Equus ferus przewalskii*) were studied. The population dynamics was revealed, and the ratios of their habitat were presented within the boundaries of the protected areas network of Mongolia. The insufficiency of the Pas’ network for conservation of wild ungulates in arid zone of Mongolia was revealed, particularly Gazelle and Kulan. The main causes of reduction in habitats of ungulates were observed. A mining sector extensive growth, displacement of wild ungulates domestic animals, the growing difficulties of access to drinking water are the main threats. Development of ethical norms and environmental mechanisms reducing poaching must be implemented.

Keywords: Mongolia, wild ungulates, abundance, habitat, conservation.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №3 (68), с. 32-41

К 45-ЛЕТИЮ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

УДК 630:574.42

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА *LARIX SIBIRICA* LEDEB. В ЭКОСИСТЕМАХ НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ БОРЕАЛЬНОГО ПОЯСА АЗИИ[1]

© 2016 г. С.Н. Бажа*, Б.Ц. Балданов, Т.Г. Басхаева***, Е.В. Данжалова*, Ю.И. Дробышев*, Ч. Дугаржав****, С.В. Концов*, В.И. Убугунова**, С. Хадбаатар*****, П.Д. Гунин***

**Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН*
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33. E-mail: monexp@mail.ru
***Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН*
Россия, 670047, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6. E-mail: ubugunova57@mail.ru;
****Бурятский государственный университет*
Россия, 670000, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, д. 24а. E-mail: baskhaeva@gmail.ru;
*****Институт общей и экспериментальной биологии АНМ*
Монголия, 210351, г. Улан-Батор, проспект Мира, д. 54б. E-mail: chdugaa@yahoo.com
******Монгольский государственный университет образования*
Монголия, 2106489, г. Улан-Батор, ул. Бага Тойруу, д. 14. E-mail: hadbaatar@mail.ru

Поступила 20.10.2015

Процесс деградации ландшафтов, связанный с их обезлесением, относится в настоящее время к самому распространенному в мире, поэтому трактуется как особо важный с функциональной точки зрения для сохранения экологической стабильности лесных регионов. В связи с этим, первоочередной задачей является разработка мероприятий по лесовосстановлению некогда облесенных территорий. Все это характерно и для лесостепных ландшафтов бассейна Байкала. В настоящей статье изложены результаты работ по выявлению на основании комплекса индикационных признаков экотопов, которые еще не потеряли восстановительный потенциал для произрастания древесной растительности хвойных или хвойно-мелколиственных лесов на южной границе бореального пояса Азии.

Ключевые слова: Монголия, лесовосстановительный потенциал, постлесные растительные сообщества, диагностические признаки, естественная влажность почвогрунтов.

Лиственничные леса, составляющие большую часть лесного фонда Монголии (Дугаржав, 2006), играют основную средообразующую роль в южной (монгольской) части бассейна Селенги, поддерживая экологически стабильное состояние наземных экосистем и регулируя речной сток в озеро Байкал. Однако за годы, прошедшие с начала коренных экономических преобразований в Монголии в 1990-х гг., леса подвергаются неуклонно усиливающемуся антропогенному воздействию (рубки, пожары) и вспышкам численности насекомых-вредителей. Сравнительный анализ лесопокрытости, факторов воздействия и степени нарушенности показал, что за истекшие 25 лет выстраивания в Монголии новой экономической модели, ориентированной на рынок, площадь лесов с сильной и очень сильной нарушенностью достигла 30% их суммарной площади, а с учетом умеренно нарушенных превысило половину лесопокрытой территории (Трансграничный …, 2013). В силу как естественных, так и антропогенных причин, выше перечисленные факторы влияют на протекающие постлесные сукцессии, что в конечном итоге приводит к формированию на участках с лесными экотопами, в недавнем прошлом занятых лесами, кустарниковых сообществ либо степной растительности (Чередникова и др., 1991; Бажа и др., 2008). Существенная роль в обезлесении

[1] Исследование выполнено при поддержке гранта РГО/РФФИ «Деградация ландшафтов в Байкальском регионе» на примере модельного полигона, расположенного на границе бассейна Байкала и бессточного Центрально-Азиатского бассейна между 47º 35’-47º 38’ с.ш. и 107º 19’-107º 29’ в.д.

принадлежит выпасу скота, который на границе лесных и степных ландшафтов препятствует естественному возобновлению лесов (Dulamsuren et al., 2009). В отличие от классической схемы восстановления коренных лесов через производные, с доминированием березы или осины, характерной для сибирских лесов, на южной границе бореального пояса, проходящей по территории Монголии, на значительных территориях преобладают процессы закустаривания и остепнения лесных экотопов. Доминирующая и эдификаторная роль при формировании кустарниковых сообществ принадлежит различным видам, которые, в зависимости от орографии, литологии и других характеристик ландшафта, нередко образуют моновидовые сообщества: в северной части Монголии из *Armeniaca sibirica*, в центральной – из *Amygdalus pedunculata, Dasiphora fruticosa, Caragana microphylla* и *Spiraea aquilegifolia*, в юго-западной и западной – из *Caragana bungei* и *C. spinosa,* а в юго-восточной – из *Betula fusca* и *B. fruticosa.* В каждом конкретном случае результат взаимодействия древесных и кустарниковых видов зависит от средообразующей роли последних, что, в конечном итоге, и определяет их устойчивость, препятствующую естественному возобновлению коренных пород и тенденцию к расширению занимаемых экотопов. Наш опыт искусственного лесовосстановления подтверждает его эффективность только в определенных экосистемах, сохраняющих свой лесовосстановительный потенциал. В связи с этим, на примере модельного полигона с фрагментированными лиственничниками были проведены работы по выявлению индикационных признаков условий, соответствующих экологическим требованиям лиственницы сибирской.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в Монголии на южной границе бассейна Байкала на модельном полигоне «Налайх» площадью около 30 га, расположенном в среднегорном лесостепном ландшафте, отличающемся сложной пространственной структурой.

С геолого-геоморфологической точки зрения, выбранный модельный полигон находится в среднегорном массиве юго-западного отрога хребта Хэнтэй с наивысшей точкой – г. Хайрхан-ула (1947 м н.у.м.), полого-волнистыми вершинами и асимметричными склонами: крутыми (около 25º) привершинными, переходящими в пологие шлейфы (5-6º) северной экспозиции и средней крутизны (15-18º) – южной. Данная часть хребта характеризуется умеренным расчленением южного макросклона и сильным расчленением северного, с колебаниями высот от 1700 до 1900 м. Специфической особенностью рельефа является развитое к северу от водораздельной линии хребта лопатообразных верховий врезанных долин с циркообразными западинами и слабо сформированными террасовидными уступами на их склонах, свидетельствующих, по данным Н.А. Маринова (1954), Ф.И. Еникеева и В.Е. Старышко (2009) об их гляциальном генезисе и являющихся в настоящее время реликтовыми геоморфологическими образованиями. В меньшей степени подобные формы мезорельефа развиты в приводораздельной части южного макросклона среднегорного массива, осложненного выположенными логами и менее развитыми небольшими циркообразными западинами. Практически весь среднегорный массив сложен кристаллическими породами основного (базальты, андезиты) состава эффузионного происхождения. Четвертичные отложения представлены маломощным (0.5-1.5 м) суглинисто-щебнистым и суглинисто-гравийным делювием и пролювием.

В геоботаническом отношении территория полигона принадлежит Орхон-Селенгинской горно-лесостепной подпровинции Даурско-Монгольской подобласти (Национальный …, 1990). К настоящему времени большая часть лиственничных лесов на его площади утрачена и замещена кустарниковыми, луговыми и лугово-горностепными сообществами. Оставшиеся массивы средневозрастного и молодого леса представлены сильно фрагментированными участками и сохранились в основном на крутых склонах и пологих шлейфах северной экспозиции. В историческом прошлом наиболее ощутимое антропогенное воздействие на древесный ярус модельного полигона происходило в 1950-1960-е гг. в связи с организацией инфраструктуры горнодобывающего комплекса угольного месторождения в поселке Налайх, расположенном в 15 км к северу от горно-лесостепного массива. Дополнительным свидетельством значительной облесенности данного участка может служить горный массив с хорошо сохранившимися лиственничными, спелыми и перестойными лесами (возраст 100-150 лет), расположенный в 25 км к востоку и находящийся в аналогичных ландшафтно-экологических условиях, но получивший правовую защиту в связи с организацией заповедного комплекса в ранге государственного заказника «Нагал-хан»

в 1957 г. (Tumurbaatar, Myagmarsuren, 2000). В качестве аналога для сравнения был использован сохранившийся фрагмент лиственничного леса, расположенный в центральной части полигона на шлейфе и крутом склоне северной экспозиции водораздельного хребта на абсолютных высотах 1770-1910 м н.у.м. Состав древостоя 10Лц, бонитет II-III, сомкнутость крон 0.6-0.7. В возрастном отношении выделяются 2 популяции: 35-40 лет и 25 лет, связанные с благоприятным сочетанием обильного обсеменения и достаточной влажности почвогрунтов для возобновления лиственницы. Количество подроста на учетной площади крайне мало (50-60 экз./га). Подлесок разрежен и неравномерно распределен, его общее проективное покрытие до 17%, состоит из трех видов: *Cotoneaster melanocarpa*, *Spiraea media* и *Rosa acicularis*, в прогалинах и опушечных условиях обильно встречается *Betula fusca*. Травяной покров злаково-осоково-разнотравный (общее проективное покрытие от 70 до 80%). На момент обследования выборочными рубками выбрано не менее 15% древостоя. Почва дерново-лесная, среднесуглинистая, неполно развитая, с поверхности (0-30 см) сырая и мокрая (влажность 36-84%). В нижележащих горизонтах (30-50 см) уровень увлажнения снижается до влажной (естественная влажность 15-20%).

В 2013-2014 гг. на полигоне «Налайх» были проведены комплексные исследования, включающие крупномасштабное (1:10000) ландшафтное картографирование по методике Н.А. Солнцева (1962); изучение особенностей почвенного покрова по морфологическим признакам, используемым в Монголии (Почвенный покров …, 1984) и соотнесенным с классификацией, разработанной для почв России (Полевой …, 2008), геоботанические работы проводились в период максимального развития растительных сообществ по общепринятой методике (Корчагин, 1976). Особое внимание было уделено определению пространственного распределения естественной влажности (Роде, 1969) и приуроченности разных уровней увлажнения к определенным формам мезорельефа, литологическому составу пород, глубине залегания горизонтов с сезонной мерзлотой и фитоценологическим характеристикам растительных сообществ (флористическое разнообразие, степень участия лесных видов в структуре фитоценозов и надземная фитомасса).

В качестве основного источника ДЗЗ для детального картографирования экосистем ключевого участка (масштаб 1:10000 и крупнее) мы выбрали цветные изображения, полученные с КА GeoEye-1 за период май-июнь 2013 г. Изображения с этого КА обладают высокой точностью координатной привязки, которая обеспечивается благодаря применению космической платформы с высокой стабильностью и повышенной точностью определения пространственного положения спутника. Для снимков было проведено улучшение разрешения мультиспектральных каналов за счет использования панхроматического канала (паншарпенинг), а также для удобства визуализации была создана бесшовная ортомозаика в естественных цветах (RGB), покрывающая всю территорию ключевого участка. В процессе экспертного дешифрирования использовались цветные изображения, полученные в результате цветового синтеза спектральных каналов. Для удобства дешифрирования и усиления контраста разнородных контуров применялись стандартные средства для работы с гистограммами яркости. Кроме того, при визуальном дешифрировании учитывались морфологические и текстурные признаки объектов.

Результаты и обсуждение

В качестве иллюстрации морфологической сложности среднегорного лесостепного ландшафта представлен фрагмент ландшафтно-экологической карты в виде трансекты, обеспеченной 70 комплексными почвенно-геоботаническими описаниями (рис. 1). Перечень типов и подтипов экосистем (в ранге местностей, урочищ и подурочищ по ландшафтной терминологии) с расчетными данными занимаемых площадей приводится в таблице 1. Как видно из представленных данных, ландшафт отличается значительной сложностью, о чем свидетельствуют более 210 выделов подтипов экосистем на трансекте площадью 8.9 км^2. Размеры выделов варьируются от 0.0001 до 2.36 км^2. При этом они сильно различаются как по разновидностям почв (от темно-каштановых до перегнойно-темногумусовых), так и по характеру доминантного состава растительных сообществ, по жизненным формам (деревья, кустарники, полукустарники, травы), которые представлены видами различных флористических комплексов (степной, лесной, высокогорный и азональный; Гунин и др., 2015; Убугунова и др., 2015).

Выполненные 28 полных и 42 сокращенных геоботанических описаний показали, что из 211 видов сосудистых растений, встречающихся в ландшафтных комплексах модельного полигона и включенной в него трансекты, 126 видов (59%) представляют господствующую позицию степного

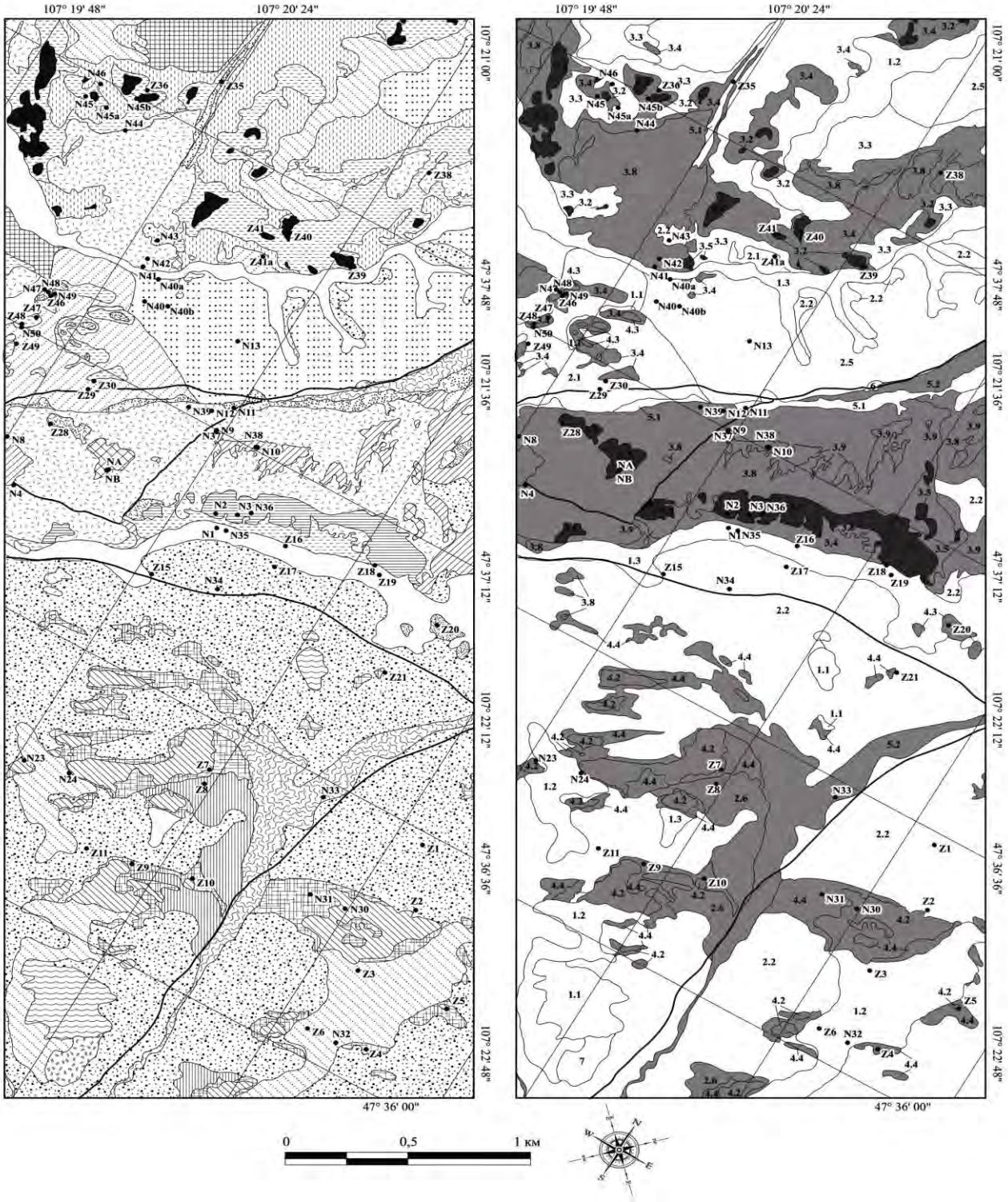


Рис. 1. Экосистемы модельной трансекты (слева) и участки, сохранившие потенциал для лесовосстановления (справа) на модельном полигоне Налайх. *Условные обозначения:* жирные линии – грунтовые дороги; 2, 3 – индексы экосистем; Z xx N xx – точки геоботанических описаний, закладки шурфов и отбора почвенных образцов; темно-серые контуры – существующие участки с лиственничниками; светло-серые контуры – потенциально пригодные участки для лесовосстановления. **Fig. 1.** Ecosystems of the model transect (left) and areas that have preserved the potential for reforestation (right) at the model polygon Nalaih. *Legend:* bold lines – dirt roads; 2, 3 – indexes of ecosystems; Z xx N xx – points of geobotanic descriptions, bookmarks pits and sampling soil samples; dark gray contours – existing plots with larch forests; light gray contours – potentially suitable areas for reforestation.

Таблица 1. Легенда к рисунку 1. Экосистемы среднегорного лесостепного ландшафта и соотношение занимаемой ими площади на трансекте модельного полигона Налайх. **Table 1.** Legend to Figire 1. Ecosystems of mid-mountain forest-steppe landscape and the ratio of their area of the transect polygon model of Nalaikh.

Контуры на карте	Индекс экосистем	Название экосистем	Площадь (км^2)	% от общей площади
	1	*Вершины водораздельного хребта, разнонаправленных отрогов и островных возвышенностей*	1.22	13.66
	1.1	Скальные останцы с петрофитной травяной растительностью и разреженными кустарниковыми сообществами	0.12	
	1.2	Полого-волнистые, сильнокаменистые вершинные поверхности с горными бескарбонатными неполноразвитыми среднесуглинистыми сильнощебнистыми темно-каштановыми почвами на элювии базальтов под петрофитной злаково-разнотравной горной степью	0.65	
	1.3	Выпуклые вершины щебнистые с горными маломощными темно-каштановыми почвами на элювии базальтов под сильнокаменистой петрофитной горнолуговой степью	0.46	
	2	*Склоны различной крутизны южных, юго-западных и юго-восточных экспозиций*	4.01	44.78
	2.1	Средненаклонные (15-16º) склоны Ю и ЮВ экспозиции с темнокаштановыми среднесуглинистыми почвами под петрофитной разнотравно-полынно-злаковой горной степью	0.29	
	2.2	Пологонаклонные (5-6º) склоны Ю, ЮВ и ЮЗ экспозиций сильнощебнистые с темно-каштановыми среднесуглинистыми почвами под злаково-разнотравной горно-луговой степью	2.78	
	2.4	Крутые (20-25º) склоны ЮЭ со смытыми сильнодеградированными почвами под разреженными сухостепными сообществами	0.12	
	2.5	Склоны средней крутизны южных экспозиций со слаборазвитыми каменистыми темно-каштановыми почвами под деградированными злаково-разнотравно-полынными степями	0.65	
	2.6	Пологонаклонные (3-5 º град) склоны с суглинистыми темно-каштановыми почвами под разнотравно-злаковыми степями с порослевыми ивняками	0.17	
	3	*Лопатообразные расширения верховий внутригорных долин с крутыми склонами (20-25º) и пологими шлейфами (5-6º) северных экспозиций*	2.70	30.17
	3.1	Крутые склоны (20-25º) С, СЗ и СВ экспозиций с дерново-лесными среднесуглинистыми сильнокаменистыми почвами под кустарниково- (*Rosa accicularis, Spiraea media, Cotoneaster melanocarpa*) травяными (злаково-разнотравно-осоковыми) лиственничниками	0.12	
	3.2	Крутые склоны (20-25º) С, СЗ и СВ экспозиций с дерново-лесными среднесуглинистыми сильнокаменистыми почвами с ерниками разнотравно-осоковыми и разреженными лиственничниками	0.08	
	3.3	Склоны (15-25º) С, СЗ и СВ экспозиций с мерзлотными грубогумусными почвами под злаково-разнотравными горно-луговыми степями	0.52	

Продолжение таблицы 1.

Контуры на карте	Индекс экосистем	Название экосистем	Площадь (км2)	% от общей площади
	3.4	Опушечные склоны петрофитные с мерзлотными грубогумусными почвами и богаторазнотравными лугами	0.64	
	3.5	Пологие шлейфы с дерново-лесными сильногумусированными среднесуглинистыми оторфованными почвами на законсервированных курумах под редкостойными травяными (злаково-осоковыми) средневозрастными лиственничниками	0.03	
	3.7	Пологие шлейфы (6-7º) с дерново-лесными среднесуглинистыми оторфованными почвами с лиственнично-осиновым березняком	0.02	
	3.8	Пологие шлейфы (5-6º) с мерзлотными грубогумусными маломощными среднесуглинистыми горно-луговыми почвами под густыми ивовыми и злаково-разнотравными березняками	1.13	
	3.9	Пологие шлейфы (5-6º) с луговыми мерзлотными темногумусными среднесуглинистыми сильнокаменистыми почвами под злаково-разнотравными горными лугами	0.17	
	4	*Циркообразные террасовидные уступы, западины и прилегающие к ним пологие склоны и шлейфы*	0.64	7.10
	4.2	Террасовидные наклонные поверхности с перегнойно-темногумусовыми средне- и тяжелосуглинистыми почвами на курумах со злаково-осоково-разнотравными ивовыми березняками и другими лесными кустарниками	0.26	
	4.3	Разноразмерные западины с перегнойно-темногумусовыми среднесуглинистыми почвами со злаково-осоково-разнотравными ивовыми березняками и другими видами лесных кустарников	0.03	
	4.4	Пологие шлейфы (3-4º), прилегающие к террасовидным поверхностям с перегнойно-темногумусовыми мерзлотными тяжелосуглинистыми почвами с осоково-злаково-разнотравными луговыми сообществами	0.35	
	5	*Днища слабосформированных руслообразных логов*	0.35	3.95
	5.1	Днища ложбины стока с лугово-болотными мерзлотными средне- и тяжелосуглинистыми почвами под злаково-разнотравно-осоковыми с кустарниками заболоченными лугами	0.08	
	5.2	Широкие днища древней ложбины стока (южный макросклон) с мерзлотными грубогумусными луговыми тяжелосуглинистыми почвами под влажнотравными лугами	0.28	
	6	*Антропогенно-нарушенные природные комплексы*	0.03	0.35
		Итого	8.92	100%

флористического комплекса. Второе место по численности (47 видов, или 23%) занимают виды лесного флористического комплекса. Видов высокогорий насчитывается всего 18, что составляет только 10%. Незначительная часть видов приходится на азональный и синантропный комплексы. Анализ поясно-зональной структуры флоры показал, что представители лесной флоры являются доминантами, субдоминантами или характерными видами в 14 разновидностях экосистем. При этом, хотя и в незначительном количестве (3-6 видов), они представлены в горно-луговых, лугово-степных и болотных сообществах. Такая особенность объясняется экотонным положением территории на стыке бореальных лесных и центрально-азиатских сухо-степных экосистем. Непосредственно лесные экосистемы, состоящие из фрагментированных лиственничных и осиново-березовых сообществ, в

настоящее время занимают лишь 2.7% площади трансекты. Постлесные сообщества на месте лесных экотопов сформированы, в основном, лесными видами кустарников (*Betula fusca, Salix glauca*) и лугово-лесного разнотравья с доминированием *Sanguisorba officinalis, Trifolium lupinaster, Valeriana officinalis, Galium boreale, Aconitum barbatum, Hedisarum alpinum* и занимают, соответственно, 17.7 и 22.5% от общей площади трансекты (рис. 1, табл. 1).

Учитывая достаточно высокую требовательность лиственницы сибирской (Дылис, 1981; Суворова и др., 2005; Dulamsuren et al., 2009) и замещающих ее кустарников, таких как *Betula fusca* и *Salix glauca*, а также доминирующих видов лугового разнотравья к высокой влажности почв, возникает возможность в качестве главного диагностического признака пригодности экотопов для восстановления лиственницы считать условия увлажнения существующих и былых ее местообитаний.

Детальное рассмотрение данных полевого определения естественной влажности почв, полученных на основе 50 почвенных разрезов, заложенных в основных типах и подтипах экосистем, показало значительные межэкосистемные различия, что свидетельствует о пространственной неоднородности почвенного увлажнения исследованных экосистем. Наибольшими значениями естественной влажности на глубине 30-50 см и более отличаются перегнойно-темногумусовые среднесуглинистые почвы (30-95%) под густыми березняками, приуроченными к обширным пологим шлейфам и реликтовым нагорным циркообразным террасам (табл. 2).

Таблица 2. Значения естественной влажности (%) в корнеобитаемом слое в почвах под зарослями березки (N-30, N-37, N-42) и под лиственничным лесом (NB) на пологих шлейфах. **Table 2.** The values of natural moisture content (%) in the root zone in soils under thickets of birches (N-30, N-37, N-42) and under larch forest (NB) on gentle loops.

Глубина замера естественной влажности, см	Общие характеристики разрезов			
	N-30; 1832 м н.у.м.; 47° 36’ 21.2’’ с.ш. 107° 22’ 11.4’’ в.д.	N-37; 1765 м н.у.м.; 47° 37’ 11.58’’ с.ш. 107° 20’ 58.6’’ в.д.	N-42; 1851 м н.у.м.; 47° 37’ 28.7’’ с.ш. 107° 20’ 28.8’’ в.д.	NB; 1832 м н.у.м.; 47° 36’ 59.8’’ с.ш. 107° 20’ 44.3’’ в.д.
	Перегнойно-темногумусовая среднесуглинистая сильнокаменистая; 14.07.2014	Перегнойно-темногумусовая среднесуглинистая сильнокаменистая; 15.07.2014	Перегнойно-темногумусовая среднесуглинистая сильнокаменистая; 16.07.2014	Дерново-лесная среднесуглинистая сильнокаменистая; 08.07.2014
0-10	95.6	95.3	76.2	84.4
10-20	97.0	70.7	58.3	36.0
20-30	31.4	51.9	45.5	21.5
30-40	35.1	27.2	37.6	15.9
40-50	33.7	21.7	27.6	17.9

Присутствие в почвенных разрезах на глубине 30-50 см очень влажных и сырых почв в течение большей части вегетационного периода позволяет отнести их к гидроморфному застойному и гидроморфному транзитному режимам увлажнения с выраженными признаками оглеения (Убугунова и др., 2015). Средними значениями естественной влажности (25-35%) характеризуются темногумусовые разной мощности, среднесуглинистые почвы под небольшими массивами кустарникового березняка и богаторазнотравными луговыми сообществами, приуроченными к террасовидным уступам и западинам (табл. 3). Периодическое увлажнение почв до очень влажного состояния корнеобитаемых горизонтов свидетельствует о полугидроморфном режиме увлажнения. И, наконец, наименее увлажненными почвами с естественной влажностью почвенных горизонтов на глубинах 30-50 см 10-15%, а в некоторых случаях менее 10%, характеризуются темно-каштановые почвы в экосистемах злаково-разнотравных и разнотравно-злаковых горных степей, развивающихся при автоморфном и автоморфно-транзитном режиме увлажнения на водораздельных участках и склонах различной крутизны южной, юго-западной и юго-восточной экспозиции (табл. 3).

В настоящее время процесс развития почвенно-растительного покрова и экосистем, в целом, приуроченных к циркообразным западинам, террасовидным уступам и пологим шлейфам с густым ерниковым покровом (*Betula fusca*) и богаторазнотравными лугами связан с зимней метелевой

концентрацией снегового покрова и последующим формированием оптимального, а иногда избыточного увлажнения в деятельном слое почвогрунтов и коренных пород. В большинстве случаев с тыльной стороны циркообразные западины ограничиваются обрывистыми уступами из кристаллических пород. Накапливающийся ниже уступа дисперсный материал при промерзании нижней части почвенных разрезов препятствует глубокому проникновению талых вод в трещины коренного ложа, что способствует поверхностному стоку в прилегающие растительные сообщества и насыщению влагой верхней толщи почв. В связи с этим во всех приграничных с ерниковыми зарослями экотопах развиты злаково-разнотравные луга, обладающие богатым флористическим разнообразием (35-45 видов), значительным общим проективным покрытием (75-99%) и высокими показателями надземной фитомассы (15-30 ц/га; Гунин и др., 2015).

Таблица 3. Значения естественной влажности (%) горно-луговых (N-10, N-11) и темно-каштановых (N-13, N-19) почв под лугово-разнотравной и степной растительностью. **Table 3.** The values of natural moisture content (%) of alpine-meadow (N-10, N-11) and dark-chestnut (N-13, N-19) soils under meadow-forb and steppe vegetation.

Глубина замера естественной влажности, см	Общие характеристики разрезов			
	N-10; 1783 м н.у.м.; 47° 37’ 15.6’’ с.ш. 107° 20’ 58.9’’ в.д.	N-11; 1701 м н.у.м.; 47° 37’ 15.9’’ с.ш. 107° 20’ 59.0’’ в.д.	N-13; 1824 м н.у.м.; 47° 37’ 24.4’’ с.ш. 107° 20’ 52.3’’ в.д.	N-19; 1705 м н.у.м.; 47° 36’ 43.3’’ с.ш. 107° 21’ 29.6’’ в.д.
	Горно-луговая среднесуглинистая темногумусная; 14.07.2014	Горно-луговая тяжелосуглинистая темногумусовая; 15.07.2014	Темно-каштановая легкосуглинистая сильнокаменистая; 17.07.2014	Темно-каштановая легкосуглинистая супесчаная; 23.07.2014
0-10	66.6	49.7	25.0	28.2
10-20	39.6	37.7	23.3	23.8
20-30	35.1	33.3	17.1	16.2
30-40	23.8	31.9	13.7	13.7
40-50	21.5	24.8	9.7	13.7

Результаты дешифрирования космических снимков и наземных исследований позволили установить ореолы влияния ерниковых зарослей и богаторазнотравных лугов (приуроченных к пологим шлейфам и западинам) на прилегающие экотопы. Оказалось, что их протяженность, в зависимости от уклона местности, может достигать нескольких десятков и даже сотен метров.

Значительное участие в ландшафтообразующих процессах, влияющих на структуру растительных сообществ, играют законсервированные курумы на пологих шлейфах и их активные формы на крутых склонах и привершинных террасах. В «теле» курума может круглогодично сохраняться многолетняя мерзлота, которая является аккумулятором холода и атмосферной влаги. От ее таяния в поверхностной части также образуются внутрипочвенные и поверхностные водотоки, и тем самым поддерживается приповерхностный уровень водонасыщения почвенных горизонтов.

Таким образом, анализ пространственной структуры морфологических частей и характеристик основных компонентов экосистем в лесостепном среднегорном ландшафте модельной трансекты на полигоне «Налайх» позволил установить, что естественная влажность почвогрунтов может служить главным диагностическим признаком сохраняющихся экологических условий для восстановления древесного яруса лиственничных и лиственнично-мелколиственных растительных сообществ и определить, в конечном итоге, перечень экосистем, сохранивших до настоящего времени такой потенциал.

Выявленные диагностические показатели позволяют вполне обоснованно утверждать о сохранении до настоящего времени лесорастительных условий, соответствующих требованиям лиственницы. Расчет площадей экосистем с такими условиями показывает, что, в целом, лесопокрытость полигона может быть увеличена до 60-70% в отличие от нынешних 5% (рис. 1). Необходимым условием для этого являются полное запрещение бессистемных рубок и выпаса скота, препятствующих возобновлению и уничтожающих подрост лиственницы.

Заключение

К прямым диагностическим признакам сохранения лесовосстановительных условий относится высокий и очень высокий уровень увеличения в вегетационный период (июль-август) естественной влажности поверхностных (0-20 см) и корнеобитаемых (30-50 см) горизонтов почв, достигающий 35-50% в первом случае и 21-35% – во втором.

Косвенными показателями, с нашей точки зрения, могут считаться геоморфологические (обширные полого-наклонные шлейфы, прилегающие к крутым склонам северной экспозиции, нагорные террасовидные уступы и западины, приуроченные к циркообразным формам мезорельефа); почвенные (преобладание перегнойно-темногумусовых среднесуглинистых сильноскелетных почв, классифицируемых в Монголии как мерзлотные грубогумусные и луговые мерзлотные неполноразвитые); геоботанические (широкое развитие кустарниковых сообществ, сформированных лесными видами: *Betula fusca, Rosa acicularis, Spiraea media*, и богаторазнотравных лугов с высокими значениями флористического разнообразия – до 40-50 видов при 70-100% проективного покрытия и 70-180 ц/га надземной фитомассы в березняках и до 30 ц/га в луговых сообществах с участием представителей лесной флоры).

Дополнительным важным обстоятельством для оценки лесопригодности различных экосистем является взаимодействие парагенетических природных комплексов, к которым могут быть отнесены экосистемы циркообразных террасовидных уступов и западин с прилегающими к ним нижележащими склонами, получающими дополнительное увлажнение за счет поверхностного и внутрипочвенного стока избыточной влаги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бажа С.Н., Гунин П.Д., Дробышев Ю.И., Екимова Н.В., Прищепа А.В. 2008. О региональных особенностях процессов обезлесивания на южной границе хвойных лесов Монголии // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. № 2 (59). С. 44-55.

Гунин П.Д., Бажа С.Н., Данжалова Е.В., Дробышев Ю.И., Дугаржав Ч., Концов С.В., Андреев А.В., Зумбэрэлмаа Д., Балданов Б.Ц., Басхаева Т.Г., Убугунова В.И., Хадбаатар С. 2015. О диагностических признаках выявления потенциала восстановления лесных экосистем на южной границе бореального пояса Азии // Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития: Материалы Международной конференции. Улан-Батор (Монголия), 8-11 сентября 2015 г. Т. 2. Улан-Батор: “Terkhchandmani”. С. 194-197.

