

Том
Volume

10

Номер
Number

24-25

Декабрь
December

2004

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 of General Biology Department Bureau of Russian Academy of Sciences (RAS). The results of fundamental and practical investigations on the problems of arid ecosystems and on struggle against anthropogenic desertification are published on its pages. Principles of ecosystem study of arid territories and the dynamics of their biology potential changes in global and regional aspects are put into basis.

МОСКВА
MOSCOW
2004

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

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

ARID ECOSYSTEMS

Vol. 10, № 24-25, 2004 DECEMBER

Journal is founded in January 1995

Issued 3 times per year

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

Editorial Board:

Prof., Dr. S.-W. Breckle (Germany), Prof. M. G. Glants (USA),
Prof. P. D. Gunin (chief of the issue), Dr. T. V. Dikariova (executive secretary),
Prof., Dr. I. S. Zonn, Dr. J. V. Kouzmina,
Prof., Dr. G. S. Kust, Dr. E. Lioubimtseva, Prof., Dr. V. M. Neronov,
Prof., Dr. N. M. Novikova* (deputy editor), Dr. U. Safriel (Israel),
Prof. I. V. Springuel (Egypt), Prof. Song Yudong (China),
Prof. Z. Sh. Shamsutdinov, Prof. A. A. Chibilev

Editorial soviet

M. E. Murtuzaliev**,
P. M.-S. Muratchaeva**, M. B. Shadrina*

Addresses:

*119991, Moscow, Goubkina str., 3, office 419
Tel.: (7-095) 135-7041, Fax: (7-095) 135-5415,
E-mail: novikova@aqua.laser.ru,
mab.ru@relcom.ru

**367025, Makhachkala, Gadjeva St., 45,
Tel.: (872-2) 67-09-83,
E-mail: pibrdncran@iwt.ru

MOSCOW

2004

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

*СЕКЦИЯ “Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с
опустыниванием” Научного Совета по проблемам экологии
биологических систем*

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Том 10, № 24-25, 2004, декабрь

Журнал основан в январе 1995 г.

Выходит 3 раза в год

Главный редактор

доктор биологических наук, профессор

З. Г. Залибеков**

Редакционная коллегия:

С. – В. Брекле (Германия), М. Г. Глянц (США),

П. Д. Гунин (*Ответственный за выпуск*),

Т. В. Дикарева (*Ответственный секретарь*), И. С. Зонн, Ж. В. Кузьмина,
Г. С. Куст, Е. Любимцева, В. М. Неронов, Н. М. Новикова* (*Заместитель главного
редактора*), У. Сафриель (Израиль), И. В. Спрингель (Египет),
Сун Юуй – дун (Китай), А. А. Чибилев, З. Ш. Шамсутдинов

Редакционный совет

М. Е. Муртузалиева**,

П. М. – С. Муратчаева**, М. Б. Шадрина*

Адрес редакции:

*119991, Москва, ул. Губкина, 3

Телефон: (7–095) 135–70–41, Факс: (7–095) 135–54–15,

E-mail: novikova@aqua.lazer.ru,

mab.ru@relcom.ru

**367025, Махачкала, ул. Гаджиева, 45,

Телефон: (872–2) 67–09–83,

E-mail: pibrdncran@iwt.ru

Москва

2004

© Журнал основан в 1995 г.
Издается при финансовой поддержке
Прикаспийского института биологических ресурсов
Дагестанского научного центра Российской академии наук
и содействии региональных отделений секции
«Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием»
Научного совета «Проблемы экологии биологических систем»
отделения биологических наук Российской академии наук

© The journal was established in 1995.
It is published thanks to financial support of
Pricaspiyskiy Institute of Biological resources
Daghestan Scientific Center Russian Academy of Sciences
and assistance of regional departments of section:
“Problems of arid ecosystems and combat desertification”,
Scientific council “Problems of biosystems ecology”
Department of General biology Russian Academy of Sciences.

СОДЕРЖАНИЕ

Том 10, номер 24-25, Декабрь 2004

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

- 35 лет Российско-Монгольской (Советско-Монгольской) комплексной биологической экспедиции 8
Д. С. Павлов, О. Шагдарсурэн, Р. В. Камелин, Н. Улзийхутаг
- Карта деградации засушливых земель Азии 17
Н. Г. Харин, Рюатаро Татейши
- Динамика состояния растительного покрова Южной Монголии по данным NDVI 29
П. Д. Гунин, А. И. Золотокрылин, В. В. Виноградова, С. Н. Бажга
- Нарушенность растительности степных экосистем 35
И. М. Микляева, П. Д. Гунин, Н. Н. Слемнев, С. Н. Бажга, А. Факхире
- Проблемы сохранения копытных животных аридных зон Монголии 47
Л. В. Жирнов, П. Д. Гунин, С. Н. Бажга, Я. Адъяа
- Реликтовые лесные сообщества как индикаторы климатических изменений 60
Г. Цэдэндаш, Ч. Дугаржав
- Буддизм и традиционные верования как фактор сохранения окружающей среды 67
Ю. И. Дробышев, П. Д. Гунин
- Влияние выпаса и экологических условий на распространение полыней в степях Монголии и России 76
Ю. М. Мирошниченко
- О расходе воды степными и пустынными сообществами Северной Гоби 84
Н. И. Бобровская, Р. И. Никулина
- Структурно-функциональные особенности адаптации растений Гоби к аридизации климата 90
Л. А. Иванов, Д. А. Ронжина, Л. А. Иванова, М. Л. Чечулин, И. В. Белоусов, П. Д. Гунин, В. И. Пьянков
- ## ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ
- Региональный экологический мониторинг на основе крупномасштабного картографирования состояния экосистем (на примере сомона Булган, Южно-Гобийский аймак, Монголия) 103
Е. А. Востокова, П. Д. Гунин, Т.И. Казанцева, А. В. Прищеп, С. Н. Бажга
- Социально-экономическое картографирование и оценка современной ситуации кочевого скотоводства в сомоне Булган с использованием ГИС-технологий 117
Б. Мейснер, С. Оехм, В. Рыбаков, Д. Висс

Оценка изменения землепользования и растительного покрова в сомоне Булган с использованием дистанционных методов зондирования	126
<i>Ю. Баяржаргал, А. Карниели</i>	
Динамика и продуктивность растительных сообществ сомона Булган	135
<i>Т. И. Казанцева</i>	
Мониторинг засоления оазиса Эхийн-Гол в пустыне Гоби на локальном уровне	149
<i>Е. И. Панкова, Д. Л. Голованов, Ж. Мандахбаяр</i>	
Природные и антропогенные процессы деградации почвенного покрова пустынных степей Монголии (на примере сомона Булган)	162
<i>Д. Л. Голованов, И. А. Ямнова, Т. И. Казанцева</i>	
Особенности развития пустынных степей Монголии на градиенте увлажненности экотопов	172
<i>Н. Н. Слемнев, Ж. Санжид, Ц. Хонгор, Ш. Цоож</i>	
ЮБИЛЕИ	183
Профессору Е. А. Востоковой 80 лет	185
Профессору А. Г. Бабаеву 75 лет	187
Доктору биологических наук Л. В. Жирнову 75 лет	
ПОТЕРИ НАУКИ	
Владимир Иванович Пьянков (1954 – 2002)	189
Николай Гаврилович Харин (1926 – 2004)	192
ХРОНИКА	
Итог многолетних геоботанических исследований в пустынях Турана	195
<i>Н.М. Новикова</i>	
Международная конференция «Экосистемы Монголии и приграничных регионов сопредельных стран: природные ресурсы, биоразнообразие и экологические перспективы» (5-9 сентября 2005 г., Улан-Батор, Монголия). Первое информационное письмо	198
Правила для авторов	200
ПРИЛОЖЕНИЯ	204

CONTENTS

Volume 10, number 24-25, December 2004

SYSTEMATIC STUDY OF ARID TERRITORIES

- 35 years of the activity of the Joint Russian-Mongolian complex biological expeditions RAS and MAS
D. S. Pavlov, O. Shagdarsuren, R. V. Kamelin, N. Ulziikhutag 8
- Map of degradation of the drylands of Asia
N. G. Kharin, Ryutaro Tateishi 17
- The study of vegetation dynamics in Southern Mongolia using NDVI data
P. D. Gunin, A. N. Zolotokrylin, A. A. Vinogradova, S. N. Bazha 29
- Disturbance of vegetation in steppe ecosystems
I. M. Miklyaeva, P. D. Gunin, N. N. Slemnev, S. N. Bazha, A. Fakhire 35
- Problems of conservation of hoof animals in arid zone of Mongolia
L. V. Zhirnov, P. D. Gunin, S. N. Bazha, Ya. Adyaya 47
- Relict forest communities as indicators of climate change
G. Tsedendash, Ch. Dugarjav 60
- Buddhism and traditional believes as a factor to conserve the environment
Yu. I. Drobyshev, P. D. Gunin 67
- Influence of grazing and environment on distribution Artemisia in steppe of Mongolia and Russia
Yu. M. Miroshnichenko 76
- On the water consumption by steppe and desert plant communities in Northern Gobi
N. I. Bobrovskaya, R. I. Nikulina 84
- Structural and functional basis of adaptation of Gobi plants to desertification
L. A. Ivanov, D. A. Ronzhina, L. A. Ivanova, I. V. Belousov, M. L. Chechulin, P. D. Gunin, V.I. Pyankov 90

BRANCH PROBLEMS OF ARID LANDS

- Regional ecological monitoring of ecosystems' condition on the base of big-scale cartography (on an example of Bulgan Somon, Southern Gobi aimag, Mongolia)
E. A. Vostokova, P. D. Gunin, T.I. Kazantseva, A. V. Prischeva, S. N. Bazha 103

GIS based mapping and evaluation of the current socio-economic situation of pastoralism in Bulgan somon <i>Bernd Meissner, Sven Oehm, Victor Rybakov, Daniel Wyss</i>	117
Assessing land-use and land-cover change in Bulgan soum by remote sensing change detection technique <i>Yu. Bayarjargal, A. Karnieli</i>	126
The dynamics and productivity of plant communities of Bulgan somon <i>T. I. Kazantseva</i>	135
Monitoring of the soil salinity in Ekhin-gol oasis within the Gobi desert at local level <i>Ye. I. Pankova, D. L. Golovanov, J. Mandakhbayar</i>	149
Natural and anthropogenic degradation of the soil cover in desert steppes of Mongolia (on an example of Bulgan-somon) <i>D. L. Golovanov, T. I. Kazantseva, I. A. Yamnova</i>	162
The features of desertified steppes development in Mongolia at the gradient of ecotopes' moistening <i>N. N. Slemnev, D. Sanjid, Ts. Khongor, Sh. Tsooj</i>	172
JUBILEES	
Prof. E. A. Vostokova 80	183
Prof. A. G. Babaev 75	185
Dr. L. V. Zhirnov 75	187
LOSES OF SCIENCE	
Vladimir Ivanovich Pyankov (1954 – 2002)	189
Nikolay Gavrilovich Kharin (1926 – 2004)	192
CHRONICLE	
Results of the geobotanical investigations within the Turan desert region <i>N.M. Novikova</i>	195
International conference «Ecosystems of Mongolia and frontier areas of adjacent countries: natural resources, biodiversity and ecological prospects» (September, 5-9, 2005, Ulaabaatar, Mongolia). The first announcement.	198
Guidelines to Authors	200
APPENDIXES	204



*Посвящается 35-летию деятельности
Российско-Монгольской комплексной
биологической экспедиции РАН и АНМ*

Монголия – одна из крупнейших стран Азии и уникальна по своим природным особенностям. Это всегда привлекало внимание натуралистов разных специальностей к ее исследованию. Большую роль в первоначальном изучении природы Монголии сыграли выдающиеся русские путешественники-естествоиспытатели. В XX веке был проведен ряд совместных экспедиций АН СССР и Комитета наук МНР (в дальнейшем – Академии наук Монголии). В настоящее время в Монголии работают несколько Российско-Монгольских экспедиций РАН и АНМ, в числе которых, с 1970 г. - Совместная Российско-Монгольская комплексная биологическая экспедиция. Ее задачей всегда являлось проведение силами российских и монгольских ученых разносторонних фундаментальных исследований растительного и животного мира и почвенного покрова Монголии. В последние годы, в связи с обострением экологической ситуации в ряде регионов, значительное внимание уделяется вопросам антропогенной нарушенности и деградации природной среды, а также проблемам, связанным с опустыниванием экосистем Монголии. В этой связи в работах экспедиции все чаще принимают участие ученые других стран (Германии, Китая, Израиля, США, Японии и др.), а исследования принимают все более международный характер. В данном выпуске журнала «Аридные экосистемы» публикуются результаты этих работ. Подготовка специального выпуска осуществлялась сотрудниками лаборатории экологии аридных территорий Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН: Т.М. Агапкиной, А.В. Андреевым, С.Н. Бажой и Ю.И. Дробышевым под руководством члена редакционной коллегии П.Д. Гунина.

*Towards 35 anniversary of Russian-Mongolian
Complex Biological Expedition RAS & MAS*

Mongolia is one of the biggest Asian countries and unique by its environmental traits. This always draws attention of naturalists of different specialties. A big part in early study of Mongolian nature was playing by outstanding Russian travelers. In XX century the Soviet Academy of Sciences together with the Science Committee of Mongolia have carried out a series of joint expeditions. Nowadays in Mongolia there work several Russian-Mongolian expeditions RAS and MAS including since 1970 the Joint Russian-Mongolian Complex Biological Expedition. Its task is many-sided fundamental studies of vegetation, animal kingdom, and soil cover of Mongolia conducting by Russian and Mongolian scientists. Last years, in connection with the ecological situation deterioration in some regions a considerable attention is paid to problems of anthropogenic disturbance and degradation of the environment as well as questions of Mongolian ecosystems' desertification. Thus, foreign scientists from Germany, China, Israel, USA, Japan etc. share the Expedition's works, and investigations become more and more international. In this issue of the magazine "Arid ecosystems" the result of these works are published. The issue was prepared by employees of the Laboratory of Ecology of Arid Territories (A.N. Severtsov's Institute for Problems of Ecology and Evolution) T.M. Agapkina, A.V. Andreev, S.N. Bazha, and Yu.I. Drobyshev under supervising of the member of the editorial board P.D. Gunin.

===== СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =====

УДК 551: 561. 581: 582: 591 (517.3)

35 ЛЕТ РАБОТЫ СОВМЕСТНОЙ РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ РАН и АНМ

© 2004. Д.С. Павлов¹, О. Шагдарсурэн², Р.В. Камелин³, Н. Улзийхутаг⁴

¹ Институт проблем экологии и эволюции РАН;

² Монгольский государственный университет;

³ Ботанический институт РАН;

⁴ Институт ботаники АНМ

Совместная Российско-Монгольская (ранее Советско-Монгольская) комплексная биологическая экспедиция (СРМКБЭ) РАН и АНМ является крупнейшей в мире биологической экспедицией в отношении экосистемных исследований. За 35 лет существования экспедиции в ее рамках проводились широкомасштабные исследования. Эффективность работы экспедиции, наряду с другими причинами, обуславливается ее специфической организационной структурой, которая позволяет собрать на сравнительно короткий срок отряды, состоящие из высококвалифицированных специалистов, нацеленных на решение конкретных научных задач. Это особенно хорошо проявилось в случае разработки синтетических карт, отражающих современное состояние и антропогенную трансформацию экосистем Монголии (Гунин и др., 1992). Позже эти карты служили основой для разработки комплекса мероприятий по борьбе с опустыниванием и созданию сети особо охраняемых природных территорий. В то же время, вполне очевидно, что столь быстрая и успешная картографическая работа не могла бы быть выполнена, если бы в экспедиции не были накоплены данные за последние 3 десятилетия. Подобные исследования не проводились ни в одной стране Евразии.

Сегодня во многих регионах мира изменения окружающей среды достигли угрожающего размера. В этой связи, практически все страны столкнулись с проблемой деградации биоты и необходимостью охраны природы. Она остро встала и в Монголии – одной из немногих стран, которая сохранила свои экосистемы относительно незатронутыми вследствие естественных особенностей и путей исторического развития. Однако интенсификация антропогенного пресса и увеличение его во времени приводит к изменениям экосистем, развитию их антропогенных модификаций с трансформированными функциями. Кроме того, особенности ландшафтов Монголии, сформированных в центре Евразийского материка с его резко континентальным климатом, значительной высотой над уровнем моря и изоляцией от переносящих влагу потоков воздуха, предопределили тенденции аридизации в динамике экосистем, усиливающие их хрупкость. Это ведет к нестабильности природной среды, ослаблению в экосистемах процессов саморегуляции и создает экологическую неустойчивость их эксплуатации. Нередко даже незначительное антропогенное воздействие вызывает крайне нежелательные последствия, что подчас приводит к возникновению локальных экологических кризисных ситуаций (Gunin et al., 1998).

Поскольку Монголия располагается на границе нескольких субрегионов Евразии, экологическая оценка ее территории представляет большую методологическую важность для многих стран Азии. Фактически, от состояния окружающей среды на территории Монголии во многом зависит состояние природы соседних стран, что позволяет строить прогнозы последствий человеческого вмешательства в аналогичных условиях.

Главные цели. Результаты работ СРМКБЭ, нацеленные в последние годы на развитие методологии эколого-биологических и эколого-экономических исследований, технологию оценки состояния природной среды и прогноз ее развития, важны для выработки стратегии устойчивого социально-экономического развития Монголии, а также для разработки подобных программ в других регионах и странах, развивающихся в экстремальных экологических условиях.

За 35-летний период работа экспедиции осуществлялась как в ходе маршрутных исследований, так и на стационарах, охватывающих все природные зоны Монголии: лесную (Тосонцэнгэл, Мунгэн-Морьт, Хялганат), лесостепную (Тэвшрулэх), степную (Унджул, Тумэнцогт), пустынно-степную (Булган, Эхийн-Гол, Шинэ-Джинет, Обот-Хурал); пойменно-долинные комплексы изучались на стационаре Шамар.