Дылис Н.В. 1981. Лиственница. М.: Лесная пром-сть. 96 с.

Еникеев Ф.И., Старышко В.Е. 2009. Гляциальный морфогенез и россыпеобразование Восточного Забайкалья. Чита: Изд-во ЧитГУ. 342 с.

Корчагин А.А. 1976. Строение растительных сообществ // Полевая геоботаника. Т. 5. Л.: Наука. 319 с.

Маринов Н.А. 1954. Древнее оледенение Монголии // Известия АН СССР. Серия географическая. № 6. С. 28-40.

Национальный атлас МНР. 1990. Улан-Батор; Москва. 144 с.

Полевой определитель почв России. 2008. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. 182 с.

Почвенный покров основных природных зон Монголии. 1978. М.: Наука. 273 с.

Роде А.А. 1965. Основы учения о почвенной влаге. Л.: Гидрометеоиздат. 280 с.

Солнцев Н.А. 1962. Морфологическая структура географического ландшафта. М.: МГУ. 54 с.

Суворова Г.Г., Янькова Л.С., Копытова Л.Д., Филиппова А.К. 2005. Оптимальные факторы среды и интенсивность фотосинтеза сосны обыкновенной и лиственницы сибирской в Предбайкалье // Сибирский экологический журнал. № 1. С. 85-95.

Трансграничный диагностический анализ угроз экосистеме озера Байкал. 2013. АНО «Центр международных проектов» (Москва) и Институт геоэкологии (Улан-Батор). http://baikal.iwlearn.org/ru/rezultaty/transgranichnyi-diagnosticheskii-analiz-ugroz-ekosisteme-ozera-baikal.

Убугунова В.И., Гунин П.Д., Бажа С.Н., Балданов Б.Ц., Хадбаатар С. 2015. Почвенно-экологические условия произрастания островных лиственничных лесов на южной границе ареала // Почвы степных и лесостепных экосистем Внутренней Азии и проблемы их рационального использования: Материалы междунар. науч.-практ. конф., приуроч. к 90-летию Ишигенова И.А. (26 марта 2015 г., Улан-Удэ). Улан-Удэ: Изд-во БГСХА. С. 33-37.

Чередникова Ю.С., Кузьмин В.А., Зоёо Д., Чулуунбаатар Д., Тэгжаргал Д. 1991. Антропогенное нарушение лесных экосистем Хэнтэя в Монголии // География и природные ресурсы. № 3. С. 154-162.

Дугаржав Ч. 2006. Монгол орны шинэсэй ой. Улаанбаатар: Бэмби-Сан. 317 с.

Dulamsuren C., Hauck M., Bader M., Oyungerel S., Osokhjargal D., Nyambayar S., Leuschner C. 2009. The different strategies of Pinus sylvestris and Larix sibirica to deal with summer drought in a northern Mongolian forest-steppe ecotone suggest a future superiority of pine in a warming climate // Canadian Journal of Forest Research. Vol. 39. P. 2520-2528.

Tumurbaatar E., Myagmarsuren D. 2000. The current situation and main issues in protected areas of Mongolia // Research of Environmental Changes. Ulaanbaatar. P. 61-70.

THE DIAGNOSTIC FEATURES OF THE REGENERATION POTENTIAL OF LARIX SIBIRICA LEDEB. IN ECOSYSTEMS ON THE SOUTHERN BORDER OF THE BOREAL ZONE OF ASIA

© 2016. S.N. Bazha*, B.Ts. Baldanov, T.G. Baskhaeva***, E.V. Danzhalova*, Yu.I. Drobyshev*, Ch. Dugarjav****, S.N. Kontsov*, V.I. Ubugunova**, S. Khadbaatar*****, P.D. Gunin***

**A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS*
Russia, 119071, Moscow, Leninsky prospect, 33. E-mail: monexp@mail.ru
***Institute of General and Experimental Biology SB RAS*
Russia, 670047, Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Sakh'yanova str., 6. E-mail: ubugunova57@mail.ru
**** Buryat State University*
Russia, 670000, Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Smolin str., 24a. E-mail: baskhaeva@gmail.ru
*****Institute of General and Experimental Biology MAS*
Mongolia, 210351, Ulaanbaatar, Peace avenue, 54b. E-mail: chdugaa@yahoo.com
******Mongolian State University of Education*
Mongolia, 2106489, Ulaanbaatar, Baga Toiruu, 14. E-mail: hadbaatar@mail.ru

On the model polygon «Nalaikh», located in mid-mountain forest-steppe landscape of the South-Western spur of the Khentei ridge, along the southern border of the boreal zone, studies have been conducted on the identification of ecosystems with a preserved potential of forest communities recovery. As direct diagnostic features, high and very high levels of moisture in the root zone of soil horizons were identified, and indirect evidence should be considered as relict relief forms of glacial genesis. Additional signs of preserved forest conditions include the presence of soils rich in humus, and plant communities with dominance or significant participation of forest and meadow-forest species.
Keywords: Mongolia, reforestation potential, post-forest plant communities, diagnostic features, natural moisture content of soils.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, № 3 (68), с. 42-49

К 45-ЛЕТИЮ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

УДК 581.5+581.135/575.4

ТЕМПЕРАТУРА ПОЧВОГРУНТОВ В ЭКОСИСТЕМАХ ГОБИ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ

© 2016 г. В.П. Дедков*, Т.И. Казанцева, П.Д. Гунин***, Ю.И. Дробышев*****

**Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта*
Россия, 236041, г. Калининград, ул. А. Невского, д. 14. E-mail: VDedkov@kantiana.ru
***Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН*
Россия, 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2. E-mail: bulgancum@gmail.com
****Институт проблем эволюции и экологии им. А.Н. Северцова РАН*
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33. E-mail: monexp@mail.r

Поступила 19.10.2015

Приводятся данные о температуре подстилающей поверхности в экосистемах Гоби (Монголия). Показана возрастающая роль биотического фактора в изменении температуры подстилающей поверхности в пустынях Центральной Азии.
Ключевые слова: Монголия, пустыня, подстилающая поверхность, температура, микроклимат, тепловой баланс.

Среди всего спектра прямодействующих экологических факторов температуре принадлежит выдающаяся роль, поскольку она влияет не только на физические процессы в биосфере Земли (испарение влаги, турбулентный теплообмен), но и на все физиологические и биохимические процессы в живых системах (фотосинтез, дыхание, водный обмен).

Уникальным природным образованием на Земле, где ограничивающая роль температуры в развитии организмов наиболее заметна, являются пустыни. Обладая высоким уровнем ландшафтного разнообразия (Петров, 1973), они служат своеобразным отражателем солнечной радиации, поддерживая тепловой баланс и климат Земли в оптимальном состоянии. Отличительная черта пустынной зоны в сравнении с другими природными зонами – наличие большого количества факторов, ограничивающих развитие организмов: высокий уровень солнечной радиации, экстремальные температуры воздуха и почвогрунтов, низкие величины атмосферной и почвенной влаги. Тем не менее, растения и животные в процессе эволюции хорошо приспособились к условиям пустынь. Поэтому изучение механизмов адаптации растений и животных к пустынным условиям имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение. Ежегодно мировое сельское хозяйство теряет много первичной продукции из-за неспособности культурных растений противостоять высоким температурам и засухе, в то время как пустынные растения хорошо приспособлены к этим условиям. Кроме того, изучение температуры почвогрунтов позволяет выявить механизм формирования почвенной влаги в летние месяцы, когда атмосферные осадки в ряде районов пустынной зоны внетропического пояса Земли не выпадают вовсе или выпадают в небольшом количестве. Следует отметить, что в этих условиях длительно вегетирующие деревья, кустарники, полукустарнички и многолетние травянистые растения продолжают развиваться.

Описывая особенности подстилающей поверхности в Гоби в 1940-е гг., А.А. Юнатов (1950, 1974) подчеркивал, что в этой пустыне наряду с бедностью видового состава растений, наблюдается его сильная разреженность; биотические связи ослаблены и на первый план выдвигается борьба с неблагоприятными физическими факторами среды. Щебнисто-каменистая поверхность почвы (гамада) благодаря активной деятельности физических факторов – воды и ветра, накапливает небольшое количество мелкозема в верхнем слое почвы, а поэтому щебнисто-каменистый панцирь выражен отчетливо.

Спустя 60 лет ситуация сильно изменилась. По нашим наблюдениям в Гоби, в период с 1978 по 2015 гг. сократились лишенные растительности площади не только на гамаде и в сайрах, но и на склонах горных цепей. В начале наших наблюдений на мезоплакорах щебнисто-каменистый панцирь

имел тёмный оттенок, а в настоящее время выглядит желтовато-палевым в связи с увеличением количества песчаного и пылеватого материала. В последние десятилетия различные виды кустарников (*Haloxylon ammodendron, Calligonum mongolicum*) встречаются не только в сайрах, но и на межсайровых мезоплакорах (Слемнев и др., 1994), чего ранее не наблюдалось. В районе Черных скал на территории сомона Булган (Южно-Гобийский аймак) в 2013 г. мы наблюдали распространение саксаула в отличном состоянии от подножья скал вверх, по занесенным эоловым песком ложбинам, а также различных многолетних травянистых растений. В саксаульниках на юго-востоке Гоби при проективном покрытии 15% мы отмечали отличное возобновление саксаула. На 100 м^2 количество подроста достигало 14-16 экз.

В настоящее время на всей территории Гоби каменисто-щебнистый панцирь выглядит не столь отчетливо, как это описывал А.А. Юнатов (1950). В подзоне пустынных степей Увэрхангайского аймака за прошедшие 60 лет (1952-2013 гг.) в составе пустынно-степных сообществ количество видов увеличилось в 1.5 раза, появилось 11 ранее не отмеченных видов (Даважамц, 1954). Общее проективное покрытие возросло в 2.6 раза. Надземная масса растений также увеличилась, и составляла в сообществах от 26 до 63 г/м^2 (Казанцева и др., 2015).

По визуальным наблюдениям, за последние годы в Монгольском и Гобийском Алтае наряду с увеличением количества колоний грызунов увеличилась и верхняя граница их распространения по склонам гор. Возможно, это связано как с улучшением почвенных условий для раскопок нор, так и с зарастанием горных склонов. В результате накопления большого количества пылеватого, песчаного и песчано-щебнистого материала уменьшилась глубина вреза сайров относительно мезоплакоров. В сайрах увеличилось количество кустарников, полукустарничков и многолетних трав с хорошим жизненным состоянием и значительной надземной массой (*Haloxylon ammodendron, Ajania fruticulosa, Salsola arbuscula*, *Arnebia fimbriata, Zygophyllum potaninii* и др.). Увеличение песчано-пылеватого материала в пустыне хорошо заметно по косам, формирующимся в ветровой тени *Haloxylon ammodendron, Nitraria sphaerocarpa, Calligonum mongolicum,* и *Reaumuria songarica*. Формирование песчаных кос и пористого коркового горизонта под растениями приводит к появлению биотопов, отличающихся по экологическим особенностям от условий мезоплакоров и сайров. Например, скорость фильтрации влаги на прикустовом бугре *Haloxylon ammodendron* высотой более 4 м и с диаметром кроны 6 м составляет 12 минут, а на межсайровом мезоплакоре – в 6 раз быстрее (2 мин.). В сайре, с поверхности покрытом мелким песком, при наличии супесчаного и суглинистого материала, скорость фильтрации влаги 30 минут, а на мезоплакоре, при наличии только песка – менее 2 минут. Мы неоднократно наблюдали, что отмершие дерновины лука многокорневого (*Allium polyrrhizum*) быстро заносятся песчаным материалом, и обнаружить их можно только при удалении скоплений песка.

Как мы уже отмечали, температура подстилающей поверхности относится к числу прямодействующих экологических факторов. Поэтому для понимания биологических процессов и изучения механизмов адаптации растений и животных к условиям пустынной зоны Центральной Азии необходимо изучение температуры непосредственно в среде обитания организмов, а не только использование данных метеостанций.

С учетом этого, нами были проведены экспедиционные работы в июле-августе 2012-2015 гг. в составе эколого-геоботанического отряда Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции (СРМКБЭ). Основной целью было определение значений величин температуры и их варьирование в экосистемах Гоби различных подстилающих поверхностей, а также оценить влияние растений и животных на температуру подстилающей поверхности.

Материал и методы исследования

Наблюдениями была охвачена площадь около 395 тыс. км^2 (координаты спутниковой навигации GPS: 43°11’-47°09’ с.ш.; 99°31’-110°20’ в.д.; высота над уровнем моря от 745 до 2214 м).

Сканирование температуры поверхности растений (листья, стебли), колоний почвенных грызунов, прикопок поверхностно обитающих животных, скальных склонов гор, а также межсайровых мезоплакоров (гамад) и русел временных водотоков (сайров), родников, оазисов и верхних горизонтов почвы на глубине 0.2-0.3 м выполнялось путем точечных, площадных и пространственных измерений температуры с использованием пирометров «Фотон» С-300 («ТЕХНОАС», Россия) с встроенным запоминающим устройством и лазерным целеуказателем. Пирометры предназначены для бесконтактного измерения температуры объектов по их собственному

тепловому (инфракрасному) излучению в период с 07 до 22 ч. местного времени. Пространственные вариации температуры подстилающей поверхности изучались на профилях, заложенных в «крест» преобладающим формам рельефа, длиной 25-40 метров. Суммарная длина профилей в различных ландшафтных условиях составила около 1600 м. Отсчеты максимальных значений температуры по пирометрам на профилях проводились через 1 м с 10 до 16 ч. по местному времени. Высота приемной части пирометра относительно подстилающей поверхности от 0.6 до 1.2 м, угол обзора от 2 до 4 градусов.

Для контроля температуры поверхности скальных пород, выбросов из нор грызунов (*Rhombomys opimus, Dipus sagitta, Ellobius talpinus*) и норок ящериц (*Phrynocephalus versicolor*), расположенных под растениями, поверхности растений и почвы на глубине 0.2-0.3 м и остального освещенного солнечными лучами пространства, а также под кронами растений, поверхность сканировали мини-инфракрасными термометрами «EXTECH», USA, с высоты 0.3 м при угле обзора 1°. Точность измерений пирометров и термометров 0.1°С. Общее количество измерений температуры различных подстилающих поверхностей и почвенных горизонтов достигало 2000.

В растительном покрове в районе наших исследований преобладали эфедрово-житняково-ковыльковые и эфедрово-полынные (*Ephedra sinica+Agropyron cristatum+Stipa krylovii+Artemisia frigida*), луково-ковыльковые, ковыльково-луковые, баглуровые, баглурово-луковые сообщества с доминантами и содоминантами: *Allium polyrrhizum, Anabasis brevifolia, Stipa gobica, Stipa glareosa*. В Заалтайской Гоби в остепненной, настоящей и крайнеаридной пустынях в растительном покрове преобладали ковыльково-луково-баглуровые (*Anabasis brevifolia+Allium polyrrhizum+A. mongolicum+Stipa glareosa*), нитрариево-парнолистниково-карагановые (*Caragana leucophloea+Zygophyllum pterocarpum+Nitraria sphaerocarpa*), реамюриево-брахантемовые (*Reaumuria songarica+Brachantemum gobicum*), реамюриево-симпегмовые (*Sympegma regelii+Reaumuria songarica*), нитрариево-реамюриевые (*Nitraria sphaerocarpa+Reaumuria songarica*), джузгуново-саксауловые (*Haloxylon ammodendron+Calligonum mongolicum*), селитрянково-саксауловопоташниковые (*Kalidium gracile+Haloxylon ammodendron+Nitraria sphaerocarpa*), парнолистниково-саксауловые (*Haloxylon ammodendron+Zygophyllum pterocarpum*) сообщества и их различные вариации, а также туранговые (*Populus diversifolia*), сообщества в оазисах и разреженные группировки разновозрастных особей вязов (*Ulmus pumila*) по руслам временных водотоков (сайрам).

Результаты и их обсуждение

Исследования позволили сделать вывод, что температура подстилающей поверхности в различных ландшафтах Гоби в дневное время варьирует в широких пределах. Самая низкая температура на поверхности почвы (+3°С) была зафиксирована 17 августа 2015 г. в утренние часы на территории сомона Сумбэр в пустынной степи в осоково-ковыльково-луковом сообществе, после дождя в ночное время и обильной росы утром. В песчаном массиве на территории сомона Улан-Бадрах на юго-востоке Гоби 22 августа 2015 г. в 16 ч. отмечена самая высокая температура +69.1°С на поверхности темно-серого опада надземных органов кустарников и полукустарничков *Calligonum mongolicum, Caragana korshinskii, Hedyisarum mongolicum* и *Artemisia xanthochroa*. Температура на поверхности опада многолетних растений была почти на 15°С выше, чем на поверхности песка. В августе 2013 г. в 16 ч. на территории сомона Булган в саксауловом сообществе на дюнных песках в районе Черных скал отмечена очень высокая (+68.4°С) температура на поверхности отмершего ствола *Haloxylon ammodendron* черного цвета. Различие температур на поверхности этого ствола и почвы, покрытой песком желтовато-палевого цвета, достигала 22°С. В Гоби в августе максимальные значения температуры могут достигать +68+69°С на поверхности отмерших побегов древесно-кустарниковых видов и опада многолетних трав прошлых лет. В то же самое время температура щебнисто-каменистой и песчаной поверхности почвы без опада растений, которая находилась под влиянием прямых солнечных лучей, фиксировалась на уровне +55+56°С. Высокие температуры опада растений связаны как с уменьшением его отражательной способности, так и с увеличением количества поглощенной им коротковолновой солнечной радиации.

Полученные данные позволяют предположить, что за последние десятилетия роль биотического фактора в процессе формирования температурного режима и микроклимата в экосистемах Гоби заметно выросла. Этот тезис иллюстрируют данные, представленные на рисунке.

На рисунке показано пространственное распределение температуры на гамадах без растений и с их наличием. Среди произрастающих на гамаде видов преобладали карагана (*Caragana stenophylla*),

лук монгольский (*Allium mongolicum*) и аристида (*Aristida heymannii*). Поверхность гамады без растений плоская, с растениями волнистая. Отчетливо видно (рис.), что на гамаде с растениями разброс температуры между максимальными и минимальными значениями выше, чем на гамаде без растений. Пики температур на гамаде с растениями соответствуют участкам, находящимся под влиянием прямых солнечных лучей, минимальные – температуре на поверхности растений. Максимальные значения температуры на гамаде с растениями достигали +40.0°С, минимальные +27°С, амплитуда температур составляла 12.5°С. Однако без растений эти величины ниже: +36.4, +32.0 и 3.8°С, соответственно (Дедков, Гунин, 2013).

Рис. Температура подстилающей поверхности в Гоби (07.08.2012 г., время измерений 14:25-14:36). *Условные обозначения:* 1 – гамада без растений, 2 – гамада с растениями. **Fig.** The temperature of the underlying surface in Gobi (07.08.2012, time measurements 14:25-14:36 PM). *Legend*: 1 – Hamada without plants, 2 – Hamada with c plants.

Увеличение количества растений и площади, занятой ими, приводит к росту первичной продукции и увеличению опада в конце вегетации не только под растениями, но и в межкроновых пространствах на межсайровых мезоплакорах (гамадах) и в руслах временных водотоков (сайрах). Это приводит к появлению в Гоби биотопов с температурой, отличной от температуры на гамадах или в сайрах. Так, температура на поверхности гамады без опада растений, с 11 до 15 ч. местного времени находилась в диапазоне от +38.0°С до +56.3°С; средняя из 24 измерений +48.2 ±4.8°С. Температура на гамаде с опадом растений прошлых лет на 8-12°С выше (+46.7+67.9°С); средняя из 25 измерений составляет +56.0±6.7°С.

Таблица 1. Температура поверхности опада растений (а) и щебнисто-каменистой поверхности (б) (август 2015 г.). **Table 1.** Temperature of the surface of plant litter (a) and gravelly and stony surface (b) (August 2015).

№ п\п	Время измерений	Вид	Температура, °С		Δt, °С
			А	Б	
1	08-20	*Allium polyrrhizum*	20.9	7.7	13.2
2	10-50	*Caragana leucophloea*	52.3	32.0	20.5
3	11-20	*Reaumuria songarica*	61.5	32.2	29.3
4	11-30	*Anabasis brevifolia*	46.6	38.8	7.8
5	14-00	*Artemisia sp.*	61.5	54.6	6.9
6	16-20	*Krascheninnikovia ceratoides*	58.9	49.1	9.8
7	16-28	*Caragana leucophloea*	57.2	41.6	15.6

Разница температур между поверхностью опада и поверхностью гамады зависит от времени суток, погодных условий, вида растений, цветовой гаммы, мощности и степени разложения опада, наличия или отсутствия с поверхности песчаного или пылеватого материала и многих других факторов. Из данных, представленных в таблице 1, следует, что разница температур в дневные часы

между гамадой с опадом растений и лишенными его участками может варьировать от 6-7°С до 20-30°С в зависимости от указанных выше условий. В результате это способствует усилению контрастности температуры подстилающей поверхности.

В процессе работы мы неоднократно отмечали, что в горных массивах Гоби, также как и в межгорных котловинах, идет накопление рыхлого песчаного материала, который аккумулируется на склонах по трещинам, выемкам в скальных породах. Это способствует поселению растений, которые в процессе жизнедеятельности не только разрушают скальные породы, но и способствуют формированию биотопов с иным температурным режимом (табл. 2). Из таблицы 2 следует, что на склонах гор, также, как и в межгорных котловинах, в дневные часы наиболее высокой оказывается температура на поверхности опада растений (+40+41°С). На поверхности побегов вегетирующих растений она значительно ниже (+22+27°С), разница температур составляет 14-18°С. Температура щебнистой поверхности почвы ниже примерно на 5°С, а на скалах – на 10-13°С, чем поверхности опада растений. В ночные часы эти различия достигают нескольких градусов. Важным фактором, влияющим на температуру подстилающей поверхности в Гоби, является ветер, который налетает неожиданно и сильно меняет описанную выше картину.

Таблица 2. Температура опада и подстилающих поверхностей на горных склонах в заказнике «Их Нарт» (сомон Сайхандулам, 28.08.2015). **Table 2.** The temperature of the litter and underlying surfaces on mountain slopes in the reserve "Ikh Nart" (Somon Sayhandulaan, 28.08.2015).

№ п\п	Время измерений	Температура, °С				погода
		опад растений	поверхность скал	поверхность щебня	поверхность растений (стебли, листья)	
1	10-50	39.9	26.9	35.2	27.1	ясно, ветер, порывы
2	11-25	41.2	31.4	36.1	22.6	ясно, штиль
3	11-50	40.9	30.7	35.9	24.4	ясно, ветер, порывы

Заметным элементом в растительном покрове Гоби является лук многокорневой (*Allium polyrrhizum*). Он накапливает большую надземную и подземную массу, что способствует созданию большого объема органического вещества в надземной и подземной сферах. После отмирания он формирует микробиотопы темно-коричневого цвета с температурой, значительно превышающей температуру на поверхности щебня. По измерениям в мелкосопочно-останцовом массиве заказника «Их Нарт» в конце августа 2015 г., с 12 до 13 ч., при ясной и безветренной погоде максимальная температура на поверхности отмершей дерновины лука достигала +50°С, средняя из десяти измерений составляла +42.2±2.6°С; при этом температура щебня была +35.0±2.1°С, а вегетирующих особей лука +27.8±1.0°С. Облачность и порывистый ветер нивелируют различия до 1-2°С.

Данные многолетних наблюдений по температуре различных поверхностей пустынь Гоби позволяют сделать вывод о том, что происходит увеличение площади биотопов, занятых растительностью.

Это является существенным фактором, влияющим на формирование гидротермического режима и микроклимата в экосистемах Гоби. Особенно это заметно по температуре на возникающих повсеместно формах нанорельефа. Современная поверхность гобийской пустыни осложнена большим количеством разнообразных форм нанорельефа в виде бугров или песчаных кос под различными видами кустарников, кустарничков и многолетних травянистых растений. Примечательная особенность нанорельефа – наличие песчаного материала, перемешенного с остатками разложившихся частей растений на склонах или в центре бугра, окруженного надземными частями растений; с этим связано образование ветровой тени, где турбулентный поток ослаблен, в отличие от поверхностей без прикустовых бугров. Так, по измерениям в августе 2015 г. в 13 ч. при ясной солнечной и безветренной погоде температура песка на склоне прикустового бугра чия блестящего (*Achnatherum splendens*) достигала +62.9°С, в то время как на песчано-щебнистой поверхности в сайре, она была почти на 20°С меньше. Разница температур между зелеными частями чия и песчаной поверхностью почвы в сайре составляла 34°С. Более показательным является пример

с измерением температуры на поверхности прикустовых бугров ковыля и караганы. Среди разреженных особей *Stipa sp.* песок на вершине прикустового бугра, прикрытого с поверхности разложившейся органикой, нагревался до +68.1°С; а в кроне *Caragana leucophloea* – до +64.0°С. При сравнении с контролем там же в солнечную погоду, при отсутствии ветра, разница температур может достигать 20-25°С и более. В пасмурную и ветреную погоду различия нивелируются.

Уникальным природным образованием в Гоби являются биотопы, формирующиеся под влиянием крупных деревьев вяза приземистого (мелколистного, ильмовника; *Ulmus pumila* L.), растущих по берегам русел временных водотоков. На территории сомона Мандах 25-26.08.2015 г. в котловине, осложненной мелкосопочными останцами и руслами временных водотоков, был найден вяз высотой около 10 м, площадью кроны 144 м^2 и диаметром ствола у корневой шейки коло 2 м. Наблюдения, проведенные с 15 до 16 ч. при солнечной, но ветреной погоде, дали следующий результат. Температура песчано-мелкощебнистой поверхности в русле и на берегу сайра под влиянием прямых солнечных лучей составляла +43+50°С, на границе раздела сайр – крона вяза +34.9°С, у ствола дерева в полной тени +17°С, что было на 26-33°С ниже, чем на контроле. Температура почвогрунтов на глубине 0.2 м в сайре составила +17.3°С, под кроной вяза +13.5°С. Температура поверхности ствола в тени кроны варьировала от +18 до +21°С, ветвей и листьев в кроне на высоте 3-4 м – +16+17°С. Следовательно, появление деревьев с хорошо развитой кроной приводит к возникновению биотопов, значительно отличающихся по температуре от биотопов, находящихся в межкроновых пространствах.

Не менее важным фактором, влияющим на формирование температуры в приземном слое воздуха в Гоби, являются горные системы, обладающие большой площадью поглощения и отражения коротковолновой солнечной радиации. Так же, как межсайровые водоразделы и сайры, склоны гор увеличивают площади, занятые травянистыми и кустарниковыми сообществами. Это, безусловно, влияет как на структуру радиационного и теплового баланса горных экосистем, так и на температуру подстилающей поверхности. Из данных таблицы 3 следует, что в горах наиболее высокая температура на поверхности щебня отмечена днем, а низкая – в вечерние часы. Суточная амплитуда температур поверхности щебня составляет около 30°С. Температура поверхности многолетних трав и кустарников менее контрастна (16.2°С). В вечерние и ночные часы более теплой является поверхность растений, а температура поверхности скал и щебня различается не столь значительно. Температура поверхности скал ниже температуры поверхности щебня; суточная амплитуда температуры на поверхности скал почти на 10°С меньше, чем на поверхности щебня. Расселение растений на горные склоны приводит, с одной стороны, к усилению контрастов температуры на поверхности, с другой, к увеличению поглощения солнечной радиации, в процессе жизнедеятельности растений.

Таблица 3. Температура подстилающих поверхностей в заказнике «Их Нарт» (2015 г.).
Table 3. Temperature (°C) underlying surfaces in the sanctuary "Ikh Nart" (2015).

Дата	Время	Температура подстилающей поверхности, °С		
		скалы	Щебень	растения
27.08.	20-50	17.3±1.1	12.5±0.7	14.1±0.2
28.08.	10-45	29.9±1.9	35.7±1.6	27.2±1.2
28.08.	13-40	35.4±5.1	42.2±2.4	30.3±0.6
28.08.	21-45	21.1±1.9	18.8±1.2	20.4±1.1
28.08.	21-50	16.1±1.4	15.8±1.5	17.2±0.6
28.08.	22-10	14.8±2.6	14.1±1.3	17.1±0.1

Важным фактором, влияющим на температуру подстилающей поверхности, является деятельность животных. Следы их работы заметны по небольшим прикопкам под различными видами растений и в виде выбросов грунта. Как показали наши наблюдения, температура поверхности скал более стабильна, чем щебнисто-каменистая поверхность гамад: медленнее нагревается и медленнее остывает, и имеет более низкую температуру (табл. 3), что, вероятно,

благотворно сказывается на микроклимате колоний почвенных грызунов, которые нередко локализуются в горах вблизи крупных обломков скал.

Многочисленные животные, обитающие на поверхности и в почве, влияют через выбросы почвогрунтов на альбедо подстилающей поверхности. Темная поверхность гамад становится более светлой за счет выбросов грунта желтовато-палевого цвета. Измерения температуры на выбросах грунта животных в заказнике «Их Нарт» на юго-востоке Гоби свидетельствуют о том, что температура здесь выше, чем на участках вне выбросов (табл. 4). Максимальная температура на выбросах грунта в дневные часы составляла +50°С, что на 6°С выше, чем на поверхности щебня. Температура воздуха в глубине нор и прикопках животных варьировала в диапазоне от +17 до +28°С, на поверхности щебня – от +15 до +46°С, а на поверхности выбросов грунта из нор и прикопок – от +20°С до +50°С.

Таблица 4. Влияние животных, обитающих на поверхности и в норах, на температуру подстилающей поверхности в Гоби (27-28.08.2015 г.). **Table 4.** The impact of animals living on the surface and in burrows, on the temperature of the underlying surface in the Gobi (27-28.08.2015).

№ п\п	Время	Температура, °С		
		внутри норы	поверхность грунта из норы	поверхность щебня
1	07-50	21.5	20.1	15.5
2	08-45	27.9	23.9	19.7
3	09-45	18.5	31.8	26.4
4	11-30	17.5	30.6	24.3
5	11-35	24.7	48.5	41.7
6	11-46	24.7	36.7	36.6
7	13-15	26.1	45.1	46.0
9	16-00	25.8	49.6	43.4
10	18-00	-	38.1	36.8
11	22-00	27.4	22.1	21.8
Средняя		23.7±3.8	34.6±10.8	31.2±10.9

Следовательно, роющая деятельность животных, с одной стороны, способствует усилению контрастности температур, а с другой, влияет на формирование биотопов с более высокой температурой, чем в биотопах, типичных для Гоби.

Заключение

Температура подстилающей поверхности в пустынной зоне Монголии в летне-осенние месяцы неоднородна и варьирует в широких пределах. В дневные часы она минимальна на поверхности вегетирующих растений и на почве под растениями, максимальна на поверхности опада многолетних травянистых растений и древесно-кустарниковых видов. Ночью температурные различия меньше. Профили температуры подстилающей поверхности, независимо от места проведения измерений, выглядели сходным образом; различия касались лишь абсолютных значений величин. Неоднородность температуры различных подстилающих поверхностей является специфической чертой пустынной зоны Центральной Азии и это, вероятно, важный фактор, влияющий на накопление влаги конденсационного происхождения в почвенно-грунтовой толще, в периоды отсутствия атмосферных осадков.

За последние 50-60 лет в пустынях Центральной Азии появились и расширились площади растительных сообществ на мезоплакорах и в сайрах, возросло количество колоний грызунов, увеличилась масса опада растений. Обусловленная этими процессами фрагментация экотопов гамад в Гобийской зоне Монголии увеличивает экстремальность температур. Результаты многолетних исследований, проведенных в пустынях Центральной Азии (Каракумы, Гоби), показали, что при зарастании пустынь растениями в 2 раза уменьшается альбедо поверхности, усиливается теплообмен в почве. На фоне снижения турбулентного теплообмена в приземном слое воздуха днем и уменьшения потери тепла за счет радиационного выхолаживания поверхности почвы ночью возрастает доля энергии радиационного баланса, затрачиваемого на эвапотранспирацию (Дедков,

Гунин, 1982). Отражательная способность Земли уменьшается, а поглощение солнечного тепла увеличивается. Вероятно, поэтому в годовом цикле тепловой баланс Земли смещается к плюсовым значениям. Мы предполагаем, что именно усиливающая свое влияние биота (растения, животные) в пустынях Центральной Азии оказывает существенное воздействие на изменение климата Земли, через изменение структуры радиационно-теплового баланса и уменьшения отражения солнечной радиации из-за того, что поверхность некогда «чистого» пустынного отражателя Земли становится более «мутной».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Даважамц Ц. 1954. Пастбища и сенокосы северной части Убурхангайского аймака МНР: Автореф. дис …. канд. биол. наук. Л. 18 с.

Дедков В.П., Гунин П.Д. 1982.Теплообмен экосистем Репетекского биосферного заповедника и использование его показателей в мониторинге опустынивания // Экологический мониторинг в биосферных заповедниках социалистических стран. Пущино: Пущинский центр биологических исследований. С. 180-205.

Дедков В.П., Гунин П.Д. 2013. О роли растительности пустынь Центральной Азии в изменении климата // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия Естественные науки. № 7. С. 110-118.

Дедков В.П., Гунин П.Д. 2014. О микроклимате природных оазисов крайнеаридной пустыни Заалтайской Гоби // Аридные экосистемы. Т. 20. № 4 (61). С. 37-49.

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

Казанцева Т.И., Бажа С.Н., Гунин П.Д., Данжалова Е.В., Дедков В.П., Дробышев Ю.И., Дугаржав Ч., Хадбаатар С. 2015. Многолетняя динамика растительных сообществ сухих и пустынных степей Центральной Монголии (на примере Увэрхангайского аймака) // Ботанический журнал. Т. 100. № 3. С. 249-270.

Петров М.П. 1973. Пустыни земного шара. Л.: Наука. 435 с.

Слемнев Н.Н., Гунин П.Д., Казанцева Т.И. 1994. К вопросу о естественном семенном возобновлении растений-доминантов в экосистемах пустынь Монголии // Растительные ресурсы. Т. 30. Вып. 4. С. 1-5.