Исследования проводились по следующим основным направлениям:

- инвентаризация флористического и фаунистического состава главных природных зон Монголии;
- эколого-биологическая оценка состояния экосистем;
- разработка мер по использованию и охране растительного покрова и животного мира Монголии;
- мониторинг окружающей среды и экологическое прогнозирование.

Флористический и фаунистический состав. Экспедиция была вовлечена в инвентаризацию флористического и фаунистического состава страны за все годы своего существования. В 1982 г. на основе флористических исследований был опубликован фундаментальный труд В.И. Грубова «Определитель высших растений Монгольской Народной Республики» (1982). Принимая во внимание вновь открытые виды и роды, было описано порядка 3000 видов, 600 родов и 100 семейства сосудистых растений, хотя еще существует вероятность находок новых для Монголии видов. Ныне в «Конспект флоры Внешней Монголии», опубликованный И.А. Губановым в 1996 г., включено 2823 вида высших растений из 662 родов и 128 семейств. Опубликован «Конспект флоры водорослей Монголии», насчитывающий 1574 видов, разновидностей и форм водорослей (Дорофеюк, Цэцэгмаа, 2002).

Открыто 930 видов лишайников и 728 видов мохообразных. Сегодня монгольская флора изучена более основательно, чем флора соседних регионов Азии, но в результате продолжающихся исследований она пополняется все новыми и новыми видами как высшей, так и низшей флоры.

Результаты специальных ботанических и географических работ, начатых совместно с географами и почвоведом под руководством академика Е.М. Лавренко, привели к ряду фундаментальных заключений, меняющих прежние концепции географии растительного покрова Монголии. Эти заключения основывались на таких крупномасштабных обобщениях, как «Карта растительности Монгольской Народной Республики», опубликованная в 1979 г. (масштаб 1:1500000), «Карта лесов МНР (1983) в аналогичном масштабе, «Почвенная карта МНР» (1980) в масштабе 1: 2500000 и комплексной ландшафтно-экологической карте «Ecosystems of Mongolia» (1995), выполненной в масштабе 1:1 000000). Кроме того, были выявлены значительные различия экосистем Восточно-Азиатского сектора степей от степей, лежащих западнее Европейско-Казахстанского сектора, а также были установлены региональные различия степей в различных частях страны (Лавренко и др., 1991; Karamysheva, Khramtsov, 1995).

Впервые для мировой науки было сформулировано представление об экспозиционной горной лесостепи Монголии как о гетерогенном ландшафте со своеобразной вертикальной структурой, включающей лесной пояс, дифференцирующийся на подпояса и фрагментарно развитый на северных склонах, и степной пояс, господствующий пространственно и также расчлененный на ряд подпоясов (Банникова, 1992; 1998).

В зоне пустынь и полупустынь было доказано островное положение ряда экосистем, характерных для более северных природных, а также особая флуктуация почвенно-растительного покрова крайнеаридных пустынь Центральной Азии (Рачковская, 1993; Слемнев, Гунин, 2000). Долговременными исследованиями растительности в горах Монголии (северная оконечность Центральной Азии) обнаружен особый тип экспозиционной поясности (Огуреева, 1999).

Продолжается изучение фауны позвоночных, проводившееся долгое время под руководством акад. В.Е. Соколова. Орнитологи России и Монголии подготовили и передали для Межправительственной конвенции по защите перелетных птиц предложения по сохранению орнитофауны и созданию сети охраняемых водно-болотных угодий, предусмотренных Рамсарской Конвенцией.

Обобщение данных по систематике, биологии, экологии и географическому распространению различных систематических групп животных позволило подготовить 5 томов из серии «Позвоночные животные Монгольской Народной Республики» и разработать рекомендации по их охране. В этой же серии был опубликован отдельным выпуском обзор «Рыбы Монгольской Народной Республики», содержащий описание 59 видов рыб, обитающих в водоемах страны. Завершена работа по изучению динамики водных экосистем озерных котловин. Зоологи экспедиции выпустили иллюстрированный определитель 135 видов млекопитающих Монголии (Соколов, Орлов, 1982). Вышла из печати коллективная монография по редким животным Монголии (Соколов и др., 1996).

Осуществляется сбор и обобщение информации о копытных (монгольская газель, косуля, лось), хищниках (волк, снежный барс, медведь), грызунах (полевки Брандта, большой тушканчик) и некоторых других. Разработана программа сбора данных по экологии коммерчески важного вида – тарбагана. Проведены исследования по обоснованию и выбраны наиболее благоприятные места для реинтродукции на территории Монголии лошади Пржевальского, а также собраны сведения о численности и распространении главных видов позвоночных животных, послужившие основой для серии зоогеографических карт.

Существенное внимание в экспедиции уделялось исследованиям лесохозяйственных и агроэкосистем и проблеме оценки их техногенного разрушения. При изучении сельскохозяйственных земель акцент ставился на разработке крупномасштабных карт в различных природных условиях и оценки состояния этих земель.

Исследования на стационарах. На стационарах экспедиции – луговом, лесном, степном и пустынном продолжают мониторинговые исследования состояния и динамики растительных сообществ и их зависимости от гидроклиматических условий, а также экспериментальные работы по оптимизации процессов образования биологической продукции в различных типах экосистем.

Пойменные луга Северной Монголии изучались свыше 20 лет на стационаре в Шамаре, в нижнем течении р. Орхон. Было обнаружено, что эти луга характеризуются высокими индексами видового насыщения, полидоминантностью и стабильностью видового состава. Прослежена динамика состава, структуры и продуктивности, предложены рекомендации по оптимальным режимам использования и охране пойменных лугов.

Исследования лесных сообществ проводились как на стационарах (Хялганат, Мунгэн-Морьт, Тосон-Цэнгэл, Шарынгол), так и на маршрутах, что сделало возможным проследить специфику функционирования лесов, закономерности их распространения и причины деградации. Установлено, что несоответствие темпов самовозобновления и вырубki лесов привело к сокращению лесопокрываемой площади на одну треть, а повреждения пожарами и насекомыми уменьшились за последнее время. На базе оригинальной типологической классификации, разработанной на стационарах, была составлена «Карта лесов Монголии» (1983) в масштабе 1: 1500000. В ходе долговременных научных работ выявлены закономерности возрастной и таксационной структуры лесов. Определены основные направления лесоводства страны и предложены меры по возобновлению лесных ресурсов, а также по разведению культур лиственницы сибирской.

Степные сообщества Восточной Монголии изучались на степных стационарах Тумэн-Цогт и Унджул. Они отличаются гетерогенной структурой и сильно варьирующим видовым составом, зависящим от условий среды. Здесь была открыта решающая роль роющей, метаболической и трофической деятельности фоновых видов – полевки Брандта, даурской пищухи и тарбагана в развитии почвенного и растительного покровов. Полученные данные говорят о необходимости пересмотра функциональной роли грызунов, которые до недавнего времени считались только вредителями сельского хозяйства. Особое внимание было уделено исследованиям измененных человеком экосистем: пахотным землям, залежам и пастбищам. В целом, доказано, что человеческое воздействие ведет к деградации и глубоким изменениям в почве, ее агрегатного состава, к падению содержания гумуса и уменьшению мощности гумусового горизонта.

Пустынные сообщества изучались на стационарах Булган, Шинэ-Джинст и Эхийн-Гол. Они отличаются от степных экосистем монодоминантностью и большим флуктуационным рядом в зависимости от внешних факторов. Механизм опустынивания экосистем был определен на основе их зональной и региональной ситуации. Опираясь на результаты экспериментов, специалисты выяснили оптимальные соотношения дополнительного увлажнения и удобрения для повышения биопродуктивности пастбищ и отдельных видов растений (Гунин и др., 1986; Бобровская и др., 1988).

Эколого-биологическая оценка. Некоторые негативные последствия деятельности человека, в частности, снижение продуктивности пастбищ и агроценозов, изменение структуры лесов в результате пожаров и рубок, а также отсутствие экологически обоснованных технологий эксплуатации природных ресурсов предопределили направленность работ экспедиции в последние годы. В целях выработки экологической программы Монголии, СРМКБЭ вместе с министерствами и другими заинтересованными организациями провела исследования по оценке состояния окружающей среды страны. Выполнена классификация экосистем и составлена карта масштаба 1:1000000, отражающая особенности пространственной дифференциации природных комплексов и их зональные модели, связанные с местными морфолого-литогенетическими условиями. Выявлены

типы воздействия на экосистемы и оценена адаптивная способность экосистем. Разработаны принципы составления средне- и крупномасштабных карт антропогенной модификации природных комплексов.

Производилась оценка состояния богарных земель. Разработаны критерии оценки степени деградации пашен. Установлено, что около 85 % пашни в Монголии расположено в зоне рискованного земледелия, где дефицит влаги и тепла, особенно в весенний период, ограничивает плодородие почвы. Выявлены некоторые неблагоприятные процессы, стимулируемые человеческой деятельностью, и предложена их классификация.

Различные типы загрязнений, проявившиеся в последние годы на территории Монголии, продемонстрировали важность эколого-геохимических исследований на региональном и локальном уровнях. На региональном уровне, обнаружены основные черты педо-геохимической и био-геохимической специализации экосистем и выявлены пространственные аномалии распределения и миграции химических элементов. Разработаны принципы и методы эколого-геохимического зонирования степной и пустынной зон, составлены ландшафтно-геохимические карты на промышленно развитые регионы Монголии (Gunin et al., 2003).

Инвентаризация экосистем, оценка их состояния позволили сделать ряд важных заключений относительно трендов динамики окружающей среды, найти регионы с критической экологической ситуацией и предложить программу природоохранных мероприятий, мониторинга и управления с целью сохранения сопротивляемости экосистем и их высокого биологического потенциала (Гунин и др. 1998; Gunin et. al., 1999).

Новое экологическое направление в работе экспедиции логически вытекает из предшествовавших исследований, открывая широкие горизонты для совместных исследований в области оптимизации природной среды.

С нашей точки зрения, кооперация в решении проблемы «экология и эксплуатация природы» отвечает главным целям Национальной экологической программы Монголии, и согласуется с ведущими экологическими принципами организации любой экономической деятельности.

Публикации. Результаты 35-летних исследований нашли отражение в 4000 научных публикациях, включая 43 тома серии «Биологические ресурсы и природные условия Монголии» и 7 томов «Позвоночные животные» (Дорофеюк, Гунин, 2000).

Доклад о 35-летней работе СРМКБЭ был бы неполным без упоминания важности экспедиции в деле повышения квалификации ученых Монголии и России. Материалы экспедиции послужили основой для более чем 40 докторских и 70 кандидатских диссертаций. Много было также сделано для обучения молодых специалистов.

Биологические исследования СРМКБЭ способствовали развитию теоретической и прикладной экологии в России и Монголии, которая, в свою очередь, играет ведущую роль в укреплении дружбы между учеными наших стран.

Перспективы. Перспективные исследования в области биологии и экологии насчитывают 6 основных направлений, в рамках которых проводятся конкретные работы:

1. Комплексная эколого-биологическая оценка состояния экосистем бассейна р. Селенги, как основного водосбора озера Байкал, на базе геоинформационных технологий. Она нацелена на разработку научных основ оптимизации использования экосистем Байкальского бассейна и смягчения негативных последствий антропогенной деятельности.

2. Растительный покров Монголии и сопредельных территорий: проблемы рационального использования. Целями этого направления исследований является разработка прогноза состояния и динамики растительности основных природных зон при естественных изменениях и антропогенном воздействии, а также разработка методов фитомелиорации лесохозяйственных и пастбищных экосистем для повышения их биологической продуктивности.

3. Животный мир Монголии: проблемы рационального использования и охраны. Ведется разработка эколого-биологических основ поддержания популяций животных в естественных и антропогенно измененных условиях в различных природных зонах Монголии и на приграничных территориях.

4. Водные экосистемы Монголии: анализ динамики природных и антропогенных процессов и основы рационального использования. Цель работ – комплексная гидролого-гидробиологическая оценка состояния водных ресурсов и разработка мероприятий по их охране и рациональному использованию.

5. Прогноз развития процессов опустынивания аридных и семиаридных экосистем при естественном развитии и различных видах использования. В этом направлении проводятся работы по диагностике природных и антропогенных процессов опустынивания и разработке мероприятий по борьбе с опустыниванием.

6. Научные основы оптимизации традиционного природопользования в современных условиях: выявление причин и следствий трансформации традиционного природопользования и разработка мероприятий по сохранению биоразнообразия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банникова И.А. Континентальная лесостепь Евразии (структура и функция; проблемы природопользования). Автореф. дисс. докт. биол. наук. М. 1992. 44 с.
2. Банникова И.А. Лесостепь Евразии (оценка флористического разнообразия) М. 1998. 146 с.
3. Бобровская Н.И., Гамалей Ю.В., Казанцева Т.И. Пустыни Заалтайской Гоби: характеристика растений-доминантов // Труды РМКБЭ. Л.: Наука. 1988. Т. 28. 216 с.
4. Грубов В.И. Определитель сосудистых растений Монголии (с атласом). Л.:Наука. 1982. 292 с.
5. Губанов И.А. Конспект флоры Внешней Монголии (сосудистые растения). М. Изд-во Валанг. 1996. 292 с.
6. Гунин П.Д., Востокова Е.А., Матюшкин Е.Н. Охрана экосистем Внутренней Азии // Тр. Российско-Монг. компл. биол. экспедиции РАН и АНМ. М.: Наука. 1998. Т. 40. 220 с.
7. Гунин П.Д., Евстифеев Ю.Г., Рачковская Е.И. Пустыни Заалтайской Гоби: Природные условия, экосистемы и районирование // Труды РМКБЭ. Л.: Наука. 1986. Т. 27. 207 с.
8. Гунин П.Д., Самойлова Г.С., Друк А.Я., Востокова Е.А., Ульзийхутаг Н. Экологическая оценка состояния природной среды и принципы составления карты антропогенной нарушенности экосистем Монголии // Вестник Моск. Ун-та . Сер. 5. География. 1992. № 1. с. 92-99.
9. Дорофеев Н.И., Гунин П.Д. Библиографический указатель литературы по результатам исследований Совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ (1967-1995 гг.) // Труды СРМКБЭ. М.: Биоинформсервис. 2000. Т. 41. 386 с.
10. Дорофеев Н.И., Цэцэгмаа Д. Конспект флоры водорослей Монголии // Труды СРМКБЭ. М.: Наука. 2002. Т. 42. 285 с.
11. Карта растительности МНР. Масштаб 1: 2500000. М. ГУГК. 1980. 1л.
12. Карта "Ecosystems of Mongolia" Масштаб 1: 1000000. М. 1995. 15 л.
13. Карта лесов МНР. Масштаб 1: 1500000. М. ГУГК. 1983. 2л.
14. Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. Степи Евразии // Труды РМКБЭ. Л.: Наука. 1991. Т. 35. 146 с.
15. Огуреева Г.Н. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий. Пояснительный текст и легенда к карте. М. 1999. 64 с.
16. Рачковская Е.И. Растительность Гобийских пустынь // Труды РМКБЭ. Л.: Наука. 1993. Т. 36. 132 с.
17. Слемнев Н.Н., Гунин П.Д. Функционирование пустынных экосистем Гоби в Монголии // Растит. Ресурсы. 2000. Т. 36. Вып. 2. с. 24-43.
18. Соколов В.Е., Болд А., Дгебуадзе Ю.Ю., Дулмаа А., Лобачев В.С., Мунхбаяр Х., Орлов В.Н., Семенов Д.В., Фомин В.Е. Редкие животные Монголии (позвоночные). М.: ИПЭЭ РАН. 1996. 184 с.
19. Соколов В.Е., Орлов В.Н. Определитель млекопитающих Монгольской Народной Республики. М.: Наука. 1980. 352 с.
20. Gunin P., Vostokova E., Dorofeyuk N., Tarasov P., Black C. Vegetation Dynamics of Mongolia. Kluwer AP. 1999. Geobotany 26. 233 p.
21. Gunin P.D., Saandar M., Vostokova E.A., Baja S.N. The landscape-ecological principles of the nature management and ecosystem conservation in the regions of Central Asia and South Siberia with extreme conditions (The example of Mongolia) // Ecology. Bratislava. 1998. Vol. 17. N 3. pp. 265-281.
22. Gunin P.D., Saandar M., Vostokova E.A., Baja S.N. The landscape-ecological principles of the nature management and ecosystem conservation in the regions of Central Asia and South Siberia with extreme conditions (The example of Mongolia) // Ecology. Bratislava. 1998. Vol. 17. N 3. pp. 265-281.
23. Gunin P.D., Yevdokimova A.K., Baja S.N., Saandar M. Social and ecological problems of Mongolian ethnic community in urbanized territories. Ulaanbaatar- Moscow. 2003. 95 p.

**35 YEARS OF THE ACTIVITY OF THE JOINT RUSSIAN-MONGOLIAN COMPLEX
BIOLOGICAL EXPEDITIONS RAS AND MAS**

© 2004. D.S. Pavlov¹, O. Shagdarsuren², R.V. Kamelin³, N. Ulziikhutag⁴

¹ A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, Moscow, Russia;

² Ulaanbaatar State University, Ulaanbaatar, Mongolia;

³ Botanical Institute, RAS, St.-Petersburg;

⁴ Institute of Botany, MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

The Joint Russian-Mongolian Complex Biological Expedition (JRMCBЕ) is the world biggest biological expedition in terms of ecosystem research. Over 35 years, large-scale integrated research has been performed, involving highly qualified scientists. Among other things, the effectiveness of the Expedition research is accounted for by its specific organizational structure, which makes it possible to get together within a short time some highly qualified specialists to resolve concrete problems. This quick response could be exemplified by the development of synthetic maps, reflecting the current conditions and modification by man of the ecosystems of Mongolia. Later these maps served as a basis for a set of measures to establish a network of protected areas in Mongolia. Successful and rapid work at the map could not take place without the data accumulated by the Expedition over the last 3 decades. No studies of this type have been performed in a single country of Eurasia.

Today, in many regions of the world environmental changes reached a hazardous level comparable to natural disaster. In this connection, the problems of nature conservation and management are faced by virtually all the countries of the world. This problem has also become very important to Mongolia. Mongolia is one of the few countries of the world that, due to some natural features and historical development, have retained their ecosystems relatively intact. However, intensification of heterogeneous economic pressures, increase in the time of their impact brings about changes in the ecosystems, development of their anthropogenic modifications with a transformed functioning regime. In addition, the peculiarity of Mongolian landscapes, formed in the center of the Eurasian mainland with its sharply continental climate, considerable hypsometric elevation of the territory and its isolation from moisture-carrying air flows have determined arid trends in the ecosystem development to enhance their vulnerability. The above mentioned conditions predetermine instability of the natural environment dynamics, weakening the self-regulation processes in the ecosystems and ecological instability of their economic management. Often, even a minor anthropogenic modification brings about some extremely detrimental, and, occasionally, disastrous consequences.

Because Mongolia is situated in large subcontinent structures and on the boundary of several sub regions of the Eurasian mainland, the ecological assessment of its territory is of great methodological importance to numerous Asian countries — in fact, the region concerned largely determines the ecological stability of contiguous countries and makes it possible to forecast the consequences of heterogeneous anthropogenic impacts in similar conditions.

The main aims. Thus, the 35th anniversary of the JRMCBЕ aimed at the development of the methodology of eco-biological and eco-economics studies, techniques of the assessment of the state of natural environment and forecast for the development of natural systems under further development of natural resources are of great importance to the sustainable socio-economic development of Mongolia, and also to elaboration of development programs for numerous countries of the world.

For over 35 years, the work of the expedition was performed both in the course of route studies and at stations covering all nature zones, including forest: Tosontsengel, Mungen-Mor't, Khyalganat; forest-steppe zone: Tevshrulekh; steppe zone: Undzhul, Tumentsogd; desert zone: Bulgan, Ekhiin-Gol, Shine-Dzinet, Obot-Khural; the flood-plain complexes were studied at the Shamaar station.

Research was carried out along the following lines:

- inventory of floristic and faunistic composition of the major nature zones of Mongolia;
- eco-biological assessment of the ecosystem condition;
- working out measures for protection and management of the plant cover and wildlife of Mongolia;
- environment monitoring and ecological forecast.

Floristic and faunistic composition. The Expedition has been engaged in the inventory of the floristic and faunistic composition throughout its entire history. On the basis of the floristic studies in 1982, the fundamental work by V.I. Grubov "The Key to the Vascular Plants of the Mongolian People's Republic" was

published. Taking into account the newly-revealed species and genera of the vascular plant flora, about 3000 species, 600 genera and 100 families have been distinguished, although it still remains possible to find some flora species new to Mongolia. At present, 2823 species of vascular plants presenting 662 genera were fixed in the flora of Mongolia, and 128 families were included into *Conspectus Flora of External Mongolia* and published by Gubanov in 1996.

The Mongolian flora of algae includes more than 1300 species and sub-species. Nine hundred and twenty species of lichens, seven hundred and twenty eight the mosses species were discovered. At present, the flora of Mongolia are studied more fully than that in the contiguous regions of Asia.

The results of some special botanical and geographical studies initiated jointly with geographers and soil scientists under the guidance of Academician E.M. Lavrenko have provided evidence for a number of fundamental conclusions changing the previous concepts of Mongolian plant cover geography. Those conclusions are based on such large-scale surveys, involving new concepts as the "Map of the Vegetation of the Mongolian People's Republic" (scale 1:1 500,000), a series of vegetation maps of the National Atlas of the Mongolian People's Republic, and the complex map "Ecosystems of Mongolia" (scale 1:1 000,000). Also, some considerable differences of the zonal area of Mongolian steppes has been revealed from more westerly territories, and concurrently, some great regional differences of the steppes in different sectors of the country. In the desert area, isolation of steppe-like deserts has been substantiated, with analogies in Turan, and also extremely arid deserts of Central Asia, with no world analogies. Long-term studies of vertical zones of vegetation in the mountains of southern Mongolia (the northern edge of Central Asia) have revealed a particular zoning type.

The inventory studies of vertebrate animals, which were conducting for a long time under guidance of Academician V.E. Sokolov, are continuing. The ornithologists of both Mongolian and the Russian Federation have prepared and handed over a respective package of documents in the Intergovernmental Convention for the Protection of Migratory Birds.

The generalization of obtained data on the systematics, biology, ecology and geographical distribution of 60 species of amphibians and reptiles has permitted preparation of 5 volumes from the series "Vertebrate Animals of the Mongolian People's Republic" and development of recommendations for their protection. In the same series the survey "Fishes of the Mongolian People's Republic" is published containing characteristics of 59 fish species dwelling in the water bodies of the country. The work on water ecosystem dynamic of lake valley has been completed. The zoologists of the Expedition have published an illustrated key to 135 mammalian species of Mongolia. A directory for rare species of Mongolia has been published.

Collection of data on the so far little-studied ungulates (the Mongolian gazelle, roe deer, moose) and carnivores (the wolf, snow leopard, bear), rodents (Brandt's vole, the great gerbil) and also some other species is continued. A program for collection and generalization data on the ecology of the commercially important species - the Mongolian boba has been developed. A feasibility study on re-introduction of the Przewalski's horse into the territory of Mongolia was made, and data on the numbers and distribution of the main vertebrate species collected, giving the basis for a series of zoological maps.

A substantial attention during the Expedition studies was given to the investigation of rangelands, forest and agricultural ecosystems, and also the problems of their technogenic pollution. In fact, the investigation of rangeland ecosystems was focused on compiling a series of large-scale maps of particular farms forage lands in different natural conditions and on the development of the technique for the assessment of their state and mapping.

Researches at the experimental sites. At the Expedition integrated stations - grassland, forest and desert, monitoring observations of the state and dynamics of plant communities and their dependence of hydro-climatic conditions were continued, and also experimental work on optimization of the processes of biological production formation for various types of ecosystems was done.

The floodplain grassland communities of northern Mongolia were studied for over 20 years at the Shaamar station in the low reaches of the Orkhon river. It has been revealed that the floodplain meadows are characterized by high indices of floristic saturation, polydominance and stability of the species composition. The dynamics of composition, structure and productivity of the community were studied, and recommendations for optimal management regimes and protection of floodplain meadows proposed.

The investigation of forest vegetation, both at the stations and on the routes, has made it possible to reveal the specificity of forests functioning, the regularities of their distribution, the pattern of distribution processes and the causes of forest ecosystems deformation. As shown by our studies, the incompatibility of forest regeneration ratio and cutting has led to one third reduction of the forest area, and to reduction of their

disturbance by fires and pests over the past period. On the basis of the original forest typological classification, a map of forests (1: 1,500,000) was compiled and forest vegetation zoning performed. In the course of long-term studies, forests age and taxation structure regularities have been elucidated. The major trends in forestry in terms of commercial utilization and conditions of the country have been substantiated and measures for the regeneration and growing of the seedlings and production of the Siberian larch crops proposed.

The steppe communities of Eastern Mongolia studied at the steppe station Tumen-Tsogt and Undjul are characterized by heterogeneous structure and species composition, which varies strongly, depending on environmental conditions. The determining role of the digging, metabolic and trophic activities of the Brandt's vole, Daurian pika, and the Mongolian bobak, the background mammalian species, in the development of the soil-plant cover has been elucidated. The data obtained necessitate a revision of the functional role of rodents, which until recently have been treated only as rangeland pests.

The steppe station also continued studies of man-modified ecosystems: ploughlands, fallow lands, and grazed plots. On the whole, it has been proved that anthropogenic modification results in degradation and profound changes in the soils, changes in soil aggregate composition, and decline of the humus content and thickness of humid horizons.

Desert communities have been studied at the stations Bulgan, Shine-Djinst and Ekhiin-Gol. They differ from the steppe ecosystems in monodominant and greater fluctuation range depending on environmental factors. Depending on the zonal and regional situation of arid ecosystems, the mechanisms of their desertification have been specified. On the basis of the findings of long-term experiments, some optimum ratios of additional irrigation moistening and fertilization, bioproductivity of the rangelands and specific of bioproduktive characters in particular species have been found.

Eco-biological assessment. Some negative consequences due to modification by man, particularly, decline of the productivity of rangelands, agrocenoses, changes in the structure of the forests as a result of fires, cutting, absence of ecologically-substantiated technology of management determined the trend of the Expedition studies during the recent years. In order to substantiate the ecological program of Mongolia, JRMСBE, jointly with the ministries and organizations concerned have conducted studies on the assessment of the state of the natural environment. Classification has been developed and ecosystem map compiled (scale 1:1000000) to reflect the features of spatial differentiation of the complexes, their zonal patterns and differentiation associated with morpho-lithogenic conditions of the area. Types of the impact have been revealed, the adaptive capacity of the ecosystem assessed, and principles of compilation of a map of anthropogenic modification of nature complexes (1:1000000) developed.

An assessment was made of the state of non-irrigated farmlands and criteria were worked out for the degree of degradation of ploughlands. It has been revealed that about 85% of the country's plough land is situated in the zone of unsustainable farming, where the deficit of moisture and warmth, particularly, during the spring season, limits soil fertility. Some unfavorable man-stimulated processes of ploughland have been revealed and their classification and assessment has been made.

Different types of pollution manifested in the recent years within the territory of Mongolia have demonstrated the significance of eco-geochemical studies at regional and local levels. At the regional level, some features of pedo-geochemical and bio-geochemical specialization of the ecosystems have been elucidated, and spatial anomalies of the distribution and migration of chemical elements, both background and those of nature-anthropogenic ecosystems, revealed. The principles and methods for eco-geochemical zoning of the steppe and desert zones and landscape-geochemical maps of the territory of Mongolia have been developed.

The inventory of modern ecosystems, the assessment of their state provides a number of important conclusions as about the trends in natural environmental changes, to reveal the regions with ecologically critical situations, which are so far purely local and to address the problem of the development of nature protection measures, monitoring, and management in order to preserve the resistance of the ecosystems and their high biological potential.

A new ecological trend in the work of the Expedition is a logic following up the preceding studies, opening wide vistas for joint studies in the optimization of natural environment.

From our viewpoint, co-operation in the problem "Ecology of Nature Management" meets the major objectives of the National Ecological Program of Mongolia, and its components are in conformity to the leading ecological principles of the organization of any economic activity, including biodiversity of Mongolia.

Publications. The findings of the 35-year studies are reflected in about 4000 scientific publications, including the 42 volumes of the series "Biological Resources and Natural Conditions of Mongolia", and 7 volumes of "Vertebrate Animals".

A report of the 35-year operation of JRMСBE would be incomplete without mentioning the importance of the Expedition in training scientists for both Mongolia and Russia. The materials of the Expedition served as a basis for 30 doctoral and over 60 Cand. Sc. theses, and much work have been done on educating young specialists with an Expedition background.

In summary, the biological research under JRMСBE promotes the development of both theoretical and applied ecology in Russia and Mongolia, which, in its turn, is conducive to strengthening friendship between the scientists of our countries.

Prospects. Perspective researches in the field of biology and ecology consist of the following 6 mainstream topics encompassing concrete investigations:

1. Complex ecological-biological estimation of ecosystems' state in Selenga river basin, as the principal water input of Baikal lake, based on GIS-technology. It is aimed to work out scientific foundations to optimize mature management in ecosystems of Baikal basin and mitigate negative affects of human activity.

2. Vegetative cover of Mongolia and adjacent territories: problems of rational exploitation. Tasks of this theme are working out prognosis of vegetation state and dynamics in different natural zones under natural changes and anthropogenic influence, and developing methods of phyto amelioration of forest and pasture ecosystems for increasing their biological productivity.

3. Mongolian animals: problems of rational exploitation and protection. It is carrying on development of ecological-biological foundations to support animals' populations under natural and anthropogenically changed conditions in different natural zones and frontier regions.

4. Water ecosystems of Mongolia: analysis of natural and anthropogenic processes and basic principles of rational exploitation. The aim is to fulfill complex hydrological and hydrobiological estimation of water resources state and propose measures for their protection and rational exploitation.

5. Prognosis of development of desertification processes in arid and semi-arid ecosystems under their spontaneous evolution and different types of human influence. In this direction it is realizing diagnostics and prognosis of natural and anthropogenic desertification processes and elaboration of measures to combat desertification.

6. Working out foundations to optimize traditional nature management under modern conditions aimed at clarification of causes and effects of the traditional nature management transformation. Here questions of biodiversity conservations are also resolving.

КАРТА ДЕГРАДАЦИИ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ АЗИИ

© 2004. Н. Г. Харин¹, Рюатаро Татейши²

¹Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
ГСП-7, 117810, Москва, ул. Профсоюзная дом 84/32.

²Центр применения дистанционных методов для изучения окружающей среды
Университета Чуба, 1 – 33, Яйой – чо, Инаге – ку, Чуба 263 – 852, Япония.

Концептуальный подход к оценке опустынивания

Проблема оценки и картографирования опустынивания становится все более актуальной, особенно в связи с принятием Международной конвенции по борьбе с опустыниванием (1994). Все страны аридной зоны Азии подписали эту Конвенцию (КБО), одной из последних стран присоединилась к ней Россия (2003 г.). К сожалению, до сих пор отсутствует стандартная методика оценки и картографирования опустынивания. Даже границы аридных территорий, где проявляется деградация земель, показываются на некоторых картах с недопустимыми ошибками. Например, на карте деградации почв, составленной по системе GLASOD, продуктивные площади пустынь Центральной Азии наравне с Сахарой показаны как непродуктивные земли или “пустоши” (Oldeman и др., 1991). Эта же ошибка повторяется и в Атласе опустынивания (World Atlas., 1997). В этих изданиях отсутствует также такой тип деградации земель как деградация растительного покрова, который рассматривается КБО как самостоятельный тип опустынивания (Конвенция ООН., 1994).

В качестве объекта изучения опустынивания КБО предлагает природно-территориальный комплекс, названный как “земля” (от английского слова “land”). Под термином “земля” подразумевается “живая биопродуктивная система, включающая в себя почву, воду, растительность, прочую биомассу, а также экологические и гидрологические процессы, происходящие внутри системы”. В зависимости от масштаба объем единицы картографирования будет соответствовать физико-географическим единицам различного уровня.

Предлагаемая карта деградации засушливых земель Азии по существу является первой попыткой стандартизации методов оценки опустынивания для такого обширного региона как Азия (Kharin et al., 1999). Методической основой при составлении этой карты служили следующие источники:

- Методика ФАО/ЮНЕП (Provisional Methodology., 1984), в разработке которой принимали участие представители 16 стран мира. От бывшего СССР в проверке и окончательном редактировании этой методики принимали участие ученые Института пустынь АН ТССР. Мы рассматриваем эту методику как основную и единственную международную методику по оценке опустынивания. К сожалению, эта методика не переведена на русский язык и не используется российскими учеными (Петров и др., 1999);

- Опыт оценки опустынивания, накопленный в советский период Институтом пустынь АН ТССР (Babaev et al., 1993);

- Практические работы по оценке и картографированию опустынивания, выполненные авторами настоящего сообщения в различных регионах Азии (например, Kharin, 1997);

- Словарь терминов по опустыниванию, который содержит набор стандартных терминов, применяемых в трудах ЮНЕП, в КБО и в международных журналах (Kharin, Tateishi, 2002).

Методика ФАО/ЮНЕП (Provisional methodology., 1984), дает более подробную характеристику процессов опустынивания, выделяя типы и аспекты опустынивания. К числу аспектов относятся: внутренняя опасность опустынивания (ВОО), современное состояние (СС), темпы опустынивания (ТО), влияние животных на природную среду (ВЖП), плотность сельского населения (ПН) и суммарную опасность опустынивания (СОО). СОО является комплексным показателем, который связан с остальными аспектами следующей зависимостью:

$$СОО = ВОО + СС + ТО + ВЖП + ПН$$

Анализ этих процессов, проведенный в Туркменистане (Харин и др., 1989), показал, что наибольшее влияние на СС оказывает нагрузка скота на пастбища, т.е. ВЖП, которую мы определяли по отношению фактической нагрузки к допустимой (в процентах). Анализировались все административные районы Туркменистана по 5 областям в соответствии с административным

делением ТССР на 1989 г. Данные статистической обработки приведены в таблице 1. Можно видеть, что для трех областей коэффициент корреляции (**R**) оказался высоким, для двух – сравнительно низким. Мы исследовали также влияние ТО и ПН, но их влияние оказалось незначительным на величину опустыненных площадей. Очевидно, нужна стандартная система мониторинга, которая может обеспечить сопоставимость результатов наблюдений различных лет.

Таблица 1. Уравнения регрессий, показывающие зависимость процента опустыненной площади (**y**) от ВЖП (**x**) для Туркменистана. **Table 1.** Regression equations showing dependence of territory desertified (**y**) on animals' impact (**x**) for Turkmenistan (Харин и др., 1989).

Области Regions	Число районов Number of Districts	Уравнение, где y равен Equation, where y is equal	R
Красноводская	6	$30,095 + 6,1981 x$	0,674
Ашхабадская	8	$25,431 + 0,341 x$	0,808
Марыйская	8	$30,851 + 0,240 x$	0,364
Чарджоуская	10	$26,04 + 0,179 x$	0,485
Ташаузская	7	$17,831 + 0,541 x$	0,954

В связи с изученной закономерностью мы учитывали при составлении карты основной фактор деградации растительного покрова – перевыпас. Обычно почвоведы, составляющие карты деградации почв, не учитывают деградацию растительности как самостоятельный тип опустынивания (Oldeman et al., 1991). Еще более неудачным представляется нам смешение типов и аспектов опустынивания, в результате чего оценка деградации земель производится по некоторым усредненным критериям в отдельных административных районах России (Петров и др., 1999). Такой подход явно противоречит международной практике и КБО.