Юнатов А.А. 1950 Основные черты растительного покрова Монгольской Народной Республики // Труды Монгольской Комиссии АН СССР. Вып. 39. М.: Изд-во АН СССР. 223 с.

Юнатов А.А. 1974 Пустынные степи северной Гоби в Монгольской Народной Республике. Л.: Наука. 132 с.

THE TEMPERATURE OF SOILS IN THE GOBI ECOSYSTEM AND FACTORS INFLUENCING ITS CHANGE

© 2016. V.P. Dedkov*, V.I. Kazantseva, P.D. Gunin***, Yu.I. Drobyshev*****

**Immanuel Kant Baltic Federal University*
Russia, 236041, Kaliningrad, A. Nevsky str., 14. E-mail: VDedkov@kantiana.ru
***V.L. Komarov Botanical Institute RAS*
Russia, 197022, St.-Petersburg, Professor Popov str., 2. E-mail: bulgancum@gmail.com
****A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS*
Russia, 119071, Moscow, Leninsky prospect, 33, E-mail: monexp@mail.ru

The temperature of the underlying surface in the desert area of Mongolia in summer and autumn months is inhomogeneous and varies within wide limits. In the daytime it is minimal on the surface of growing plants and under them; the maximum on the surface of the litter dead wood of trees and shrubs. Night temperature differences less. The temperature profiles of the underlying surface, regardless of the place of measurement, looked similarly; differences concerned only absolute values. The inhomogeneity of the temperature of various underlying surfaces is a specific feature of the desert zone of Central Asia, and is probably an important factor influencing the accumulation of moisture condensation in a soil layer during periods of no precipitation. Reinforcing their influence, plants and animals in the deserts of Central Asia have a significant impact on changing the Earth's climate, through changes in the structure of radiation-heat balance and reduce the reflection of solar radiation due to the fact that the surface of the once "pure" reflector of the desert land becomes more "cloudy".

Keywords: Mongolia, desert, underlying surface, temperature, microclimate, heat balance.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №3 (68), с. 50-55

К 45-ЛЕТИЮ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

УДК 631.412

ГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ РАВНИН В РАЗНЫХ ВЫСОТНЫХ ПОЯСАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ[1]

© 2016 г. С.Н. Бажа, С.В. Концов*, Д. Туул****

**Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН*
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33. E-mail: sbazha@inbox.ru
***Институт растениеводства и земледелия*
Монголия, 45045, г. Дархан-15, п/я 903. E-mail: tuuld88@yahoo.com

Поступила 13.09.2015

Изучался годовой ход температурного режима темно-каштановых почв на примере трех полигонов, расположенных на разных высотах в пределах Центральной Монголии. Показано, что высотная поясность, проявляющаяся достаточно ярко в приземном слое воздуха, в почвенных горизонтах хорошо освещенных участков прослеживается слабо. На примере исследований годового температурного режима почв на разных глубинах и на разных абсолютных высотах инструментально подтверждено, что увеличение интенсивности солнечной радиации и нагреваемости почв освещенных участков напрямую связано с ростом абсолютной высоты.

Ключевые слова: каштановые почвы, температурный режим, семиаридный климат, Центральная Монголия.

О годовом температурном режиме темно-каштановых почв Монголии и сопредельных территорий публикации практически отсутствуют, за небольшим исключением (Цыбжитов и др., 1999; Avirmed et al., 2014). В обобщающих работах, как в ранних, но не потерявших свое значение (Димо, 1972), так и в совсем свежих публикациях (Худяков, 2009), авторы ограничиваются, в основном, летними наблюдениями. Между тем, именно годовой температурный режим раскрывает многие особенности в жизни почв.

Как известно, в Центральной Монголии широкое распространение имеют темно-каштановые почвы (Почвенная карта …, 1980; Экосистемы ..., 2005). Они приурочены к районам с семиаридным климатом, где занимают как равнинные автоморфные местоположения (вполне пахотнопригодные), так и горные склоны южных экспозиций. При этом высотный диапазон их распространения очень широк. Например, в Западном Хэнтэе они развиты под луговыми степями от предгорий с абсолютными высотами 730-740 м в районе Дархана до 1520-1540 м в долине реки Гачурт, что в 30 км к юго-западу от г. Улан-Батор.

В связи с этим возникает закономерный вопрос: как при разнице в абсолютной высоте порядка 800 м сохраняются температурные условия для формирования одних и тех же темно-каштановых почв? Ответ на этот вопрос имеет большое научно-прикладное значение. Ведь речь идет о высотном продвижении богарного земледелия, что для Монголии с ее ограниченными пахотными ресурсами весьма актуально.

Материалы и методы

Силами специалистов Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ в течение 2009-2013 гг. были организованы наблюдения за гидротермическим режимом темно-каштановых почв на трех полигонах: Дархан, Бор-Нур и Гачурт (табл. 1.)

Из таблицы видно, что все три полигона расположены на дне котловин или глубоких долин, где

[1] Работа выполнялась в рамках Программы Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ и при поддержке гранта РГО/РФФИ «Деградация ландшафтов в Байкальском регионе».

зимой происходит застой холодного воздуха и наблюдаются длительные температурные инверсии. Так что в этом отношении выбранные полигоны похожи.

Темно-каштановые почвы всех трех полигонов сходны и по механическому составу, и по строению профиля – это пылеватые супеси или супеси с небольшой примесью крупнообломочного материала. При этом верхние 30-40 см – это гумусовый горизонт существенно мелкоземистый, подстилаемый карбонатным горизонтом, существенно крупнообломочным. В довершение сходства, следует отметить, что на всех трех полигонах почвообразующие породы бескарбонатные.

Таблица 1. Перечень полигонов, на которых велись исследования годового температурного режима почв Центральной Монголии. **Table 1.** List of polygons, where research was conducted on the annual temperature regime of soils in Central Mongolia.

№	Полигон	Географические координаты и абсолютная высота	Положение в рельефе	Почва	Растительность
1	Дархан	49º 28’ 10.3’’ с.ш.; 105º 59’ 58.0’’ в.д.; 732 м	Подгорный делювиально- пролювиальный шлейф	Тёмно-каштановая пылевато-супесчаная	Луговая степь холоднополынно-змеевково-ковыльная
2	Бор-Нур	48º 25’ 0.1’’ с.ш.; 106º 12’ 01.7’’ в.д.; 1062 м	Первая надпойменная левобережная терраса р. Шивэр	Тёмно-каштановая пылевато-супесчаная	Луговая степь разнотравно-ковыльно-осочковая
3	Гачурт	48º 00’ 35.2’’ с.ш.; 107º 12’ 32.3’’ в.д.; 1507 м	Слабонаклонная поверхность конуса выноса	Тёмно-каштановая супесчаная	Луговая степь ковыльно-осочково-вострецовая

Содержание гумуса на всех трех полигонах имеет максимальные значения на глубине 15-20 см и составляет 3.4-3.9% при реакции pH 7.15-7.60. В верхней части карбонатных горизонтов на этих полигонах на глубинах 40-60 см содержание поглощенных оснований составляет 22.7-33.0 мг-экв/100 г, pH равен 7.8-8.4.

На всех трех полигонах климат семиаридный. Годовое количество осадков везде примерно одинаковое и составляет, в среднем, 300-350 мм, не менее 80% из которых выпадает в теплое время года.

Снежный покров устанавливается в середине октября в горах, и в конце октября – начале ноября – в низкогорье и на равнинной части (полигоны Дархан и Бор-Нур). Поначалу, пока снежный покров маломощный, сильные морозы способствуют глубокому промерзанию почвы. Минимальная мощность снежного покрова наблюдается в середине-конце марта и на нижних полигонах сильно колеблется по годам: от 10 до 30 см (полигоны Дархан и Бор-Нур). В верхнем поясе, на полигоне Гачурт, снежный покров более стабилен и достигает в конце зимы 15-25 см. Снежный покров сходит, как правило, до конца марта.

На каждом из полигонов на субгоризонтальных автоморфных поверхностях были заложены почвенные шурфы, в вертикальных стенках которых были установлены электронные датчики-самописцы на глубинах 10, 20, 50 и 100 см, которые ежечасно фиксировали температуры почв. Аналогичные датчики были установлены и на высоте 100 см над поверхностью почвы для измерения температуры и относительной влажности приземного слоя воздуха. Перенос информации на компьютер производился три-четыре раза в год.

При всех своих достоинствах электронные датчики-самописцы оказались недостаточно приспособлены к суровым климатическим условиям Монголии, так как из-за разгерметизации корпуса датчика и попадания влаги внутрь они нередко выходили из строя. Весь объем информации, получаемый с датчиков, впоследствии был обработан: вычислялись среднесуточные, средние декадные температуры, даты начала промерзания и оттаивания почв на разных глубинах и другие температурные параметры, характеризующие годовой температурный режим почвы и приземного слоя воздуха. Поскольку на полигоне Дархан датчики были установлены лишь в 2011 г., то в настоящей статье для всех полигонов был взят один годовой цикл: 2011-2012 гг.

Результаты и их обсуждение

Логично начать с анализа годового температурного режима приземного слоя воздуха (ГТР) на трех полигонах, отражающих высотную поясность, а затем уже рассмотреть годовой температурный режим почв.

Данные по ГТР приземного воздуха показаны в таблицах 2 и 3. Из них видно, что суммы температур сильно снижаются с высотой. Снижаются с высотой и суммы эффективных температур (выше 10ºС). Правда, это снижение носит неравномерный характер, как и сама продолжительность периода эффективных температур. В то же время, суммы отрицательных зимних температур снижаются с высотой значительно и достаточно равномерно. По мере роста абсолютной высоты происходит снижение и такого важнейшего результирующего показателя, как среднегодовая температура воздуха.

Таблица 2. Показатели годового температурного режима приземного слоя воздуха на высоте 100 см над поверхностью почвы на полигонах Центральной Монголии в годовом цикле 2011-2012 гг. (теплый и холодный периоды). **Table 2.** The annual temperature regime of the surface layer of air at a height of 100 cm above the soil surface at the polygons in Central Mongolia in the annual cycle 2011-2012 (warm and cold periods).

Полигоны	Теплый период			Холодный период			Среднегодовая температура
	Граничные даты/ число дней	Сумма температур	Макс. температура/дата	Граничные даты/ число дней	Сумма температур	Мин. температура/дата	
Дархан	24.03.11-31.10.11/ 222	2647.6	25.4/ 04.08.11	01.11.11-23.03.12/ 144	- 2538.3	-34.6/ 31.01.12	0.3
Бор-Нур	31.03.11-11.10.11/ 195	2583.9	29.8/ 16.08.11	12.10.11-30.03.12/ 171	- 2705.9	-34.1/ 29.01.12	-0.3
Гачурт	05.04.11-20.10.11/ 199	1935.0	23.5/ 17.06.11	21.10.11-04.04.12/ 167	- 2903.8	-33.7/ 29.01.12	-2.6

Таблица 3. Показатели годового температурного режима приземного слоя воздуха на высоте 100 см над поверхностью почвы на полигонах Центральной Монголии в годовом цикле 2011-2012 гг. (периоды с температурами выше 5 и 10ºС). **Table 3.** The annual temperature regime of the surface layer of air at a height of 100 cm above the soil surface at the polygons in Central Mongolia in the annual cycle 2011-2012 (periods with temperatures above 5 and 10ºС).

Полигоны	Период с температурами выше 5ºС			Период с температурами выше 10ºС		
	Граничные даты/ число дней	Сумма температур, ºС	Средняя температура, ºС	Граничные даты/ число дней	Сумма температур, ºС	Средняя температура, ºС
Дархан	05.04.11-11.10.11/184	2490.2	13.5	05.04.11-15.09.11/122	2091.4	17.1
Бор-Нур	29.04.11-07.10.11/169	2462.9	14.6	05.04.11-24.09.11/147	2365.6	16.1
Гачурт	05.04.11-12.09.11/135	1710.7	12.7	11.05.11-15.09.11/87	1393.3	16.0

Если на полигоне Дархан, с абсолютной высотой 732 м, она была слабоположительной и составляла 0.3ºС, а на полигоне Бор-Нур среднегодовая температура была слабоотрицательной (-0.3ºС), то на полигоне Гачурт (абсолютная высота 1507 м) она была явно отрицательной и составляла -2.6ºС. Таким образом, высотная поясность в годовом температурном режиме приземного слоя воздуха на трех полигонах проявляется достаточно отчетливо.

Совершенно другую картину мы видим при рассмотрении годового температурного режима темно-каштановых почв на тех же полигонах и в те же годовые циклы. Как видно из таблиц 4 и 5, с ростом абсолютной высоты показатели годового температурного режима здесь на разных глубинных тоже снижаются, но гораздо меньше, чем это происходит с температурными показателями воздуха.

В результате получается, что температура воздуха с высотой падает заметно быстрее, чем

температура почвы. Причиной этого является, на наш взгляд, то, что с увеличением абсолютной высоты происходит, по крайней мере, два противоположных процесса. С одной стороны – это падение температуры воздуха с высотой, составляющее, в среднем, 5-6ºС/км высоты[2], а с другой – идет увеличение интенсивности солнечной радиации, в среднем, на 10% на один километр высоты за счет разреженности воздуха, уменьшения запыленности, изменения спектра солнечных лучей и других причин (Калесник, 1970).

Таблица 4. Показатели годового температурного режима темно-каштановых почв на разных глубинах на полигонах Центральной Монголии в годовом цикле 2011-2012 гг. (теплый и холодный периоды). **Table 4.** The annual temperature regime of dark chestnut soils at different depths on the polygons in Central Mongolia in the annual cycle 2011-2012 (warm and cold periods).

Глубина замера, см	Температурные показатели (t)								
	Теплый период				Холодный период				
	Граничные даты/ число дней	Сумма t, ºС	Средняя t, ºС	Макс. сред-несуточная t, ºС / дата	Граничные даты/ число дней	Сумма t, ºС	Средняя t, ºС	Мин. сред-несуточная t, ºС / дата	Средне-годовая t, ºС
Полигон Дархан									
10	01.04.11-02.11.11/215	2648.6	11.3	22.2/22.08.11	02.11.11-31.03.12/151	-2055.6	-13.6	-25.0/30.01.12	**1.6**
20	07.04.11-07.11.11/215	2461.8	11.4	21.3/23.08.11	08.11.11-06.04.12/151	-1770.5	-11.7	-21.7/2.02.12	**1.9**
50	25.04.11-23.11.11/213	2160.6	10.1	18.8/24.08.11	24.11.11-24.04.12/153	-1316.5	-8.6	-16.5/3.02.12	**2.3**
100	13.05.11-18.12.11/220	1793.1	8.2	15.5/24.08.11	19.12.11-12.05.12/146	-969.1	-6.6	-11.5/3.02.12	**2.3**
Полигон Бор-Нур									
10	27.03.11-05.11.11/224	2710.7	12.1	22.6/17.06.11	06.11.11-26.03.12/142	-1794.3	-12.6	-23.9/31.01.12	**2.5**
20	01.04.11-11.11.11/225	2634.2	11.7	20.8/04.07.11	12.11.11-31.03.12/141	-1658.5	-11.8	-22.0/31.01.12	**2.7**
50	07.04.11-21.11.11/229	2414.2	10.5	17.8/17.07.11	22.11.11-06.04.12/137	-1062.6	-7.8	-15.0/03.02.12	**3.7**
100	26.04.11-30.11.11/219	1545.6	7.1	11.5/17.07.11	01.12.11-25.04.12/147	-870.4	-5.9	-10.5/03.02.12	**1.8**
Полигон Гачурт									
10	11.04.11-21.10.11/194	2099.2	10.8	22.1/05.08.11	22.10.11-10.04.12/172	-2369.0	-13.8	-27.1/9.01.12	**-0.7**
20	12.04.11-31.10.11/203	1931.8	9.5	18.5/05.08.11	11.11.11-11.04.12/163	-1718.3	-10.5	-20.0/31.01.12	**0.6**
50	15.04.11-14.11.11/214	1823.8	8.5	15.8/05.08.11	15.11.11-14.04.12/152	-1125.4	-7.4	-13.0/01.02.12	**1.9**
100	04.05.11-25.01.12/206	1255.5	6.1	11.6/05.08.11	26.11.11-03.05.12/160	-818.0	-5.1	-9.0/06.02.12	**1.2**

Если первый процесс касается, в основном, температуры воздуха, то второй влияет на нагреваемость почвы, особенно ее сухих освещенных участков. Это вполне соответствует карте суммарной радиации территории Монголии, согласно которой суммарная радиация в центральной части равна примерно 1200 кВт ч/м^2, а на полигоне Гачурт – 1300 кВт ч/м^2 (Атлас …, 1990). В результате, следует констатировать, что даже в верхнем поясе – на полигоне Гачурт, на глубине 100 см среднегодовая температура почв положительная (1.2ºС). Более того, в годовом цикле 2009-2010 гг. на этом участке был установлен датчик на глубине 150 см, согласно показателям которого среднегодовая температура на данной глубине была 1.5º С, то есть многолетняя мерзлота залегает здесь гораздо ниже 150 см и не оказывает существенного влияния на температурный режим темно-каштановых почв данного участка.

Следует также отметить, что период эффективных температур почв на верхнем полигоне Гачурт заметно уступает по продолжительности нижнему полигону Дархан, однако и там, на глубине 50 см, он достигает 89 дней.

[2] Из-за частых температурных инверсий в Монголии этот процесс назван небезусловным (Москаленко, Сыромятина, 2010).

Таким образом, в годовом температурном режиме темно-каштановых почв рассмотренных полигонов также прослеживается снижение температурных параметров, но оно для автоморфных открытых субгоризонтальных местоположений не ведет к смене почв на уровне даже их подтипов. Можно констатировать, что высотная поясность, проявляющаяся достаточно ярко в приземном слое воздуха, в почвенных горизонтах хорошо освещенных участков прослеживается слабо.

Таблица 5. Показатели годового температурного режима темно-каштановых почв на разных глубинах на полигонах Центральной Монголии в годовом цикле 2011-2012 гг. (периоды с температурами выше 5 и 10ºС). **Table 5.** The annual temperature regime of dark chestnut soils at different depths on the polygons in Central Mongolia in the annual cycle 2011-2012 (periods with temperatures above 5 and 10ºС).

Глубина замера, см	Период с температурами (t) выше 5ºС			Период с температурами (t) выше 10ºС		
	Граничные даты/ число дней	Сумма t, ºС	Средняя t, ºС	Граничные даты/ число дней	Сумма t, ºС	Средняя t, ºС
Полигон Дархан						
10	01.05.11-16.10.11/169	2452. 7	14. 5	02.05.11-26.09.11/148	2329. 8	15.7
20	01.05.11-20.10.11/173	2376.0	13.7	04.05.11-27.09.11/146	2202. 1	15.1
50	08.05.11-26.10.11/172	2159.0	12.6	06.06.11-29.09.11/116	1772. 1	15.3
100	06.06.11-02.11.11/150	1645.5	11.0	03.07.11-03.10.11/93	1195. 1	12.8
Полигон Бор-Нур						
10	13.04.11-19.10.11/190	2648.8	13.9	02.05.11-27.09.11/149	2304.6	16.1
20	17.04.11-20.10.11/187	2558.2	13.7	03.05.11-27.09.11/148	2315.3	15.6
50	03.05.11-30.10.11/181	2286.5	12.6	27.05.11-29.09.11/126	1839.9	14.6
100	01.06.11-28.10.11/150	1366.5	9.1	10.07.11-16.09.11/69	780.8	11.3
Полигон Гачурт						
10	02.05.11-15.10.11/167	2021.7	12.1	13.06.11-19.09.11/99	1481.7	15.0
20	05.05.11-19.10.11/168	1874.5	11.2	16.06.11-20.09.11/97	1353.9	13.9
50	06.05.11-22.10.11/170	1732.7	10.2	18.06.11-14.09.11/89	1165.1	13.1
100	19.06.11-23.10.11/127	1048.9	8.3	03.08.11-03.09.11/32	337.7	10.6

Заключение

Об увеличении интенсивности солнечной радиации с ростом абсолютной высоты и, в связи с этим, нагреваемости почвы хорошо освещенных участков известно достаточно давно. Так Н.А. Гвоздецкий (1963) связывал высотную поясность в горах Кавказа с увеличением интенсивности и изменением спектра солнечной радиации по мере возрастания абсолютной высоты. Детально этот процесс был рассмотрен А.М. Рябчиковым (1968) и особенно И.С. Щукиным и О.Е. Щукиной, которые отмечали, что «… возрастающая с высотой разреженность атмосферы усиливает интенсивность самой радиации, способствуя более сильному нагреванию почвы» (Щукин, Щукина, 1959). Подобные высказывания можно найти также в работах Б.А. Быкова (1948), Ф.Ф. Давитая и Ю.С. Мельника (1962), Э.М. Мурзаева (1963) и других исследователей. Именно из-за большей прогреваемости почв в связи с увеличением интенсивности солнечной радиации на больших высотах верхняя граница земледелия в Западной Монголии перевалила отметку 2100 м н.у.м (Ковалевский, 1938).

Таким образом, многие исследователи связывали увеличение интенсивности солнечной радиации и нагреваемости почв освещенных участков с ростом абсолютной высоты. Наш опыт на примере исследований годового температурного режима почв на разных глубинах и на разных абсолютных высотах явился инструментальным подтверждением этой закономерности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Быков Б.А. 1954. О вертикальной поясности в связи с общим законом зональности // Вестник КазССР. № 8 (113). С. 46-49.
Гвоздецкий Н.А. 1963. О высотной зональности, как основной закономерности ландшафтной дифференциации горных стран // Вопросы ландшафтоведения. Алма-Ата. С. 61-90.
Давитая Ф.Ф., Мельник Ю.С. 1962. Радиационный нагрев деятельной поверхности и границы леса // Метеорология и гидрология. № 1. С. 3-9.
Димо В.Н. 1972. Тепловой режим почв СССР. М.: Колос. 360 с.
Доржготов Д. 1973. Основные черты географии почв северной Монголии и характеристика степных почв: автореф. дис. … канд. геогр. наук. М. 39 с.
Калесник С.В. 1970. Общие географические закономерности Земли. М.: Мысль. 283 с.
Калесник С.В. 1947. Основы общего землеведения. М.: Учпедгиз. 484 с.
Ковалевский Г.В. 1938. Вертикальные земледельческие зоны и верхние границы сельскохозяйственных растений в горах земного шара // Известия Государственного Русского Географического Общества. Т. 70. Вып. 4-5. С. 480-511.
Москаленко И.Г., Сыромятина М.В. 2010. Климатические особенности горных котловин (на примере Убсунурской котловины) // Горы и люди: изменения ландшафтов и этносы внутриконтинентальных гор России. СПб.: ВВМ. С. 257-279.
Мурзаев Э.М. 1963. Ландшафтная поясность Куньлуня // Вопросы ландшафтоведения. Алма-Ата. С. 23-32.
Национальный атлас МНР. 1990. М.; Улан-Батор: ГУГК СССР – ГУГК МНР. С. 54.
Почвенная карта МНР. 1980. М-б 1: 2500000. М.: ГУГК.
Рябчиков А.М. 1968. Структура высотной зональности ландшафтов суши // Вестник МГУ. Серия 5. География. № 6. С. 35-66.
Худяков О.И. 2009. Почвы лесостепей Внутренней Азии // Труды СРМКБЭ. Т. 52. М.: Россельхозакадемия. 325 с.
Цыбжитов Ц.Х., Цыбикдоржиев Ц.Ц., Цыбжитов А.Ц. 1999. Генезис, география и классификация каштановых почв //Почвы бассейна озера Байкал. Т. 1. Новосибирск: Наука. 128 с.
Щукин И.С., Щукина О.Е. 1959. Жизнь гор. Опыт анализа горных стран как комплекса поясных ландшафтов. М.: Географгиз. 288 с.
Экосистемы бассейна Селенги. 2005. / Ред. П.Д. Гунин, Е.А. Востокова. М.: Наука. 259 с.
Avirmed D., Ishikawa M., Iijima Y., Yamkin J. 2014. Temperature Regimes of the Active Layer and Seasonally Frozen Ground under a Forest-Steppe Mosaic, Mongolia // Permafrost and Periglacial Processes. Vol. 25. P. 295-306. DOI: 10.1002/ppp.1824.

THE ANNUAL TEMPERATURE REGIME OF DARK CHESTNUT SOILS OF THE PLAIN AREAS LOCATED IN DIFFERENT ALTITUDINAL BELTS OF CENTRAL MONGOLIA

© 2016. S.N. Bazha*, S.V. Kontsov*, D. Tuul**

**A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS*
Russia, 119071, Moscow, Leninsky prospect. 33. E-mail: sbazha@ inbox.ru
***Institute of Plant Growing and Agriculture*
Mongolia, 45047, Darkhan-15, PO-box 908. E-mail: tuuld88@yahoo.com

The annual temperature regime in dark chestnut soils using the example of three polygons located at different altitudes within the Central Mongolia was studied. It is shown, that altitudinal zonality manifests itself in the surface layer of air a quite clearly, in soil horizons of well-insulated areas can be traced weakly. The study instrumentally confirmed that the intensity of solar radiation and a warming of soils are directly correlated to the altitude level. The study was performed as a part of a programme of Joint Russian-Mongolian Comprehensive Biological Expedition, and supported by the grant RGS / RFBR "Degradation landscapes in the Baikal Region."
Keywords: chestnut soils, temperature, semiarid climate, Central Mongolia.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, № 3 (68), с. 56-62

К 45-ЛЕТИЮ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

УДК 633.2.033

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПАСТБИЩ ПУСТЫННО-СТЕПНОЙ ЗОНЫ МОНГОЛИИ

© 2016 г. Д. Цогнамсрай, Ч. Дугаржав

Институт общей и экспериментальной биологии АНМ
Монголия, 210351, г. Улан-Батор, проспект Мира, 54б. E-mail: tsognamsraid@yahoo.com

Поступила 03.10.2015

В статье показаны итоги экспериментальных работ по восстановлению деградированных пастбищ пустынно-степной зоны сомона Баяндэлгэр Сухэ-Баторского аймака Монголии. Для их восстановления были проведены эксперименты по созданию пастбищ с полезащитной лесной полосой с их ограждением. Восстановительные процессы были оценены индексами. Предварительные результаты показывают, что по сравнению с контролем количество видов растений внутри изгороди увеличилось в 3.0 раза, а число их особей – в 4.3 раза, а на пастбище с полезащитной лесной полосой, соответственно, в 4.5 и 5.8 раза.

Ключевые слова: Монголия, пастбище, деградация, ограждение, лесная полоса, количество видов растений, индекс Шеннона, индекс Симпсона.

Согласно ботанико-географическому районированию А.А. Юнатова (1950), территория сомона Баяндэлгэр Сухэ-Баторского аймака относится Восточно-Гобийскому пустынно-степному округу Северо-Гобийской пустынно-степной провинции Евразиатской степной области (Попова, 1988).

Господствующий рельеф местности представляет собой холмисто-увалистую равнину, пересекаемую значительным числом депрессий и массивами мелкосопочника. Доминирующее положение имеют ковыльковые и змеевково-ковыльковые степи. На равнинах преобладает караганово-ковыльковая степь. Низины заняты луково-ковыльковыми, солянково-ковыльковыми и борбударганово-баглуровыми группировками (Юнатов, 1950). Растительный покров сомона Баяндэлгэр подвергается влиянию глобального потепления, засухи и антропогенного фактора.

С 1940 г. средняя годовая температура воздуха Монголии повысилась на 2.14ºС, а с 1961 г. испаряемость с поверхности почвы увеличилась на 118.1 мм, тогда как количество осадков за вегетационной период уменьшилось на 33 мм (National action …, 2013). Эти факторы являются главной причиной опустынивания. По рассчетам специалистов, процессы потепления и аридизации приводят к усилению испарения с поверхности почвы, и в дальнейшем они могут в 6-10 раз превысить величину осадков. Вследствие изменения климата, перевыпаса скота и негативного антропогенного влияния 77.8% от общей территории Монголии деградированы в разной степени (Khaulanbek et al., 2013). Особенно сильная деградация земель наблюдается в зонах сухих и пустынных степей. Поэтому изучение восстановления растительного покрова после активных рекультивационных мер и разработка оптимальных вариантов и технологии для восстановления деградированных пастбищ в условиях климатических изменений приобретают важное значение.

В настоящее время имеется очень мало работ, в которых восстановительные процессы деградированных пастбищ Монголии были оценены с использованием индексов биологического разнообразия.

Главной целью нашей работы являются проведение экспериментальных работ по восстановлению деградированных пастбищ пустынно-степной зоны путем их огораживания и создания сильвопастбищ с полезащитной лесной полосой. Мы также уделили большое внимание оценкам восстановления пастбищ путем сравнения различных индексов биологического разнообразия. Исследование проводилось в деградированном пастбище змеевково-ковыльковой степи сомона Баяндэлгэр Сухэ-Баторского аймака: 45º 29’ 50.5’’ с.ш.; 112º 140’ 0.15’’ в.д.

Методика и объект исследования

В 2008-2015 гг. исследование осуществлялось в рамках проекта «Устойчивый менеджмент земли и снижение процессов опустынивания», проведенного Министерством сельского хозяйства и пищевой промышленности Монголии совместно с программой развития ООН. В 2008 г. нами были ограждены деградированные пастбища площадью 1 га, а также были созданы сильвопастбища также на площади 1 га, где были посажены саженцы вяза и тамарикса для снижения действия сильных ветров. Контролем служили площади пастбища без ограждения и без лесозащитной полосы. Видовой состав и количество особей растений определяли на учетных площадках величиной 1м^2 в 5-кратной повторности на экспериментальных и контрольных участках. Систематические наблюдения проводились с мая по октябрь в течение 7 лет. Обработка материалов осуществлялась с использованием программ Microsoft office, Excel 2007. Все данные, полученные за 7 лет на экспериментальных и контрольных участках, анализировались и сравнивались между собой. Процент синантропных растений на сравниваемых площадках определяли при помощи индекса синантропизации, предложенного П.Л. Горчаковским и А.В. Абрамчуком:

$$\mathbf{Sinl=S\cdot 100/r,} \qquad (1)$$

где: **Sinl –** количество синантропных видов, **r** – общее количество видов растений.

Высокое значение этого индекса показывает, что данный участок занят видами синантропных растений и, таким образом, может считаться нарушенным (Горчаковский, Абрамчук, 1993).

Все формулы индексов Маргалефа, Бергер-Паркера, Шеннона, Симпсона, Мориста Оорна, Марзевского-Штейнхауса и Харрисона были заимствованы нами из работ Anne E. Magurran (1988, 2004).

Богатство видов растений оценивали по индексу Маргалефа (Margalef):

$$\mathbf{D_{Mg}=(S-1)/lnN} \qquad (2)$$

где **S** – количество зарегистрированных видов, **N** – количество всех особей.

Доминантность видов учтена с помощью индекса Бергер-Паркера (Berger-Parker):

$$\mathbf{d=N_{max}/N}, \qquad (3)$$

где: $\mathbf{N_{max}}$ – количество особей, принадлежащих к наиболее богатым видам, **N** – количество всех особей.

Обилие видов растений установлено с помощью индекса Шеннона (Shannon):

$$\widehat{H} = -\sum_{i=1}^{s} \left[\left(\frac{ni}{n}\right) \ln\left(\frac{ni}{n}\right)\right], \qquad (4)$$

где: **ni/n=pi**, **n** – количество всех особей, **ni** – количесто особей, принадлежащих данному виду.

Вероятность принадлежности к данному виду особи, случайно выбранной из двух особей, учтена по индексу Симпсона (Simpson):

$$D = \sum_{i=1}^{s} \frac{ni(ni-1)}{n(n-1)}, \qquad (5)$$

где: **n** – количество всех особей, **ni** – количество особей, относящихся к данному виду.

Сходство сообществ учтено с применением индекса Мориста Оорн (Morista-Horn):

$$\mathbf{C_{MN}= 2\sum(an_i\cdot bn_i)/((da+db)aN\cdot bN)}, \qquad (6)$$

где: **aN** – количество особей на площади А, **bN** – количество особей на площади В, $\mathbf{an_i}$ – количество особей, относящихся к виду **i**, встречающихся на площади А, $\mathbf{bn_i}$ – количество особей, относящихся к виду **i**, встречающихся на площади В, а

$$\mathbf{da=\sum an_i^2/aN^2} \quad \text{и} \quad \mathbf{db=\sum bn_i^2/bN^2}$$

Коэффициент различия сообществ определен по индексу Марзевского-Штейнхауса (Marczewski-Steinhaus):

$$\mathbf{C_{MS}=1 - a/(a+b+c),} \qquad (7)$$

где: **a** – количество видов, встречающихся на двух площадках, **b** – количество видов, определенных на первой площади, **c** – количество видов, определенных на второй площади

Коэффициент **β** – различия определен по индексу Харрисона (Harrison):

$$\beta H = \left\{ \frac{\left[\left(\frac{S}{\alpha}\right) - 1\right]}{N-1} \right\} * 100 , \quad (8)$$

где: **S** – количество зарегистрированных видов, **α** – среднее богатство видов, **N** – количество сравниваемых площадей.

Результаты и их обсуждение

На контрольном участке змеевково-ковылькового сообщества нами было зарегистрировано в среднем 7.7 особей растений, относящихся к 4 видам и 4 семействам. Все виды растений являются сорными (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика растительности на экспериментальных участках.
Table 1. Vegetation characteristic on the experimental plots.

Виды растений	Среднее количество на 1 м^2, 2008-2015гг.			Эколого-биологическая группа
	контроль	огороженный участок	сильво-пастбище	
Artemisia scoparia	3.1	2.7	-	двулетник
Chenopodium aristatum	2.3	2.1	2.7	однолетник, летне-осенний
Pegannum nigellastrum	1.8	-	-	многолетник, стержне-корневищный
Eragrostis minor	0.5	1.2	3.0	однолетник, весенне-летний
Stipa gobica	-	11.2	12.5	многолетник
Cleistogenes songarica	-	5.2	4.8	рыхлодерновинный злак
Convolvulus ammanii	-	4.8	4.5	многолетник, стержне-корневищный
Artemisia frigida	-	2.1	3.1	полукустарник
Allium polyrrhizum	-	1.7	2.5	многолетник, луковичный
Corispermum mongolicum	-	1.1	2.8	однолетник, весенне-летний
Allium mongolicum	-	0.8	1.8	многолетник, луковичный
Aristida heymannii	-	0.5	1.1	однолетник, летне-осенний
Stipa glareosa	-	0.3	-	многолетник
Ajania fruticulosa	-	-	1.5	полукустарничек
Salsola colina	-	-	1.2	однолетник, весенне-летний
Bassia dasyphylla	-	-	1.1	однолетник, летне-осенний
Setaria viridis	-	-	0.6	однолетник, летне-осенний
Cleistogenes squarrosa	-	-	0.5	рыхлодерновинный злак
Ptilotrichum canescens	-	-	0.4	полукустарничек
Gypsophila desertorum	-	-	0.3	многолетник
Всего	7.7	33.7	44.9	-
Индексы				
Индекс синантропизации (SinI)	100	75	61.1	-
Индекс Маргалефа (DMg)	1.46	3.12	4.46	-
Индекс Бергер-Паркера (1/DBP) (Инверсионные значения)	2.48	3.01	3.59	-
Индекс Шеннона	1.237	2.036	2.418	-

Предварительные результаты показывают, что количество видов растений на огороженном участке превышает количество на контроле в 3.0 раза, а число особей – в 4.3 раза. *Stipa gobica, Cleistogenes songarica* и *Convolvulus ammanii* значительно увеличивают свое обилие в условиях

огораживания, что означает снятие пастбищной нагрузки (табл. 1).

На сильвопастбище количество видов растений превышает в 4.5 раза, а число их особей – в 5.8 раз количество видов на контрольном участке, а по сравнению с огороженным участком, число видов здесь в 1.5 раза, а число особей в 1.3 раза больше. Начали интенсивно разрастаться такие виды как *Salsola collina, Basya dasyphyllia* и *Setaria viridis*. Кроме них, появились также коренные виды пастбищ: *Cleistogenes squarrosa, Philothrichum canescens, Gypsophilla desertorum* и др. Следовательно, создание сильвопастбища дает более эффективные результаты. По-видимому, это связано с тем, что, снижая силы весенних ветров и испарение влаги с поверхности почвы, лесозащитные полосы создают благоприятные условия для произрастания мезофитных и коренных видов пастбищ.

Значения индекса синантропизации на экспериментальных участках составляют: 100 на контроле, 75.0 внутри изгороди и 61.1 на сильвопастбище (табл. 1). Значения индекса Маргалефа на сравниваемых участках следующие: 1.46 на контроле, 3.12 внутри изгороди и 4.46 на сильвопастбище. Иными словами, значения индексов увеличились в 2.13 раза на огороженном участке и в 3.05 раза на сильвопастбище по сравнению с индексами, полученными на контрольных участках. Инверсионное значение коэффициента Бергер-Паркера увеличилось с 2.48 на контроле до 3.01 внутри изгороди, т.е. в 1.21 раза, и до 3.59 на сильвопастбище, т.е. в 1.44 раза.

Индекс Бергер-Паркера показывает относительную доминантность обильных видов растений. Его высокое инверсионное значение (1/D) в экосистемах указывает на то, что разнообразие видов увеличивается, а уровень доминантности, наоброт, снижается (Magurran, 2004). По нашим данным, показатели доминантности видов сильвопастбища значительно снизились по сравнению с показателями огороженной площади (рис. 1).

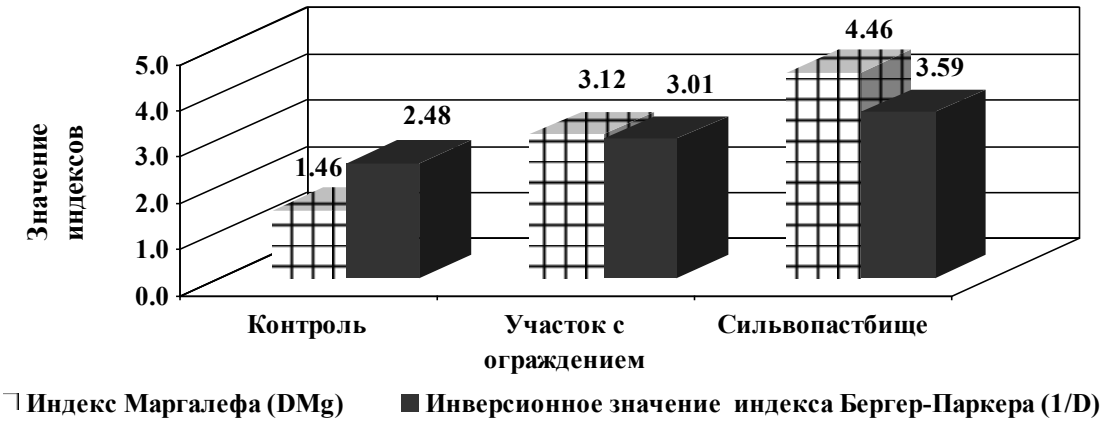


Рис. 1.Индексы доминантности и богатства видов растений на экспериментальных площадках. **Fig. 1.** Values of indexes of dominance and richness on the experimental plots.

Значения индекса Шеннона составили: 1.237 на контроле, 2.036 на площадках с ограждением и 2.418 на сильвопастбище. Высокое значение этого индекса на сильвопастбище говорит о том, что здесь очень высоко видовое разнообразие, и оно демонстрирует тенденцию примерно одинакового увеличения количества особей всех видов растений, здесь произрастающих. В природе значение индекса Шеннона обычно колеблется в пределах 1.5-3.5 (Magurran, 1988); в нашем случае оно приближается к среднему значению этой амплитуды (рис. 2).

Значения индекса Симпсона оказались на сравниваемых площадках следующие: 4.971 на пастбище, 6.802 внутри изгороди и самое высокое – 10.101 зафиксировано на сильвопастбище (рис. 3).

Мы также использовали другие индексы для сравнения результатов эксперимента. Значения индекса Мориста-Оорна были следующие: 0.21 на огороженном участке в сравнении с контролем, 0.10 на сильвопастбище в сравнении с контролем, и 0.93 на сильвопастбище в сравнении с огороженным участком. Эти данные показывают, что сходство сильвопастбища и огороженного участка относительно близко.

Рис. 2.Значения индекса Шеннона на экспериментальных площадках.
Fig. 2. Values of Shannon index on the experimental plots.

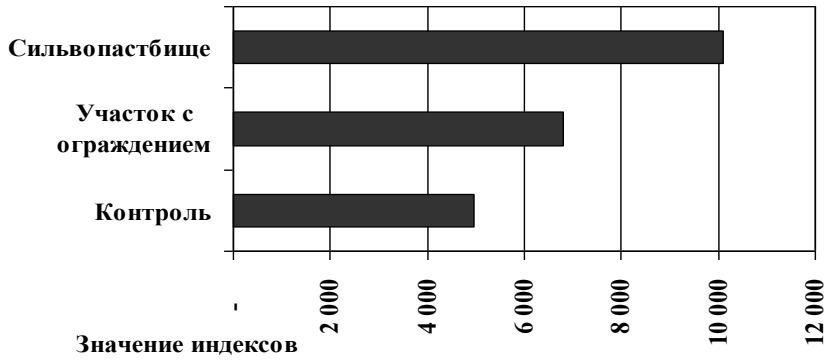


Рис. 3. Значение индекса Симпсона на экспериментальных площадках.
Fig. 3. Values of Simpson index on the experimental plots.

Значения индекса Марзевского-Штейнхауса оказались 0.85 между огороженным участком и контролем, 0.92 между сильвопастбищем и контролем, и 0.72 между огороженным участком и сильвопастбищем (рис. 4).

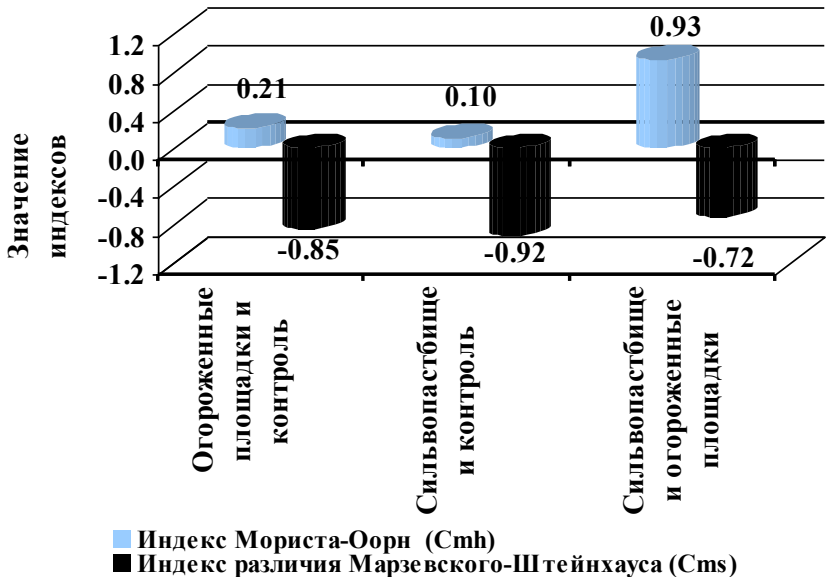


Рис. 4. Значение индексов сходств и различий на экспериментальных площадках.
Fig. 4. Values of indexes of similarity and dissimilarity on the experimental plots.

Значения индексов различий оказались минимальными между сильвопастбищем и огороженным участком, и максимальными между сильвопастбищем и контролем. Коэффициент разнообразия видов растений оказался самым высоким – 81.8 между сильвопастбищем и контролем (рис. 5).

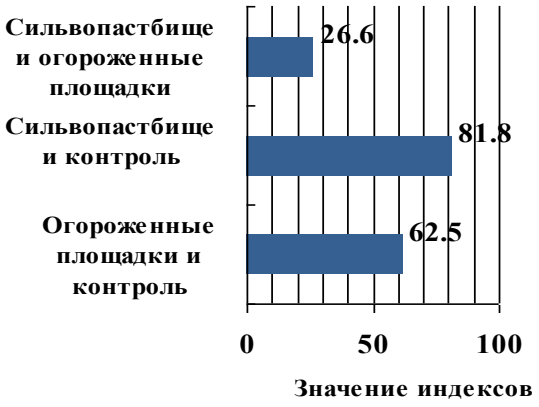


Рис. 5. Значение индекса Харрисона на экспериментальных площадках.
Fig. 5. Values of Harrison index on the experimental plots.

В 1981 г. Т.А. Попова зарегистрировала 54-70 особей многолетних и 1-5 особей одно-, двулетних растений на площадках размером 1м^2 в змеевково-ковыльковом сообществе пустынно-степной зоны Монголии (Попова, Гордеева, 1988). Количество особей многолетних и одно-, двулетних растений на 1 м^2, зарегистрированные нами на экспериментальных участках, оказались очень близкими.

Значения индексов Бергер-Паркера и Харрисона, рассчитанные нами, оказались сходными с данными исследования, проведенного в 1995-1999 гг. китайскими учеными в змеевково-ковыльковом сообществе на сильно деградированном пастбище Северо-восточного Китая (Limin Yang et al., 2001). Основные результаты нашего исследования вполне соответствуют научным основам рекомендаций по организации сельского хозяйства, в которых отмечена важность создания полезащитных лесных полос на деградированных землях для улучшения гидротермического режима почв и повышения сопротивляемости почвы ветровой эрозии, а также для повышения урожайности растений.

Заключение

Змеевково-ковыльковые степи являются широкораспространными сообществами на территории сомона Баяндэлгэр Сухэ-Баторского аймака, и представляют сильно деградированные пастбища пустынно-степной зоны Монголии.

В течение семи лет наблюдений, на участке с ограждением количество видов растений увеличилось в 3.0 раза, а их особей – в 4.3 раза. Огораживание способствовало активному внедрению *Stipa gobica, Cleistogenes songarica, Convolvulus ammannii*.

На сильвопастбище количество видов растений увеличилось в 4.5 раза, а их особей – в 5.8 раза по сравнению с контролем. Здесь вновь появились *Salsola collina, Basya dasyphyllia* и *Setaria viridis*. Кроме того, возросло участие таких типичных видов пастбищ как *Cleistogenes squarrosa, Ptilothrichum canescens, Gypsophilla desertorum* и др.

Значения различных индексов оказались самыми высокими на сильвопастбище. Это доказывает высокую интенсивность восстановления деградированной степной растительности вследствие создания защитных лесополос.

Таким образом, можно сказать что создание сильвопастбищ и ограждение участков являются эффективными мерами для восстановления деградированых пастбищ пустынно-степной зоны Монголии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Горчаковский П.Л., Абрамчук А.В. 1993. Формирование и деградация суходольных лугов под влиянием сенокошения и выпаса // Экология. № 4. С. 3-13.

Попова Т.А., Гордеева Т.К. 1988. Строение и динамика основных биогеоценозов сухостепного стационара МНР // Сухие степи Монгольской Народной Республики. Часть 2. Л.: Наука. С. 60-220.

Пустынные степи и северные пустыни Монгольской Народной Республики. Часть 2. 1981. Л.: Наука. 259 с.
Цэрэндаш С. 2001. Иследование пастбищ за 50 лет. Улан-Батор: Изд-во Мунхийн усэг. 263 с. (на монг. яз).
Цэрэнбалжид Г. 1996. Сорные растения Монголии: Автореф. дисс. … д.б.н. Улан-Батор. 62 с.
Цэрэнбалжид Г. 2002. Цветной альбом сорных растений Монголии. Улан-Батор: Изд-во Бэмби-Сан. 251 с. (на монг яз).
Чогний О. 2001. Особенности восстановления и изменения пастбищ Монголии, использованных кочевым путем. Улан-Батор: Бэмби-Сан. 105 с. (на монг яз).
Юнатов А.А. 1950. Основные черты растительного покрова Монгольской Народной Республики. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 223 с.
Magurran A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton: Princeton University press. 167 p.
Magurran A.E. 2004. Measuring biological diversity Oxford: Blackwell. 147 p.
Ludwig J.A., Reynolds J.F. 1988. Statistical ecology: A primer on methods and computing. Canada: A Wiley-Inter-Science Publication. 152 p.
Khaulanbeк A., Tsogtbaatar J., Khudulmur S. 2013. National atlas on desertification. Ulan-Bator: Bembi-San. P. 2-5.
Limin Yang, Guangsheng Zhou, Yuhui Wang. 2001. Effects of grazing disturbance on grassland plant diversity in northeast China transect // Fundamental issues affecting sustainability of the Mongolian steppe. Ulan-Bator. P. 147-157.
National action plan on climate change, Mongolia. 2013. Ulan-Bator: Bembi-San. P. 4-5.

THE EFFECTIVENESS OF SOME METHODS OF RECOVERY OF DEGRADED PASTURES IN DESERT-STEPPE ZONE OF MONGOLIA

© 2016. D. Tsognamsrai, Ch. Dugarjav

Institute of General and Experimental Biology MAS
Mongolia, 210351, Ulaanbaatar, Peace avenue, 54b. E-mail: tsognamsraid@yahoo.com

The article presents some results of experimental research conducted in Delger bag, Bayandelger soum, Sukhbaatar aimag, Mongolia with the objective of rehabilitating degraded pastures. Within this objective, several experiments were conducted including fencing and establishing sylvi-pasture at degraded area. Associated recoveries were assessed with various indexes. Preliminary results are as follows: compared to the control site, species numbers were increased by 3.0 and individual numbers were raised by 4.3 times respectively at the fencing site. In parallel, species numbers were increased by 4.5 and individual numbers were raised by 5.8 times at the sylvi-pasture site during the period of study.
Keywords: Mongolia, pasture, sylvi-pasture, degradation, fencing, plant species number, Indices of Shannon, Indices of Simpson.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, № 3 (68), с. 63-75

К 45-ЛЕТИЮ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

УДК 581.5(517.3)+581.1

АДАПТАЦИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ПУСТЫННО-СТЕПНОГО КУСТАРНИКА *CARAGANA BUNGEI* LEDEB. К УСЛОВИЯМ ЛИСТВЕННИЧНОГО ЛЕСА ГОРНЫХ СКЛОНОВ ХАНГАЯ В МОНГОЛИИ[1]

© 2016 г. Л.А. Иванов*, Л.А. Иванова*, С.В. Мигалина*, П.К. Юдина*, Ю.И. Дробышев, Г. Цэрэнханд***, Ш. Цоож***, П.Д. Гунин****

**Ботанический сад Уральского отделения РАН*
Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202а. E-mail: Leonid.Ivanov@botgard.uran.ru
***Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН*
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский пр., д. 33. E-mail: monexp@mail.ru
****Институт общей и экспериментальной биологии АНМ*
Монголия, 210351, г. Улан-Батор, проспект Мира, д. 54б.

Поступила 30.10.2014

Изучены показатели газообмена листьев, содержание фотосинтетических пигментов, структура мезофилла, листовые и продукционные параметры кустов *Caragana bungei* Ledeb. в контрастных условиях горного склона – в разнотравно-злаково-карагановой степи и лиственничном лесу. Показано, что адаптация фотосинтетического аппарата *C. bungei* к лесным условиям идет не на уровне биохимии и первичных процессов фотосинтеза, а за счет количественных изменений клеточно-тканевой структуры листа. Сделан вывод, что адаптация фотосинтетического аппарата на уровне мезофилла листа и соотношения фотосинтетических органов позволяет этому виду поддерживать параметры роста и получать преимущество в условиях разреженного лиственничного леса.

Ключевые слова: Монголия, кустарниковые инвазии, *Caragana bungei,* лесостепь, затенение, LMA, фотосинтез, мезофилл листа, хлорофилл.

Кустарники являются неотъемлемой частью большинства растительных биомов – от тропиков до полярных экосистем. В последние десятилетия отмечено усиление их плотности и площади покрытия практически повсеместно (Briggs et al., 2005; Brantley, Young, 2008; Knapp et al., 2008). Обычно это связывают с глобальными изменениями климата и усиливающейся антропогенной нагрузкой (Archer, 1995; Van Auken, 2000; Гунин и др., 2015). Во многих случаях наряду с инвазиями чужеродных для данной флоры видов, происходит существенное усиление не новых, а местных видов кустарников, которые увеличивают свою численность и активно внедряются в нехарактерные для них местообитания (Van Auken, 2000; Caldeira et al., 2015). Известно, что увеличение плотности кустарников может влиять на структуру и функционирование экосистем (Eldridge et al., 2011; Koyama et al., 2015; Caldeira et al., 2015). Так, при изучении *Caragana microphylla* на территории Внутренней Монголии было отмечено, что в зарослях кустарника увеличивалось обилие однолетников и уменьшалось обилие коренных травянистых доминантов (Koyama et al., 2015). В целом, изменение доли древесных растений в сообществах приводит к дисбалансу водного и углеродного обмена экосистемы (Jackson et al., 2002; Knapp et al., 2008; Caldeira et al., 2015).

Особенно сильно процессы кустарниковых инвазий прослеживаются в аридных и семиаридных экосистемах (Archer, 1995; Van Auken, 2000; Слемнев и др., 2010; Гунин и др., 2012; Caldeira et al., 2015). Например, в Монголии наблюдается расширение сообществ, занятых такими кустарниками, как *Ephedra sinica* Stapf. (Гунин и др., 2012), *Juniperus pseudosabina* Fisch. Et Mey. (Микляева и др., 2012), *Caragana bungei* Ledeb. (Гунин и др., 2015). Эти изменения происходят в результате деградационных процессов экосистем, связанных с эоловой и

[1] Работа выполнена в рамках Программы Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ и при поддержке грантов РГО/РФФИ № 13-05-41266 и РФФИ № 15-04-06574.

пастбищной дигрессией (Гунин и др., 2015). Внедрение новых видов в коренные сообщества возможно, если они обладают физиологическими особенностями, являющимися преадаптацией к новым условиям. Преадаптация дает новым внедряющимся видам конкурентное преимущество перед нативными видами. Например, для *Ephedra sinica* Stapf. был показаны ряд физиологических особенностей, позволяющих ей проявлять высокую устойчивость к аридному стрессу и успешно конкурировать с коренными доминантными видами растений в условиях аридизации климата (Иванов и др., 2004, 2007).

Одним из интересных примеров инвазий кустарников в Монголии является распространение псаммофильного пустынно-степного кустарника караганы Бунге (*Caragana bungei* Ledeb.) в нетипичные для этого вида лесные условия (Гунин и др., 2015). Обычно *C. bungei* имеет широкое распространение на сухих степных горных склонах и долинах, на песках (Гунин и др., 2015), и в Монгольском Хангае является характерным компонентом сухих горных степных сообществ (Karamysheva, Khramtsov, 1995). Считается, что карагана Бунге как пустынно-степной вид никогда не заходит под полог леса. Однако в Завханском аймаке Монголии в течение последних 10 лет отмечено значительное увеличение присутствия особей этого вида в лесах, что привело к формированию уникальных лесных сообществ, где древесный ярус представлен таежным видом *Larix sibirica*, а кустарниковый – пустынно-степным *Caragana bungei* (Гунин и др., 2015). В некоторых разреженных лиственничниках на горных склонах карагана Бунге формирует более 30% от общего покрытия кустарниково-травяного покрова, тогда как участие типично лесных видов кустарников (*Cotoneaster melanocarpa, Potentilla fruticosa, Rosa acicularis, Spiraea hypericifolia*) намного меньше (Гунин и др., 2015).

Экология и распространение *Caragana bungei* в данном районе в настоящее время достаточно хорошо описаны (Гунин и др., 2015), в то время как физиологические особенности, позволяющие ей произрастать в столь контрастных условиях – от пустынной степи до лиственничного леса – остаются не ясными. Для выживания в меняющихся условиях среды растения должны иметь положительный углеродный баланс, который определяется как соотношение между уровнем ассимиляции CO_2 при фотосинтезе и его потерями при дыхании. Усвоение углерода растением зависит от механизмов приспособления структуры и физиологии листа к текущим условиям. Известно, что с уменьшением уровня освещения в месте произрастания интенсивность фотосинтеза всегда снижается (Björkman, 1981; Reich et al., 2003; Terashima et al., 2006; Lambers et al., 2008; Pons, Poorter, 2014), что в свою очередь должно приводить к снижению роста растений и уменьшению накопления сухой биомассы (Evans, 1972). Для поддержания роста в условиях леса карагане необходимо адаптировать фотосинтетический аппарат к новым условиям. При этом механизмы адаптации могут затрагивать разные уровни организации растительного организма – от перераспределения биомассы по органам до тканево-клеточных и биохимических изменений (Evans, Poorter, 2001). Целью данной работы было изучить структурные, физиологические и биохимические механизмы адаптации фотосинтетического аппарата *Caragana bungei* к условиям произрастания в лиственничном лесу по сравнению с типичными для этого вида степными условиями горных склонов Монгольского Хангая.

Методы исследований

Исследования проводили в конце июля – начале августа 2015 г. в Завханском аймаке в долине реки Идер между населенными пунктами Тосонцэнгэл и Их-Уул. Климат района исследований резко континентальный со средней температурой воздуха в январе -32°С (минимальная температура -53°С), в июле +16°С, и среднегодовым количеством осадков 270 мм. Район относится к Западнохангайской горнолесостепной подпровинции, для которой характерно чередование массивов лиственничных лесов с горными степями (Гунин и др., 2015). Исследования проводили на горном склоне северо-западной экспозиции на высоте около 1800 м над уровнем моря. Были изучены растения *Caragana bungei* в двух типах местообитаний: степной участок и редкостойный лиственничный лес. На степном участке растительность представлена разнотравно-холоднополынно-злаково-кустарниковым сообществом, а расположенный рядом на той же высоте лесной участок можно характеризовать как разнотравно-злаково-осоково-кустарниковый лиственничник. Непосредственно в полевых условиях определяли параметры кустов, листьев, показатели газообмена, содержание фотосинтетических пигментов и фиксировали материал для анатомических исследований.

Продукционные показатели кустов. Измерения ростовых параметров проводили в 20-кратной биологической повторности. У 20 кустов для каждого варианта местообитания (степного и лесного)

измеряли высоту, диаметры кроны, индекс ветвления, диаметр стебля на высоте 10 см от основания. У 5 модельных кустов каждого варианта измеряли биомассу модельных ветвей для определения доли листьев в надземной массе растения (LMR, leaf mass ratio, %) и площади листьев в расчете на единицу массы растения (LAR, leaf area ratio, $м^2/г$). Индекс ветвления ($м^{-1}$) определяли как количество ветвлений на единицу длины побега.

Измерение морфологических параметров листьев. Для определения площади, толщины и плотности листовой пластинки с каждого из 20 кустов каждого варианта (степной и лесной участки) отбирали по 10 полностью развитых, неповрежденных листьев из среднего листового яруса с южной стороны кроны. Свежесобранные листья фотографировали и определяли их площадь с помощью системы анализа изображений Simagis Mesoplant (ООО «СИАМС», Россия). У тех же листьев измеряли толщину листа с помощью микрометра (Mitutoyo, Япония). Удельную поверхностную плотность листовой пластинки (LMA, leaf mass area, $мг/дм^2$) и объемную плотность листа (D, $г/см^3$), рассчитывали после измерения сухого веса листьев, их площади и толщины для 200 листьев каждого варианта.

Определение содержания фотосинтетических пигментов. Для определения содержания фотосинтетических пигментов брали высечки из 5 листьев у пяти кустов каждого варианта. Пигменты экстрагировали 80% ацетоном, их количество определяли на спектрофотометре Odyssey DR/2500 (HACH, США). Концентрацию хлорофиллов и каротиноидов в полученных экстрактах рассчитывали по формулам (Lichtenthaler, Wellburn, 1983), зная площадь листовых высечек, рассчитывали содержание пигментов в единице площади листа, затем, используя параметр LMA, пересчитывали содержание хлорофиллов на единицу сухого веса листа.

Определение параметров структуры мезофилла. Основные показатели мезофилла получены согласно методике мезоструктуры листа (Мокроносов, 1981; Иванова, Пьянков, 2002). Для этого высечки листьев фиксировали в 3.5%-ном растворе глутарового альдегида в фосфатном буфере (pH=7.4). Число клеток в единице площади листа определяли в суспензии клеток, полученной после мацерации листовых высечек в 20%-ном растворе КОН при нагревании до 100^oC. Подсчитывали количество палисадных и губчатых клеток в счетной камере Горяева под световым микроскопом Zeiss Axiostar (Carl Zeiss, Германия) при 200-кратном увеличении. Число хлоропластов в клетках и размеры клеток измеряли в суспензии клеток после мацерации листовых высечек в 1N HCl при нагревании до 50^oC в течение 10 минут. Объем и площадь поверхности клеток мезофилла определяли с помощью проекционного метода (Иванова, Пьянков, 2002). Размеры листьев, клеток и хлоропластов измеряли, используя систему Simagis Mesoplant (ООО «СИАМС», Россия). Путем умножения числа хлоропластов в клетке и числа клеток в единице площади листа, рассчитывали число хлоропластов в единице площади листа. Используя число клеток или хлоропластов в единице площади листа и среднюю площадь поверхности клетки или хлоропласта, рассчитывали общую площадь поверхности наружных мембран клеток (A_{mes}/A) и хлоропластов (A_{chl}/A) в единице площади листа, $см^2/см^2$.

Определение параметров газообмена. Интенсивность фотосинтеза (A_{max}, мкмоль $м^{-2}$ $с^{-1}$), транспирации (E_{max}, ммоль $м^{-2}$ $с^{-1}$) и интенсивность темнового дыхания (R_d, мкмоль $м^{-2}$ $с^{-1}$) измеряли с помощью системы газоанализа Li-6400xt (Li-COR, США). Эффективность использования воды рассчитывали, используя максимальные значения интенсивности фотосинтеза и транспирации по формуле WUE = A_{max}/E_{max}. Световые кривые фотосинтеза измеряли при температуре поверхности листа в камере 22^oC в диапазоне освещения от 0 до 1500 мкмоль/$м^2$с. Параметры световых кривых – световой компенсационный пункт (СКП), квантовый выход фотосинтеза (φ) и уровень темнового дыхания (R_d) определяли по начальному линейному участку световой кривой в диапазоне 0-150 мкмоль фотонов/$м^2$с, используя линейный регрессионный анализ. A_{max} и E_{max} рассчитывали как среднее из пяти измерений интенсивности фотосинтеза при насыщающем уровне освещения 1500 мкмоль/$м^2$с. Углекислотную зависимость фотосинтеза определяли при максимальном освещении 1500 мкмоль/$м^2$с и температуре поверхности листа в камере 22^oC. Углекислотный компенсационный пункт (УКП) рассчитывали по начальному линейному участку углекислотной зависимости A-C_i, где A – интенсивность фотосинтеза, C_i – межклеточная концентрация CO_2 в мезофилле, в диапазоне 50-200 мкмоль/моль CO_2. Максимальную карбоксилазную активность фермента рибулозобисфосфат-карбоксилазы/оксигеназы (РБФк/о) рассчитывали согласно подходу S. Von Caemmerer и G.D. Farquhar (1981).

В таблицах и графиках представлены средние арифметические значения со стандартными отклонениями. Для статистической обработки данных использовали непараметрический тест Манна-Уитни и линейный регрессионный анализ.

Результаты

Продукционные показатели кустов. В таблице 1 представлены данные о параметрах кустов *Caragana bungei* на степном и лесном участках изученного горного склона. Степные и лесные особи караганы не различались по абсолютным размерам кустов. Средние значения высоты и объема надземной части кустов совпадали (табл. 1).

Таблица 1. Параметры кустов *Caragana bungei* на степном (*n*=20) и лесном (*n*=20) участках.
Table 1. Parameters of *Caragana bungei* shrubs on steppe (*n*=20) and forest (*n*=20) plots.

Параметр	Участок	Мин/макс	Среднее и ст. откл	*CV%*	*p*
Высота куста, м	Степь Лес	0.7/1.7 0.7/1.6	1.1±0.3 1.1±0.2	29 21	нд
Объем куста, м^3	степь Лес	0.2/9.6 0.1/3.9	2.6±2.6 1.1±0.9	98 81	нд
Индекс ветвления, м$^{-1}$	степь Лес	1/16 2/10	6.6±3.9 5.0±3.2	59 42	*
Средний диаметр куста, см	степь Лес	51/238 27/197	131±54 95±36	41 38	*
Отношение площади кроны к высоте куста, см^2/см	степь Лес	25/326 6/357	161±92 93±73	57 79	*
Диаметр стебля, см	степь Лес	5/24 6/18	13.6±5.4 9.8±3.2	40 32	*

Примечание к таблице 1: *CV%* – коэффициент вариации, *p* – достоверность: нд – не достоверно, * p <0.05. **Note to table 1:** *CV%* – coefficient of variation, *p* – the significance of differences: нд – not significant, * p <0.05.

В то же время форма кустов существенно изменялась в зависимости от условий произрастания. В степи формировались кусты более раскидистой формы и более сложной архитектуры ветвления, тогда как в лесу – более узкие, вытянутые и менее ветвистые. Средний диаметр кроны куста в степи превышал лесные особи в 1.4 раза, а отношение площади кроны к высоте куста – в 1.7 раза. В условиях лиственничного леса стебли караганы были тоньше и меньше ветвились. Индекс ветвления, представляющий собой количество ветвлений на единицу длины побега, у лесных кустов был ниже. Значительные различия в зависимости от условий обитания обнаружены также в характеристиках листового полога кустарника (рис. 1).

В условиях лиственничного леса у караганы почти вдвое возрастала относительная доля листьев в надземной массе куста и в 2.5 раза увеличивалась относительная площадь листьев в расчете на единицу массы куста. По всем показателям размеров и формы кустов, кроме отношения площади кроны к высоте куста, уровень варьирования на степном участке был выше, чем на лесном.

Морфологические показатели листьев. Условия произрастания не влияли на размеры сложного листа караганы. Площадь листа в целом была небольшой и составляла 2-4 см^2. При этом коэффициент вариации (CV%) площади листа в лесу был ниже, чем на степном участке. Среди листовых параметров наиболее существенные различия между лесными и степными особями караганы обнаружены по толщине и удельной поверхностной плотности листа (LMA; рис. 1). Лесные кусты имели более тонкие и легкие листья. Объемная плотность листа (D) была стабильной для вида и не зависела от условий произрастания. Пределы варьирования листовых показателей различались между лесными и степными особями и, также как для параметров кустов, они были ниже в условиях лиственничного леса.

Проведен анализ связи между параметрами кустов и листовыми показателями отдельно для степных и лесных растений. У лесных растений найдена отрицательная корреляция между высотой

куста и удельной поверхностной плотностью листа (LMA). На степном участке такая связь отсутствовала. LMA зависела от толщины листовой пластинки и плотности сложения листовых тканей. При этом положительная связь между LMA и объемной плотностью листа проявлялась независимо от условий произрастания, а изменение толщины листа приводило к увеличению LMA только в условиях степи.