Методика оценки и картографирования опустынивания

Для составления карты опустынивания применялась следующая методика. Для оценки опустынивания использовался вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), который вычислялся по формуле:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED),$$

где NIR – спектральная яркость в ближней инфракрасной зоне спектра (1 канал AVHRR)

RED – спектральная яркость в красной зоне спектра (2 канал AVHRR)

Изображения NOAA/AVHRR разрешения 1 км служили источником информации для всего региона в целом. Дешифрирование изображений низкого разрешения включало несистематизированную классификацию изображений, использование карты типов земель (Tateishi и др., 1995) и визуальную интерпретацию изображений с учетом ландшафтных особенностей территории. Использовались также данные наземных площадей, отобранных для контроля дешифрирования. Нами были отобраны 662 пробные площади, которые содержали характеристику опустыненных земель, собранную авторами в течение их работы в регионе или полученную по литературным данным. Каждая пробная площадь состояла из 5 пикселей, расположенных следующим образом:

Северный
Восточный Центральный Западный
Южный

Данные по каждой пробе включали координаты центрального пикселя, средние значения (из 5 пикселей), а также характеристику опустыненных земель. Эта характеристика включала тип земель, тип опустынивания, класс деградации и причину опустынивания. Всего было охарактеризовано 662 пробы, которые распределялись по отдельным регионам следующим образом: Центральная Азия – 280, Ближний Восток – 154, Китай – 94, Монголия – 66, Афганистан, Пакистан и Индия – 66, другие регионы – 68.

В таблице 2 в качестве примера приводятся пробные площади с характеристикой опустыненных земель по Монголии. Значения NDVI даются для третьей декады мая 1992 г. Эти данные можно использовать для повторной оценки опустыненных земель на территории Монголии, т.е. для мониторинга этого процесса.

Таблица 2. База данных по оценке опустынивания Монголии. **Table 2.** Database for assessment of desertification in Mongolia (Kharin et al., 1999).

№	Координаты, град., мин.		Тип земель	Тип деградац ии	Класс опустыни вания	Причина опу- стыниван ия	NDVI среднее из 5 пикселей
	Н	Е					
271	50-38	92-33	F	V	1	C1	0.192
272	50-27	94-00	F	V	1	C1	0.104
273	50-12	93-25	R	V	2	C1	0.112
274	49-48	92-44	R	W	2	C1	0.272
276	49-00	92-27	R	V	1	C2	0.032
277	49-00	93-15	R	V	2	C2	0.008
278	48-33	93-15	R	V	3	C2	0.032
279	48-22	95-30	R	E	2	C1	0.12
280	48-05	91-47	R	W	2	C1	0.088
281	48-00	92-40	R	V	2	C2	0.064
282	47-43	92-25	R	W	2	C1	0.12
283	47-44	93-10	R	W	3	C1	0.008
284	47-24	94-00	R	V	4	C2	0.024
285	47-36	94-35	R	E	2	C2	0.048
286	47-25	95-35	R	E	3	C2	0.032
287	48-08	95-00	R	V	2	C2	0.072
288	47-50	95-50	R	V	1	C2	0.144
289	47-20	92-25	R	W	2	C1	0.168
290	47-03	92-57	R	W	2	C1	0.104
291	47-20	93-20	R	W	2	C1	0.024
292	47-05	94-10	R	V	1	C1	0.016
293	46-25	94-25	R	W	1	C1	0.08
294	46-30	94-52	R	V	1	C1	0.032
295	46-18	96-35	R	W	2	C1	0.128
297	46-05	97-20	R	W	2	C1	0.024
299	45-10	92-28	R	W	4	C1	-0.008
300	43-10	96-00	R	W	4	C1	-0.008
301	43-48	97-35	R	W	2	C1	-0.016
302	43-18	96-26	R	W	4	C1	0.008
303	46-32	99-00	R	V	2	C1	0.12
304	45-03	97-29	R	W	2	C1	0.072
305	46-12	101-52	R	E	1	C1	0.12
306	46-25	102-30	R	V	2	C2	0.192
307	45-35	101-30	R	V	2	C2	0.088
308	42-20	103-00	R	E	2	C1	0.024
308	42-20	103-00	R	E	2	C1	0.024
309	42-50	101-10	R	W	4	C1	-0.016
310	43-20	102-15	R	E	2	C1	0.016
311	43-32	103-00	R	E	2	C1	0.096
312	43-15	103-02	R	V	1	C1	0.232
313	42-00	104-44	R	W	2	C1	-0.008
314	43-50	104-40	R	E	2	C2	0.016
315	43-20	104-50	R	E	2	C2	-0.008
316	45-30	104-45	R	V	2	C2	0.024
317	44-50	106-15	R	V	1	C2	0.024
318	43-50	105-30	R	E	2	C2	0.008
319	43-15	105-55	R	E	2	C2	0
320	42-10	105-40	R	E	2	C2	0.032
321	42-40	107-00	R	E	2	C2	0.016
322	43-00	106-20	R	V	2	C2	0.008
323	43-12	110-25	R	V	2	C2	0.032

Окончание таблицы 2

324	42-35	108-15	R	E	2	C2	0.024
325	43-20	108-40	R	V	2	C2	0.056
327	44-48	109-50	R	V	2	C2	0.008
328	45-40	109-12	R	V	1	C2	0.016
329	45-52	109-53	R	V	3	C2	0.008
330	44-00	109-30	R	V	2	C2	0.016
331	43-25	108-27	R	E	2	C2	0.032
332	43-30	110-27	R	E	2	C2	0.056
333	44-10	110-40	R	E	2	C2	0.056
334	42-54	108-20	R	V	2	C2	0.024
335	44-40	108-43	R	V	2	C2	0
336	45-40	112-00	R	V	2	C2	0.064
337	45-10	111-40	R	V	3	C2	0.072

Примечание: В таблице приняты следующие обозначения : R – пастбища, F – леса, V – деградация растительности, E – ветровая эрозия, W – водная эрозия. Классы опустынивания : 1 – слабое, 2 – умеренное, 3 – сильное, 4 – очень сильное. Причины опустынивания: C1 – вырубка деревьев и кустарников, C2 – перевыпас.

Критерии СС даются в таблице 3. Они соответствуют выделенным на карте следующим типам опустынивания: деградация растительности, ветровая эрозия, водная эрозия, засоление орошаемых земель, засоление почв, вызванное снижением уровня Аральского моря, заболачивание пастбищ, вызванное сбросными водами из оазисов. На карте выделены 3 класса деградации земель: слабая, умеренная, сильная и очень сильная.

Таблица 3. Критерии оценки опустынивания засушливых земель Азии. **Table 3.** Criteria for land desertification assessment in Asia (Kharin et al., 1999).

Критерии современного состояния	Классы опустынивания		
	Слабое	Умеренное	Сильное и очень сильное
Деградация растительного покрова			
1. Растительное сообщество	Коренное или слабо измененное	Длительно производное, вторичное	Эфемеровое
2. Процент климаксовых видов	>75	75 – 25	<25
3. Сокращение проективного покрытия	<25	25 – 75	>75
4. Сокращение кормов на пастбищах, %	<25	25 – 75	>75
5. Потеря прироста древесины в лесах, %	<25	25 - 75	>75
Ветровая эрозия (<i>Нераспаханные земли</i>)			
1. Процент площади, покрытой подвижными песками	<30	30 – 70	>70
2. Процент площади, покрытой растениями, формирующими дернину	50 – 30	30 – 10	<10
<i>Распаханные (богарные) земли</i>			
1. Разрушение поверхностного горизонта почвы, %	<25	25 – 50	>50
2. Процент площади, занятой котловинами выдувания	<5	5 – 10	>10
3. Потеря урожая основной культуры, %	<25	25 - 50	>50
Водная эрозия (<i>Нераспаханные земли</i>)			

Окончание таблицы 3

1. Тип эрозии	Поверхностная эрозия и отдельные промоины	Поверхностная эрозия, промоины, формирование оврагов	Поверхностная эрозия, промоины, овражная сеть
2. Разрушение поверхностного горизонта почвы, % <i>Распаханные (богарные) земли</i>	<25	25 – 50	>50
1. Разрушение поверхностного горизонта почвы, %		25 – 50	>50
2. Потеря урожая основной культуры, %	<25	25 – 50	>50
	<25		
Засоление орошаемых земель			
1. Засоленность грунтовых вод, г/л	3 – 6	6 – 10	10 – 30
2. Засоленность оросительной воды, г/л	0,5 – 1,0	1,0 – 1,5	>1,5
3. Сезонное накопление солей т/га	16 – 30	30 – 45	45 – 90
4. Потеря урожая основной культуры, %	<15	15 – 40	45 – 90
Засоление почв, вызванное снижением уровня Аральского моря	Формирование прибрежной пустыни, частично покрытой барханами	Появление прибрежных солончаков	Формирование глубоких солончаков
1. Изменение почв			
2. Количество солей в почвенном слое 0 – 100 см, т/га	<130	130 – 290	290 – 370
3. Изменение растительного покрова	Формирование кустарниковой и полукустарниковой растительности	Появление псаммофильных видов и тамариксов	Фрагменты галофитов
Заболачивание пастбищ в Центральной Азии			
1. Глубина пресных грунтовых вод, м	10 – 5	5 – 2	<2
2. Смена доминантных видов растений	<i>Tamarix ramosissima, Alhagi persarum</i>	<i>Tamarix ramosissima, Alhagi persarum, Karelia caspia</i>	<i>Fragmitis australis</i>
3. Проективное покрытие растительности, %	<30	30 – 70	>70

В работах по картографированию опустынивания можно выделить 5, 4 или 3 класса опустынивания. При выделении 5 классов характеризуется фоновый уровень и 4 класса деградации земель. Такая классификация обычно применяется при составлении крупномасштабных карт при научно-исследовательских работах. Фоновый уровень характеризует состояние земель, не нарушенных человеком. В природе таких земель почти не сохранилось. К ним можно отнести заповедники и другие нетронутые человеком земли, например пограничные полосы, где хозяйственная деятельность человека запрещена. Поэтому в большинстве случаев ограничиваются 4 или 3 классами опустынивания. Мы ограничились выделением 3 классов в связи с отсутствием информации по некоторым регионам. Классы сильного и очень сильного опустынивания характеризуются как одна категория земель.

Результаты изучения опустынивания в Азии

По нашим данным, засушливые земли Азии занимают 11930119 км², из них семи-аридные территории составляют 25.49%, аридные – 61.14, экстра-аридные – 10.01, горы (внутри аридной

зоны) – 3.36% (Приложение 1). Как мы уже отмечали, экстра-аридные территории были исключены из оценки. По типам земель аридные территории Азии распределяются следующим образом: леса и кустарники – 4.17%, пастбища и сенокосы – 81.56, земли богарного земледелия – 6.89, орошаемые земли – 7.18, орошаемое дно Аральского моря – 0.20%. Кроме экстра-аридных территорий из оценки были исключены следующие категории земель: болота – 0.02%, солончаки – 5.72, пустоши (территории, лишенные растительного покрова) – 18.87, подвижные пески природного происхождения – 13.66%. В таблице 4 приводятся данные о процентах деградированных земель с указанием классов опустынивания. Можно видеть, что деградация растительности является основным типом опустынивания в Азии. Она вызывается вырубкой деревьев и кустарников, а также перевыпасом. Значительны также площади земель, подверженные ветровой эрозии.

Таблица 4. Площади опустыненных земель Азии (в процентах). **Table 4.** Decertified lands in Asia (%) (Kharin et al., 1999).

Типы земель/опустынивание	Процент опустыненных земель			
	Слабое	Умеренное	Сильное и очень сильное	Итого
Леса и кустарники/деградация растительности	0.00	15.12	63.1	78.13
Леса и кустарники/водная эрозия	1.48	7.88	3.07	12.43
Леса и кустарники/ветровая эрозия	0.00	9.44	0.00	9.44
Итого	1.48	32.45	66.07	100.00
Пастбища и сенокосы/деградация растительности	20.59	33.14	14.98	68.72
Пастбища и сенокосы/водная эрозия	1.08	4.05	0.00	5.13
Пастбища и сенокосы/ветровая эрозия	2.40	12.92	10.84	26.15
Пастбища и сенокосы/заболачивание	0.09	0.34	0.15	0.59
Итого	24.16	50.45	25.98	100.00
Богарные земли/водная эрозия	4.80	37.16	2.40	44.36
Богарные земли/ветровая эрозия	32.03	22.96	0.66	55.64
Итого	36.82	60.11	3.06	100.00
Орошаемые земли/засоление	27.22	47.90	24.88	100.00
Высохшее дно моря/заболачивание	0.00	52.62	47.38	100.00
Всего	24.14	49.95	25.91	100.00

Центральная Азия. Мы провели также анализ опустынивания по отдельным регионам Азии с учетом социально-экономических факторов. Рассмотрим прежде всего регион Средней Азии, или как его сейчас называют Центральную Азию. Государственные деятели новых независимых стран и СМИ этих стран ввели в обращение новый термин – “Центральная Азия“, поддержав этим терминологию, применявшуюся в западных странах. Итак, Центральная Азия – это новый геополитический регион, в который входят 5 новых независимых государств, бывших Союзных Республик СССР: Казахстан, Узбекистан, Кыргызстан, Таджикистан и Туркменистан. Как известно, русские географы всегда называли эту территорию Средней Азией (кроме северной части Казахстана).

В этом обширном регионе, занимающим площадь около 4 млн. км², на орошаемые земли приходится 8.7 млн. га. Количество населения в регионе возросло с 22.8 млн. человек в 1959 г. до 53.8 млн. в 1996 г. Рост населения происходит по модели, общей для всех развивающихся стран – “высокая рождаемость – высокая смертность” в противоположность модели богатых стран – “низкая

рождаемость – низкая смертность“. Согласно опубликованным данным (Харин и др., 1993) основными причинами опустынивания в бассейне Аральского моря являются следующие (в процентах охваченной площади):

Вырубка растительности	28
Перевыпас	29
Нерациональное использование орошаемых земель	9
Строительство дорог и каналов	8
Сенокошение	3
Недовыпас	3
Потери воды при орошении	2
Другие причины	18
<hr/>	
Итого	100

Около 90% орошаемых земель охвачены вторичным засолением. Усыхание Аральского моря стало причиной экологической катастрофы. С осушаемой поверхности ежегодно выносятся около 75 млн. т солей, которые переносятся ветром на соседней территории. Причиной этой экологической катастрофы является разбор воды Амударьи и Сырдарьи на орошение. Постройка Каракумского канала вызвала необратимые изменения в прилегающих к каналу районах. Например, Тедженский оазис в Туркменистане превратился в район экологической катастрофы в связи с засолением земель.

Деградация растительного покрова является вторым типом опустынивания, отмеченным на значительных площадях. Саксауловые леса вырублены на площади около 5 млн. га только в пустыне Каракум. На состояние пустынных лесов в Советский период отрицательное влияние оказали проникновение в пустыню автотранспорта, строительство каналов, изыскательские и другие работы. Процент покрытой лесом площади составляет: в Казахстане - 3.30, в Узбекистане - 11.60, в Таджикистане – 1.60, в Кыргызстане – 3.30, в Туркменистане - 12.10.

Деградация пустынных пастбищ является прямым результатом перевыпаса. Например, в Казахстане поголовье скота увеличилось на 40% за последние 25 лет. Специалисты считают, что уже в 1960 г. пастбищные ресурсы этой республики полностью истощились, и началось опустынивание. В Туркменистане 50.5% пастбищ слабо деградированы, 45% умеренно деградированы и 4.5% сильно и очень сильно деградированы. Примерно такая же ситуация характерна и для Узбекистана. Особенное беспокойство вызывает категория очень сильно деградированных пастбищ, процент которых увеличивается с каждым годом примерно на 10%. Состояние экосистем на этих землях характеризуется полным разрушением биологической продуктивности. Их восстановление, как правило, невозможно, особенно в условиях слабой экономики стран Центральной Азии.

Монголия. Монголия расположена в “сердце“ Азии. Ее территория, занимающая 1565 км², относится к Внутренней Азии. По данным Internet (1998) обрабатываемые земли составляют на территории страны 0.84%, орошаемая площадь занимает только 840 км². Некоторые географы делят территорию Монголии на два типа ландшафтов, используя местные географические термины:

- *Хангай* – территория, хорошо обеспеченная водой и с богатыми пастбищами,

- *Гоби* – пустыня с песчаными, каменистыми и щебнистыми почвами, бедная лесом и с пастбищами низкой продуктивности.

Иногда Гоби относят скорее к пустынной степи, чем к настоящей пустыне. Здесь много мелких (неглубоких) колодцев, растительность сравнительно богата, особенно во влажный сезон. Территория Монголии окружена горными хребтами, что способствовало исторической изоляции страны. Опустынивание в Монголии скорее исторический феномен, а не явление настоящего времени. Н.М. Пржевальский (1883) отмечал во время своего третьего путешествия, что все земли, пригодные к использованию в сельском хозяйстве, уже освоены, а пастбища перегружены скотом.

Монголия относится к числу стран, где сохранилась кочевая система животноводства. Рост населения страны является основным социальным фактором опустынивания. Если в 1918 г. население Монголии составляло 647.5 тыс. человек, то в 2003 г. оно достигло 2.712 млн. человек. Происходит также постоянный рост поголовья скота. В 1918 г. в Монголии насчитывалось 9.645 млн. голов скота, в настоящее время поголовье превышает 23 млн. голов. Монголию называют “страной

пяти животных”. Обычно кочевники держат пять видов домашних животных: лошадей, коров (или яков в высокогорных районах), овец, коз и верблюдов. Это объясняется следующими тремя причинами:

1. Каждый вид животных выполняет специфические функции в жизни кочевников,
2. Различные животные дают кочевникам различные продукты,
3. Каждое животное нуждается в специфических кормах, что, в общем, способствует опустыниванию.

Основными типами опустынивания на территории Монголии являются деградация растительного покрова, ветровая эрозия и водная эрозия. По примерным подсчетам в аридной зоне Монголии ежегодно вырубаются на топливо 700 – 800 тыс. т древесины. Кроме того, на топливо используется *аргал* (высохшие экскременты животных, особенно коров). Изъятие этого органического вещества способствует деградации аридных экосистем. Ветровая эрозия развивается в результате уничтожения растительного покрова на почвах легкого механического состава. Этот процесс начинается с образования котловин выдувания и заканчивается формированием песчаных дюн. В пересеченной местности развивается водная эрозия. Она проявляется в формировании сухих русел – *сайр*, формирующих целые системы промоин и оврагов на подгорных равнинах Монголии.