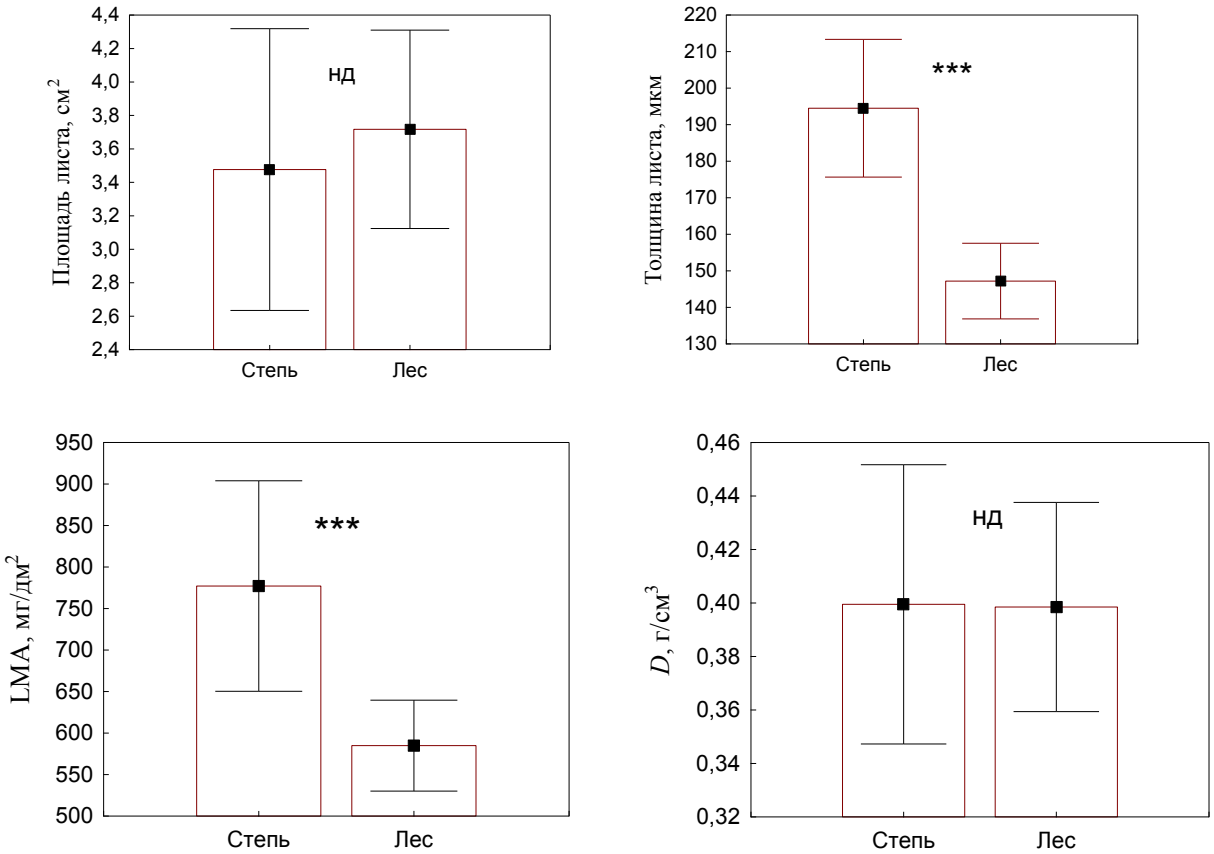


Рис. 1. Параметры листьев *Caragana bungei* на степном (*n*=20) и лесном (*n*=20) участках. Представлены средние значения и стандартное отклонение. Достоверность различий *(p)*: нд – не достоверно, *** p <0.001. **Fig. 1**. The leaf traits of *Caragana bungei* in steppe (*n*=20) and forest (*n*=20) plots. The mean values and standard deviation are presented. The significance of differences (*p*): ns – not significant, *** p <0.001.

Функциональные параметры листьев. Анализ световых и углекислотных зависимостей газообмена листьев растений показал отсутствие различий по биохимическим и кинетическим показателям фотосинтеза между особями, произрастающими в условиях леса и степи (табл. 2).

Произрастание в условиях леса не влияло не только на максимальный уровень фотосинтеза и транспирации, но и на сам ход кривых. В листьях караганы в условиях степи и леса не различались и такие ключевые показатели как квантовый выход фотосинтеза, световой и углекислотный компенсационные пункты. Карбоксилирующая способность фермента РБФк/о в расчете на единицу площади листа также не изменялась в лесу по сравнению со степными условиями (табл. 2).

Значимые различия между лесными и степными растениями были обнаружены в содержании фотосинтетических пигментов в единице площади и массы листа. У степных растений было ниже содержание хлорофилла *a* и каротиноидов в расчете на единицу площади листа. При расчете на единицу массы содержание хлорофилла *b* и суммарное количество хлорофиллов *a*+*b* было выше у лесных кустов. Отношение хлорофиллы/каротиноиды у лесных особей было выше за счет снижения количества каротиноидов. Отношение хлорофиллов *a/b* не изменялось.

Изменение мезоструктуры листа. Существенные различия между лесными и степными особями обнаружены в структурных и функциональных показателях мезофилла листа (табл. 3).

Листья лесных растений отличались меньшими размерами фотосинтезирующих клеток и

меньшим их количеством в единице площади листа. Количество хлоропластов в клетке у лесных растений также было ниже. В результате изменений клеточных параметров в условиях леса произошло существенное снижение интегральных показателей мезофилла – число хлоропластов в единице площади листа снизилось на 30% по сравнению со степными, а отношение общей поверхности клеток мезофилла к поверхности листа (A_{mes}/A) уменьшилось в 1.5 раза. При этом в лесу отмечено увеличение размеров хлоропластов, что компенсировало снижение их концентрации в единице площади листа, в результате чего отношение общей площади поверхности хлоропластов к поверхности листа (A_{chl}/A) не изменилось по сравнению с данным показателем на степном участке. Условия произрастания не влияли на содержание хлорофилла в одном хлоропласте, но в лесу возрастала фотосинтетическая активность единичного хлоропласта, что так же компенсировало общее снижение количества хлоропластов в единице площади листа. Увеличение фотосинтетической активности хлоропласта сопровождалось также увеличением карбоксилазной активности фермента РБФк/о, содержащегося в одном хлоропласте (табл. 3).

Таблица 2. Параметры газообмена и кинетические показатели фотосинтеза в листьях *Caragana bungei* в степи и и лесу. **Table 2.** Parameters of gas exchange and kinetic parameters of photosynthesis in the leaves of *Caragana bungei* in steppe and in forest.

Параметр	Степь	Лес	*p*
Фотосинтез A_{max}, мкмоль CO_2/ м^2*с	35.0±2.6	35.7±8.7	нд
Фотосинтез A_{max}, мкмоль CO_2/ г*с	0.44±0.16	0.64±0.14	нд
Транспирация E_{max}, ммоль H_2O/ м^2*с	11.1±2.2	12.3±1.4	нд
Транспирация E_{max}, мкмоль H_2O/ г*с	0.14±0.07	0.22±0.03	нд
Эффективность использования воды, мкмоль CO_2/ ммоль H_2O	3.2±0.4	2.9±1.3	нд
Темновое дыхание *Rd*, мкмоль CO_2/ м^2*с	-2.13±0.7	-4.27±3.1	нд
Квантовый выход фотосинтеза, моль CO_2/моль фотонов	0.125±0.033	0.116±0.026	нд
Световой компенсационный пункт, мкмоль фотонов/ м^2*с	14.0±6.7	31.0±17.2	нд
Углекислотный компенсационный пункт, мкмоль / моль	81±5	85±27	нд
Максимальная карбоксилазная активность РБФк/о на единицу площади листа, мкмоль CO_2/ м^2*с	67.5±5.1	73.0±16.2	нд

Примечание к таблице 2: достоверность различий *(p)*: нд – не достоверно. **Note to table 2:** the significance of differences (*p*): ns – not significant.

Таблица 3. Мезоструктура фотосинтетического аппарата степных и лесных растений *Caragana bungei*. **Table 3.** Mesostructure of the photosynthetic apparatus in steppe and forest plants of *Caragana bungei*.

Параметр	Степь	Лес	*p*
Объем клетки, тыс. мкм^3	7.4±0.6	4.6±0.2	**
Число хлоропластов в клетке	24±1	21±1	**
Число клеток в единице площади листа, тыс/см^2	1082±81	877±82	*
Объем хлоропласта, мкм^3	29±1	42±2	*
Число хлоропластов в единице площади листа, млн/см^2	25±2	18±2	**
Объем клетки, приходящийся на один хлоропласт, мкм^3	303±30	214±11	*
Парциальный объем хлоропластов в клетке, %	10±1	20±3	*
Общая поверхность клеток в единице площади листа	23±1	14±1	*
Общая поверхность хлоропластов в единице площади листа	12±1	11±1	нд
Содержание хлорофилла в одном хлоропласте, 10^{-9} мг	2.3±0.2	2.6±0.3	нд
Фотосинтетическая активность хлоропласта, 10^{-10} мкмоль/с	1.5±0.2	2.2±0.4	*
Максимальная карбоксилазная активность РБФк/о одного хлоропласта, 10^{-10} мкмоль/с	2.7±0.6	4.1±0.9	*

Примечание к таблице 3: достоверность различий *(p)*: нд – не достоверно, * p <0.05, ** p <0.01. **Note to table 3:** the significance of differences (*p*): ns – not significant, * p <0.05, ** p <0.01.

Обсуждение

Нами изучены параметры фотосинтетического аппарата кустарника *Caragana bungei* в пределах одного горного склона в контрастных условиях обитания – в степи и в лиственничном лесу. Изученные местообитания различались по целому ряду микроклиматических условий: уровню освещения, гидрологическому и термическому режимам, которые являются ведущими факторами для жизнедеятельности растений. Однако наибольшие различия между степным и лесным участками склона были в доступности светового ресурса. Согласно нашим данным, интенсивность освещения в период максимальной вегетации на уровне подлеска без попадания прямых солнечных лучей была в 10-20 раз ниже, чем на открытом степном склоне. При таком соотношении уровень инсоляции, безусловно, является главным лимитирующим фактором, влияющим на фотосинтетическую деятельность караганы в условиях леса.

Свет – незаменимый ресурс для фотосинтеза, и поэтому каждый вид растения эволюционно адаптирован к определенному диапазону освещения. Реакция растений на световые условия зависит не только от текущей величины падающего света, но и от уровня освещения, действовавшего на лист во время всего периода роста и развития (Nobel et al., 1975; Terashima et al., 2001). Структура фотосинтетических тканей формируется во время роста листа, а после завершения ростовых процессов количественные изменения клеток и тканей, как правило, невозможны. Карагана Бунге является типичным пустынно-степным видом (Гунин и др., 2015), и поэтому эволюционно приспособлена к высокому уровню освещения. Известно, что у светолюбивых видов при формировании в условиях затенения существенно изменяются физиологические показатели листьев. Обычно листья одного и того же вида, сформировавшиеся при разном уровне освещения, различаются в первую очередь по максимальному уровню фотосинтеза (A_{max}; Reich et al., 2003; Terashima et al., 2006; Lambers et al., 2008; Pons, Poorter, 2014). Теневые растения, как правило, имеют в 2-3 раза более низкий уровень A_{max} (Niinemets, Tenhunen, 1997; Evans, Poorter, 2001; Pons, Poorter, 2014). Кроме того, у теневых листьев отмечается большая кривизна перехода линейного участка световой кривой на плато, боле низкий СКП и более высокая скорость поглощения CO_2 при низких интенсивностях света (Terashima et al., 2006; Lambers et al., 2008). Угол наклона начального (линейного) отрезка световой кривой у теневых и световых растений одного вида обычно не различается, так как величина квантового выхода не так важна в случае акклимации вида к затенению (Lambers et al., 2008). В наших исследованиях, несмотря на изменившийся световой режим месообитания, лесные особи караганы не имели значимых отличий от степных особей ни по одному из перечисленных параметров (табл. 2). Такое кажущееся несоответствие физиологических параметров листьев караганы условиям произрастания связано с особенностями развития листвы кустарникового яруса в условиях лиственничного леса.

При произрастании в редкостойном лиственничном лесу кусты караганы подвержены изменению условий освещения в течение вегетационного сезона. Весной в период появления и развития листьев караганы листовой полог лиственничника как у любого листопадного типа леса еще отсутствует или мало развит. Известно, что в безлистном состоянии листопадный лес с высокой полнотой пропускает 50-60% радиации (Цельникер, 1978), а в случае редкостойного лиственничного леса количество пропускаемого света будет еще выше. В связи с этим листья лесных кустов караганы начинают развиваться при почти такой же высокой интенсивности света, как кусты на степных участках. Затем по мере развития хвойного полога средняя интенсивность освещения, доходящая до кустарникового яруса, снижается. Таким образом, только на поздних стадиях роста и развития листья лесных кустов попадают в условия более сильного затенения. В результате изначально у караганы в лиственничном лесу формируются листья, по структуре и функциям соответствующие световым листьям, и лишь на позднем этапе дифференциации листовых тканей происходят изменения. Действительно, отсутствие различий в максимальном уровне газообмена между лесными и степными особями (табл. 2) говорит о сохранении высокой фотосинтетической способности листа у караганы в условиях леса. Сходные значения углекислотного и светового компенсационных пунктов и квантового выхода свидетельствует о неизменности биохимических и кинетических параметров фотосинтеза. Об этом же говорит и стабильность отношения хлорофиллов *a/b*. Обычно у теневых листьев выше доля хлорофилла *b*, входящего в состав антенных комплексов, участвующих в улавливании света (Lambers et al., 2008; Kono, Terashima, 2014). В наших исследованиях не было достоверных отличий и по этому показателю. При этом суммарное содержание хлорофиллов *a+b* в расчете на единицу

площади листа не изменялось. В то же время, в лесу значимо снижалось содержание каротиноидов, имеющих функцию защиты пигментных комплексов от фотодеструкции при избыточной инсоляции.

Содержание хлорофиллов обычно коррелирует с A_{max} (Lambers et al., 2008). Лесные растения имели столь же высокий, как и в условиях степи, уровень A_{max} на единицу площади листа. На наш взгляд, это является важной характеристикой фотосинтетического аппарата караганы в условиях леса, поскольку имеет значение для акклимации фотосинтетического аппарата к сильным солнечным бликам в лесу, на порядок превышающих интенсивность средней освещенности в месте произрастания. Солнечные пятна имеют большое значение для растений подлеска, связанное с эффективностью пост-иллюминационной ассимиляции CO_2 (Kono, Terashima, 2014). Солнечные блики могут существенно улучшать углеродный баланс и рост растений в нижних ярусах лесного сообщества. Если бы листья караганы формировались при низком освещении, то попадание солнечных бликов на листья с теневой организацией могло привести к фотоингибированию фотосинтетического аппарата. Ранее также было показано, что лесные и опушечные кусты караганы при высоком освещении могут достигать практически такого же уровня фотосинтеза, как и в условиях степного склона (Гунин и др., 2015). Таким образом, в разреженном лиственничном лесу карагана Бунге имеет преадаптацию на уровне структуры и функции листа к сильному свету продолжительных солнечных пятен.

На количественные изменения в листовых тканях при воздействии затенения на поздних стадиях дифференцировки листа указывают и другие показатели. Так, содержание хлорофиллов на единицу массы листа у караганы в лесу было выше, как это обычно отмечается у теневых листьев (Terashima et al., 2006; Lambers et al., 2008). Увеличение этого показателя у теневых листьев обычно происходит за счет уменьшения толщины и плотности листовой пластинки (Gutschick, 1999; Evans, Poorter, 2001; Terashima et al., 2006). Действительно, в наших исследованиях у караганы в условиях пониженного освещения в лесу формируются листья меньшей толщины и поверхностной плотности (рис. 1). Известно, что уменьшение толщины листа при недостатке света происходит за счет уменьшения размеров и/или количества клеток мезофилла (Nobel et al., 1975; Niinemes, Tenhunen, 1997; Terashima et al., 2001; Иванова, Пьянков, 2002). При недостатке света клетки мезофилла светолюбивых видов растягиваются меньше (Цельникер, 1978; Иванова, Пьянков, 2002) и в них формируется меньше хлоропластов, поскольку известна прямая корреляция между объемом клетки и числом хлоропластов в ней (Мокроносов, 1981). Кроме того, в условиях затенения необходимо развитие большей доли межклеточного воздушного пространства для снижения сопротивления диффузии CO_2 внутри листа, что приводит к снижению концентрации клеток (Иванова и др., 2006). Действительно, в наших исследованиях клетки мезофилла в листьях лесных особей были меньше, чем у степных, и количество их в расчете на единицу площади листа было значимо ниже (табл. 3). Другим признаком акклимации листьев к затенению является увеличение доли губчатой ткани в мезофилле листа (Gutschick, 1999; Иванова, Пьянков, 2002), так как нерегулярная форма клеток губчатой ткани увеличивает длину пути фотонов света и соответственно увеличивает абсорбцию света из-за большего внутреннего рассеяния светового потока (Vogelmann et al., 1996; Terashima et al. 2001). У исследованных нами лесных особей караганы доля губчатой ткани в суммарном объеме и поверхности мезофилла листа увеличилась по сравнению со степными кустами с 20 до 40%. Указанные анатомические особенности подтверждают наше предположение, что акклимация к затенению в условиях лиственничного леса у караганы идет на последних стадиях формирования листа, когда основные изменения происходят на уровне тканево-клеточной организации – происходит дифференциация мезофилла на палисадную и губчатую ткань, формируется система воздушных межклетников и происходит регуляция концентрации клеток в единице площади листа. В других исследованиях также показано, что именно структурные и количественные изменения фотосинтезирующих элементов лежат в основе внутривидовых приспособлений к меняющимся условиям. Так, акклимация к высокому уровню освещения у *Acer sachharum* происходила, в основном, за счет перестройки анатомии, а не биохимии листа (Niinemets, Tenhunen, 1997). Акклимация листьев к температурному режиму также осуществлялась на уровне структуры листа за счет изменения количества и размеров клеток и хлоропластов (Пьянков, Васьковский, 1994; Rasulov et al., 2014).

Поддержание высокого уровня A_{max} при снижении количества клеток и хлоропластов у караганы становится возможным благодаря одновременному увеличению фотосинтетической способности отдельных клеток мезофилла. Об этом свидетельствует увеличение уровня фотосинтеза при насыщающем свете в расчете на единицу массы листа. Об увеличении фотосинтетической

способности клеток в листьях караганы в лесу говорит также постоянство максимальной карбоксилазной активности РБФ на единицу площади листа, но увеличение этого показателя при расчете на единицу массы. Увеличение фотосинтетической способности отдельной клетки мезофилла происходило за счет усиления максимальной фотосинтетической способности единичного хлоропласта, несмотря на снижение числа хлоропластов в клетке (табл. 3). Фотосинтетическая способность хлоропласта возрастала в 1.5 раза, а число хлоропластов в клетке уменьшалось всего на 10% (в лесу в клетке мезофилла, в среднем, было на 3 хлоропласта меньше, чем в степи). Если рассчитать фотосинтетическую активность одной клетки через число хлоропластов в клетке и их активность, то в лесу она будет на 20% выше, чем в степи. Известно, что в отличие от анатомической структуры листа, изменяющейся лишь в процессе роста листа, хлоропласты являются более пластичными и могут существенно изменять свои свойства для адаптации к текущим световым условиям (Terashima et al., 2006). Так, при помещении теневых листьев *Chenopodium album* в условия сильного света, акклимация фотосинтетического аппарата происходила за счет увеличения общей площади поверхности хлоропластов без изменения параметров клеток мезофилла (Oguchi et al., 2003). В наших исследованиях в листьях *C. bungei* также происходила акклимация хлоропластов – увеличение их размеров и фотосинтетической активности, компенсирующей снижение числа хлоропластов в единице площади листа. Увеличение функциональной активности отдельных клеток и хлоропластов, возможно, также было обусловлено благоприятным влиянием других экологических факторов лесного экотопа – отсутствием избыточной инсоляции и снижением температуры листового полога. Известно, что в аридных условиях сильная инсоляция и перегрев существенно ограничивают фотосинтез и рост растений вследствие фотоингибирования, увеличения устьичного сопротивления, теплового повреждения фотосинтетических мембран, снижения скорости потока электронов и других причин (Lambers et al., 2008). Исключение этих факторов в условиях леса может положительно влиять на функциональную активность фотосинтетических тканей. Так, снижение содержание каротиноидов в листьях лесных растений караганы свидетельствует о снижении риска повреждения фотосинтетического аппарата от избытка света или повышенной температуры.

Несмотря на то, что максимальная интенсивность фотосинтеза листьев караганы не различается в зависимости от условий произрастания, в лесу достаточно большое количество времени кусты находятся в затенении при интенсивности радиации ~100-200 мкмоль/м^{2}с, в то время как в степных условиях уровень освещения в солнечные часы достигает 1500-2000 мкмоль/м^{2}с. Это означает, что реальный уровень поглощения CO_2 у лесных растений большую часть времени составляет не более половины от максимального (рис. 2).

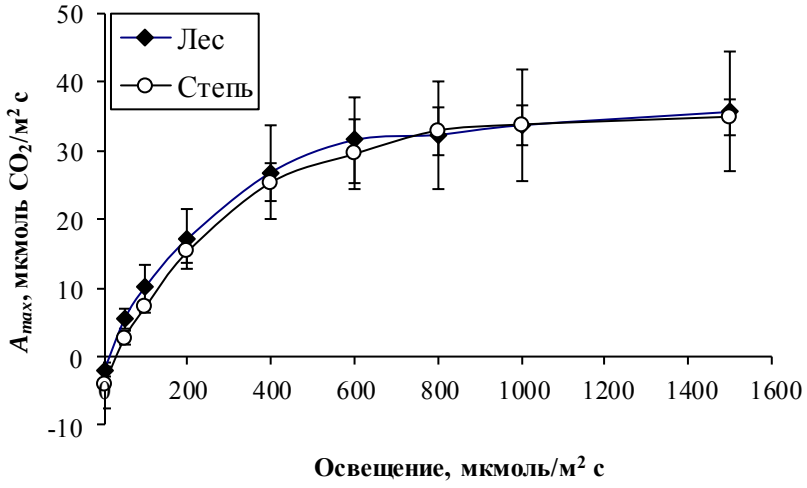


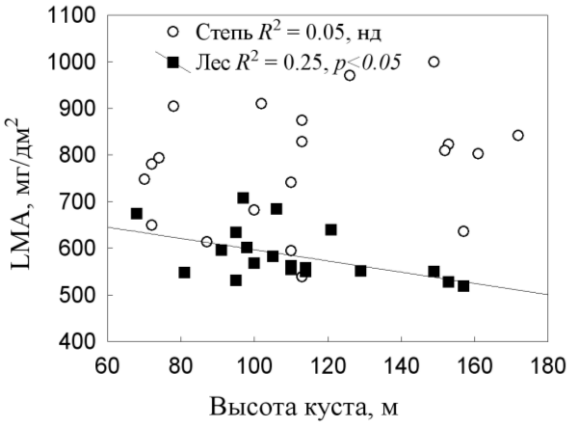
Рис. 2. Зависимость фотосинтеза *Caragana bungei* от освещения на степном и лесном участках.
Fig. 2. Light response curve of photosynthesis of *Caragana bungei* in steppe and forest.

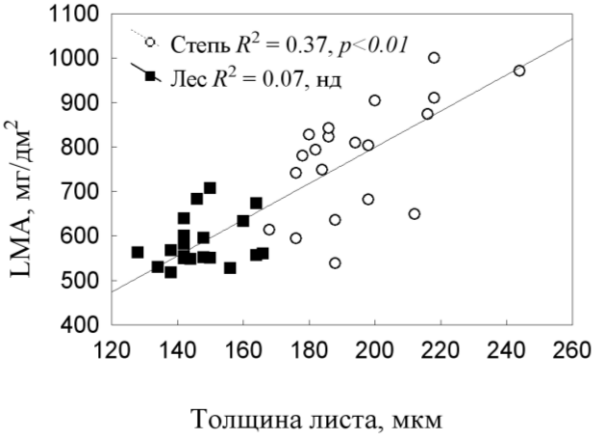
В то же время, реальные значения CO_2-ассимиляции напрямую определяют рост растений. Согласно представлениям о росте растений (Evans, 1972), относительная скорость роста (RGR) определяется уровнем нетто-ассимиляции CO_2 на единицу площади листа (NAR) и относительной

площадью листьев в расчете на единицу массы растения (LAR), которая, в свою очередь, зависит от доли листьев в массе растения (LMR) и обратно пропорциональна удельной поверхностной плотности листа (LMA):

$$RGR = NAR \times LAR = NAR \times LMR \times \frac{1}{LMA} \quad (1)$$

Скорость нетто-ассимиляции NAR зависит от реального уровня фотосинтеза в течение дня за вычетом затрат на дыхание. В наших исследованиях при произрастании караганы в лесу и в степи уровень дыхания значимо не изменялся (табл. 2), следовательно, значения NAR определялись, в основном, реальным уровнем фотосинтеза, и в лесу NAR была примерно вдвое ниже, чем в степи. В то же время, у лесных особей обнаружено увеличение LAR в 2.5 раза за счет увеличения почти в два раза LMR и снижения LMA. Известно, что подобное увеличение параметров листового полога LAR и LMR характерно для тенеустойчивых видов растений по сравнению со светолюбивыми (Reich et al., 2003). Таким образом, путем изменения листовых параметров в условиях леса кусты караганы успешно компенсируют пониженный уровень реального фотосинтеза с единицы площади листа. Кроме того, при попадании солнечных бликов лесные особи могут быстро достигать максимального уровня фотосинтеза. Известно, что в условиях флуктуирующего освещения при наличии солнечных бликов фотосинтетический аппарат растений способен приспосабливаться с помощью быстрого (в течение нескольких минут-секунд) изменения скорости потока электронов и диссипации энергии (Kono, Terashima, 2014). 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 (Гунин и др., 2015). Благодаря адаптации структуры и функции фотосинтетического аппарата растения караганы способны поддерживать свойственный данному виду уровень ростовых процессов. Действительно, нами не обнаружены различия в ростовых параметрах кустов – лесные особи не отличались от степных ни по объему надземной части, ни по высоте кустов. При этом на важную роль листовых параметров в регуляции ростовых процессов в условиях лиственничного леса указывает отрицательный характер связи между высотой кустов и плотностью листьев у лесных особей (рис. 3).





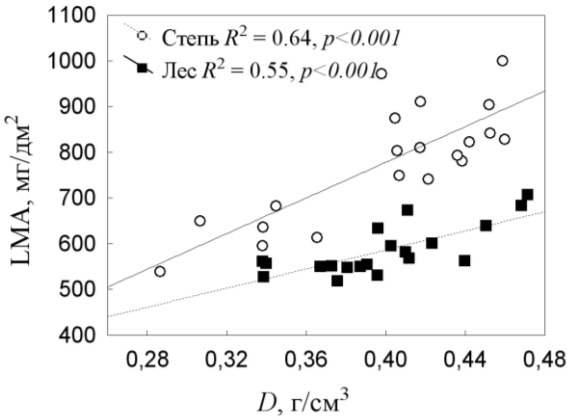


Рис. 3. Связь между удельной поверхностной плотностью листа (LMA) и высотой куста, а также зависимость LMA от толщины и объемной плотности листа (*D*) у *Caragana bungei* на степном и лесном участках. **Fig. 3.** The relationship between the leaf mass area (LMA) and shrub height, and dependence of LMA on the leaf thickness and density (*D*) of *Caragana bungei* in steppe and forest.

Эта связь становится понятной, если учесть, что такой важный компонент скорости роста, как

LMA (в соответствии с уравнением 1) зависит от толщины (*T*) и объемной плотности листа (*D*; Poorter et al., 2009):

$$LMA = T \times D \quad (2)$$

Снижение LMA, способствующее увеличению скорости роста, может происходить за счет уменьшения толщины листа и/или плотности тканей (Niinemets, 1999). В условиях степи при высокой инсоляции и водном дефиците значимую роль в формировании LMA играют оба параметра – толщина листа и его объемная плотность (рис. 3). Увеличение толщины и плотности листа в хорошо освещенных местообитаниях связано с увеличением размеров клеток мезофилла и содержания в них воды (Иванова и др., 2012). В условиях леса лимитирующим фактором является недостаток света, и значительное увеличение толщины листа невозможно, так как свет не будет проникать до более глубоких слоев мезофилла (Vogelmann et al., 1993; Terashima et al., 2001, 2006). Поэтому в условиях леса растения регулируют LMA путем изменения плотности сложения листовых тканей (рис. 3).

Другим фактором морфо-физиологической адаптации караганы к недостатку света на уровне целого куста является изменение его формы (Гунин и др., 2015). Под пологом леса карагана формирует более вытянутые и менее ветвистые кусты (табл. 1). Изменение формы куста, индекса ветвления и уменьшение толщины стеблей связано с конкуренцией за световой ресурс. При этом преимущественным направлением роста у лесных особей является рост в высоту, тогда как у степных растений идет как в вертикальном, так и в горизонтальных направлениях. На более жесткие требования к формированию параметров формы и архитектуры кустов указывает также и низкий уровень варьирования по этим показателям у лесных кустов в отличие от степных (табл. 1). Таким образом, в лесу увеличение высоты куста отражает общий уровень роста растения, в то время как на степном участке высота куста не связана с приростом биомассы, в целом. В связи с этим, у лесных кустов существует обратная корреляция высоты куста с LMA, как отражение отрицательной связи между относительной скоростью роста и LMA, как это следует из уравнения (1).

Таким образом, выявленные морфо-физиологические особенности караганы Бунге позволяют ей в результате аридизации климата и антропогенных воздействий (вырубка леса, пожары) занимать все более важное положение в лесостепной зоне Хангая и проникать в лесные сообщества. В разреженных лиственничниках на горных склонах (полнота 0.2-0.5), карагана Бунге формирует более 30% от общего покрытия кустарниково-травяного яруса (Гунин и др., 2015). При этом другие кустарники, более характерные для лесных сообществ (*Cotoneaster melanocarpa* и *Spiraea media*), имеют меньшее распространение или даже встречаются здесь единично (Гунин и др., 2015).

Заключение

Проведенные исследования показали, что карагана Бунге в условиях разреженного лиственничного леса имеет преимущество перед нативными лесными кустарниками за счет структурных и функциональных особенностей фотосинтетического аппарата на разных уровнях его организации. Листья этого пустынно-степного вида, эволюционно приспособленного к высокому уровню инсоляции, за время весеннего безлистного периода лиственничника успевают сформировать мощный фотосинтетический аппарат. Высокая фотосинтетическая способность листьев караганы Бунге может характеризоваться как преадаптация к условиям деградации лиственничного леса, поскольку позволяет использовать сильный свет длительных солнечных бликов для поддержания положительного углеродного баланса. При этом пониженная интенсивность фотосинтеза в остальное время затенения пологом леса компенсируется высокой относительной площадью и массой листьев в надземной массе куста. Однако при более сильном затенении карагана Бунге может испытывать серьезный недостаток света, к которому ее мощный фотосинтетический аппарат эволюционно не приспособлен. В связи с этим, в древостоях с большей сомкнутостью крон обилие караганы может существенно снижаться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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* Stapf. в экосистемах сухих степей Восточной и Центральной Монголии // Аридные экосистемы. Т. 18. №1. С. 26-46.

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

2015. Региональные особенности процессов опустынивания экосистем на границе бассейна Байкала и Центральноазиатского бессточного бассейна // Аридные экосистемы. Т. 21. № 3 (64). С. 5-22.

Иванов Л.А., Иванова Л.А., Ронжина Д.А., Чечулин М.Л., Церенханд Г., Гунин П.Д., Пьянков В.И. 2004. Структурно-функциональные основы экспансии *Ephedra sinica* в степных экосистемах Монголии // Физиология растений. Т. 51. № 4. С. 521-528.

Иванов Л.А., Иванова Л.А., Ронжина Д.А., Циглер Х., Дайгеле К., Гунин П.Д., Пьянков В.И. 2007. Влияние межвидовой конкуренции на функциональные свойства растений в горно-степных сообществах Гоби // Экология. Т. 38. № 3. С. 155-160.

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

Иванова Л.А., Пьянков В.И. 2002. Структурная адаптация мезофилла листа к затенению // Физиология растений. Т. 49. С. 467-480.

Иванова Л.А., Петров М.С., Кадушников Р.М. 2006. Определение диффузионного сопротивления мезофилла *Chamaerion angustifolium* методом трехмерной реконструкции клеточной упаковки листа // Физиология растений. Т. 53. № 2. С. 354-363.

Микляева И.М., Гунин П.Д., Бажа С.Н. 2010. Инвазии можжевельника ложноказацкого (*Juniperus pseudosabina* Fisch. et Mey.) в разреженных сообществах псаммофитов в Центральной Монголии // Аридные экосистемы. Т. 16. № 42. С. 87-91.

Мокроносов А.Т. 1981. Онтогенетический аспект фотосинтеза. Москва: Наука. 196 с.

Пьянков В.И., Васьковский М.Д. 1994. Температурная адаптация фотосинтетического аппарата растений арктической тундры о. Врангеля *Oxyria digyna* и *Alopecurus alpinus* // Физиология растений. Т. 41. С. 517-525.

Слемнев Н.Н., Камелин Р.В., Гунин П.Д., Бажа С.Н. 2005. Кустарниковые сообщества и их роль в сукцессионных процессах в лесостепной зоне Монголии // Ботанический журнал. Т. 90. № 4. С. 481-508.

Цельникер Ю.Л. 1978. Физиологические основы теневыносливости древесных растений. М.: Наука. 214 с.

Archer S., Schimel D.S., Holland E.A. 1995. Mechanisms of shrubland expansion: land use, climate or CO2? // Climatic Change. Vol. 29. P. 91-99.

Brantley S.T., Young D.R. 2008. Shifts in litter fall and dominant nitrogen sources after expansion of shrub thickets // Oecologia. Vol. 155. P. 337-345.

Briggs J.M., Knapp A.K., Blair J.M., Heisler J.L., Hoch G.A., Lett M.S., McCarron J.K. 2005. An ecosystem in transition: causes and consequences of the conversion of mesic grassland to shrubland // BioScience. Vol. 55. P. 243-254.

Björkman O. 1981. Responses to different quantum flux densities / Encyclopedia of plant physiology: physiological plant ecology I / Eds O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond, H. Ziegler. New York: Springer-Verlag. P. 57-107.

Caldeira M.C., Lecomte X., David T.S., Pinto J.G., Bugalho M.N., Werner C. 2015. Synergy of extreme drought and shrub invasion reduce ecosystem functioning and resilience in water-limited climates // Scientific Reports 5 Article number: 15110.

Eldridge D.J., Bowker M.A., Maestre F.T., Roger E., Reynolds J.F., Whitford W.G. 2011. Impacts of shrub encroachment on ecosystem structure and functioning: towards a global synthesis // Ecology Letters. Vol. 14. № 7. P. 709-722.

Evans G.C. 1972. The quantitative analysis of plant growth. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 734 p.

Evans J.R., Poorter H. 2001. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain // Plant, Cell and Environment. Vol. 24. P. 755-767.

Gutschick V.P. 1999. Biotic and abiotic consequences of differences in leaf structure // New Phytologist. Vol. 143. P. 3-18.

Jackson R.B., Banner J.L., Jobbagy E.G., Pockman W.T., Wall D.H. 2002. Ecosystem carbon loss with woody plant invasion of grasslands // Nature. Vol. 418. № 6898. P. 623-626.

Knapp A.K., Briggs J.M., Archer S.R., Bret-Harte S., Collins S.L., Ewers B.E., Peters D.P., Young D.R., Shaver G.R., Pendall E., Bayless M.K. 2008. Shrub encroachment in North American grasslands: shifts in growth form dominance rapidly alters control of ecosystem carbon inputs // Global Change Biology. Vol. 14. P. 615-623.

Karamysheva Z.V., Khramtsov V.N. 1995. The steppes of Mongolia // Braun-Blanquetia. Vol. 17. 79 p.

Kono M., Terashima I. 2014. Long-term and short-term responses of the photosynthetic electron transport to fluctuating light // Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. Vol. 137. P. 89-99.

Koyama A., Sasaki T., Jamsran U., Okuro T. 2015. Shrub cover regulates population dynamics of herbaceous plants at individual shrub scale on the Mongolian steppe // Journal of vegetation science. Vol. 26. № 3. P. 441-451.

Lambers H., Chapin F.S.I., Pons T.L. 2008. Plant physiological ecology. New York: Springer-Verlag. 540 p.

Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in

different solvents // Biochemical Society Transactions. Vol. 603. P. 591-592.

Niinemets U. 1999. Components of leaf dry mass per area – thickness and density – alter leaf photosynthetic capacity in reverse directions in woody plants // New Phytology. Vol. 144. P. 35-47.

Niinemets U., Tenhunen J.D. 1997. A model separating leaf structural and physiological effects on carbon gain along light gradients for the shade-tolerant species Acer saccharum // Plant, Cell and Environment. Vol. 20. P. 845-866.

Nobel P.S., Zaragoza L.J., Smith W.K. 1975. Relation between mesophyll surface area, photosynthetic rate and illumination level during development for leaves of Plectranthus parviflorus Henkel. // Plant Physiology. Vol. 55. P. 1067-1070.

Oguchi R., Hikosaka K., Hirose T. 2003. Does the photosynthetic light-acclimation need change in leaf anatomy? // Plant, Cell and Environment. Vol. 26. P. 505-512.

Pons T.L., Poorter H. 2014. The effect of irradiance on the carbon balance and tissue characteristics of five herbaceous species differing in shade-tolerance // Frontiers in Plant Science. Vol. 5(12). P. 1-14.

Poorter H., Niinemets U., Poorter L., Wright I.J., Villar R. 2009. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis // New Phytologist. Vol. 182. № 3. P. 565-588.

Rasulov B., Bichele I., Hüve K., Vislap V., Niinemets Ü. 2015. Acclimation of isoprene emission and photosynthesis to growth temperature in hybrid aspen: resolving structural and physiological controls // Plant, Cell and Environment. Vol. 38. № 4. P. 751-766.

Reich P.B., Wright I.J., Cavender-Bares J., Craine J.M., Oleksyn J., Westoby M., Walters M.B. 2003. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies // International Journal of Plant Science. Vol. 164. P. 143-164.

Terashima I., Hanba Y.T., Tazoe Y., Vyas P., Yano S. 2006. Irradiance and phenotype: comparative eco-development of sun and shade leaves in relation to photosynthetic CO2 diffusion // Journal of Experimental Botany. Vol. 57. P. 343-354.

Terashima I., Miyazawa S.-I., Hanba Y.T. 2001. Why are sun leaves thicker than shade leaves? Consideration based on analyses of CO2 diffusion in the leaf // Journal of Plant Research. Vol. 114. P. 93-105.

Van Auken O.W. 2000. Shrub ivasions of North American semiarid grasslands // Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 31. P. 197-215.

Von Caemmerer S., Farquhar G.D. 1981. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves // Planta. Vol. 153. P. 376-387.

Vogelmann T. 1993. Plant tissue optics / Annual Reviem of Plant Physiology. Plant Molecular Biology. Vol. 44. P. 231-251.

PHOTOSYNTHESIS ADAPTATION OF THE DESERT-STEPPE SHRUB *CARAGANA BUNGEI* LEDEB. TO LARCH FOREST CONDITIONS AT MOUNTAINOUS SLOPES IN MONGOLIAN KHANGAI

© 2016. L.A. Ivanov*, L.A. Ivanova*, S.V. Migalina*, P.K. Yudina*, Yu.I. Drobyshev, G. Tserenkhand ***, S. Tsooj***, P.D. Gunin****

**Botanical Garden of the Ural Division RAS*
Russia, 620144, Yekaterinburg, 8 Marta str., 202a. E-mail: Leonid.Ivanov@botgard.uran.ru
***A.N. Severtsov's Institute of Ecology and Evolution RAS*
Russia, 119071, Moscow, Leninsky prospect, 33. E-mail: monexp@mail.ru
****Institute of General and Experimental Biology MAS*
Mongolia, 210351, Ulaanbaatar, Peace avenue, 54b.

Leaf traits, gas change parameters, photosynthetic pigments content, mesophyll structure and sizes of shrubs were studied for *Caragana bungei* Ledeb. in contrast habitats of mountain slope – herb-grass-shrub steppe and larch forest. It is shown that the adaptation of photosynthetic apparatus of *C. bungei* to forest conditions does not lie in biochemical and primary photosynthetic processes but consists in quantitative changes of tissue-cellular structure of a leaf. As result there were no differences in shrub sizes between steppe and forest individuals of Caragana. We concluded that photosynthesis adaptation in leaf mesophyll and in share of photosynthetic organs allows this species to maintain the growth and to have advantage in an open larch forest.

Keywords: Mongolia, shrub invasion, *Caragana bungei*, forest steppe, shading, LMA, photosynthesis, leafs mesophyll, chlorophyll.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №3 (68), с. 76-83

К 45-ЛЕТИЮ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

УДК 599.742.2

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ГОБИЙСКОГО МЕДВЕДЯ (*URSUS ARCTOS GOBIENSIS* SOKOLOV ET ORLOV, 1992)

© 2016 г. Л. Амгалан*, Г. Рейнольдс, Я. Адъяа*, Ц.Туяа***, А. Баясгалан****, Т. Одбаяр***

**Институт общей и экспериментальной биологии АНМ*
Монголия, 210351, г. Улан-Батор, проспект Жукова, д. 77. E-mail: adiya_ya@yahoo.com
***Международная команда проекта по гобийскому медведю*
США, Фэйрбэнкс, АК 99708, почтовый ящик 80843
****Экосистемный подход к адаптации для поддержания безопасности воды в важнейших водосборных бассейнах Монголии*
Монголия, г. Улан-Батор, 202 ESC Центр, Молодежная авеню, д. 2В
*****Министерство окружающей среды, зеленого строительства и туризма Монголии*
Монголия, 151600, г. Улан-Батор, ул. Объединенных наций, д. 5/2

Поступила 26.09.2015

В статье приводится обобщенная информация об ареале, поведении, диете и смертности исчезающего вида гобийского медведя (*Ursus arctos gobiensis*). Исследованиями были затронуты особенности его исторического распространения в Гоби (и последующее сокращение ареала), передвижения, численности и таксономического статуса.

Ключевые слова: Монголия, гобийский медведь, ареал, численность, генетический анализ.

Гобийский медведь (*Ursus arctos gobiensis* Соколов, Орлов, 1992) находится под угрозой исчезновения и встречается только в изолированной популяции в юго-западной части Монголии. Вследствие этих причин, он был занесен в Монгольский Красный список млекопитающих на основе критериев Международного союза охраны природы (МСОП) под категорией «находящийся под угрозой» (Clark et al., 2006). Охота на гобийского медведя запрещена законом в 1953 г. В настоящее время он охраняется в Большом Гобийском заповеднике. Он занесен в Красную книгу Монголии (1997) и зарегистрирован в приложении I Конвенции о международной торговле вымирающими видами (CITES, 1991).

Исследователи из Института общей и экспериментальной биологии АН Монголии начали собирать информацию о распространении, экологии и биологии этого вида в 1963 г. А. Болд (1967) из Института опубликовал первую статью о медведе, озаглавленную «Гобийские медведи и бурые медведи», со сравнительным анализом морфологических измерений гобийского медведя и бурого медведя на Тибетском плато и в Северном Китае. В статье приводится обобщенная информация об ареале, поведении, диете и смертности гобийского медведя. Исследованиями также были затронуты особенности его исторического распространения в Гоби (и последующее сокращение ареала), передвижения, численности и таксономического статуса.

К обзору биологии и исторических сведений о распространении медведей в Азии следует добавить сообщение Н.М. Пржевальского о находке небольшой медвежьей шкуры, которая была «опознана» как кожа йети в одном из монастырей в горах провинции Ганьсу, Цайдам, в 1872 г. Русский ученый В.Ф. Ладыгин (1900), во время сбора информации о географии и фауне в Заалтайской Гоби сообщили о медведях в пустыне Гоби на востоке Монголии. Ученый комитет Монгольской Народной Республики направил экспедиционные группы в Заалтайскую Гоби, чтобы собрать информацию о географии, фауне и флоре этого региона в 1927, 1935 и 1936 гг. От местных жителей поступила устная информация, что было несколько медведей в районах вблизи Цагаан Богд, и хребта Эдрэн. Летом 1943 г. А.Г. Банников, Э.М. Мурзаев и А.А. Юнатов впервые наблюдали гобийских медведей в районе горы Цагаан Богд.

В 1950-1960-х гг. Д. Эрэгдэндагва (1954), О. Шагдарсурэн (1962), Н. Хотолхуу (1969) и исследовательская группа, включающая профессора Д. Цэвэгмид, Г.П. Дементьева и О. Шагдарсурэна (1959-1960 гг.), обнаружили признаки существования гобийского медведя: порои, экскременты и следы в Цагаан Богд, Эхийн-гол, Хатан Суудал, Нарансэвстэй, Атас-Ингэс, Аж Богдо и на хребте Эдрэн, хотя самих медведей они не видели. В октябре 1960 г. Н. Хотолхуу и Гонгор нашли следы гобийского медведя, его порои в поисках дикого ревеня (*Rheum nanun*) и экскременты в Хар Хайрхан, хребет Майхан, и у родников в районе Майхан (Шагдарсурэн, 1962).

Начиная с 1970-х гг., Совместной Советско-монгольской комплексной биологической экспедицией собирались сведения о флоре и фауне Заалтайской Гоби. Исследования были сфокусированы на распределении гобийского медведя, его среде обитания и экологии. Полевые работы 1974-1976 гг. А.Г. Банникова, В.Е. Соколова, С. Дуламцэрэн, В.Н. Орлова, Н. Хотолхуу и Д. Базардоржа сыграли важную роль в становлении и развитии Большого Гобийского заповедника (Соколов и др., 1978, 1980). Работы, организованные по проекту ЮНЕП в 1980-1982 гг., позволили собрать сведения о численности популяций редких млекопитающих, особенно о распределении и размеру популяции гобийского медведя, и информацию экологического характера (Жирнов, Ильинский, 1985).

В целях защиты редких животных в Заалтайской Гоби, в 1975 г. егеря из недавно созданной администрации Большого Гобийского заповедника начали осуществлять постоянный мониторинг, собирая данные о среде обитания, распространении и численности гобийского медведя. По результатам наблюдений был опубликован ряд научных работ (Tulgat et al., 1993; Badamhand et al., 1988; Bugaev et al., 1986).

Г. Шаллер (1993) работал с егерями в охраняемой зоне в 1990-1992 гг., поймал 4 медведя и укрепил на них радио-ошейники. Анализ телеметрических данных позволил определить биотопическое распределение, передвижения и диету медведей. Т.М. Маккарти в 2000 и 2009 гг. также работал с егерями и опубликовал работы по генетике гобийского медведя (McCarthy, 2000; McCarthy et al., 2009).

Министерство природы и окружающей среды Монголии и Программа развития ООН спонсировали проект «Сохранение экосистемы Большого Гобийского заповедника и ее охраняемых видов» в течение 2003-2007 гг. Проект по гобийскому медведю включал исследователей из Международной Ассоциации по исследованию медведя (IBA), Фонда гобийского медведя, Института общей и экспериментальной биологии и Большого Гобийского заповедника, которые начали установку фотоловушек, поимку и медведей и укрепление на них специальных телеметрических ошейников для выявления распределения, передвижения, структуры популяций и генетики гобийского медведя (Amgalan et al., 2005, 2006; Tserenbataa et al., 2006; Mijiddorj, 2013; Reynolds et al., 2010, 2015; Tumendemberel et al., 2011, 2015a, 2015b). В 2005-2015 гг. было выловлено 20 медведей и снабжено ошейниками со спутниковыми GPS (Reynolds et al., 2015).

Таксономический статус. А.Г. Банников (1954) впервые наблюдал гобийских медведей, а также нашел мертвого медведя. Исходя из морфологического сходства с тибетским бурым медведем, он классифицировал его как *Ursus pruinosus* (Blyth, 1854); впоследствии Д.П. Мэллон (1985) и Л.В. Жирнов и В.О. Ильинский (1985), определили тибетского бурого медведя как *Ursus arctos pruinosus*, подвид бурого медведя.

А. Болд (1967) изучал морфологию гобийского медведя и характеристики его черепа и пришел к выводу, что это отдельный подвид бурых медведей, который адаптирован к условиям пустыни Гоби. Вывод был частично основан на наблюдении, что размеры зубов и черепа гобийского медведя меньше, чем у бурых медведей Тибета и Северного Китая.

В конце 1970-х гг. В.Е. Соколов и В.Н. Орлов (1980) также отмечали, что характеристики черепа гобийского медведя отличаются от таковых у тибетских медведей, и классифицировали его как *Ursus arctos isabellinus*. Впоследствии В.Е. Соколов и В.Н. Орлов (1992) пришли к выводу, что гобийский медведь должны быть классифицированы как отдельный вид (*Ursus gobiensis*). Г. Шаллер (1993) отметил, что гобийский медведь морфологически отличается от тибетского бурого медведя, и ближе к гималайскому бурому медведю с горы Атас, являющейся продолжением горной системы Тэнгэр. Хотя гобийский медведь похож на гималайского по морфологии, некоторые показатели у них различны: форма и цвет тела, среда обитания, более мелкие черепа у гобийского медведя. На этих основаниях монгольские ученые пришли к выводу, что гобийский медведь может быть отдельным видом (Bold, 1967; Dulamtseren, 2003).

Гоби медведи обитают на пустынных территориях Большого Гобийского заповедника, где не встречаются хвойные деревья, в отличие от бурых медведей, населяющих горные леса Хэнтэя, Прихубсугулья и Монгольского Алтая с преобладанием хвойных пород (Соколов, Орлов, 1978; Dulamtseren, 2003).

Предыдущий анализ митохондриальной ДНК (Galbreath et al., 2007; McCarthy et al., 2009) показал, что гобийский медведь схож с подвидом *Ursus arctos isabellinus.* Однако авторы предполагают, что дальнейший отбор проб и генетический анализ необходим для уточнения таксономического статуса этого вида. Предварительный анализ, основанный на ядерных микросателлитных маркерах свидетельствуют о том, что гобийский медведь на самом деле может быть отдельным подвидом *Ursus arctos gobiensis* (Tumendemberel et al., 2015b).

На основе 22 микросателлитных данных (табл. 1), генетическое разнообразие гобийских медведей оценивается меньше, чем в большинстве других популяций бурых медведей в мире (Tumendemberel et al., 2015a).

Таблица 1. Генетическое разнообразие бурых медведей. **Table 1.** Genetic diversity of brown bears.

Территория исследования	Гетерозиготность (He)	Аллели / локус
Пиринеи, Испания	0.25	1.7
Гоби	**0.29**	**1.9**
Остров Кодьяк, Аляска, США	0.30	2.1
Пакистан	0.49	3.3
Йеллоустон, США	0.55	4.4
С. Селкиркс, Канада	0.54	4.3
Скандинавия, Европа	0.66	5.8
Южная Канада	0.68	6.4
Северная Канада	0.78	7.4

Распределение и передвижение. В первой половине XX в. ареал гобийского медведя был разделен на две части к югу и северу от Цэнхэр Гоби, которая тянется на 50-100 км. Однако медведи, распространенные в северной части, состоящей из хребта Эдрэн, горы Хатан Хайрхан и южной окраине Аж Богдо, Майхан и Хар Хайрхан, с 1940-х гг. постепенно сокращали свою численность и к концу 1960-х годов полностью исчезли вследствие антропогенных воздействий, таких как занятие человеком мест их обитания и чрезмерного выпаса скота (Соколов, Орлов, 1980). Начиная с 1940-х гг. большие оазисы Захуй, Зарман и Эхийн-гол стали использовать для сельскохозяйственных целей. В течение 1950-х гг. много новых пограничных станций и постов было установлено близ оазисов в Заалтайской Гоби, что привело к отчуждению основных пунктов водоснабжения и родников в Большом Гобийском заповеднике от диких животных, таких как гобийский медведь (*Ursus arctos gobiensis*), дикий верблюд (*Camelus bacterianus ferus*), дикий осел (*Equus hemionus*) и джейран (*Gazella subgutturosa*) и заставило гобийского медведя и других диких животных покинуть свои места обитания.

Исследователи из лаборатории териологии Института общей и экспериментальной биологии АНМ и команды Проекта по гобийскому медведю использовали 2835 зафиксированных с помощью GPS-приборов местонахождений пяти медведей, которые были пойманы в период с 2005 по 2009 гг. с целью анализа их первоначального ареала с использованием статистических программ, в том числе Minitab® 16.1.1, Statistica 7.0 и программ ГИС-анализа, таких как DIVA GIS, Arc-GIS 9.3, Arc-GIS 10.1.

С помощью этих аналитических методов и на основе данных ГИС было подсчитано, что в пределах Большого Гобийского заповедника для обитания гобийского медведя подходит территория размером 23619.18 км^2 (рис. 1; Mongolian …, 2014). Медведи встречаются на высотах между 1300 и 2300 м н.у.м. (Mijiddorj, 2013).

Согласно реконструкции исторического ареала гобийского медведя А. Болда (1967), А.Г. Банникова (1954), Л.В. Жирнова и В.О. Ильинского (1985) и других исследователей, до 1950 г. территория, населенная гобийским медведем, составляла порядка 33171.47 км^2.

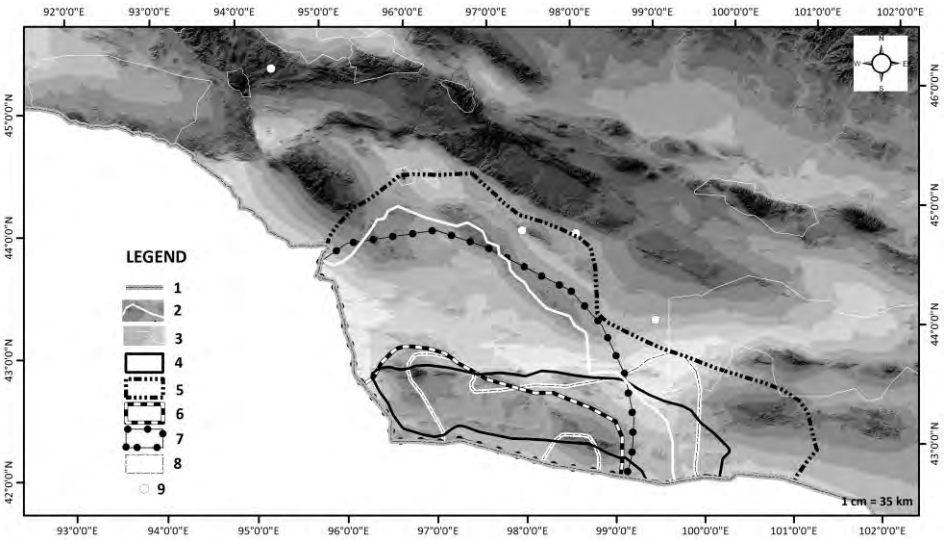


Рис. 1. Историческое и нынешнее распределение гобийского медведя в Заалтайской Гоби. *Условные обозначения:* 1 – государственная граница, 2 – границы Большого Гобийского заповедника «А», 3 – границы прочих особо охраняемых природных территорий, 4 – современный ареал гобийского медведя (по: Mijiddorj, 2006), 5 – исторический ареал гобийского медведя (по: Mijiddorj, 2006), 6 – ареал гобийского медведя по В.Е. Соколову и В.Н. Орлову (1980), 7 – ареал гобийского медведя по А. Болду (1967), 8 – ареал гобийского медведя по А.Г. Банникову (1954), 9 – места встреч гобийского медведя по А.Г. Банникову (1954). **Fig. 1.** The Gobi bears' historical and current distributions in Trans-Altai Gobi. *Legend:* 1 – state border, 2 – borders of the Great Gobi reserve A, 3 – the borders of other protected natural areas, 4 – the present habitat of the Gobi bear (Mijiddorj, 2006), 5 – the historical range of the Gobi bear (Mijiddorj, 2006), 6 – the range of the Gobi bear by V.E. Sokolov and V.N. Orlov (1980), 7 – the range of the Gobi bear by A. Bold (1967), 8 – the range of the Gobi bear by A.G. Bannikov (1954), 9 – encounter places with the Gobi bear by A.G. Bannikov (1954).

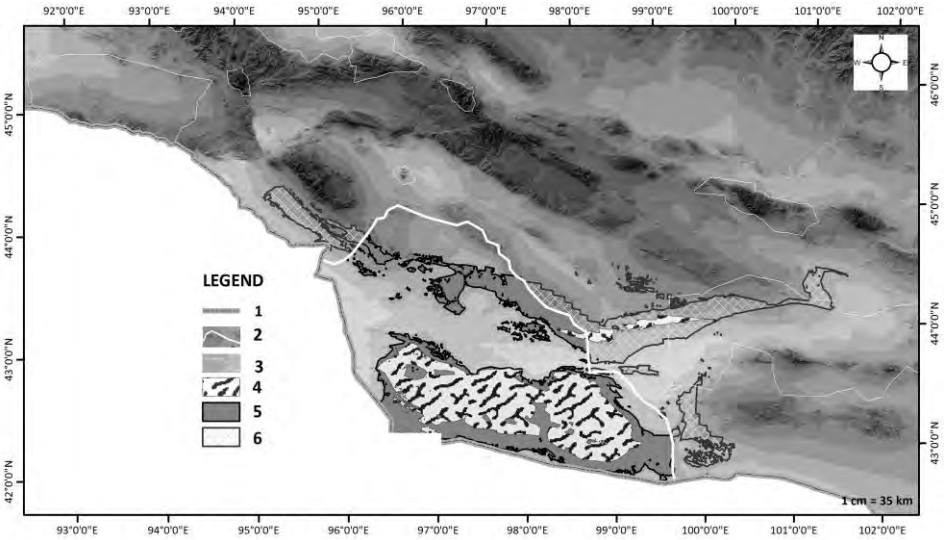


Рис. 2. Прошлый и настоящий ареалы гобийского медведя, 1954-2014, по результатам моделирования. *Условные обозначения*: 1 – государственная граница, 2 – границы Большого Гобийского заповедника «А», 3 – границы прочих особо охраняемых природных территорий, 4 – современный потенциальный ареал гобийского медведя, 5 – прошлый потенциальный ареал гобийского медведя, 6 – прошлый потенциальный ареал гобийского медведя за пределами Большого Гобийского заповедника. **Fig. 2.** Past and present ranges of Gobi bear, 1954-2014, the results of simulations. *Legend*: 1 – state border, 2 – borders of the Great Gobi reserve A, 3 – the borders of other protected natural areas, 4 – present potential range of Gobi bear, 5 – last potential habitat of Gobi bear, 6 – last potential habitat of the Gobi bear outside the Great Gobi reserve.

Впоследствии, А. Болд (1967) отметил, что ареал был на 15% ниже. В докладе МСОП (2014) указывается, что ареал сократился на 50% от прежнего, что составляет около 16500 км^2. Однако, данный отчет включает такие территории, как долина Хар, которая, скорее всего, используется медведями только как транзитная, поскольку там нет местообитаний, соответствующих требованиям медведей с точки зрения кормности. Если не включать такие участки в расчет, то нынешний ареал гобийского медведя сократился на 60% (20341.8 км^2) от исторического (рис. 2; Mongolian …, 2014).

На основе данных телеметрии и результатов генетических анализов, было проанализировано текущее распределение медведей в Гоби. На основании 242 мест фиксации с помощью GPS-приборов установлено, что взрослая самка перемещалась по площади около 514 км^2 в пределах 1009-1532 м н. у. м. вокруг оазиса Шар Хулс. В тоже время, взрослые самцы перемещались по площади около 2465-2485 км^2, в высотных пределах 1122-1492 м н. у. м. Следовательно, самцы гобийского медведя охватывают своими перемещениями территорию в 5 раз большую, чем самки (Mongolian …, 2014).

Генетическая оценка ДНК 22 особей подтвердила данные телеметрии о перемещениях медведей внутри оазисов и между оазисами в Атас Ингэс, Шар Хулс и Цагаан Богд (рис. 3а, б; Tumendemberel et al., 2015a).

В результате анализа 2835 мест GPS-фиксации пяти экземпляров медведей с помощью программы MaxEnt 3.3.3k были выявлены сезонные различия в распределении медведей. С марта по май помеченные гобийские медведи занимали, в среднем, площадь размером 9273.54 км^2, а в летнее время (с июня по август) она увеличилась на 30,9% (2868.66 км^2) до 12142.2 км^2. Осенью (сентябрь-ноябрь) она сократилась на 13,8% (1276.2 км2) до 10549.74 по сравнению с весенним ареалом (Mongolian …, 2014).

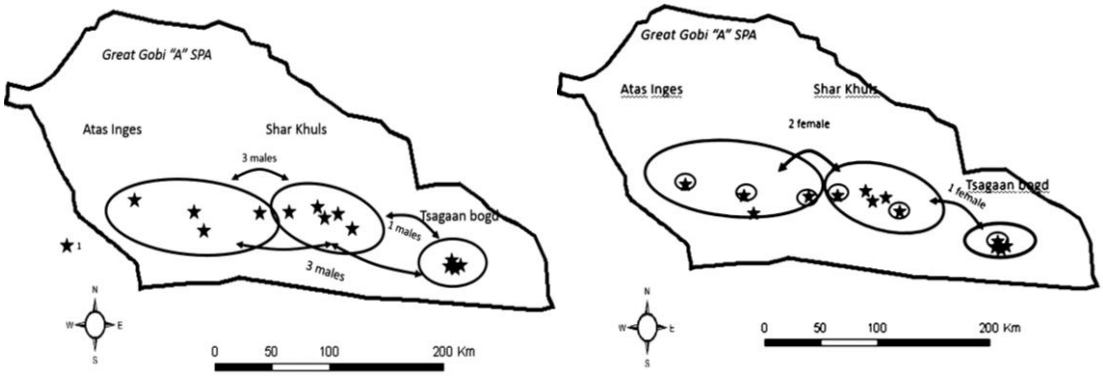


Рис. 3. Движение мужских (а) и женских (б) особей медведя весной и летом 2009 г. *Условные обозначения*: 1 – оазисы. **Fig. 3.** Male (a) and female (b) bears' movement in spring and summer 2009. *Legend*: 1 – oases.

Для расчета величины индивидуальных участков медведей, обитающих на территории Большого Гобийского заповедника, были использованы программы MaxEnt design и MCP. Взрослый самец по кличке Аляска имел индивидуальный участок размером 2356.49 км^2, взрослая самка по кличке Мать – 3663.9 км^2, Сугсуг – 717.48 км^2, Безымянный – 3298.91 км^2, Йокодзуна – 2972.06 км^2 (табл. 2). Величина индивидуальных участков зависит от возраста и пола медведей и от сезона сбора данных. Средняя площадь у взрослых самцов составляет 5590 км^2 (Mongolian …, 2014).

Размер популяции. Оценка численности популяции основана на косвенных данных, таких как следы и экскременты, и непосредственных наблюдениях в период между 1960 и началом 2000-х гг. По количеству следов на тропинках и возле родников, численность гобийского медведя оценивалась в 1960-х гг. в 15-20 особей (Bold, 1967), в 1970-х гг. – около 20 (Bold, Dulamtseren, 1975), в начале 1980-х гг. – 20-25 (Bugaev, Tumur, 1986) или 25-30 (Жирнов, Ильинский, 1985), в 1990-е гг. – 20-30 (Shaller et al., 1993) или 30-35 особей (Tulgat, 1995). Согласно недавним оценкам, в Большом Гобийском заповеднике обитают не менее 20 медведей (McCarthy et al., 2000; Batsaikhan et al., 2004; Mijiddorj, 2013).

Таблица 2. Размеры домашних ареалов индивидуальных медведей, км^2.
Table 2. Home ranges for each individual bears, km^2.

Кличка медведя / Значения	Аляска	Мама	Сугсуг	Безымянный	Йокодзуна
MCP	2698.47	3405.37	554.59	3331.25	3176.13
Весна (mcp)	21.16	149.88	454.53	2096.73	1896.60
Лето (mcp)	2641.84	3311.51	357.05	3106.41	2298.49
Осень (mcp)	21.78	1823.28	0	1180.70	526.95
MaxEnt	6399.22	9629.88	2221.23	6779.50	6962.13
Среднее	2356.49	3663.98	717.48	3298.92	2972.06

Международная команда Проекта по гобийскому медведю совместно с исследователями из Фонда гобийского медведя, Института общей и экспериментальной биологии АНМ и администрация Большого Гобийского заповедника в 2005 г. использовала фотоловушки, установленные у кормушек близ родников, для оценки численности гобийского медведя. На основе анализа 409 фотографий было установлено, что на территории заповедника обитало не менее 18 медведей, из которых идентифицировано 7 самцов, 4 самки и 2 детеныша (Amgalan et al., 2005). С помощью генетических анализов (ДНК-микросателлиты) из более чем 1000 образцов шерсти, взятых возле 14 родников, было вычислено, что в течение 2008-2009 гг. эти родники посещали 22-31 особи гобийского медведя (CI 95%), из них, как минимум, 14 самцов и 8 самок (Tumendemberel et al., 2015).

Заключение

Национальная программа по сохранению гобийского медведя стартовала в 2014 г., а Министерство окружающей среды и зеленого строительства Монголии создало рабочую группу с целью расширения исследований биологии и экологии этого животного, улучшения его среды обитания и помощи его популяции in situ и потенциально *ex situ* на базе наиболее объективной биологической информации и согласно стандартам МСОП.

В последнее время антропогенное воздействие на гобийские экосистемы возрастает вследствие разработки месторождений полезных ископаемых в соседних сомонах Южно-Гобийского аймака и притока нелегальных старателей, путешественников, а также хозяйственной деятельности местных жителей Большого Гобийского заповедника. Следовательно, из-за прироста населения и увеличения поголовья скота, вторжения людей в буферную зону заповедника и вследствие избегания гобийским медведем возросшей человеческой деятельности, эти животные испытывают возрастающие угрозы для их без того сократившегося ареала, который они могут безопасно населять.

Для того, чтобы способствовать эффективному сохранению гобийского медведя, нужно сосредоточить усилия на восстановлении его популяцией своего исторического ареала. Научную оценку стратегий, которые следует соблюдать для восстановления популяции, совместно выработали представители МБА, Всемирной профессиональной организации биологов по изучению медведя и Министерства окружающей среды и зеленого строительства Монголии (International …, 2015). Договор акцентировал внимание на важности сведения к минимуму риска от любых действий, которые могли бы повлиять на популяцию медведя in situ. Для достижения этой цели необходимо провести работу по созданию системы охраняемых территорий между Монголией и Китаем, поддерживать и расширять многосторонние биологические и экологические исследования в области анализа рациона гобийского медведя по его питательности. Приобретение более глубокого понимания биологических и антропогенных факторов, которые ограничивают рост популяции медведя, а также повышение уровня знаний о популяционной динамике, принципиальных характеристиках среды обитания, строении и способности к размножению, генетических особенностях, месячном и сезонном распределении, перемещениях и использовании среды обитания, будет важно для ее реализации.

Существует потребность в сотрудничестве с местными жителями и пастухами в буферной зоне Большого Гобийского заповедника и пограничных пунктах в целях наращивания потенциала местных сообществ в деле охраны окружающей среды, реализации образовательных программ и программ по сохранению эндемичных видов диких животных. Важно также проводить регулярный мониторинг в районах обитания гобийского медведя и осуществлять поддержку национальных природоохранных

органов, повысить потенциал администрации особо охраняемых природных территорий и активировать Национальную программу действий по сохранению гобийского медведя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Банников А.Г. 1954. Млекопитающие Монгольской Народной Республики // Труды Монгольской комиссии. Вып. 53. М. 669 с.

Жирнов Л.В., Ильинский В.О. 1985. Большой Гобийский заповедник – убежище редких животных пустынь Центральной Азии. М: ЦМП ГКНТ СССР. 130 с.

Ладыгин В.Ф. 1900. О пересечении Гоби от Дала-туру в Су-чжоу // Известия РГО. Т. XXXVI. С. 169-197.

Соколов В.Е., Хотолхүү Н., Орлов В.Н. 1978. Редкие виды копытных Большого гобийского заповедника (МНР): Современное состояние и перспективы // География и динамика растительного и животного мира МНР. М.: Наука. Т. 10. С. 112-124.

Соколов В.Е., Орлов В.Н. 1980. Определитель млекопитающих Монгольской Народной Республики. М.: Наука. 350 с.

Соколов В.Е., Дуламцэрэн С., Орлов В.Н., Хотолхүү Н. 1980. Современное состояние и вопросы охраны непарнокопытных млекопитающих Большего гобийского заповедника // Проблемы освоения пустынь. № 5. С. 79-87.

Эрэгдэндагва Д. 1954. Редкие животные Западной Монголии // Природа. № 2.

Amgalan L., Mijiddorj B., Batsaikhan N., Tsendjav D., Boldbaatar Sh. 2005. The current status of Gobi bears (*Ursus gobiensis* Sokolov and Orlov, 1990) // The Journal of Institute of Biology. Vol. 25. P. 65-69. (in Mongolian).