Китай. Китай, одна из последних сверхдержав современного мира, занимает площадь 9597 тыс.км². Население достигло в 2003 г. 2.712 млрд. человек. Культура земледелия зародилась в Китае 3000 лет тому назад. На лессовом плато в излучине Желтой реки сформировалась китайская цивилизация, Великая Китайская стена отделила колыбель этой цивилизации от “варваров” (кочевых племен). В X веке н. э. в Китае был усовершенствован железный плуг, который состоял из двух элементов – лемеха и отвала. Однако уже в XX веке в Китае был изобретен плуг для человека. Рост населения является основным социальным фактором, который способствует деградации земель в Китае. Из природных факторов, способствующих деградации земель, следует отметить засухи и наводнения. В конце XV века в Китае были зарегистрированы 91 наводнение и 129 засух. В настоящее время происходит дальнейшее увеличение засух. По мнению китайских ученых, это связано с вырубкой лесов. В Северном Китае леса полностью исчезли во время правления династии Мин (1368 – 1644 гг.). Многие плодородные земли превратились в пустыню или были заброшены (Qi Geping, Li Jincheng, 1997). Эти же авторы называют следующие причины опустынивания в Китае (в процентах):

Ирригационное освоение земель	25.4
Перевыпас	28.3
Заготовка древесины	31.8
Промышленное строительство, горное дело, строительство коммуникаций	0.7
Нерациональное использование водных ресурсов	8.3
Другие	5.5
<hr/> Итого	100.0

Бассейн Тарима – один из засушливых районов Китая, где процессы деградации земель приняли угрожающий характер. Деградацией охвачены маргинальные территории, расположенные вокруг экстра-аридной пустыни Такламакан. Примерно 875 тыс. га занимают земли, охваченные ветровой эрозией. 38 тыс. га в долине реки Тарим подверглись деградации в связи с нехваткой водных ресурсов. Около 285 тыс. га зарослей *Populus euphratica* усохли в связи с аридизацией климата. Подвержены опустыниванию и засушливые земли, расположенные вокруг бассейна Цайдам. Здесь отмечено вторичное засоление орошаемых земель, часть земель из-за этого заброшена.

Охвачены деградацией обрабатываемые земли, расположенные в северных районах Китая, в излучине Желтой реки. Здесь орошается около 18 млн. га и проживает 200 млн. человек; производится 20% зерна, 57% хлопка, 17% растительного масла и 14% мяса от общей продукции страны. Опустыниванием охвачены и другие регионы страны, в частности лессовое плато. Это – один из важнейших исторических и культурных центров страны, он занимает площадь около 500 000 км². Плотность населения достигает в отдельных районах 1000 человек на 1 км². В сухой период года тучи

лессовой пыли закрывают солнце и крестьяне вынуждены днем зажигать свет в своих домах. Годовой доход сельского населения составляет около 2 долларов в год. Проблема выживания – основная проблема местного населения.

Афганистан – страна, пострадавшая от военного опустынивания. Военное опустынивание – далеко не новый тип деградации земель, но в современных условиях использование технических средств создает угрозу жизни населения целых стран. В Азии военное опустынивание получило распространение в последние годы в таких странах как Афганистан, Ирак и Кувейт. По представлению СМИ, Афганистан – бедная страна, где население получает доход от выращивания опийного мака, и где ведутся непрерывные войны. К сожалению, эта картина не далека от действительности. Площадь страны 647.5 тыс. км², население составляло в 1979 г. 15.5 млн. человек, а к 2003 г. увеличилось до 28.72 млн. человек. Для использования в сельском хозяйстве пригодны только 12% земель, из них обрабатывалось до 1980 г. только 29%. В 1998 г. орошалось 23.860 тыс. км². Точных статистических данных об экономике страны нет в связи с постоянной войной.

Во время Советско-Афганской войны цветущие оазисы были уничтожены, обрабатываемые земли заброшены, сады вырублены. Около 500 тыс. человек были убиты в ходе военных действий, 3 миллиона эмигрировали в Пакистан, 500 тыс. – в Иран. Война продолжается и сейчас. По неполным данным, около 30% орошаемых земель были подвергнуты засолению до Советско-Афганской войны. На площади 42 млн. га выпасались 30 млн. голов скота.

В настоящее время опийный мак выращивался в 2003 г. на площади 30750 га, а потенциальное производство опиума достигает 1278 т в год. 80-90% героина, потребляемого в Европе, доставляется из Афганистана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху или опустынивание, особенно в Африке. ЮНЕП. 1994. 77 с.
2. *Петров В., Павловский Е. С., Кулик К. Н. и др.* Атлас опустынивания сельскохозяйственных угодий Российского Прикаспия. Волгоград. 1999. 37 с.
3. *Пржевальский Н. М.* Третья экспедиция в Центральную Азию. СПб. 1883. 312 с.
4. *Харин Н. Г., Николаев В. Н., Сорокина И. П., Кирильцева А. А.* О возможности моделирования процессов опустынивания с учетом антропогенных и природных факторов // Проблемы освоения пустынь. 1989. № 2. С. 64 – 68.
5. *Харин Н. Г., Каленов Г. С., Кирильцева А. А. и др.* Объяснительная записка к карте антропогенной деградации земель в бассейне Аральского моря. Ашхабад: Инст. Пустынь АНТ. 1993. 83 с.
6. *Babaev A. G., Kharin N. G., Orlovsky N. S.* Assessment and mapping of desertification. A methodological guide. Desert Research Institute. Ashkhabad. 1993. 44 p.
7. *Kharin N. G.* Dégradation des terres sèches en Mongolie // Sécheresse. 1997. N 3. P. 136-168.
8. *Kharin N. G., Ryutaro Tateishi.* Glossary of terms on desertification. English – French -Spanish – Russian. CEReS: Chiba University 2002. Japan. 405 p.
9. *Kharin N. G., Ryutaro Tateishi, Harahsheh H.* Degradation of the drylands of Asia. CEReS: Chiba University 1999. Japan. 81 p.
10. *Oldeman L. R, Hakkeling R. T. A., Sombroek W. G.* World map of the status of human-induced soil degradation. A brief explanatory note. ISRIC. UNEP. 1991. 7 p.
11. Provisional methodology for assessment and mapping of desertification. FAO/UNEP. 1984. 84 p.
12. *Qu Geping, Li Jinchang.* Population and environment in China. Boulder. Lynne Publ. 1997. 216 p.
13. *Tateishi R., Weng Cheng Gang.* Land cover database of Asia // Int. Symposium on vegetation monitoring. August 29 – 31, 1995, Chiba University, Japan. P.45-62
14. World Atlas of Desertification. UNEP. London. 1997. 182 p.

MAP OF DEGRADATION OF THE DRYLANDS OF ASIA

© 2004. N. G. Kharin¹, Ryutaro Tateishi²

¹ Center on Problems of Ecology and Productivity of Forests, Russian Academy of Sciences, GSP-7, 117810 Profsoyuznaya 84/32 Moscow, Russia

² Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, 1 – 33 Yayo-cho, Inage-ku, Chiba 263 - 8522, Japan

Drylands of Asia occupy 11 930 119 km, from which 25.49% belong to semiarid lands, 61.14% - to arid lands and 10.01% - to extra-arid lands. About 70% of these lands have been affected by desertification. International Convention to Combat Desertification (CCD) adopted in 1994, defines desertification as “land degradation in arid, semi-arid and dry sub-humid areas resulting from various factors, including climate variations and human activities”. Loss of productivity in arid regions creates the major environmental constraints for sustainable development. Growth of population in developing countries in its turn aggravates the ecological situation. In this way the problem of desertification has been transformed into social and political problem. All that concerns in full measure the drylands of Asia, where the process of desertification has embraced the vast areas.

CCD recommends the creation of a monitoring system for desertification control. Assessment and mapping desertification is the first step of this monitoring. Desertification maps published in different countries of Asia are in several cases not comparable. So, the authors of this project used remote sensing data to make the final decision in all questionable cases, and a new desertification map of Asia was compiled. Assessment and mapping desertification was based on application of existing thematic maps, maps of desertification and low resolution NOAA/AVHRR space imagery. Published maps contain information on physical environment and land degradation. NOAA/AVHRR data were found to be similarly correlated with desertification. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was generated by the formula

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED),$$

where: NIR - reflectance in near infrared spectral band

RED - reflectance in red spectral band

Thematic maps and publications were used as sources of ground truth. 662 sample plots with roughly uniform area were selected as check points. For each sample plot, the mean NDVI was calculated from 5 points:

North
East Central West
South

Each sample plot contained the following information: coordinates of the central point, land use type, type of land degradation, desertification class and the causes of land degradation. The sample plots were distributed across the region in the following way: Central Asia – 280, Middle East – 154, China – 94, Mongolia – 66, Afghanistan, Pakistan and India – 66. Interpretation of small scale imagery was conducted by the following procedure: unsupervised classification of 4 arc-minute imagery, land cover classification of 30-arc second imagery, visual interpretation of different classes of imagery within landscape – analogues in the limits of geographical zones (Appendix 1).

By visual photo interpretation Desertification Response Units (DRU) were recognized as mapping units. DRU included areas of the same land use, with similar physical conditions (climate, soil, slopes, vegetation) and common characteristics of land degradation (type and class of desertification). In some cases DRU included different land types, which were impossible to divide in small-scale map. In this case the percentage of each category was estimated by dot grid and a complex characteristic was given in the map. Information on desertification in several countries of Asia is given below.

China. The People's Republic of China is the greatest superpower of the world. Population in China totaled 549 million people in 1949. By July 1, 2003, population of China reached 2712. The policy of agrarian radicalism proclaimed by Mao Zedong could not solve the ecological problem. The growth of population is continued in spite of the measures on birth control. Further economic and political development

of China will depend upon the progress in solving the population /environment problem.

The "Golden Era" in history of China was 4000 years ago. Since 200 B.C. China was very close to market economy because the country had countless small production units. During the further development, the situation drastically changed and 12th century was a crucial point. Population pressure gradually increased and Chinese agriculture shifted to labor intensive farming. Overpopulation induced the adoption of more labor-intensive technology, which in its turn raised tolerance for overpopulation. Especially after 17th century, the living standard in rural China worsened. As a result of accelerated deforestation, land in north China lost many century ago its productivity and became vulnerable to floods and droughts. Forest areas in this region shrank and finally completely disappeared by Ming time (1368 - 1644).

The ecological situation in loess plateaus can be named as catastrophic. Loss of land cover is more than 500 000 km², being one of the most important cultural and agricultural regions of China. It is names as "cradle" of Chinese civilization. Population density in some areas is 1000 persons per 1 km². Irrigation schemes in the valleys of the Wei Ho and the Fen Ho go back to the second millennial B. C. Erosion is very rapid, and only in the Wei Ho area some 150 million tons of loess are annually washed away. The irrigation area has more than doubled since 1952. The disastrous collective farming worsened the situation. At present time natural vegetation covers only 10% of the total area. Since 1949, the eroded area increased by 30%. Winds carry so much dust that villagers often have lunch by the light of lanterns. Living standard of peasants is very low, their income being \$2 per month per person.

Central Asia. The region of Central Asia includes five new independent countries (the former Soviet Republics): Kazakhstan, Turkmenistan, Kirgystan, Uzbekistan and Tajikistan. The land area is 3 994.4 thousand km², the population totals 53.8 million. The region of Central Asia is located within vast Aralo - Caspian basin. Vast desert and semi-desert plains, piedmont plains and oases of irrigated soils are the main landscapes of the region.

The deserts of Central Asia are located in the temporal belt of the continental climate. Summer is hot, dry and cloudless. Winter is mild, except the northern part of the region where winter is cold. These climatic features are intensified by geographical barriers, which isolate the territory from south. Annual precipitation totals 80 - 130 mm in the desert zone and 140 - 200 mm in the piedmont plain. High air temperature can total in July 45 - 49 °. Dust storms belong to one of the most characteristic features of the region.

The production of cotton in 1992 (in thousand tons) was: in Kazakhstan 31.5, in Kirgystan 68.0, in Uzbekistan 6 292.0, in Turkmenistan 1 457.0, in Tajikistan 920.0. Livestock numbers in all countries totaled (million heads): cattle 17.4, sheep and goats 64.1, pigs 4.9, horses 2.0, camels 0.23. The causes of land degradation in Central Asia, in percentage of affected areas are as follows: vegetation cutting 28, overgrazing 29, excessive irrigation 9, construction of roads and canals 8, hay making 3, undergrazing 3, water filtration 2, other 18. Degradation of the vegetative cover is the main type of land degradation in Central Asia. The size of forested areas reduced during the last 50 years. In 1950 - 1990, the works on forest regeneration were conducted in the area of 5.7 million ha. But from this area, only 1.7 million ha were conserved and registered as productive forests. Degradation of desert rangeland is a result of rapacious exploitation of forage resources. A system of free ranging dominates in range management of Central Asia. For example in Kazakhstan the number of livestock increased during the last decades by 40% in spite of the forage production was exhausted even by 1960. In Turkmenistan 50.5% of desert rangelands are severely degraded, and in Uzbekistan even 58% have the same degree of degradation.

Wind erosion mainly occurs in sandy desert. Tracts of moving sand dunes of the anthropogenic origin are confined to the areas of active human activities. In Kazakhstan wind erosion affected 20.5 million ha of plough land and 25 million ha of rangeland. Technogenic desertification was registered in the area of 181.3 thousand ha. These areas included gas pipelines, mining sites and military test sites of the former USSR. Water erosion is developed on mountain slopes and in piedmont plains of Central Asia. Intensity of water erosion depends upon slopes, exposure and technique of tillage. In Kazakhstan water erosion affected 20.5 million ha. Annually 60 million tons of soil material is washed away from plough land.

Drying up the Aral Sea was caused by water withdrawal for irrigation from the Amudarya and the Syrdarya rivers. Grandiose works on construction of irrigation canals and reclamation of new lands have led to changes of physical environment. Some areas, like the Tedzhen and the Tashauz oases, have been transformed to the zones of ecological catastrophe. Use of mineralized water for irrigation, absence of crop rotation and application of great amount of fertilizers have led to severe soil degradation and worsening the

living conditions of people in the rural country.

Afghanistan. Afghanistan is a country located in the heart of south Central Asia. It occupies the area of 652 225 km², population totaled 15.50 million in 1979, and reached 28.72 million in 2003. Climate of the country is dry and subtropical. The mean temperature of July is 24 - 32° C (beyond the high mountains). Winter in the plain is mild and the mean temperature of January is 8 - 10° C. The maximum precipitation arrives in winter and spring as a result of cyclonic activities, 40 - 50 mm of precipitation fall in the southern plain, and 200 - 300 mm in the interior highland. Air humidity is very low, in summer less than 10%. In summer, a hot wind is blowing which is called "Sado-Bistoruz" (the wind of 122 days). During this period the day temperature raises to 43 - 45°.

Afghanistan is a pastoral country. Only 12% of the land is arable, and only 29% of the arable land was cultivated before the Soviet intervention. The most part of the people lives in rural country, and their mode of life is a peasant tribal society that determines the patriarchal character of these communities. Some 2 million are nomads. But the real figures on population and economy of the country are unknown because of a long war, which has been continuing. A new type of land degradation - the war desertification is a characteristic feature of Afghanistan. Flourishing oases were destroyed, agricultural fields were abandoned, gardens and tree plantations were cut and the social infrastructure in vast areas was completely destroyed. Three million of people left for Pakistan, and a half of million took refugee in Iran, and a half of million was killed or wounded.

Droughts that occur periodically in Afghanistan stimulate the process of desertification. For example, in early seventies a severe drought compelled many peasant families in rural country to mortgage their land for loans. Debts and mortgages resulted in a heavy alienation of land. Wheat is the main staple crop, and corn, barley and rice are cultivated. Cotton before the war was also an important cash crop. At present time, opium poppy was cultivated on the area of 30 750 ha. 80 - 90% of heroin consumed in Europe are delivered from Afghanistan.

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЮЖНОЙ МОНГОЛИИ ПО ДАННЫМ NDVI

© 2004. П. Д. Гунин¹, А. Н. Золотокрылин², В. В. Виноградова², С. Н. Бажа¹

¹Институт проблем экологии и эволюции РАН, 119071 Москва, Ленинский проспект, 33

²Институт географии РАН, 109017 Москва, Старомонетный пер., 29

В конце XX в. спутниковые наблюдения за состоянием земной поверхности становятся источником информации о динамике растительного покрова в разных природных зонах. Всё чаще предпринимаются попытки построения производных от спутниковых данных показателей, которые представляют особый интерес для характеристики состояния растительности на засушливых землях. Эти показатели весьма полезны для изучения динамики опустынивания, особенно его раннего предупреждения. Заметное место в исследованиях принадлежит спутниковому вегетационному индексу (NDVI), который служит основой для построения, например, индекса вегетационных условий (VCI), характеризующего состояние растительности от стрессового до хорошего по отношению к норме (Kogan, 1987), или пороговой зелёной фитомассы, ниже которой вероятность аридизации климата возрастает (Золотокрылин, 2002; 2003).

В настоящем сообщении рассматриваются результаты изучения динамики зелёной фитомассы зональных экосистем, имеющих экотонный характер. Они локализируются вблизи границ между различающимися по увлажнению ландшафтно-экологических регионов и зонально-подзональных полос (Экосистемы Монголии, 1995). Цель работы - выявление зональных экосистем, зелёная фитомасса которых в результате колебаний климата и антропогенной нагрузки на пастбища уменьшается до порогового значения и становится ниже его в течение последних десятилетий. Для этого построены электронные карты осреднённого показателя пороговой зелёной фитомассы за отдельные десятилетия (1982-1991 и 1992-2002 гг.) и разницы показателей между десятилетиями.

Краткие сведения о вегетационном индексе

С начала 1980-х гг. стали накапливаться измерения отражения земной поверхности в разных диапазонах солнечного спектра с помощью усовершенствованного радиометра высокого разрешения (AVHRR), установленного на серии полярно-орбитальных спутников Национального управления по атмосфере и океану США (NOAA). Радиометр измеряет отражение в видимом (K1, 0.58-0.68 мкм), в ближайшем инфракрасном (K2, 0.72-1.1 мкм) диапазонах, а также в двух длинноволновых диапазонах (K4, 10.3-11.3 мкм и K5, 11.5-12.5 мкм). Комбинация диапазонов K1 и K2 используется для вычисления нормированного разностного вегетационного индекса (NDVI):

$$NDVI = (K2 - K1) / (K2 + K1)$$

Концепция вегетационного индекса базируется на разном отражении радиационных потоков растительным покровом в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах. Механизм образования хлорофилла и отражения радиации листьями является причиной низкого отражения в диапазоне K1 и высокого отражения в диапазоне K2. При увеличении листового индекса отражение растительным покровом радиации в диапазоне K1 уменьшается. В то же время отражение радиации в диапазоне K2 возрастает. Таким образом, вегетационный индекс большинства типов растительного покрова и сельскохозяйственных культур нелинейно возрастает с увеличением листового индекса.

В аридных регионах с преобладанием многолетних растений отражение в K1 и K2 диапазонах уменьшается по мере увеличения проективного покрытия растительного покрова. Это объясняется тем, что многолетние пустынные растения имеют смесь зелёных и отмирающих листьев, которые в совокупности интенсивнее отражают в видимом диапазоне и интенсивнее поглощают в инфракрасном, чем растительный покров в регионах с более влажными условиями. Кроме того, при низком проективном покрытии растений в пустынях некоторую неопределённость в оценку вносит высокая отражательная способность почв в видимом и в ближнем инфракрасном диапазонах спектра.

Тем не менее исследования, проведённые в 1980-1990 гг. в Сахеле, свидетельствуют, что вегетационный индекс коррелирует с зелёной фитомассой и продуктивностью (Tucker et al., 1985; Tucker, Sellers, 1986), а также имеет высокую чувствительность к осадкам (Tucker et al., 1991). Этот

вывод подтверждается исследованиями на засушливых землях Северной Евразии (Gitelson, Kogan, 2000; Золотокрылин и др., 2000).

Глобальные данные вегетационного индекса (GVI) с разрешением 16x16 км вычисляются по ежедневным измерениям радиометра AVHRR с разрешением 4x4 км (Kidwell, 1994; 1995). С учётом минимизации влияния облачности, изменения зенитного угла солнца, угла сканирования на данные, они трансформируются из ежедневных в недельные и месячные. Глобальные месячные данные с разрешением 1x1°, которые в меньшей степени подвержены влиянию облачности, чем недельные, накапливаются с 1982 г. (Distributed ACC...).

Недельные данные вегетационного индекса с разрешением 16x16 км имеют преимущественное значение для изучения распространения погодообусловленных вариаций растительного покрова. Однако с высоким пространственным и временным разрешением этих данных связано усиление их изменчивости, для уменьшения которой требуется дополнительная специальная процедура обработки (Kogan, Sullivan, 1993). Месячные данные вегетационного индекса с разрешением 1x1° в этом случае являются более стабильными и представляют интерес для региональных обобщений. В данной работе используются месячные значения вегетационного индекса с разрешением 1x1° за период май-сентябрь 1982-2001 гг. (Distributed AAC ...).

Картографическая интерпретация пороговой зелёной фитомассы

В работе в качестве пороговой фитомассы применяется значение месячного $NDVI \leq 0.07$. Как показано в работах (Золотокрылин, 2002; 2003), процессы аридизации засушливых земель хорошо выражены при доминировании радиационного механизма теплообмена между поверхностью и атмосферой. Нашими наблюдениями в Казахстане, Средней Азии и Монголии установлено, что этот механизм проявляется в аридных экосистемах с запасами зелёной фитомассы ≤ 0.5 т/га в сухом весе, что эквивалентно значению $NDVI \leq 0.07$. Таким образом, понятие пороговой фитомассы удобно использовать для мониторинга процессов аридизации в экосистемах, приводящих к опустыниванию. Следует отметить, что падение фитомассы до порогового значения в зональных экосистемах чаще наблюдается в результате многолетних засух, охватывающих обширные территории. Кроме того, падение фитомассы становится заметнее в экосистемах, подверженных воздействию человека.

Для картографической интерпретации вводится показатель – период, за который зелёная фитомасса не превышает пороговое значение. Карты показателя строились следующим образом: на исследуемой территории в каждой одноградусной ячейке определялась сумма месяцев за сезон вегетации (май-сентябрь) с $NDVI \leq 0.07$. Далее делением этой суммы на сумму всех лет вычислялась средняя величина показателя за май-сентябрь для двух десятилетий (1982-1991 и 1992-2001 гг.). Показатель имеет размерность времени и показывает продолжительность условий в месяцах, при которых зелёная фитомасса достигала или была ниже пороговой величины. Нулевая изолиния показателя рассматривается в качестве многолетней границы распространения преимущественно аридизационных процессов. Показатель возрастает по направлению к южной государственной границе Монголии и в экстрааридных пустынях он приближается к своему максимальному значению – пяти месяцам.

Для анализа были использованы карты ландшафтно-экологического районирования Монголии (Экосистемы ..., 1995) и зональных экосистем (Ecosystems of Mongolia, 1995), а также картосхема географического распределения показателя. На рис. 1А (Приложение 2) изображена карта, на которой цветом, начиная от светлозелёного до фиолетового показано увеличение показателя за период 1982-1991 гг. На этой же карте жирной линией выделены регионы, а тонкими линиями - районы, соответствующие ландшафтно-экологическому районированию Монголии (табл. 1).

Как видно из рис. 1А, нулевая граница показателя проходит на западе территории между 46 и 47°с.ш. примерно до 93°в.д. Затем она огибает с севера Котловину Больших озёр и далее идет на восток до 105°в.д., мигрируя между 45.5 и 46.5°с.ш. На участке от Котловины Больших озёр до восточной окраины хребта Хангай граница лежит в пределах Центрально-Азиатского региона, отклоняясь от границы между регионами не более чем на сотню километров. Восточнее меридиана 103° в.д. граница показателя имеет широтное направление между 45 и 46°с.ш. вплоть до государственной границы. Важно отметить, что граница на этой территории проходит несколько севернее Центрально-Азиатского региона и делит Северо-Гобийский район (DIII-2) и Долодьянговский район (WII-2) почти пополам в широтном направлении. *В целом граница не выходит за северные пределы распространения экосистем очень сухих (полукустарничково-дерновинно-злаковых) степей (рис. 2,*

Приложение 3). Как видно из рис. 2, период с зеленой фитомассой ниже пороговой величины в экосистемах очень сухих степей не превышает 0.5-1.0 месяца.

Таблица 1. Схема ландшафтно-экологического районирования Монголии. **Table 1.** Scheme of landscape-ecological regions of Mongolia.

Регион	Область	Район
А. Алтае-Саянский	AI. Монголо-Алтайская	AI-1. Монголо-Алтайский AI-2. Турэгнурский
	A II. Прихубсугульская	A II-1. Улантайгинский A II-2. Восточноприхубсугульский AII-3. Дархатский AII-4. Хубсугульский AII-5. Сангиленский
В. Забайкальский	VI. Средне-Селенгинская	VI-1. Бутэлийнский VI-2. Бурэгнуринский
	ВII. Хэнтэйская	ВII-1. Бага-Хэнтэйский ВII-2. Толо-Ононский ВII-3. Западно-Хэнтэйский
W. Даурско-Восточно-Монгольский	WI. Восточно-Монгольская	WI-1. Улдзинский WI-2. Мэнэнгийн-талский
	WII. Восточно-Халхская	WII-1. Средне-Керуленский WII-2. Долодньговский WII-3. Дариганский
G. Хинганский	GI. Прихинганская	GI-1. Средне-Халхингольский GI-2. Мондтой-Хамарский
	DI. Хангайская	DI-1. Северохангайский DI-2. Западно-Хангайский DI-3. Южно-Хангайский DI-4. Ханхухейский DI-5. Тэсский
	DII. Западно-Халхская	DII-1. Орхонский DII-2. Бургатульский DII-3. Дарханский
D. Центрально-Монгольский	DIII. Центрально-Халхская	DIII-1. Мандалговский DIII-2. Северо-Гобийский
	EI. Гоби-Алтайская	EI-1. Горный
	EII. Гоби-Тянь-Шанская	EI-2. Предгорно-котловинный EII-1. Горно-предгорный
E. Центрально-Азиатский	EIII. Котловинно-озерная	EIII-1. Убеунурский EIII-2. Ачитнурский EIII-3. Озерный EIII-4. Срединно-горный EIII-5. Шаргиинский
		EIV. Долинно-озерная
	EV. Средне-Гобийская	EV-1. Онгийнгольско-Сайншандский EV-2. Даланзадгадский
	EVI. Гобийская	EVI-1. Гоби-Джунгарский EVI-2. Гоби-Заалтайский EVI-3. Гоби-Алашаньский EVI-4. Галбыг-Говийский EVI-5. Борхон-Тальский

Территория с зеленой фитомассой не превышающей пороговую величину увеличилась в следующее десятилетие 1992-2001 гг. (рис. 1Б, Приложение 2). Территория расширилась за счет Озерного района (EIII-3), Прихангайского (EIV-1), Южно-Хангайского (DI-3). В территорию вошел полностью Северо-Гобийский район (DIII-2), Долодьянговский район (WII-2) и значительная часть Мандалговьского (DIII-1). Таким образом, в период 1992-2001 гг. граница показателя приближается к северной государственной границе в северо-западной части Монголии. В центральной части Монголии она протягивается по южным склонам хребта Хангай. Восточнее хребта граница лежит между 46 и 47° с.ш. и только на востоке территории она опускается к югу до 45° с.ш. *Таким образом, в десятилетие 1992-2001 гг. период с зеленой фитомассой ниже пороговой величины превысил один месяц в северных экосистемах очень сухих степей, а в центральной части Монголии период приблизился к одному месяцу в экосистемах сухих (дерновинно-злаковых) степей (рис. 3, Приложение 3) и к 0.5 месяца в самых южных экосистемах засушливых (разнотравно-дерновинно-злаковых) степей (рис. 4, Приложение 4).*

Наложение карт ландшафтно-экологического районирования и периода с зеленой фитомассой не превышающей пороговую величину содержит информацию о районах, в которых изменения периода в сравниваемые десятилетия незначительны. К таким районам можно отнести Гоби-Заалтайский (EVI-2) и Гоби-Алашаньский (EVI-3) (рис. 1). В этой связи важно выделить зональные экосистемы, в которых происходит резкое изменение периода в пространстве. Как показывает рис. 5 (Приложение 4), максимальное изменение периода отмечается в полосе южно-пустынных экосистем. Здесь в направлении с севера на юг период возрастет от 1.5 месяцев до четырех (переход от желтого к темно-фиолетовому цвету). Несмотря на то, что рис. 5 характеризует ситуацию десятилетия 1982-1991, зона резкого изменения периода в следующее десятилетие наблюдается в этих же экосистемах до меридиана 102° в.д., а восточнее в полосе среднепустынных экосистем.

Для изучения динамики состояния растительного покрова представляет интерес выявление зональных экосистем, в которых отмечаются наибольшие изменения периода с зеленой фитомассой ниже пороговой. На рис. 6 и 7 (Приложение 5) цветом показано изменение периода в десятилетие 1992-2001 гг. по сравнению с предыдущим десятилетием. Коричневыми оттенками показано увеличение периода, а желто-зелеными – сокращение. *Из рисунков видно, заметное увеличение периода на 0.5-1 месяца в последнее десятилетие по сравнению с предыдущим. Оно произошло преимущественно в экосистемах очень сухих (полукустарничково-дерновинно-злаковых) степей и в экосистемах пустынных степей.*

Наряду с расширением территории с зеленой фитомассой ниже пороговой на север, в последнее десятилетие наблюдается некоторое сокращение периода с пороговой фитомассой в юго-западной части Монголии (особенно в восточной части полосы южно-пустынных экосистем) (рис. 6;7). Район уменьшения периода лежит между государственной границей Монголии на юго-западе и меридианом 104° в.д. В некоторых локальных местах этого района период уменьшился почти на 1 месяц. *Таким образом, в последнее десятилетие отмечалось продвижение границы с зеленой фитомассой ниже пороговой величины на север и увеличение ее периода в наибольшей степени на юго-востоке Центрально-Азиатского региона. Данный результат свидетельствует об усилении на этой территории процессов аридизации. Одновременно наблюдалось локальное сокращение периода с зеленой фитомассой ниже пороговой величины (ослабление аридизации) во внутригорно-котловинных районах региона.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совместный анализ карты ландшафтно-экологического районирования Монголии, карт зональных экосистем и географического распределения периода с зеленой фитомассой не превышающей пороговую величину ($NDVI \leq 0.07$) позволяет сделать следующие выводы:

Десятилетние изменения фитомассы вблизи её порогового значения доминируют в переходной полосе между ландшафтно-экологическими регионами: Центрально-Азиатским и лежащими севернее Центрально-Монгольским и Даурско-Восточно-Монгольским. Междекадные изменения фитомассы имеют зональный характер.

Территория с фитомассой ниже пороговой величины в период 1992-2001 гг. заметно расширилась к северу по сравнению с периодом 1982-1991 гг., что косвенно свидетельствует об усилении аридизации в последнее десятилетие.

В период 1982-1991 гг. граница с фитомассой ниже пороговой величины проходила в пределах

распространения экосистем очень сухих (полукустарничково-дерновинно-злаковых) степей, а в период 1992-2001 гг. она сместилась в южную полосу зональных экосистем засушливых (разнотравно-дерновинно-злаковых) степей и приблизилась к южной границе распространения экосистем (дерновиннозлаковых) степей на востоке Монголии. Таким образом, указанные зональные экосистемы можно рассматривать как экотонные с наиболее динамичными изменениями фитомассы вблизи ее пороговой величины. Эти экосистемы можно рассматривать в качестве триггерных, изменение фитомассы которых в связи с аномалиями осадков могут как поддерживать процессы аридизации при фитомассе выше пороговой величины, так и сдерживать их при фитомассе ниже пороговой величины.

Междекадное изменение фитомассы ниже пороговой величины неоднородно на территории: в последнее десятилетие он возрастает в экотонной полосе между регионами и уменьшается во Внутригорно-котловинных районах Гоби-Алтайской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Золотокрылин А.Н.* Индикатор аридности климата // Аридные экосистемы. 2002. Т. 8, № 16. с. 47-59.
2. *Золотокрылин А.Н.* Климатическое опустынивание. М.: Наука. 2003. 246 с.
3. *Золотокрылин А.Н., Коняев К.В., Титкова Т.Б.* Зависимость между аномалиями индекса вегетации и месячных сумм осадков в зоне умеренного и недостаточного увлажнения // Исследование Земли из Космоса. 2000. № 6. С. 74-78.
4. Экосистемы Монголии: распространение и современное состояние // Биологические ресурсы и природные условия Монголии. Т. XXXIX. М.: Наука. 1995. 219 с.
5. Distributed Active Archive Center. Pathfinder AVHRR Land Data. Internet: <http://daac/gsfc.nasa.gov/>
6. Ecosystems of Mongolia. The map. Scale 1:1000000. 15 sheets, Moscow, 1995.
7. *Gitelson A., Kogan F.* AVHRR-based spectral vegetation indices for quantitative assesment of vegetation state on productivity in semiarid and arid regions: calibration and validation // Mediterranean desertification. Brussels. 2000. P. 579-585.
8. *Kidwell K.B.* Global vegetation index user's guide, 1994. U.S. Department of Commerce Tech. Rep. 51 p.
9. *Kidwell K.B.* NOAA polar orbiting data user's guide, 1995. U.S. Department of Commerce Tech. Rep. 49 p.
10. *Kogan F.N.* Vegetation index for areal analysis of crop conditions. Preprints, Proc. 18th Conf. On Agricultural and Forest Meteorology. 1987. West Lafayette. P. 48-54.
11. *Kogan F.N.* Remote sensing of weather impacts on vegetation in non-homogeneous areas. Int. J. Remote Sens., 1990. N 11. P. 1405-1419.
12. *Kogan F.N.* Global Drought Watch from Space. Bulletin of the American Meteorological Society. 1997. V. 78. P. 621-636.
13. *Kogan F.N., Sullivan J.* Development of global drought-watch system using NOAA/AVHRR data. Adv. Space Res., 1993. N 13 (5). P. 219-222.
14. *Tucker C.J., Dregne H.E., Newcomb W.W.* Expansion and Contraction of the Sahara Desert from 1980 to 1990 // Science. 1991. Vol. 253, N 5017. P. 299-301.
15. *Tucker C.J., Sellers P.G.* Satellite remote sensing of primary production // Int. J. Rem. Sens. 1986. Vol. 7. P. 1395-1416.
16. *Tucker C.J., Vanpraet C.L., Sharman M.G., Van Ittersum G.* Satelllte remote sensing of total herbaceous biomass production in the Senegalise Sahel: 1980-1984 // Remote Sens. Environ. 1985. Vol. 17. P. 233-249.

THE STUDY OF VEGETATION DYNAMICS IN SOUTHERN MONGOLIA USING NDVI DATA**© 2004. P. D. Gunin¹, A. N. Zolotokrylin², A. A. Vinogradova², S. N. Bazha¹**¹*Institute of Ecology and Evolution, RAS, 119071 Moscow, Leninsky prospect, 33*²*Institute of Geography, RAS, 109017 Moscow, Staromonetny per., 29*

In the present report the results of study of green phytomass dynamics having the ecotone character in zonal ecosystems are considered. They will be localized near borders between discriminating by humidification of landscape-ecological regions and zonal-subzonal strips (Ecosystems of Mongolia, 1995). The purpose of the investigation is revealing zonal ecosystems, which green phytomass, as a result of demurs of climate and anthropogenic pressure on pastures decreases up to threshold value and becomes lower than that within the last decades. For this purpose electronic maps of average parameter of green phytomass threshold for separate decades (1982-1991 and 1992-2002), and difference of parameters between decades are constructed.