Amgalan L., Ganbold D., Reynolds H.V., Craighead D.J., Tserenbataa T., Batmunkh M. 2006. Using digital remote cameras to assess minimum population size of the critically endangered Gobi bear population in Mongolia // Proceedings of 17th International Conference on Bear Research and Management. Nagano, Japan. P. 275.

Batsaikhan N., Mijiddorj B., Shagdarsuren B., Amgalan L. 2004. Survey of Gobi Bear (*Ursus arctos gobiensis*) in Great Gobi "A" Strictly Protected Area in 2004. Mongolian Journal of Biological Sciences. Vol. 2. P. 55-60. (in Mongolian).

Badamkhand J. 1988. Mazaalai // Unen daily newspaper. № 242. P. 2-3. (in Mongolian).

Blyth. E. 1854. Report of Zoological curator of September meeting // Journal of Asiatic Society. Bengal. № 22. P. 589-594.

Bold A. 1967. Mongolian brown bear and Mazaalai // The Journal of Institute of Biology. № 2. P. 5-50. (in Mongolian).

Bold A., Dulantseren S. 1975. Rare and very rare mammals and birds in Mongolian People's Republic // Journal of Institute of Biology № 2. P. 50-56. (in Mongolian).

Bugaev K.E., Tumur Ch. 1986. Mazaalai // The Journal of Institute of Biology. № 17. P. 33-38. (in Mongolian).

CITES Appendix. Convention of International Trade and Endangered Species. 1991. Ulaanbaatar.

Clark E.L., Munkhbat J., Dulamtseren S., Baillie J E.M., Batsaikhan N., Samiya R., Stubbe M. (compilers and editors). 2006. Summary Conservation Action Plans for Mongolian Mammals. Regional Red List Series. Vol. 2. P. 112-114.

Galbreath A., Gary J., Colin P. Groves, Lisette P. Waits. 2007. Genetic Resolution of Composition and Phylogenetic Placement of the Isabelline Bear // Ursus. Vol. 18. № 1. P. 129-131.

IUCN. 2012. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0. IUCN Species Survival Commission. The World Conservation Union. Gland. Switzerland and Cambridge. U.K. 41 p.

Khotolkhuu N. 1969. Rare findings // Mongolian Academy of Sciences journal. № 4. P. 40-46. (In Mongolian).

Mallon D.P. 1985. The mammals of the Mongolian People's Republic // Mammal review. Vol. 15. № 2. P. 71-102.

McCarthy T.M. 2000. Ecology and conservation of snow leopards, gobi brown bears, and wild bactrian camels in Mongolia. PhD thesis. University of Massachusetts Amherst, USA. 133 p.

McCarthy T.M. Waits L.P., Batmunkh M. 2009. Status of the Gobi bear in Mongolia as determined by noninvasive genetic methods // Ursus. Vol. 20. № 1. P. 30-38.

Mijiddorj B. 2013. Gobi bear-Mazaalai. Ulaanbaatar: Admon Printing. 192 p. (in Mongolian).

Mongolian red book. 1997. Ulaanbaatar. 388 p. (in Mongolian with English summaries).

Mongolian rare and significant species for biocenose. Theriology ecology laboratory, Institute of General and Experimental Biology, report. 2014. 36 p. (in Mongolian).

Reynolds H., Craighead D., Proctor M., Luvsanjamba A., Batmunkh M. 2010. Gobi bear conservation in Mongolia. Gobi Bear Project Team Report (unpublished material). 12 p.

Reynolds H. Amgalan L., Tumendemberel O., Amgalan B., Chadwick D., Proctor M., Mijiddorj B. 2015. Gobi Bear Conservation in Mongolia. Unpublished report to the Mongolian Academy of Sciences Institute of General and Experimental Biology. 14 p.

Shagdarsuren O. 1962. About mammals in Trans-Altai Gobi // Mongolian Academy of Sciences Journal. № 1. P. 51-59. (in Mongolian).

Schaller G., Tulgat R., Naranstastralt B. 1993. Observations on the Gobi Brown bear in Mongolia // Bears of Russia and adjacent countries – state of populations. Proceedings of the Sixth Conference of Specialists Studying Bears. Central Forest Reserve, Tver' Oblast, Russia. Vol. 2. P. 110-125.

Sokolov V.E., Orlov V N. 1992. A new species of present bears – Ursus gobiensis sp. n. – mazaalai or Gobi bear // Internationales Symposium Erforschung biologischer Ressourcen der Mongolei in Deutschland vom 25.03-30.03.1992. Thesen zu den wissenschaftlichen Beiträgen. Halle. P. 133.

Tsevegmid D. 1963. About Trans-Altai Gobi. Ulaanbaatar. 122 p. (in Mongolian).

Tserenbataa T., Waits L., Reynolds H., Craighead D.J., Luvsanjamba A., Batmunkh M. 2006. Genetic analysis of the taxonomic status of the Gobi bear // Proceedings of 17th International Conference on Bear Research and Management. Nagano, Japan. P. 280.

Tulgat R. 1993. Mortality and conservation issues for the unique rare species, Mazaalai // State Protected Areas Administration conference proceedings. Ulaanbaatar. P. 12-16 (in Mongolian).

Tumendemberel O., Proctor M., Reynolds H., Luvsamjamba A., Tserenbataa Ts., Yanjin N., Craighead D., Paetkau D. 2011. Gobi bear population estimate using genetic analysis // Hureltogoot. P. 93-104.

Tumendemberel O., Proctor M., Reynolds H., Boulanger J., Luvsandambaa A., Tserenbataa T., Yanjin N., Craighead D., Paetkau D. 2015a. Gobi Bear Abundance and Movement Survey, Gobi desert, Mongolia // Ursus. Vol. 26. № 2. P. 129-142.

Tumendemberel O., Proctor M., Reynolds H., Tumennasan Kh., Tserenbataa T., Waits L. 2015b. The unpublished report to the Genetics laboratory of Institute of General and Experimental Biology. Ulaanbaatar. 10 p. (in Mongolian).

REVIEW OF GOBI BEAR RESEARCH (*URSUS ARCTOS GOBIENSIS*, SOKOLOV ET ORLOV, 1992)

© 2016. L. Amgalan*, H. Reynolds, Ya. Adiya*,Ts. Tuya***, A. Bayasgalan****, T. Odbayar***

**Institute of General and experimental biology MAS*
Mongolia, 210351,Ulaanbaatar, Jukov Avenue, 77
***International Gobi Bear Project Team*
USA, Fairbanks, AK 99708, PO Box 80843
****Ecosystem-based Adaptation Approach to Maintaining Water Security in Critical Water Catchments in Mongolia*
Mongolia, 210351, Ulaanbaatar, 2B Building, Zaluuchuud Avenue, 202 ESC Center
*****Mongolian Ministry of Environment, Green Development, Tourism*
Mongolia, 15160, Ulaanbaatar, Chingeltei district,United Nations street 5/2

The article provides generalized information about habitat, behavior, diet, and mortality of endangered species Gobi bear (Ursus arctos gobiensis, Sokolov, Orlov, 1992). The research also touched upon the peculiarities of its historical distribution in Gobi (and the subsequent loss of habitat), movement, size, and taxonomic status.

Keywords: Gobi bear, the habitat, abundance, genetic analysis.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, № 3 (68), с. 84-91

К 45-ЛЕТИЮ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

УДК 574.5:627.8

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРНОГО ТИПА В ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЕ: ТАЙШИРСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ НА Р. ЗАВХАН (ЗАПАДНАЯ МОНГОЛИЯ)

© 2016 г. Б. Мэндсайхан*, А. Дулмаа, А.В. Крылов***, Д.Б. Косолапов***, Ю.В. Слынько***, А.А. Прокин***, С. Дэмидсэрээтэр**, Д.И. Лебедева****, Б. Алтанцэцэг**, Ю.Ю. Дгебуадзе*******

**Институт географии и геоэкологии АНМ*
Монголия, 214192, г. Улан-Батор, PO-box 361. E-mail: bmendee@yahoo.com
***Институт общей и экспериментальной биологии АНМ*
Монголия, 210351, г. Улан-Батор, пр. Мира, д. 54б. E-mail: adulmaa@yahoo.com
****Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН*
Россия, 151742, Ярославской обл., Некоузский р-н, п. Борок. E-mail: kryloff@ibiw.yaroslavl.ru
*****Институт биологии Карельского НЦ РАН*
Россия, 185610, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11. E-mail: lebedeva@krc.karelia.ru
******Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН*
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский пр., д. 33. E-mail: dgebuadze@sevin.ru

Поступила 25.10.2015

На основании материалов, собранных в Тайширском водохранилище после его образования, были выполнены оценки продукции планктона и бентоса. Были также рассмотрены вопросы соотношения видов, роста и питания рыбы. Установлена высокая численность и рост максимальных размеров алтайского османа Потанина (*Oreoleuciscus potanini*). В питании всех трех видов рыб: алтайского османа Потанина, монгольского хариуса (*Thymallus brevirostris*) и сибирского усатого гольца (*Orthrias barbatulus toni*), населявших Тайширское водохранилище, преобладали бентосные организмы.
Ключевые слова: Монголия, Тайширское водохранилище, планктон, бентос, питание рыб.

Начало XXI в. ознаменовалось в Монголии стремительным развитием гидроэнергетики. Только за первое десятилетие на реках страны было построено 13 гидроэлектростанций, 9 из которых расположены в Западной Монголии. Одной из самых крупных является Тайширская ГЭС, запущенная в строй в 2007 г. в верховьях крупнейшего водотока Западной Монголии – реки Завхан. В результате строительства была сооружена плотина высотой 50 м и длиной по гребню 190 м. Предполагаемая мощность ГЭС 11 МВт, выработка должна составить 370 МВт/час электроэнергии в год, которая будет поставляться в Гоби-Алтайский и Завханский аймаки (Углубленный обзор ..., 2011). В результате строительства плотины к настоящему времени полностью сформировалось Тайширское водохранилище с максимальной глубиной 34 м. Река Завхан относится к Центрально-азиатскому бессточному бассейну, характеризующемуся неустойчивым водным режимом и исключительно бедной ихтиофауной.

Образование водохранилищ приводит к изменению климата прилегающих территорий, кардинальной трансформации биологического режима водотоков, что создает особые проблемы в условиях аридной зоны и требует проведение специального исследований. Изучение изменений биологического режима зарегулированных водотоков важно и для понимания общих закономерностей формирования структуры и функций крупных пресноводных экосистем на различных этапах их генезиса (Крылов, Мэндсайхан, 2012; Крылов и др., 2012).

Цель настоящей работы – охарактеризовать состояние экосистемы Тайширского водохранилища после его заполнения.

Материал и методика

Гидробиологические и ихтиологические исследования на Тайширском водохранилище проводили в августе 2010-2014 гг. Гидробиологические пробы брали в центре и в прибрежье верхнего, среднего и приплотинного участков, а также на медиали р. Завхан приблизительно в 1 км выше подпора и приблизительно в 1 км ниже плотины. Для микроскопического анализа воду сразу после отбора фиксировали 40%-ным формальдегидом до конечной концентрации 2%, хранили в темноте при температуре 4°С и исследовали в течение 1 месяца. Общую численность и размеры гетеротрофных бактерий определяли методом эпифлуоресцентной микроскопии с использованием микроскопа Olympus BX51 (Япония), соединенного с цифровой камерой и персональным компьютером (Porter, Feig, 1980; Caron, 1983; MacIsaac, Stockner, 1993). Сырую биомассу микроорганизмов вычисляли путем умножения их численности на средний объем клеток. Пробы зоопланктона на глубинах ≤1 м отбирали ведром (процеживали 100 л воды через газ с размером ячеи 64 мкм), на остальных участках – сетью Джеди (2 подъема; диаметр входного отверстия 12 см, размер ячеи 64 мкм). Пробы фиксировали 4%-ным формалином, камеральную обработку проводили по стандартной методике (Методика изучения …, 1975). Количественные пробы макрозообентоса отобраны дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0.025 м^2 (2010 г.) и ДАК-100 площадью 0.01 м^2 (2013-2014 гг.), по два подъема на 1 пробу. Камеральную обработку проводили по стандартной методике (Методика изучения …, 1975).

Отлов рыб проводили ставными, жаберными сетями с ячеей 20, 30, 40, 50 и 60 мм. На участках выше и ниже водохранилища рыб ловили с помощью электролова. Всего исследовано 2890 экземпляров рыб. Основная масса отловленных рыб подвергалась биологическому анализу сразу после поимки. Рыб измеряли, взвешивали, определяли пол, фиксировали пищеварительный тракт. Возраст монгольского хариуса определяли по чешуе, алтайского османа – по жаберным крышкам (Чугунова, 1959; Правдин, 1966). Изучение питания проводили по общепринятым методикам (Методическое пособие …, 1974; Hyslop, 1980). Значение отдельных компонентов в пище рассчитано по частоте встречаемости.

Результаты и обсуждение

Гидрологические параметры мест взятия проб. Максимальные глубины наблюдались в приплотинных участках водохранилища, минимальные – на незарегулированных участках водотоков. Максимальная прозрачность отмечена в приплотинных зонах. В водохранилище по сравнению с рекой была выше температура и электропроводность воды (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики станций Тайширского водохранилища и р. Завхан, на которых брались пробы: глубина (h, м), прозрачность (p, м), температура (T°C), pH и электропроводность (EC18, мСм/см). **Table 1.** Characteristics of sampling stations of the Tayshir reservoir and Zavhan River: depth (h, m), transparency (p, m), temperature (T°C), pH and conductivity (EC18, mS/cm).

№	Станции	*h*	*p*	*T°C*	pH	EC_{18}
1.	Р. Завхан (выше подпора водохранилища)	0.4	До дна	17.5	8.7	123.6
2.	Участок выше водохранилища	1.5	До дна	17.8	8.4	153.8
3.	Средняя часть водохранилища	6.0	3.7	22.9	8.7	202.9
4.	Приплотинный участок	25.0	4.8	19.7	8.6	220.0
5.	Р. Завхан ниже плотины	0.8	До дна	9.8	8.2	156.0

Гидробиологические исследования. Планктонные сообщества гидробионтов Тайширского водохранилища сформировались в период 2010-2014 гг. Средняя численность бактериопланктона в водохранилище оказалась в 1.8 раза выше, чем в р. Завхан: 7.73 и 4.2 млн. кл/мл, соответственно. Бактерии в реке имели более крупные размеры: средние объемы их клеток в реке и водохранилище составили 0.192 и 0.111 мкм^3, соответственно. В итоге, средние значения биомассы бактериопланктона в водохранилище (819 мг/м^3) и реке (823 мг/м^3) оказались примерно одинаковыми. Численность и биомасса бактерий увеличивались по продольному профилю водохранилища: в верховье водохранилища они составили, в среднем, 6.15 млн. кл/мл и 661 мг/м^3, а в

приплотинном участке – 8.20 млн. кл/мл и 838 мг/м^3, соответственно. Заметных различий в уровне количественного развития бактериопланктона в литорали и пелагиали водохранилища обнаружено не было. Средние значения численности составили в литорали и пелагиали 7.62 и 7.88 млн. кл/мл, биомассы – 868 и 853 мг/м^3, соответственно. Численность и биомасса бактериопланктона, зарегистрированные в Тайширском водохранилище, характерны для мезо- и эвтрофных водоемов (Копылов, Косолапов, 2007).

В составе зоопланктона исследованной системы р. Завхан – Тайширское водохранилище зарегистрировано 47 видов беспозвоночных (24 – *Rotifera*, 9 – *Copepoda*, 14 – *Cladocera*). Число обнаруженных видов в разные годы варьировало незначительно, минимальное их количество отмечено в 2011 г., а в 2012-2014 гг. по сравнению с начальным периодом изучения увеличилось количество видов *Cladocera*. Коэффициент трофности (Мяэметс, 1980), основанный на анализе видового состава, характеризовал р. Завхан выше подпора водохранилища, а также пелагиаль приплотинного участка как мезотрофные участки, в литорали верховья водохранилища и в реке ниже плотины величина коэффициента значительно увеличивалась и соответствовала гипертрофным водам, остальные участки характеризовались как эвтрофные.

Распределение биомассы зоопланктона по продольному профилю водохранилища в литоральной зоне и в пелагиали отличалось: максимальные величины в прибрежье обнаруживались в верховье водоема (в среднем 0.15 г/м^3), отличающемся мелководностью и наличием высшей водной растительности, а в пелагиали – в приплотинной зоне (0.9 г/м^3), где кормовая база способствовала развитию ракообразных. В литоральной зоне водохранилища среди доминирующих видов отмечены *Brachionus quadridentatus brevispinus* Ehrenberg, *Polyarthra vulgaris* Carlin, *Euchlanis dilatata, Eu. meneta*, ювенильные Cyclopoida, *Cyclops strenuus* (Fischer), а в глубоководных участках – *Conochilus hippocrepis* (Schrank), *C. unicornis* Rousselet, *Acanthodiaptomus denticornis* Wierzejski, *Daphnia (Daphnia) galeata* G.O. Sars, *D. (D.) hyalina* Leydig. и их гибридные формы. В целом, по биомассе зоопланктона водохранилище характеризовалось как малокормный водоем (Пидгайко и др., 1968).

Всего в Тайширском водохранилище и обследованных смежных с ним участках р. Завхан было обнаружено не менее 75 видов донных макробеспозвоночных. Наиболее богатые видами и многочисленные сообщества макрозообентоса формировались в условиях средних глубин литорали, где уже прошел процесс разложения затопленной наземной растительности, отсутствовало стрессирующее воздействие сгонно-нагонных явлений, и было относительно высоко разнообразие микробиотопов. В литорали верхнего, центрального и приплотинного участков общая численность сообществ макрозообентоса была меньше, а биомасса больше, чем в реке выше водохранилища. Основной группой макробеспозвоночных здесь являются хирономиды.

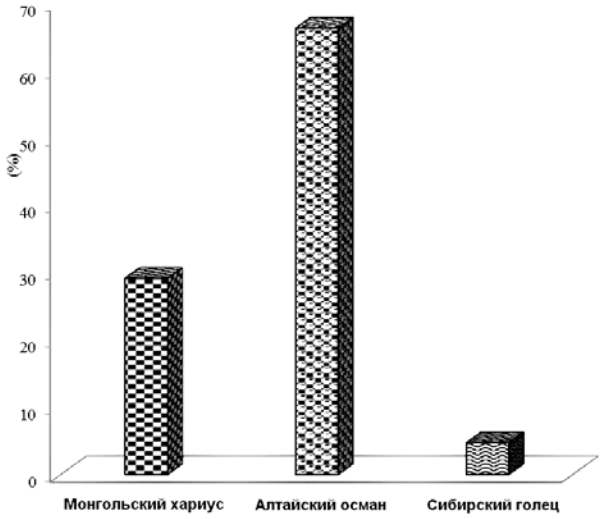


Рис. 1. Соотношение видов рыб в контрольных уловах в Тайширском водохранилище. **Fig. 1.** Ratio of fish species in control catches in the Tayshir Reservoir.

В профундали центрального участка к 2014 г. макрозообентос еще не сформировался, а в приплотинном бьефе достиг высоких значений биомассы (67.7 г/м^2) за счет развития колоний губок *Spongilla lacustris* – обрастателей, охотно заселяющих твердые каменистые субстраты. Однако в среднем по биомассе макрозообентоса (Пидгайко и др., 1968) река выше водохранилища и литоральная зона водохранилища относились к малокормным водным объектам, а сублитораль и пелагиаль – к высококормным.

Ихтиологические исследования. В р. Завхан обитает всего три вида рыб: алтайский осман Потанина (*Oreoleuciscus potanini*), монгольский хариус (*Thymallus brevirostris*) и сибирский усатый голец (*Orthrias barbatulus toni*). По численности и биомассе доминируют алтайские османы (рис. 1). Многообразие условий водоемов, населяемых алтайскими османами, а также исключительная бедность ихтиофауны, по всей видимости, способствовали большой морфологической и

экологической изменчивости данной группы (Дашдорж, 1976; Тугарина, Дулмаа, 1971; Дгебуадзе, 1982; Баасанжав и др., 1983, 1985; Борисовец и др., 1985).

Монгольский хариус. По полученным данным, монгольский хариус достигает в Тайширском водохранилище стандартной длины 500 мм и массы 1300 г. Существенных различий в размерах самцов и самок монгольского хариуса не обнаружено. Линейный рост рыб рассмотренных возрастных классов был довольно равномерным (рис. 2).

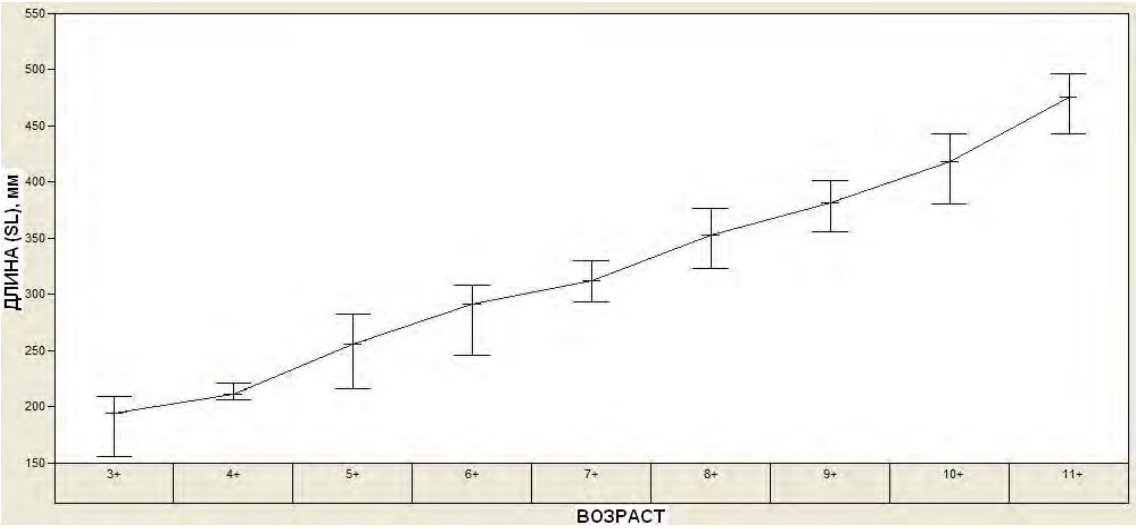


Рис. 2. Линейный рост монгольского хариуса (*Thymallus brevirostris*) Тайширского водохранилища. **Fig. 2.** Linear growth of Mongolian grayling (*Thymallus brevirostris*) in the Tayshir Reservoir.

Таблица 2. Частота встречаемости (%) кормовых организмов в рационе монгольского хариуса *Thymallus brevirostris* в Тайширском водохранилище. **Table 2.** The frequency (%) of food items in diet of Mongolian grayling (*Thymallus brevirostris*) in the Tayshir Reservoir.

Кормовые организмы	2011 г.	2012 г.
Рыба	15.6	21.9
Chironomidae (larvae)	36.8	15.3
Simulidae (larvae)	89.4	53.8
Tipulidae (larvae)	5.2	7.6
Ephemeroptera (larvae)	5.2	7.6
Plecoptera (larvae)	5.2	7.6
Trichoptera (Brachycentridae) larvae	15.7	7.6
Gammarus lacustris	63.1	69.2
Mollusca	10.5	15.3
Coleoptera	10.5	15.3
Средняя длина рыб, мм	299 ±63.5	318±44.8
Пределы колебаний длины, мм	198-462	262-430
Число исследованных желудков:		
с пищей	29	11
пустых	9	6

В верховьях водохранилища длина монгольского хариуса в уловах не превышала 188 мм, масса – 43 г. Ниже плотины монгольский хариус не был обнаружен.

В водоемах Монголии максимальные размеры монгольского хариуса составляют 650 мм, масса тела до 6 кг, максимальный возраст – 16+. В наших контрольных уловах встречались особи в

возрасте до 11+. Основу уловов обычно составляли экземпляры в возрасте 3+ (30.4%) и 4+ (21.4%). В 2013 г. преобладали особи в возрасте 6+ – 7+ (41.6%).

Соотношение самцов и самок монгольского хариуса в уловах в водохранилище составлял 1:0.9 (51.6% самцов и 48.4% самок). В период наблюдений (август) 64.2% проанализированных рыб имели гонады на II стадии зрелости. Около 14.4% гонад находились на переходной стадии II-III и 21.4% – на III стадии.

В ходе исследований в желудках монгольского хариуса было обнаружено 10 пищевых компонентов (табл. 2). По частоте встречаемости доминировали личинки мошек (Simuliidae) – 53.8-89.4%, бокоплавы (63.1-69.2%), личинки хирономид (15.3-36.8%) оставшуюся часть в питании составляли личинки веснянок, поденок, комаров-долгоножек (Tipulida), ручейников и молюски. Индекс наполнения монгольского хариуса в Тайширском водохранилище в августе составлял 111-1380/000.

Таким образом, в питании монгольского хариуса Тайширского водохранилища доминирующую роль играют бентосные организмы. По частоте встречаемости рыба составляла лишь 15.6-21.9%.

Алтайский осман Потанина. После наполнения водохранилища алтайский осман стал доминантом и в контрольных уловах составлял 58.0-93.6%. Максимальная стандартная длина алтайского османа Тайширского водохранилища в уловах выросла с 348 мм в 2010 г. до 421 мм в 2014 г.; масса, соответственно, с 515 до 574 г.

В водоемах Монголии особи рыбоядной формы алтайского османа Потанина живут более 40 лет и достигают длины 1000 мм и массы тела более 5 кг. Для растительноядной формы отмечен возраст 34+, максимальная длина около 500 мм и масса около 1 кг (Баасанжав и др., 1985). В наших контрольных уловах встречались алтайские османы в возрасте до 23 лет. 61.6% от всех пойманных рыб составляли особи в возрасте 14+ - 18+. На участке ниже водохранилища размеры алтайских османов в пробах электроловом не превышали 177 мм, масса – 69 г. Таким образом, в Тайширском водохранилище алтайские османы Потанина достигают больших размеров и растут быстрее, чем в р. Завхан. Ускорение роста особенно заметно у особей старших возрастных групп (рис. 3).

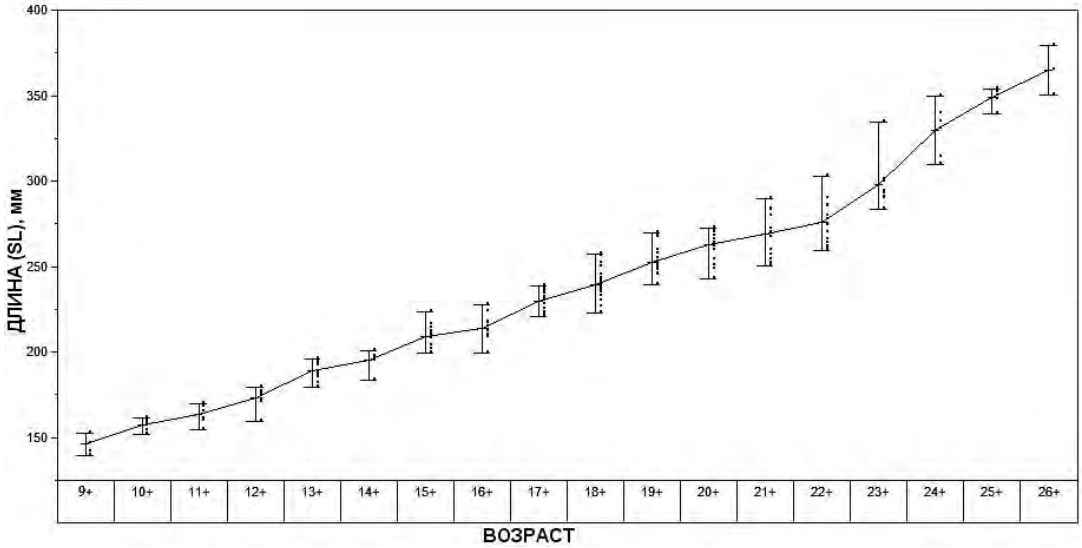


Рис. 3. Линейный рост алтайского османа Потанина (*Oreoleuciscus potanini*) в Тайширском водохранилище. **Fig. 3.** Linear growth of Potanin's altai osman (*Oreoleuciscus potanini*) in the Tayshir Reservoir.

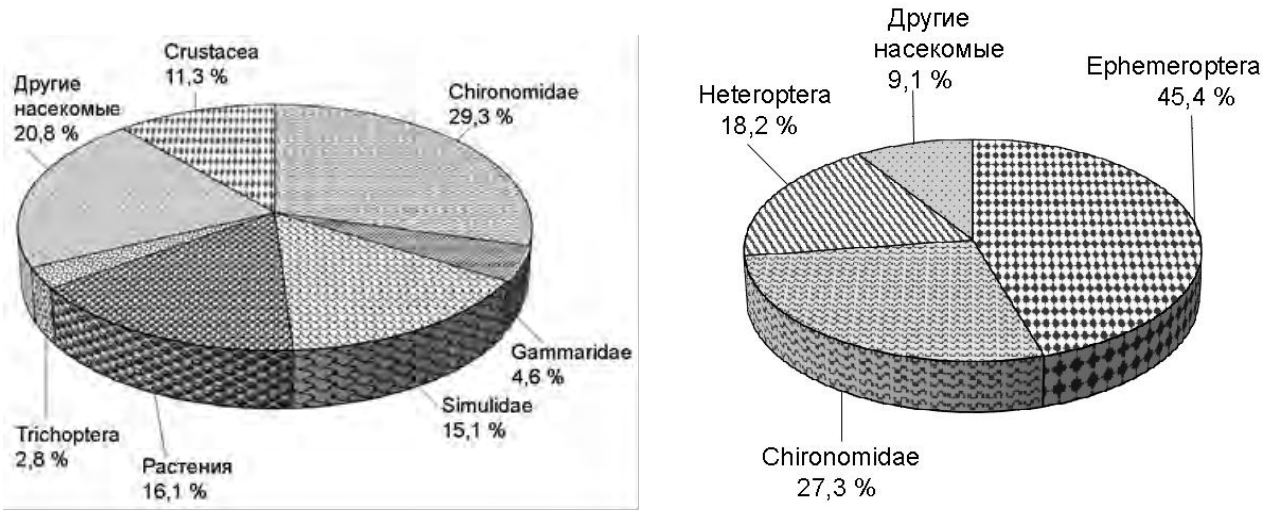
Соотношение самцов и самок алтайского османа в Тайширском водохранилище составляло 1:1 (49.4% самцов и 50.6% самок). В период взятия проб (август) 88.5% проанализированные рыбы имели гонады на I-II стадиях зрелости; около 3.8% находились на стадии II-III и 7.7% – на III стадии.

Основу питания алтайского османа Потанина в Тайширском водохранилище составляют личинки хирономид, растительность, личинки мошек, низшие ракообразные (рис. 4А). На участке ниже водохранилища доминировали два кормовых объекта – личинки поденок (Heptagenidae, Ephemerellidae) и личинки хирономид (рис. 4Б).

Сибирский усатый голец. На участке ниже водохранилища полная длина гольца в уловах

электролова варьировала от 84 до 122 мм (средняя – 108 мм), средняя масса была 10.3 г при колебаниях от 4 до 15 г. В августе 2012-2013 гг. на этом же участке р. Завхан, в кишечниках сибирского усатого гольца было обнаружено 10 пищевых компонентов (табл. 3).

По частоте встречаемости доминировали личинки хирономид, мошек и веснянок, небольшую долю составляли личинки типулид, поденок, ручейников и прочие насекомые. В нескольких кишечниках была обнаружена икра османа (табл. 3). Индекс наполнения составлял 50-138$^0/_{000}$.



А **Б**

Рис. 4. Спектр питания алтайского османа Потанина (*Oreoleuciscus potanini*): **А** – в Тайширском водохранилище; **Б** – на участке р. Завхан ниже водохранилища. **Fig. 4.** Diet composition of Potanin's altai osman (*Oreoleuciscus potanini*): **А** – in the Tayshir Reservoir, **Б** – in the Zavkhan River below the Tayshir Reservoir.

Таблица 3. Частота встречаемости (%) кормовых организмов в рационе сибирского усатого гольца (*Orthrias barbatulus toni*) в р. Завхан ниже Тайширского водохранилища. **Table 3.** The frequency (%) of food items in diet of Siberian stone loach (*Orthrias barbatulus toni*) in the Zavhan River below the Tayshir Reservoir.

Кормовые организмы	2012 г.	2013 г.
Chironomidae (larvae)	100.0	100.0
Simulidae (larvae)	86.6	83.3
Culicidae	20.0	-
Tipulidae (larvae)	6.6	-
Ephemeroptera (larvae)	40.0	66.7
Plecoptera (larvae)	6.6	-
Trichoptera (Hydropschychidae) (larvae)	6.6	-
Gammarus lacustris	6.6	-
Икра рыб	-	16.7
Неопределенные останки насекомых	20.0	50.0
Средняя длина рыб, мм	9.2 ±1.3	10.2±1.2
Пределы колебаний длины, мм	7.8-11.9	8.4-11.2
Число исследованных кишечников:		
с пищей	16	12
пустых	4	9

Заключение

Полученные данные свидетельствуют о том, что в Тайширском водохранилище сформировалась экосистема озерного типа по численности и биомассе бактериопланктона характерная для мезо- и эвтрофных водоемов.

По биомассе зоопланктона водохранилище, в целом, характеризуется как малокормный водоем.

По биомассе макрозообентоса р. Завхан выше водохранилища и литоральная зона водохранилища относятся к малокормным водным объектам, а сублитораль и пелагиаль – к высококормным.

После заполнения Тайширского водохранилища создались благоприятные условия для монгольского хариуса и алтайского османа. В питании рыб водохранилища доминировали бентосные организмы. Размеры монгольского хариуса и алтайского османа в водохранилище увеличились по сравнению с речными популяциями. Вероятно, увеличение темпа роста алтайского османа в водохранилище, которое уже наметилось у рыб старших возрастных групп, приведет к морфологической и экологической дифференциации рыб, как это наблюдается в периодически пересыхающих озерах Долины озер у близкого вида *Oreoleuciscus humilis* (Dgebuadze, 1995; Dgebuadze et al., 2012).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баасанжав Г., Дгебуадзе Ю.Ю., Демин А.Н. Дулмаа А., Ермохин В.Я., Лапин В.И., Рябов И.Н., Тугарина П.Я. 1983. Обзор видов ихтиофауны МНР // Рыбы Монгольской Народной Республики. М.: Наука. С. 102-124.

Баасанжав Г., Дгебуадзе Ю.Ю., Демин А.Н., Дулмаа А., Ермохин В.Я., Лапин В.И., Нансалмаа Б., Пугачев О.Н., Пэрэнлэйжамц Ж., Рябов И.Н., Тугарина П.Я., Бульон В.В. 1985. Экология и хозяйственное значение рыб МНР. М.: Наука. 200 с.

Борисовец Е.Э., Дгебуадзе Ю.Ю. 1986. Некоторые результаты использования методов многомерной статистики для изучения морфометрии алтайских османов // Природные условия и биологические ресурсы МНР. М.: Наука. С. 57.

Дашдорж А. 1976. Фаунистические комплексы рыб Монголии // Природные условия и ресурсы Прихубсугулья. Иркутск - Улан-Батор: Изд-во Иркутского гос. ун-та. С. 227-235.

Дгебуадзе Ю.Ю. 1982. Механизм формирования и систематика рыб рода *Oreoleuciscus* (Cyprinidae, Pisces) // Зоологические исследования в МНР. М.: Наука. С. 81-92.

Копылов А.И., Косолапов Д.Б. 2007. Микробиологические индикаторы эвтрофирования пресных вод // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. Сборник материалов международной конференции. СПб.: Изд-во «Лема». С. 176-181.

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

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

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

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. 1974. М.: Наука. 253 с.

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

Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И., Максимова Л.П., Петров В.В., Саватеева Е.Б., Салазкин А.А. 1968. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР // Известия ГосНИОРХ. Т. 67. С. 205-228.

Тугарина П.Я., Дулмаа А. 1974. Материалы к экологии и систематике алтайских османов (*Oreoleuciscus* Warp.) из некоторых водоемов Западной Монголии // Вестник АН МНР. Улан-батор. № 1. С. 97-113.

Углубленный обзор политики и программ в области энергоэффективности: Монголия 2011. Секретариат Энергетической Хартии. Belgium: Brussels. 132 с.

Caron D.A. 1983. Technique for enumeration of heterotrophic and phototrophic nanoplankton, using epifluorescence microscopy, and comparison with other procedures // Applied and Environmental Microbiology. Vol. 46. № 34. P. 491-498.

Dgebuadze Yu.Yu. 1995. The Land/Inland water ecotones and fish population of Lake Valley (West Mongolia) // Hydrobiologia. Vol. 303. P. 235-245.

Dgebuadze Yu., Mendsaihan B., Dulmaa A. 2012. Diversity and distribution of Mongolian fish: Recent state, trends and studies // Erforschung Biolologischer Ressourcen der Mongolei. Martin-Luther-Unitversitat Halle Wittenberg

(Halle/Saale). Vol. 12. P. 219-230.
MacIsaac E.A., Stockner J.G. 1993. Enumeration of phototrophic picoplankton by autofluorescence microscopy // Handbook of methods in aquatic microbial ecology. Boca Raton: Lewes Publishers. P. 187-197.
Porter K.G., Feig Y.S. 1980. The use of DAPI for identifying and counting of aquatic microflora // Limnol. Oceanogr. Vol. 25. № 5. P. 943-948.

FORMATION OF THE LAKE TYPE ECOSYSTEM IN SEMIDESERT ZOON: TAYSHIR RESERVOIR IN THE ZAVKHAN RIVER (WESTERN MONGOLIA)

© 2016. B. Mendsaihan*, A. Dulmaa, A.V. Krylov***, D.B. Kosolapov***, Yu.V. Slynko***, A.A. Prokin***, S. Demidsereeter**, D.I. Lebedeva****, B. Altantsetseg**, Yu.Yu. Dgebuadze*******

**Institute of Geography and Geoecology MAS*
Mongolia, 214192, Ulaanbaatar, PO-box 361. E-mail: bmendee@yahoo.com
***Institute of General and Experimental Biology MAS*
Mongolia, 210351, Ulaanbaatar. E-mail: adulmaa@yahoo.com
****I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters RAS*
Russia, 151742, Yaroslavl region, Nekouz district, Borok. E-mail: kryloff@ibiw.yaroslavl.ru
*****Institute of biology of Karelian research center RAS*
Russia, 185610, Petrozavodsk, Pushkinskaya, 11. E-mail: lebedeva@krc.karelia.ru
******A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS*
Russia, 119071, Moscow, Leninsky prospect, 33. E-mail: dgebuadze@sevin.ru

On the basis of materials collected in the Tayshir Reservoir after its formation, plankton and benthos production were estimated. Species ratio, growth and diets of fish have been considered also. High abundance and increasing of maximum sizes of Potanin's altai osman (*Oreoleuciscus potanini*) are revealed. The benthic organisms dominated in food of all three species of fish: Potanin's altai osman, Mongolian grayling (*Thymallus brevirostris*) and Siberian stone loach (*Orthrias barbatulus toni*) which inhabited the Tayshir Reservoir.
Keywords: Mongolia, Tayshir Reservoir, plankton, benthos, fish nutrition.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2016, том 22, №3 (68), с. 92-98

К 45-ЛЕТИЮ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

УДК 39/641.1

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ КОЧЕВНИКОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

© 2016 г. Ю.И. Дробышев, С.-Х.Д. Сыртыпова

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33. E-mail: monexp@mail.ru

Поступила 03.10.2015

В статье обсуждаются собирательство и рыболовство, считающиеся побочными, но, тем не менее, очень важными источниками жизнеобеспечения номадов – представителей тюркских и монгольских народов Центральной Азии. Эти источники давали кочевникам пищу, лекарственное сырье. На примерах, взятых, главным образом, из исторических сочинений и работ современных этнологов, показано разностороннее использование кочевниками природных ресурсов Центральной Азии.

Ключевые слова: Центральная Азия, кочевники, жизнеобеспечение, собирательство, рыболовство.

Общеизвестно, что по своим природно-климатическим условиям территория Центральной Азии хорошо подходит для кочевого скотоводства. Обширные степи с калорийной травянистой растительностью при условии правильной смены пастбищ позволяют содержать большие стада. Поэтому именно скот в течение многих веков служил главным источником жизнеобеспечения номадов, снабжая их мясом, молоком, шкурами, а также обеспечивая средствами передвижения.

Существенным дополнением к продуктам скотоводства издревле были охотничьи трофеи. В степях охота велась, главным образом, на диких копытных (кулан, джейран) и на тарбагана, который преследовался не в последнюю очередь ради меха[1]. На севере, в таежных лесах, промышляли белку, соболя, медведя и других зверей, в горах – горного барана. Прочие формы природопользования исторически были здесь менее развиты и носили второстепенный характер. Центрально-азиатскому земледелию не благоприятствовал засушливый климат и сильные холода, хотя просо и голозерный ячмень в незначительных количествах выращивались в пригодных для этого местах с древних времен.

Перечисленным формам природопользования посвящена обширная исследовательская литература. Существенно меньше освещены побочные, дополнительные источники жизнеобеспечения номадов Центральной Азии: рыбная ловля и собирательство. В данной статье мы попытаемся по возможности восполнить этот пробел.

Материалы и методы

Источниками информации послужили, в первую очередь, опубликованные материалы этнологов и историков по тюркским и монгольским народам Центральной Азии, а также публикации первоисточников, таких как «Сокровенное сказание монголов», труды средневековых историков Джувейни, Рашид ад-Дина и Лубсан Данзана, записки Чан Чуня и Марко Поло. Также были использованы материалы собственных полевых исследований в Монголии.

[1] Мех тарбагана (*Marmota sibirica*) стал пользоваться массовым спросом в 80-90-е гг. XX в., когда его начали использовать в качестве более дешевого заменителя шкур ондатры и норки китайскими производителями преимущественно для российского рынка. Кочевники традиционно больше ценили мясо тарбагана, которое считается деликатесным; жир и мясо тарбагана употребляется также в лечебных целях. Тарбаганья шкура ценилась невысоко и мало использовалась, ввиду плохой износостойкости.

Результаты и обсуждение

В настоящее время считается, что к рыболовству номады обычно прибегали лишь в случае крайней нужды. Например, вождь кочевого племени сяньби Таньшихуай[2] (141-181 гг. н.э.) нашел оригинальный выход из создавшегося положения, когда возросшее число его подданных начало испытывать нехватку традиционной мясной пищи. Он привлек дополнительный источник питания – рыбу, однако, для ее ловли ему прежде потребовалось захватить людей в соседнем владении: «Численность сяньбийцев увеличивалась с каждым днем, скотоводство и охота уже не могли удовлетворить их потребностей в пище, поэтому Таньшихуай выехал осмотреть свои земли. Он увидел р. Ухоуцинь[3], тянувшуюся на несколько сотен ли[4]. Там, где были заводи, встречалось много рыбы, но ловить ее сяньбийцы не умели. Услышав, что жители владения Вожэнь искусны в ловле рыбы сетями, Таньшихуай напал на востоке на это владение, захватил более 1000 семей и переселил их на берега р. [Ухоу]цинь, приказав ловить рыбу, чтобы восполнить недостаток в пище» (Материалы …, 1984, с. 80).

По мнению многих исследователей, рассказ о рыбном промысле Тэмучжина (так звали Чингис-хана в юные годы) и его братьев вставлен в монгольское историко-эпическое произведение «Сокровенное сказание монголов» с целью подчеркнуть бедственное положение будущего великого хана. В «Сокровенном сказании» рыба и рыболовство упоминаются еще трижды. Так, среди меркитов были люди, промышлявшие рыбной ловлей (Козин, 1941). Посылая в 1205 г. знаменитого полководца Субэдэя преследовать сыновей меркитского Тохтоа-беки, Чингис-хан сказал: «Если б они и в море ушли, обернувшись рыбами, разве ты, Субеетай, не изловишь их, обернувшись сетью-неводом и ловя их?» (Козин, 1941, с. 153-154). Наконец, предлагая себя в качестве выкупа духам за тяжело больного Угэдэя, Тулуй говорит: «Я ломал хребет у тайменя, я сокрушал хребет у осетра» (Козин, 1941, с. 193). Впрочем, представляется, что в словах Тулуя заключено какое-то иносказание.

Немало фактов подтверждает устойчивое бытование рыболовства как подсобного промысла у монголов в средние века, хотя нередко думают, что монголы никогда не ловили рыбу (Ру, 2005). Выбрав и проанализировав рыболовные термины и названия рыб из текста «Сокровенного сказания», В.И. Рассадин пришел к заключению, что «такое разнообразие терминов говорит о довольно развитом рыболовстве» (Рассадин, 1992). Аналогичный вывод сделан Б.З. Базаровой (2003). В монгольских источниках, более поздних, чем «Сокровенное сказание», тоже можно найти упоминания орудий рыбного промысла. В «Алтан тобчи» Лубсан Данзана (XVII в.) неоднократно встречаются сравнения тех или иных качеств человеческой личности и поступков людей с рыбами. Так, утешая покинутого родичами Тэмучжина, Мунлик говорит ему: «Ты трепещешь, словно рыба таймень» (Лубсан Данзан, 1973, с. 70). В данном случае не важно, произносил ли эти слова реальный Мунлик в XII в.; предложенный летописцем образ замечательно изображает смятение юного Тэмучжина. Текст летописи не только подтверждает наблюдательность монголов, но и заставляет предполагать их более тесное знакомство с рыбами. Чего сто́ит, например, такое высказывание, приписываемое самому Чингис-хану: «Если рассказать хотя бы немного о рыбе хариус, то много их надо самому поймать своими руками» (Лубсан Данзан, 1973, с. 191). Если, как полагает ряд историков, предки монголов пришли в степи из лесных ландшафтов Приаргунья (а леса – аккумуляторы влаги и местонахождение истоков рек), они, скорее всего, должны были иметь богатый опыт рыболовства, но в дальнейшем он оказался невостребованным.

Кроме того, следует учитывать, что формирование монгольского этноса, как, впрочем, любого другого, претерпевало длительный период ассимиляций, интеграций и поглощений гетерогенных этнокультурных субстратов. Эти процессы усиливались в периоды создания крупных кочевых империй (хуннуская, тюркские, киданьская, монгольская). Археологический материал, лингвистические, фольклорные и исторические данные свидетельствуют о включении наиболее древних тунгусо-манчжурских и дальневосточных элементов. Например, Б.Б. Дашибалов обратил внимание на весьма любопытные археологические и палеоэтнографические характеристики

---

[2] Несомненно, Таньшихуай относился к разряду харизматических лидеров, таких как Модэ, Шэлунь или Чингис-хан – талантливых политиков и полководцев, основателей могущественных кочевых империй. Легенда приписывает ему небесное происхождение: он был зачат от градины, упавшей в рот его матери. О нем см.: (Gardiner, Crespigny, 1977).

[3] Эту реку отождествляют с современной р. Лаохахэ (Материалы…, 1984).

[4] *Ли* – китайская мера длины, около 570 м.

раннемонгольских культур, связанных с оседлостью, земледелием и свиноводством. Целый ряд археологических культур, разных по времени, но связанных с историей монголоязычных народов – верхняя Сяцзядянь в Южной Маньчжурии, бурхотуйская в Восточном Забайкалье, хунну в Бурятии, покровская и Михайловская на Амуре, – показывают наличие постоянного оседлого населения, занимающегося свиноводством. Вместе с тем, китайские письменные источники, описывающие народы, вышедшие из дунхуского круга, указывают на свиноводство как особенность хозяйства ранних монголов (Дашибалов, 2005)[5]. Хуннуские городища обнаруживают в хозяйственных кучах костей свиней и собак даже больше, чем костей лошадей и овец. Известно, что свиноводство было развито в эпоху господства в Центральной Азии киданей в X-XI вв. Среди современных монгольских народов свиней разводят буряты, дауры, баоань, дунсян. Данный вид хозяйствования требует определенной степени оседлости и земледельческих занятий. В составе хоринских бурятских родов до сих пор сохраняется этноним *бодонгут*, связывающий генеалогию племени с диким вепрем (старомонг.: bodong), предком домашней свиньи.

Сохранение в монгольском языке достаточно подробной «рыбно-морской» лексики также наталкивает на предположение о древних способах жизнеобеспечения, которые, очевидно, использовали древние монголы. Например, названия морских животных: акула (старомонг.: qadarγan jaγas – букв. рассекающая или рыба-секира); тюлень, нерпа (старомонг.: qab jaγas); кит (старомонг.: qalim – букв. слой подкожного жира); камбала (старомонг.: qalbin – букв. сплющенный); минога (старомонг.: niduγun jaγas – букв. рыба-глаз); морские трепанги / Holothuria (старомонг.: kijim). В монгольском языке различаются жиры животного (старомонг.: őgeke) и рыбного (старомонг.: eyer) происхождения, кости животных (старомонг.: yas-a) и кости рыб (старомонг.: qaγadas – букв. щепа, расщеп; Дашибалов, Рассадин, 2004). Есть даже такое узкое понятие, как китовый ус – элжин (старомонг.: eljin), который используется ремесленниками в декоративно-прикладных изделиях.

Основу рациона кочевников всегда составляли мясные и молочные продукты, причем первые, в основном, поступали на стол зимой, когда мясо было легче хранить, а вторые – летом. Известный монгольский ученый, зоолог О. Шагдурсурэн даже полагал, что благодаря замечательной способности пастбищных животных аккумулировать и синтезировать в своем организме все полезные органические и неорганические микроэлементы из дикой природной среды, пищевая ценность продуктов пастбищного скотоводства превосходна и способна обеспечивать организм человека всеми необходимыми веществами. Он называл пастбищный монгольский скот «соком земли» и «волшебной фабрикой», трансформирующей пастбищную растительность в мясо (Шагдарсурэн, 2005)[6]. Тем не менее, в теплый период года степняки собирали дикорастущие ягоды и луковицы, заготавливали растительное сырье для приготовления лекарств. Кроме того, в пищу употреблялись птичьи яйца и, возможно, иногда даже моллюски.

Вопрос культуры питания монгольских народов обстоятельно исследован известным этнологом Н.Л. Жуковской и другими учеными (Жуковская, 1979а, 1979б, 1981, 2002; Пахутов, 1979; Цыбенова, 1992). Растительной пище монголов посвящена статья Д.Г. Дамдинова (Дамдинов, 1997).

О собирательстве в Монголии говорится в «Сокровенном сказании монголов», в строках, повествующих о ранних годах Чингис-хана. Покинутая соплеменниками после гибели мужа и оставшаяся практически без скота Оэлун кормила своих детей тем, что удавалось найти в степи и по долинам рек: «Оэлун-Фужень мудрой женой родилась. Воспитывая своих малых детей, крепко прилаживала рабочую вдовью шапочку, коротко поясом платье подбирала, бегала по Онон-реке и вниз и вверх, по зернышку собирала с диких яблонь и с черемухи, день и ночь кормила. Смелая (возможно и счастливая, не простая, причастная миру духов) от роду мать-Учжин, пестуя своих

[5] Гипотеза Б.Б. Дашибалова о тунгусо-маньчжурско-корейских компонентах в монгольском этносе находит подтверждение в архаичных культовых предметах, сохранение которых прослеживается в сооружениях на святых местах от Томской, Красноярской областей до Забайкалья, Приамурья, Приморья и Корейского полуострова (Сыртыпова, 2007).

[6] В 2011 г. монография О. Шагдарсурэна издана на русском языке в серии трудов СРМКБЭ РАН и АНМ, том LVIII, перевод с монгольского С.Д. Сыртыповой, под названием «Биология пастбищных видов животных и особенности кочевого скотоводства Монголии». Концепция книги была основой кандидатской диссертации автора, которую он безуспешно пытался защитить в 70-е гг. XX века. О. Шагдарсурэн критически оценивал попытки внедрить стойловое ресурсозатратное скотоводство в Монголии без учета природных и социально-экономических условий страны.

благословенных (счастливо-блаженных, августейших) детей, брала с собой лыковое лукошко[7], копала коренья судуна и кичигине и кормила. У матери-Учжин черемухой да луком вскормленные дети доросли до ханского достоинства. У праведной матери-Учжин корнями растений вскормленные дети стали и справедливыми, и мудрыми. Те, которых голым чесноком вскормила прекрасная Учжин, стали отважными сынами, стали высоко вознесенными сайдами-сановниками» (Козин, 1941, с. 89). Данный отрывок, кроме всего прочего, указывает именно на дополнительный характер собирательства и искусность ведения хозяйства матерью будущего правителя. Подчеркивается бедность семьи без отца и скудость питания, преодолеваемые исключительными качествами Оэлун.

В XIX-XX вв. путешественники, этнографы и биологи зафиксировали разностороннее использование дикой растительности в хозяйстве монголов. Луковицы лилии-сараны, корневища горца живородящего, гусиной лапчатки, ревеня гобийского служили приправой к мясу. Из семян гобийского сульхира получали муку грубого помола, поджаривали ее с маслом и добавляли в чай. В лесной и лесостепной зоне собирали красную и черную смородину, крыжовник алтайский, малину, облепиху, черемуху. Некоторые растения служили заменителем чая, который раньше был доступен не всем кочевникам. Это кипрей, кровохлебка, серпуха, шиповник иглистый (Жуковская, 1979б). В наши дни в низкогорьях Северной Монголии заготавливают абрикос сибирский (*Armeniaca sibirica*, монг. буйлс) для китайских фармацевтических кампаний. Он использовался кочевниками в лекарственных целях и раньше, но масштабы сборов были далеко не китайские, благодаря чему он еще сохранился. Луковицы сараны (*Lilium pilosiusculum*, старомонг.: sarnai čečeg) использовали для приготовления десертных, легких блюд как основной, так и дополнительный ингредиент в пище и лекарственных средствах. Один из способов упрощения собирательства людьми – это присвоение кладов животных, обнаружение которых требовало знаний поведения животных. Степняки добывали луковицы сараны, корневища горца, семена проса и конопли из мышиных нор, где мыши их запасали на зиму нередко в очень больших количествах.

Различают несколько разновидностей дикого лука (зэрлэг сонгино), используемых как приправы к пище: линейнолистный (*Allium lineare*, монг. гогод), полевой (*Allium senescens,* монг. мангир), степной дикий лук (*Allium mongolicum,* монг. хүмэл), многокорешковый степной лук (*Allium polyrrhizum*, монг. таана), полупустынный лук (*Allium schoenoprasum,* монг. хүнхээл), похожий на черемшу полупустынный лук (хамгар). Его употребляют как в свежем виде, так и запасают впрок, измельчив и смешав с творогом. Из этой смеси лепят лепешечки размером с пуговицу пальто, нанизывают на нитки и сушат, а после используют как приправу к супу или бульону с мясом (Баярсайхан, 2000).

Стебли ревеня едят печеными. С помощью этого растения можно заквашивать продукты. Его сок использовался для окраски замши в золотисто-желтый цвет. Весной в основание листьев втыкали медный гвоздь или проволочку и почти на все лето накрывали перевернутым котлом. Потом листья измельчали и полученным соком красили замшу (Викторова, 1980). Раньше ревень заготавливали в больших масштабах и вывозили в Китай.

Природопользование народов Центральной Азии вообще, и побочные промыслы в частности, осуществлялись в жестких рамках вековых обычаев. Как общее правило, допускалось брать из природы лишь необходимый минимум, прося духов-хранителей выделить людям что-нибудь из их богатств. Не допускалось повреждение растений без необходимости. Бытовал запрет собирать недозревшие орехи, ягоды, плоды, а также рубить фруктовые деревья, ягодники, орешники. При сборе плодов часть оставляли для птиц (Экологические …, 1992). В наши дни, к сожалению, эти правила и запреты остаются лишь в памяти стариков. Нам неоднократно приходилось наблюдать на севере Монголии сборщиков, начисто обиравших ягодники и не оставлявших даже незрелые ягоды. Заготовители стараются попасть на ягодники как можно раньше, чтобы опередить конкурентов, и не дожидаются полной спелости.

Некоторые особенности эксплуатации природных ресурсов ранними монголами раскрывает персидский историк XIII в. Ата-Малик Джувейни: «Их одеждами были шкуры собак и мышей, и их пищей была плоть этих животных и других мертвых существ; их вином было кобылье молоко и

[7] Б.И. Панкратов отметил ошибочность перевода: должно быть «можжевеловый колышек»; лыка в Монголии никогда не драли (Панкратов, 1998). Собственно, его и не из чего было драть, так как в Монголии не растет липа.

десертом – плод дерева, по форме подобного сосне, которое они называют кусук[8], и кроме которого никакое другое плодоносящее дерево не вырастет в той местности: оно растет даже на некоторых горах, где, по причине исключительного холода, больше ничего нельзя найти» (Juvaini, 1997, с. 21-22). Возможно, Джувейни подтверждает развитое у предков монголов собаководство и, в частности, употребление собачатины в пищу (сообщение Марко Поло: «Едят они лошадиное мясо и собачье»; Книга Марко Поло, 1997, с. 236). Употребление собачатины подтверждается археологическими материалами хуннуских городищ. Это пищевое пристрастие известно у корейцев (монг.: солонгут). Боевые формирования солонов участвовали в завоевательных походах Чингис-хана, и несомненно, в числе этнических компонентов монгольской нации есть тунгусо-маньчжурские и солонские, т.е. корейские, элементы.

Что касается мышей, то, скорее всего, на самом деле речь идет о сибирском сурке – тарбагане, мясо которого монголы едят и в наше время, а из шкур шьют шубы, шапки и пр. Марко Поло тоже говорит об употреблении ими в пищу «фараоновых крыс», которых В.В. Бартольд считал тарбаганами (Книга Марко Поло, 1997). Наконец, дерево кусук – это кедр, как установил еще Дж. Бойл, и что, без всякого сомнения, следует из приведенной в цитате характеристики. Кедр – таежное дерево, самая южная точка, где он встречается сегодня в Монголии, это горный массив Богдо-ула, вдоль северного подножия которого раскинулся Улан-Батор. Кажется, Джувейни – единственный средневековый автор, кто упоминает кедровые орешки в качестве пищи монголов. Раньше кедровые орешки собирали тогда, когда шишки начинали падать от ветра. Чтобы стряхнуть шишки, по стволу били обмотанными войлоком дубинами (Санчир, Дуламцэрэн, 2000). Теперь, в условиях рыночной экономики, этот промысел приобрел варварские черты (Дробышев, 2001).

Несколько слов о других дарах природы. В лесах Монголии растет много съедобных грибов, но даже сегодня местное население практически не употребляет их в пищу. Степные шампиньоны, называемые монголами «белыми грибами» (*цагаан мөөг*), используют для приготовления лекарств (Жуковская, 1979б). В сушеном виде их можно купить на любом рынке и во многих частных магазинах. Там же предлагают сушеные китайские древесные грибы, идущие в пищу. В эпоху Чингис-хана монголы верили, что за собирание степных грибов человека может поразить молнией; знаменитый даос Чан Чунь поведал Чингис-хану, что это не более чем суеверие (Си Ю Цзи, 1995). По наблюдениям Н.М. Пржевальского, тангуты Нань-Шаня «вовсе не употребляют грибов в пищу; изредка, и то неохотно, едят ягоды» (Пржевальский, 1883).

Современные монголы собирают в лесах чагу, занесенную, кстати сказать, в Красную книгу Монголии. В народной медицине китайцев, монголов, русских чага (*Inonotus obliquus*, трутовик скошенный) считается средством, помогающим при болезнях желудка и раке. Медицинские исследования подтверждают противоопухолевую активность содержащихся в нем веществ (Ligaa et al., 2009; Lixia Zhang et al., 2011).

Охота всегда была одним из насущных занятий кочевников, которое обеспечивало и боевую выучку молодежи, и хорошее подспорье для стола. До сих пор охота является излюбленным видом мужского досуга, причем кочевники и в данном случае упрощали свою задачу, используя в своих интересах природные навыки прирученных животных. В разных источниках есть примеры с участием известных исторических лиц. Возвращаясь из удачного похода против чжурчжэней, прославленный прадед Чингис-хана хан Хутула развлекался соколиной охотой. После стычки с племенем дурбан он угнал у них табун кобыл и, найдя по дороге утиное гнездо (дело было весной), наполнил яйцами сапоги и приторочил к седлу (Рашид ад-Дин, 1952б). Живописное полотно 1280 г. придворного китайского художника Лю Гуаньдао эпохи владычества монголов изображает степную сцену охоты Хубилай-хана (правил в 1264-1294 гг.) со свитой. Всадники с луками и стрелами вольготно развлекаются на широких просторах в охоте на зверей и пернатых. У одного из них за спиной, на крупе лошади со специальной попоной, сидит пятнистая пантера, другой на руке, согнутой в локте, держит сокола[9]. Соколиная охота в настоящее время сохранилась, по преимуществу, в западных регионах Монголии. Лучшими охотниками-соколятниками считаются монгольские казахи, баиты, дюрбеты. Мода на монгольских соколов в арабском мире привела к критической ситуации в популяции данных пернатых в Монголии.

---

[8] Искаженное монгольское *хуш* (старомонг.: quš; лат.: *Pínus sibírica*) – кедр, сосна сибирская.

[9] Свиток, исполненный тушью и красками по шелку, 182.9 x 104.1 см, хранится в Национальном Дворцовом Музее в Тайбэе, Тайвань.

Средневековые монголы, возможно, не брезговали и озерными моллюсками. О родоначальнике племени куралас Мисар-Улуке рассказывали, что он весной собирал на берегу озера ракушки, чтобы изжарить их и съесть (Рашид ад-Дин, 1952а). Данный эпизод говорит о том, что в экстремальных ситуациях используются все подручные и возможные способы пропитания в дикой природе.

Заключение

Подытоживая, можно сказать, что кочевники Центральной Азии умело использовали скудные ресурсы среды и соблюдали определенные правила и запреты, благодаря которым в течение длительного времени удавалось избегать их исчерпания. В наше время природопользование претерпевает значительные изменения, которые затрагивают все сферы и формы ведения хозяйства, в том числе и такое древнейшее, как собирательство даров природы. И эти изменения приобретают с историческим и экономическим развитием цивилизации, как это ни парадоксально, все менее разумный характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Базарова Б.З. 2003. Деятельность Тэмуджина по объединению монгольских племен // Монголоведные исследования. Вып. 4. Улан-Удэ: Бурятское книжное изд-во. С. 61-78.

Баярсайхан Ё. 2000. Названия растений, растущих на территории Монголии // Владимирцовские чтения IV. Москва: ИВ РАН. С. 6-7.

Викторова Л.Л. 1980. Монголы. Происхождение народа и истоки культуры. Москва: Наука. 224 с.

Дамдинов Д.Г. 1997. О растительной пище монгольских народов // Монголоведные исследования. Вып. 2. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. С. 44-51.

Дашибалов Б.Б. 2005. Этнокультурные процессы в Юго-Восточной Сибири (эпоха средневековья): дисс. … д.и.н. Улан-Удэ. 44 с.

Дашибалов Б.Б., Рассадин В.И. 2004. Откуда вышли предки монголов // Восточная коллекция. № 4. С. 34-41.

Дробышев Ю.И. 2001. Некоторые черты десакрализации природы в современной монгольской культуре // Российское монголоведение. Бюллетень V. Москва: ИВ РАН. С. 280-300.

Жуковская Н.Л. 1979а. Кухня монгольских кочевников // Азия и Африка сегодня. № 1. С. 56-57.

Жуковская Н.Л. 1979б. Пища кочевников Центральной Азии (к вопросу об экологических основах формирования модели питания) // Советская этнография. № 5. С. 64-75.

Жуковская Н.Л. 1981. Центральная Азия // Этнография питания народов стран зарубежной Азии. Опыт сравнительной типологии. Москва: Наука. С. 120-139.

Жуковская Н.Л. 2002. Не запивайте мясо тарбагана горячим чаем // Восточная коллекция. № 3. С. 146-154.

Книга Марко Поло 1997 // Путешествия в восточные страны. Москва: Мысль. С. 190-380.

Козин С.А. 1941. Сокровенное сказание. Монгольская хроника 1240 г. Л.: Изд-во АН СССР. 620 с.

Лубсан Данзан. 1973. Алтан тобчи. Москва: Наука. 440 с.

Материалы по истории древних кочевых народов группы дунху. 1984. Москва: Наука. 487 с.

Панкратов Б.И. 1998. «Юань-чао ми-ши» и первое полное русское издание текста и перевода этого памятника // Страны и народы Востока. Вып. XXIX. СПб.: Петербургское востоковедение. С. 71-104.

Пахутов А.Е. 1979. Традиционная пища монгольских народов как историко-этнографический источник. Автореф. … дис. к.и.н. Москва. 24 с.

Пржевальский Н.М. 1883. Третье путешествие по Центральной Азии. Из Зайсана через Хами в Тибет и на верховья Желтой реки. СПб.: Изд-во Русского географического общества. 476 с.

Рассадин В.И. 1992. Термины охоты и рыболовства в языке средневековых монголов // Средневековая культура монгольских народов. Новосибирск: Наука. С. 102-107.

Рашид ад-Дин. 1952а. Сборник летописей. Т. 1. Кн. 1. Л.: Изд-во АН СССР. 222 с.

Рашид ад-Дин. 1952б. Сборник летописей. Т. 1. Кн. 2. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 316 с.

Ру Ж.-П. 2006. История империи монголов. Улан-Удэ: Изд-во БГУ. 672 с.

Си Ю Цзи, или Описание путешествия на Запад даосского монаха Чан Чуня. 1995 // «Арабески истории». Альманах. Вып. 2. Москва: Ди-Дик, Танаис. С. 280-378.

Сыртыпова С.Д. 2007. Святыни кочевников Трансбайкалья. Улан-Удэ: Изд-во БГУ. 272 с.

Цыбенова М.Д. 1992. Пища средневековых монголов // Средневековая культура монгольских народов. Новосибирск: Наука. С. 125-135.

Экологические традиции в культуре народов Центральной Азии. 1992. / Под ред. Н.В. Абаева. Новосибирск: Наука. 160 с.

Санчир Ч., Дуламцэрэн С. 2000. Монголчуудын байгалийг хамгаалах өв уламжлал // Монгол орны байгаль орчны төлөв байдал – 2000. Улаанбаатар: «Munkhiin useg». С. 286-299.

Шагдарсурэн О. 2005. Монголын бэлчээрийн малын биологи ба нүүдлийн мал ажуйн онцлог. Улаанбаатар: МУИС. 305 с.

Gardiner K.H.J., Crespigny de R.R.C. 1977. T'an-shih-huai and the Hsien-pi of the second century A.D. // Paper on Far Eastern Hystory. Vol. 15. P. 1-44.

Juvaini Ata-Malik. 1997. The History of the World-Conqueror. Manchester: Manchester University Press. 764 p.

Ligaa U., Davaasuren D., Ninjil N. 2009. Medicinal Plants of Mongolia used in Western and Eastern Medicine. Moscow: Rosselkhozakademiya. 378 p.

Lixia Zhang, Cong Fan, Songchen Liu, Zhenfeng Zang, Lili Jiao, Liping Zhang. 2011. Chemical composition and antitumor activity of polysaccharide from *Inonotus obliquus* // Journal of Medicinal Plants Research. Vol. 5 (7). P. 1251-1260.

ADDITIONAL SOURCES OF THE LIVELIHOOD OF THE NOMADS OF INNER ASIA

© 2016. Yu.I. Drobyshev, S.-Kh.D. Syrtypova

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS,
Russia, 119071, Moscow, Leninsky prospect, 33. E-mail: monexp@mail.ru

The article discusses such minor but, nevertheless, very important to the livelihoods of nomads, representatives of the Turkic and Mongolian peoples of Inner Asia, as gathering and fishing. These sources gave food and medicinal raw materials to the nomads. With examples taken mainly from historical works and contemporary works of Ethnology, shows the versatile usage of resources by nomads in Inner Asia.
Keywords: Inner Asia, nomads, livelihood, gathering, fishing.

ISSN 1993-3916

ЖУРНАЛ АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ 2016. Т. 22. № 3 (68)

JOURNAL ARID ECOSYSTEMS 2016. Vol. 22. № 3 (68)

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»)