Joint analysis of the map of the landscape-ecological geographical zoning of Mongolia, maps of zonal ecosystems and geographic distribution of the season with green phytomass not of superior threshold size ($NDVI \leq 0.07$) allows to make the following conclusions:

Ten years' phytomass changes close to its threshold value are dominate in a transitory strip between the Central-Asian and laying to the North Central-Mongolian, Dahurian-Eastern-Mongolian landscape-ecological regions. The interdecade phytomass changes have zonal character.

The territory with the lower than threshold size phytomass notably extended to the North in the season of 1992-2001, in comparison with the season of 1982-1991, that indirectly testified to intensifying aridisation per the last decade.

In the season of 1982-1991 the border with lower than threshold size of phytomass passed in limens of diffusion of very dry steppe ecosystems (semidwarfshrub-tussocky-cereal), and in the season of 1992-2001 it shifted to a Southern strip of zonal droughty steppe ecosystems (mutleygrass-tussocky-cereal), and has come nearer to the Southern border of diffusion of steppe ecosystems (tussocky-cereal) on the East of Mongolia. Thus, the indicated zonal ecosystems can be considered as the ecotone with the most dynamical phytomass changes near its threshold size. These ecosystems can be considered as trigger, the phytomass change, which in connection with anomalies of deposits, can be sustained by aridization processes at the phytomass above threshold size, and constrain them at phytomass below than threshold size. The interdecade phytomass change lower than threshold size is impure on the area: in next decade it grows in ecotone strip between regions and decreases in Intermountain-Hollow regions of the Gobi-Altay Range.

НАРУШЕННОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ*

© 2004. И.М. Микляева¹, П.Д. Гунин², Н.Н. Слемнёв³, С.Н. Бажа², А.Факхире¹

¹ *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
119899, Москва, Воробьевы горы, МГУ, Россия*

² *Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
119071, Москва. Ленинский проспект, 33, Россия*

³ *Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН,
197376, Санкт-Петербург, ул. Попова, 2, Россия*

С середины XX века степные экосистемы Евразии подверглись интенсивному антропогенному воздействию, что было обусловлено комплексом их природных свойств, благоприятных для обитания человека и для хозяйственного освоения территории. Результатом явилось практически полное уничтожение степных экосистем в Восточной Европе, значительная их трансформация в Западной Сибири, Казахстане и Забайкалье. В Монголии степные экосистемы не утратили своего естественного потенциала, что связано с географическим положением страны, её малонаселённостью и сохранением традиционного животноводческого уклада. Однако и здесь умеренным нарушениям подвержено 50-60 % пастбищ, сильным - 20-25 % (Гунин и др. 1998). В последнее десятилетие усилившаяся нагрузка изменила природное равновесие и, в связи с повышенной уязвимостью семиаридных и аридных экосистем, способствует их деградации и опустыниванию. Это было связано, в первую очередь, с ростом численности животноводов (аратов) во многих регионах Монголии, что позволило рассматривать этот процесс как «животноводческий бум», приведший в настоящее время, по мнению ряда авторов, к «настоящей революции» в сельскохозяйственном секторе экономики страны (Muller, Bat-Ochir, Bold, 1996; Грайворонский, 1997). Так, по статистическим данным, уже в конце 90-х годов число семей животноводов и численность населения увеличились в 2.5-3 раза по сравнению с концом 80-х годов, а общее поголовье скота - в 1.5 раза - с 23.0 до 35.0 млн. голов (State of the Environment, 2002; Mongolia Environment Monitor, 2003). Слабое развитие инфраструктуры в животноводческом хозяйстве, обеспечивающей своевременный сбыт сельскохозяйственной продукции, привело к необоснованному с экологической точки зрения увеличению численности мелкого рогатого скота в центральной части Монголии. Прежде всего это наблюдается в большинстве сомонов Булганского, Селенгинского и Центрального аймаков. Общее поголовье скота возросло здесь в 1.5-2 раза с одновременным изменением структуры стад (отар) в сторону увеличения в 3-4 раз поголовья коз. В связи с этим, к актуальным направлениям исследований относятся: выявление основных закономерностей трансформации и распространения нарушенных экосистем; установление специфики хода и направленности деградации разных типов экосистем; поиск путей, обеспечивающих оптимальное функционирование экосистем с учётом хозяйственных и природоохранных задач.

Цель настоящей работы - выявление основных особенностей деградации разных типов степных экосистем Монголии с использованием оценки видового разнообразия и величины полезной продукции, наиболее полно отражающих как современное состояние основных компонентов экосистем - растительности и почв, так и экологическое состояние экосистем в целом, а также целесообразность дальнейшей интенсификации животноводческого и сельскохозяйственного использования земель. Работа основывается на обобщении оригинальных полевых материалов, собранных авторами, а также другими исследователями в течение продолжительного периода времени в составе Российско-монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ, опубликованных картографических источников, а также литературных данных. В 2003-2004 гг. разработка этого направления проводилась в рамках Программы Президиума РАН «Научные основы сохранения биоразнообразия».

В Монголии степные экосистемы имеют преимущественное распространение, занимая 840897.9 км², что составляет 53.8 % от общей площади страны. Они развиваются в условиях ультраконтинентального климата, обусловленного наличием мощного зимнего Азиатского

* Работа выполнена при поддержке ПФИ Президиума РАН «Научные основы сохранения биоразнообразия России, тема 5.3.

антициклона, способствующего развитию криогенных процессов и наличию почвенно-грунтовой мерзлоты.

Согласно концепции Е.М. Лавренко (Лавренко и др., 1991) о характере растительности и дифференциации степной зоны Евразии на территории Монголии, традиционно выделяется 6 высотно-поясных и природно-зональных типов степей (криофитно-разнотравные, луговые, разнотравно-дерновиннозлаковые, сухие дерновинно- и корневищнозлаковые, опустыненные и пустынные. С целью проведения инвентаризации степных растительных сообществ с учётом ландшафтно-климатических параметров природной среды нами был проведён анализ карты “Ecosystems of Mongolia” (1995) и по результатам анализа уточнена классификация степных экосистем на основе их геоморфолого-орографического положения и условий влаготеплообеспеченности (табл. 1).

Таблица 1. Гидротермический режим степных экосистем Монголии (по Береснева, Рачковская, 1978; Namkhajantsan, 2000). **Table 1.** Hydrothermal regime of Mongolian steppe ecosystems (according to Береснева, Рачковская, 1978; Namkhajantsan, 2000).

Основные типы степных экосистем	Термический режим					Осадки X _{год}	Индексы	
	t _I	t _{VII}	t _{год}	A _t	Период с t>5°		R/Lx	Ik
1. Увлажненные, криофитноразнотравно-дерновиннозлаковые (горные)	-21.0	10-12	-3.0	32.5	120-125	350-400	1.3-1.5	<80
2. Умеренно-влажные, злаково-разнотравные (луговые) на черноземовидных почвах	-22.8	17.5	-1.5	40.3	135-150	300	1.7-2.0	80-100
3. Умеренно-сухие, разнотравно-дерновиннозлаковые на темнокаштановых почвах	-21.8	20.0	0.2	41.8	160	250	2.6-3.0	100-120
4. Сухие, дерновиннозлаковые на каштановых почвах	-20.0	21.5	0.5	41.5	165	200	5.0	135-160
5. Очень сухие, полукустарничково-дерновиннозлаковые (опустыненные) на светлокаштановых почвах	-18.5	21.7	1.3	40.2	175	150	6.0-7.0	>160
6. Сверхсухие, полукустарничково-дерновиннозлаковые и дерновиннолуговые (пустынные) на бурых почвах	-19.0	23.0	3.4	42.5	185	120	7.5-10	>160

Примечание. 1-6 - номера зональных типов экосистем (см. Приложение 6); t_I - среднесуточная температура воздуха в январе; t_{VII} - то же в июле; t_{год} - то же за год; A_t - годовая амплитуда воздуха за год; t > 5 - продолжительность периода (дни) с температурой воздуха более 5°; X - среднегодовая сумма атмосферных осадков (мм); R/Lx - индекс сухости; Ik - индекс зимней континентальности.

Как следует из таблицы, степные экосистемы в связи с нахождением в зимний период в зоне выхолаживания мало отличаются между собой по термическому режиму. В то же время различия по условиям увлажнения довольно значительны; так, по годовым суммам осадков подзональные типы экосистем могут различаться в 2-2.5 раза, а по индексу сухости в 5-7 раз. Основным типом степных экосистем соответствуют следующие типы условий увлажнения: увлажнённые, умеренно влажные, умеренно сухие, сухие, очень сухие и сверхсухие (Приложение 6).

В таблице 1 приведены данные по широтным полосам, расположенным к востоку от меридиана 105° в.д.

Суровые условия определили обедненный состав флористических комплексов, преобладание среди наиболее фитоценологически активной части флоры видов с Центральноазиатским, Манчжурско-дауро-монгольским и Дауро-монгольским типами ареалов (табл. 2).

В число основных доминантов растительных сообществ степной зоны Монголии входят 22 вида, из которых 7 видов кустарников рода караган, 14 видов злаков, относящихся к 4 родам (*Stipa*, *Festuca*, *Cleistogenes* и *Agropyron*); один вид - к разнотравью - *Filifolium sibiricum*. В процессе антропогенной трансформации состав доминантов увеличился за счёт кустарника *Amygdalus pedunculata*, кустарничка *Artemisia frigida* и 4-х видов трав: из разнотравья - *Potentilla acaulis*, *P. bifurca*, из злаков - *Leymus chinensis*, из осок - *Carex duriuscula*.

Таблица 2. Основные доминанты степных сообществ Дауро-монгольской подобласти и степной области Евразии (по Степи Евразии, 1991). **Table 2.** The principal dominants of steppe communities in Dauric-Mongolian under-zone and steppe zone of Eurasia.

Доминанты	Типы ареалов	Подзональная приуроченность
<i>Filifolium sibiricum</i>	Даурско-монгольский	Луговые степи, петрофитный вариант
<i>Stipa baicalensis</i>	Маньчжурско-даурско-монгольский	Луговые степи
<i>Stipa grandis</i>	Маньчжурско-даурско-монгольский	Луговые степи, гемипсаммофитный вариант
<i>Stipa krylovii</i>	Маньчжурско-даурско-монгольский	Сухие степи
<i>Stipa gobica</i> <i>Stipa glareosa</i>	Центральноазиатский	Опустыненные и пустынные степи
<i>Festuca lenensis</i>	Монгольско-восточносибирский	Горные степи
<i>Cleistogenes squarrosa</i>	Восточнопричерноморско-казахстанско-монгольский	Умеренно сухие - сухие степи
<i>Cleistogenes songorica</i>	Центральноазиатский	Пустынные степи
<i>Agropyron cristatum</i>	Восточнопалеарктический	Луговые, типичные и сухие степи
<i>Carex duriuscula</i>	Сибирско-даурско-монгольский	Сухие и пустынные степи
<i>Artemisia frigida</i>	Палеоарктический	Степи, горные степи
<i>Caragana microphylla</i>	Даурско-восточномонгольский	Луговые - сухие степи, в том числе гемипсаммофитные варианты
<i>Caragana pygmaea</i>	Даурско-монгольский	Луговые - сухие степи
<i>Caragana stenophylla</i>	Даурско-монгольский	Луговые - сухие степи
<i>Caragana leucophloea</i>	Северогобийско-южномонгольский, в том числе псаммофитные варианты	Очень сухие степи и пустынные степи
<i>Caragana bungei</i>	Западномонгольский	Очень сухие степи и пустынные степи
<i>Caragana korshinskii</i>	Среднехуангейский	Очень сухие степи и пустынные степи, в том числе гемипсаммофитные варианты
<i>Caragana spinosa</i>	Западномонгольский	Очень сухие степи и пустынные степи

Характерно отсутствие в травостоях эфемеров и эфемероидов, развитие во влажные годы синузии однолетних полыней (*Artemisia adamsii*, *A. scoparia*, *A. pectinata*, *A. palustris*) и других однодвулетников - *Chamaerhodos erecta*, в пустынных степях - *Eragrostis minor*, *Aristida heymannii* и пр. (Лавренко, 1973).

Традиционной формой использования всех степных экосистем является пастбищная. В луговых и умеренно сухих степях проводят выборочное сенокосение; в умеренно-сухих степях в 60-70 гг. развивалось богарное земледелие, при котором площадь пахотных земель достигла 11570 км², что составило 0,75 %. В настоящее время более половины этих земель являются залежными. Селитебные, рекреационные и техногенные экосистемы охватывают менее 0,5 % от площади степей.

Современное состояние и степень нарушенности пастбищных экосистем степной зоны

Экосистемы криофитных (криофитноразнотравно-дерновиннозлаковых высокогорных) степей занимают небольшую площадь, их доля от площади всех степных экосистем составляет 2.5 %. Они имеют дисперсное распространение; тяготеют к наиболее высоким хребтам Монгольского Алтая, массивам Южного Хангая и межгорным котловинам (Приложение 6; Karamysheva, Dashnjam, 1990; Karamysheva, Khrantsov, 1995). Горно-степные экосистемы отличаются низким типологическим разнообразием - представлены одним типом - криофитноразнотравно-дерновиннозлаковыми (кобрезиево-типчаковыми, типчаковыми, мятликовыми, житняковыми и пр.) степями, местами с участием подушечников и зарослей можжевельника, на горных степных темноцветных грубогумусных почвах. Они наименее трансформированы воздействием человека, преобладают ненарушенные (I стадия дигрессии) и слабо нарушенные (II стадия) экосистемы (табл. 3).

Таблица 3. Площади основных типов степных экосистем Монголии на разных стадиях пастбищной дигрессии (по Ecosystems of Mongolia, 1995). **Table 3.** Territories occupied by primary types of steppe ecosystems in different stages of pastoral digression.

№	Площадь экосистем, км ²	Стадии дигрессии				
		I	II	III	IV	V
1	20229.67/ 2.47	10842.97/ 53.60	7083.24/ 35.01	2096.77/ 10.36	206.69/ 1.02	0.00/ 0
2	107433.89/ 13.09	29682.85/ 27.63	32389.14/ 30.15	38644.11/ 35.97	6705.60/ 6.24	41.69/ 0.04
3	185323.87/ 22.58	12409.97/ 6.70	96640.31/ 52.15	58389.40/ 31.51	15336.02/ 8.28	47.98/ 0.02
4	232376.00/ 28.31	15532.65/ 6.68	150968.76/ 64.97	56796.16/ 24.52	9781.50/ 4.21	211.97/ 0.09
5	139368.54/ 16.98	26341.65/ 18.90	77343.98/ 55.50	31648.03/ 22.71	4034.86/ 2.90	0.00/ 0
6	156165.92/ 19.03	30759.86/ 19.70	93556.18/ 59.91	33938.16/ 21.73	1146.85/ 0.73	0.00/ 0
Всего	840897.89	125569.95/ 14.91	457981.61/ 54.44	221512.63/ 26.22	37211.52/ 4.41	301.64/ 0.04

Примечание. № 1-6 - типы экосистем (см. табл. 1 и Приложение б); в ячейках таблицы указаны: в числителе - занимаемая площадь экосистем (км²); в знаменателе - доля занимаемой площади (%). Названия основных типов экосистем приведены в табл. 1.

Экосистемы умеренно влажных (злаково-разнотравных луговых) степей занимают 13.1 % площади степных экосистем. Они распространены преимущественно в северной части Монголии, крупные массивы встречаются до широты 45°40' с.ш. Луговые степи развиваются в среднегорьях Хангая, в северо-западной части Монгольского Алтая, на его северо-восточном макросклоне, в среднегорьях и низкогорьях юго-восточного и восточного Хэнтея, западных предгорьях Хингана (Karamysheva, Dashnjam, 1990; Karamysheva, Khramtsov, 1995; Приложение б). Травостои сформированы корневищными и рыхлокустовыми мезоксерофильными и ксеромезофильными видами злаков и разнотравья.

Луговые степи представлены тремя типами. Из них богаторазнотравно-осоково-злаковые и злаковые на лугово-чернозёмных почвах и чернозёмах, а также петрофитные богаторазнотравно-злаково-пижмовые, кустарниковые (*Amigdalus pedunculata*) степи на горных чернозёмах менее нарушены, чем псаммофитные разнотравно-злаково-пижмовые, полынные и кустарниковые (*Amigdalus*, *Ribes sp.*, *Ulmus pumila*) степи на лугово-чернозёмных песчаных почвах. По сравнению с другими степями луговые степи наиболее значительно изменены воздействием человека - большую часть экосистем можно отнести к III стадии дигрессии.

Экосистемы умеренно сухих (разнотравно-дерновиннозлаковых) степей по размерам занимаемой ими площади находятся на втором месте среди подзональных типов степных экосистем, их доля составляет 22.58 % от площади степей. В их составе, как и в составе других настоящих степей, господствуют мелко- и рыхлодерновинные злаки, в восточной части Монголии большую роль играют также корневищные злаки (*Elymus chinensis*). Умеренно сухие степи отличаются достаточно большим типологическим разнообразием. Нарушенность слабая (умеренная) - преобладают экосистемы, отнесённые нами ко II стадии дигрессии (52.1 %), представленные гемипетрофитными и гемипсаммофитными разнотравно-пижмовыми, ковыльными, пижмовыми степями кустарниковыми (*Caragana microphylla*, *C. stenophylla*) на тёмно-каштановых супесчаных щебнистых почвах; петрофитными разнотравно-типчачковыми кустарниковыми (*Caragana stenophylla*) на горных тёмно-каштановых почвах; псаммофитными разнотравно-злаковыми, полынными кустарниковыми (*Caragana microphylla*, *Amigdalus pedunculata*) на каштановых песчаных почвах. В большей степени нарушены разнотравно-мелкодерновинно- и корневищнозлаковые (ковыльные, вострещово-ковыльные, типчачковые и пр.), а также и осоковые кустарниковые (*Caragana stenophylla*) на тёмно-каштановых почвах, местами с фрагментами чернозёмов. Среди них преобладают сообщества III стадии (31.5 %) дигрессии, и самую значительную долю из всех типов экосистем составляют сильно нарушенные - IV стадии (8.3 %).

Экосистемы сухих (дерновиннозлаковых) степей распространены широко, наиболее тяготея к восточной части Монголии (Приложение б). Они занимают по площади максимальную долю среди

степных экосистем (28.31 %). Наиболее распространены полынно-дерновиннозлаковые, дерновинно-злаковые (*Stipa*, *Cleistogenes*, *Agropyron*) кустарниковые (*Caragana pygmaea*) на светло-каштановых почвах (табл. 3). Значительно меньше распространены гемипсаммофитные и петрофитные мелкодерновиннозлаковые (житняковые, тонконоговые, мятликовые) полынные кустарниковые степи на каштановых почвах. Небольшие участки занимают гемипсаммофитные и псаммофитные разнотравно-мелкодерновиннозлаковые кустарниковые (*Caragana microphylla*) степи на каштановых супесчаных и песчаных почвах. Преобладают слабо нарушенные экосистемы (64.97 %).

Экосистемы очень сухих (полукустарничково-дерновиннозлаковых) степей занимают 16.98% от площади всех степей. Их крупные массивы в западной части Монголии поднимаются до широты 50°45' с.ш., от 102° в.д. они протягиваются на восток в узком широтном отрезке (46°20' с.ш. - 45°00' с.ш.). Характерной особенностью является наличие в составе эдификаторов сухостепных (*Stipa krylovii*, *Agropyron cristatum*, *Cleistogenes squarrosa*) и пустынностепных (*Stipa glareosa*, *S. gobica*, *Cleistogenes songorica*) видов злаков (Карамышева, Дашням, 1990; Karamysheva, Khrantsov, 1995). Эти степи отличаются довольно большим типологическим разнообразием. По площади преобладают полынно-дерновиннозлаковые (*Stipa krilovii*, *Cleistogenes squarrosa*, *Agropyron cristatum*) кустарниковые (*Caragana stenophylla*) степи на светлокаштановых почвах и петрофитные разнотравно-полынно-дерновиннозлаковые (пырейные, ковыльковые, ковыльные) степи на светло-каштановых, местами горных почвах. Примерно в 3 раза меньшую площадь занимают псаммофитные и гемипсаммофитные дерновиннозлаковые (*Elytrigia nevskii*, *Stipa glareosa*, *S. krilovii*, *Achnatherum sibirica* и *Artemisia frigida*) кустарниковые степи на светло-каштановых супесчаных и песчаных почвах и гемигалофитные тарово-дерновиннозлаковые, луговоковыльковые на светло-каштановых солонцеватых почвах и солонцах. По степени нарушенности преобладают умеренно нарушенные экосистемы, которые составляют 55.5% территории.

Экосистемы сверхсухих (полукустарничково-дерновиннозлаковых и дерновиннолуговых) пустынных степей находятся на 3-м месте по размеру занимаемой ими площади – 19.0 % от площади всех степей. Для них также характерно довольно большое типологическое разнообразие. Преобладают багдурово-, багдурово-луково-, луково-аяниево-, холоднополынно-зеевково-, тарово-ковыльковые степи на бурых пустынностепных почвах, сильно карбонатных. Довольно большую площадь занимают петрофитные аяниево-, боялычево-, терескеново-ковыльковые кустарниковые (*Caragana stenophylla*, *S. pygmaea*) степи на бурых почвах, местами в сочетании с многолетнесолянковыми пустынями на бурых солонцеватых почвах. Небольшими участками встречаются галофитные (многолетнесолянково-ковыльковые; ковыльково-, луково-многолетнесолянковые; ковыльково-, луково-борбудургановые, ковыльково-реомюриево-пустыни на бурых солонцеватых почвах и их комплексах с солонцами. Как и в подзоне очень сухих экосистем преобладают пастбищные экосистемы II стадии дигрессии (59.9 %).

Таким образом, как следует из результатов инвентаризации среди основных типов степных экосистем по площади преобладают (хотя и незначительно) экосистемы умеренно-сухих (22.58 %) и сухих степных (28.31 %) экосистем (табл. 3). По степени нарушенности степи Монголии относятся к слабо- и средненарушенным (II и III стадии дигрессии) экосистемам, которые в целом к середине 90-х годов составляли 54.4 %, 70.6 % и 26.2 % от их площади соответственно.

Влияние пастбищного использования угодий на их состояние

Изучение влияния пастбищного использования угодий на их состояние проводилось на 13 ключевых участках, расположенных вдоль железной дороги в широтном отрезке, составляющем 5° от 49° до 44° с.ш. (г. Дзун-Хара - г. Дзамын-уд) в пределах четырёх типов экосистем: луговых, умеренно сухих степей, очень сухих (опустыненных) и сверхсухих (пустынных) степей. Работы проводились на параллельных участках: используемых под выпас с высокой и средней (IV и III) степенью антропогенной нарушенности и находящихся в зоне отчуждения железной дороги в условно заповедном режиме уже более 50 лет (Бажа и др., 2002).

Обследованные умеренно-влажные луговые угодья на слабо солонцеватых лугово-каштановых мучнисто-карбонатных почвах расположены в широкой долине (участок XXVI-11) в 5 км к северу от ст. Цогт-Ундэр. Угодья интенсивно используются под выпас домашнего скота. Так как степень стравленности при выпасе составляет более 90 %, высота основной массы травостоя минимальная и не превышает 1 см. Проективное покрытие травостоя очень высокое – 95 %, благодаря активному разрастанию стелющихся растений, выдерживающих интенсивный выпас скота. Они являются доминантами по проективному покрытию и по массе: лапчатка гусиная (*Potentilla anserina*) с

проективным покрытием 35 %, фитомассой 2.0 ц/га; ползунка солончакового (*Halerpestes salsuginosa*) – 20 % и 2.1 ц/га соответственно.

Таблица 4. Изменение состава доминантов в сообществах умеренно сухих степных экосистем при пастбищной форме использования. **Table 4.** Change in dominants contents in communities of moderate dry steppe ecosystems under pastoral use.

Доминанты изолированных условно заповедных экосистем	Номер и их координаты (долгота - Е, широта - N)					
	XXI-2	XXII-4	102	104	13а'	14а'
	N47°57'52" E100°32'18"	47°58'22" 100°32'10"	47°34'36" 107°16'36"	47°34'41" 107°16'55"	47°41'13" 107°11'60"	47°41'39" 107°12'09"
Проективное покрытие травостоя	45 %	55 %	55 %	55-60 %	55 %	45 %
Высота основной массы травостоя, см	3	2,5	5	5	4	5
Число видов на 100 м ²	17	34	33	19	23	20
<i>Koeleria cristata</i>			15 %	7 %	7 %	
<i>Stipa krylovii</i>	7 %	10 %	20 %		20 %	10 %
<i>Agropyron cristatum</i>						5 %
<i>Leymus chinensis</i>	12 %			5 %	10 %	8 %
<i>Artemisia adamsii</i>				18 %		
<i>Artemisia frigida</i>					10 %	
<i>Carex duriuscula</i>	5 %					
<i>Arenaria capillaris</i>					5 %	
<i>Cleistogenes squarrosa</i>	10 %	5 %				
<i>Potentilla bifurca</i>		5 %				
<i>Poa attenuata</i>			5 %		5 %	
<i>Polygonum divaricatum</i>			5 %			
<i>Carex argunensis</i>				15 %		
<i>Vupleurum scorzonrifolium</i>						5 %
Доминанты пастбищных угодий	Номер и координаты участков (долгота - Е, широта - N)					
	XXI-1	XXII-3	103	105	13а	14а
	N47°57'57" E106°32'15"	47°58'20" 106°32'07"	47°34'37" 107°16'37"	47°34'40" 107°16'56"	47°41'12" 107°11'59"	47°41'40" 107°12'08"
Проективное покрытие травостоя	60 %	75-77 %	50 %	65-70 %	60 %	50 %
Высота основной массы травостоя, см	3	1.5-2	2.5	2.5-3	1	4.5
Число видов на 100 м ²	10	18	25	20	24	24
<i>Koeleria cristata</i>		7 %	15 %	20 %		15 %
<i>Stipa krylovii</i>		12 %	7 %		5 %	7 %
<i>Agropyron cristatum</i>		10 %			7 %	12 %
<i>Leymus chinensis</i>		5 %		5 %		5 %
<i>Artemisia adamsii</i>	25 %			18 %		
<i>Artemisia frigida</i>		10 %	15 %		25 %	
<i>Carex duriuscula</i>	30 %					3-5 %
<i>Arenaria capillaris</i>			5 %		5 %	
<i>Potentilla multifida</i>			7 %			
<i>Potentilla acaulis</i>		15 %				
<i>Cymbaria daurica</i>		5 %				
<i>Carex pediformis</i>				7 %		
<i>Kochia prostrata</i>					7 %	

В связи с перевыпасом продукция довольно низкая для луговых угодий – 6.3 ц/га и плохого качества. Она соответствует по величине продукции сухостепным угодьям. Основную долю наземной фитомассы – 80.2 % формирует плохо поедаемое и, по данным А.А. Юнатова (1954), ядовитое разнотравье. Наличие слабой солонцеватости почв подчеркивается значительным обилием в травостое видов-индикаторов засоления: *Puccinellia tenuifolia*, *Halerpestes salsuginosa*, *Portulaca oleracea*, *Plantago depressa*, *Oxytropis salina*. По состоянию растительного покрова эти угодья отнесены к IV стадии дигрессии.

В ограждении, в полосе прилегающей к железной дороге, угодья с доминированием востреца *Leymus chinensis*, расположенные на плоских, относительно пониженных участках, а также с доминированием тырсы (*Stipa krylovii*) - на террасовидной поверхности, используются частично для сенокосения. Исследования позволили подтвердить данные, полученные ранее, что при запоевании происходит увеличение роли тырсы на дренированных участках, отражающем наличие процесса ксерофитизации травостоев и востреца (*Leymus chinensis*) на плоских слабо-дренируемых участках, свидетельствующего о процессе олуговения (Мяло и др., 1996; Чердонова и др., 2003; Горшкова, 1989).

Изменение состояния *сухостепных угодий* в зависимости от формы использования изучалось на пяти ключевых участках. Угодья занимают выровненные возвышенные поверхности плакоров или их пологие склоны.

В состав угодий, расположенных в полосе отчуждения железной дороги, входит 14 видов-доминантов, в том числе 6 видов злаков, 2 - осок, 6 - разнотравья (табл. 4). В состав доминантов пастбищных угодий входит 13 видов, из них 4 вида злаков, 2 - осок, 7 - разнотравья. Довольно значительное разнообразие доминантов свидетельствует о различиях угодий, обусловленных их природными особенностями: положением в рельефе, абсолютной высотой, почвенными условиями. Были выявлены 8 доминантов, свойственных огороженным и пастбищным участкам: тонконог (*Koeleria cristata*), тырса (*Stipa krylovii*), житняк гребенчатый (*Agropyron cristatum*), вострец (*Leymus chinensis*), осока твёрдоватая (*Carex duriuscula*), полынь холодная (*Artemisia frigida*), полынь Адамса (*Artemisia adamsii*), песчанка волосовидная (*Arenaria capillaris*). Из них полынь холодная, как типичный ксерофит, широко распространяется, особенно на местообитаниях с лёгкими почвами, благодаря адаптации к механическому воздействию и к снижающемуся при выпасе увлажнению почвы (Юнатов, 1954; Ершова, 1985).

Тонконог является хорошим кормовым растением и относится к наиболее распространённым дерновинным злакам, характерным для умеренно-сухих и сухих степей Северной и Центральной Монголии. Житняк гребенчатый (*Agropyron cristatum*) - типичный ксерофит, также широко распространённый в степях Монголии, относится к числу лучших кормовых растений. Тырса (*Stipa krylovii*) - основной ценообразователь степей Монголии, имеет хорошее кормовое значение. Осока твёрдоватая (*Carex duriuscula*) - невысокое длиннокорневищное растение удовлетворительного кормового достоинства, уступающая по качеству злакам (Цацепкин, Юнатов, 1951). Обилие полыни Адамса (*Artemisia adamsii*), не поедаемой скотом в зелёном состоянии, может быть связано как с нарушениями почвы в результате жизнедеятельности грызунов, а также чрезмерного использования пастбищ и техногенного нарушения почвы вблизи населённых пунктов.

На пастбищах с суглинистыми и глинистыми почвами, испытывающих среднюю и высокую нагрузку, возрастает степень сомкнутости травостоя при снижении высоты основной фитомассы.

Была выявлена корреляция динамики разнообразия видового состава травостоя угодий при разных формах хозяйственного использования с их положением в рельефе и с абсолютной высотой местности. Максимальное обеднение видового состава при выпасе скота отмечено в травостоях угодий, занимающих относительно низкие высотные уровни. Так, на ключевом участке XXI (1-2), расположенном на высоте 1354 м над у.м., на пастбище число видов снижается в 1.7 раза по сравнению с огороженным участком; на ключевом участке XXII (3-4) - в 1.5 раза. На среднем высотном уровне - 1565 м над у.м. ключевой участок 13а и 1569 м над у.м. - 14а, а также 1667 м. над у.м. - участки 104-105, видовое разнообразие практически не изменяется. На угодьях, занимающих более высокое положение в рельефе - 1705 м н. у.м. - ключевой участок 102-103, снижение видового разнообразия при пастбищном использовании среднее - число видов снижается в 1.3 раза.

Анализ наземной фитомассы в травостоях заповедных и выпасаемых участков показал, что на огороженных участках, в злаковых сообществах с доминированием тырсы (проективное покрытие 45 %) урожайность трав составляет 7.3 и 9.2 ц/га (ключевые участки 13а-2; 14а-2; табл. 5).

Участие разнотравья невелико - менее 10 % по массе. На выпасаемых участках фитомасса снижается в 1.7-2.4 раза. На сильно сбитом пастбище (13а-1) из травостоя полностью выпадают злаки, доминирующую позицию в сообществе занимает полынь холодная. Её масса составляет 70 % от общей фитомассы. При умеренном выпасе (14а-1) по массе доминируют те же виды злаков, что и на огороженных участках. Их доля в урожае равна 50 %. Другая половина урожая складывается из разнотравья (24 %) и дигрессионно-активных видов - *Artemisia adamsii* (23 %) и термопсиса узколистного (*Thermopsis lanceolata*) (3 %).

Интерес представляет развитие аналогичных злаковых сухостепных заповедных сообществ при стравливании их саранчой. В связи с тем, что саранча стравливает преимущественно злаки, огоро-

Таблица 5. Изменение состава многолетних доминантов в травостоях опустыненных и пустынно-степных угодий при пастбищной форме использования. **Table 5.** Change in dominants contents in communities of decertified and desert-steppe ecosystems under pastoral use.

Доминанты изолированных условно заповедных участков	Номер и координаты участков (долгота - Е, широта - N)						
	ХIII-2	ХII-150	IX-144	XXVIII-2	IX-142	XXX-2	XXXI-2
	N46°09'21" E108°37'13"	45°55'44" 109°01'14"	44°34'27" 111°01'03"	44°29'37" 111°05'29"	44°34'25" 111°01'04"	43°54'48" 111°38'12"	43°42'55" 111°49'46"
Проективное покрытие травостоя, %	30	35	32	15	47	38-40	25
Высота основной массы травостоя, см	от 4 до 13	10	4	от 3 до 18	7	от 8 до 16	3,5
Число видов на 100 м ²	21	16	17	10	14	17	20
<i>Stipa krylovii</i>	5 %						
<i>Stipa gobica</i>			5 %		10 %	6 %	3 %
<i>Cleistogenes squarrosa</i>	10 %		20 %	7 %	22 %		
<i>Allium bidentatum</i>	5 %	32 %					
<i>Allium polyrrhizum</i>				10-12 %			
<i>Allium mongolicum</i>					5 %	17 %	5 %
<i>Asparagus gobicus</i>						7 %	7 %
<i>Convolvulus ammannii</i>		4-5 %					
<i>Carex duriuscula</i>					4 %		
<i>Cleistogenes songorica</i>						5 %	3 %
Доминанты пастбищных угодий	Номер и координаты участков (долгота - Е, широта - N)						
	ХIII-3	ХII-151	IX-143	XXVIII-1	IX-141	XXX-1	XXXI-1
	N46°09'17" E108°37'09"	45°55'47" 109°01'19"	44°34'26" 111°00'59"	44°29'38" 111°05'33"	44°34'24" 111°01'02"	43°54'41" 111°38'13"	43°43'02" 111°49'44"
Проективное покрытие травостоя, %	40	25	45	32	35	30-35	26
Высота основной массы травостоя, см	3	4-10	5	3	4	3-5	10-15
Число видов на 100 м ²	20	15	10	14	12	20	7
<i>Stipa krylovii</i>	8%						
<i>Stipa gobica</i>			18%		20%	12%	
<i>Cleistogenes squarrosa</i>			20%		7%		
<i>Allium bidentatum</i>	5 %	21 %					
<i>Allium polyrrhizum</i>				12 %			
<i>Allium mongolicum</i>						3 %	14 %
<i>Allium anisopodium</i>	6 %						
<i>Asparagus gobicus</i>							3 %
<i>Artemisia frigida</i>	7 %						
<i>Sibbaldianthe sericea</i>	5 %						
<i>Carex argunensis</i>	5 %						
<i>Artemisia sphaerocephala</i>			4 %				
<i>Salsola passerina</i>				4 %			
<i>Artemisia xerophitica</i>				6 %			
<i>Reaumuria songorica</i>				6 %			
<i>Caragana stenophylla</i>						3 %	

женные участки подвергаются её наибольшему воздействию. Оказалось, что в конце вегетации наземная фитомасса в таких сообществах в 1.7-2 раза меньше, чем на выпасаемых угодьях. На сбитых пастбищах за счёт интенсивного развития полыней (*Artemisia adamsii*, *A. frigida*), а также лапчатки бесстебельной (*Potentilla acaulis*) первичная продукция фитомассы достигает 8.3 и 9.4 ц/га (XXI-1 и XXII-3). Долевое участие упомянутых видов по массе превышает 80 %. На смежных огороженных участках, но стравленных саранчой, доля злаков уменьшается до 35 %. Из них по массе преобладают

житняк гребенчатый (*Agropyron cristatum*) и вострец китайский (*Leymus chinensis*). Остальную часть фитомассы формируют дигрессивно-активные виды, которые доминируют на пастбищном сбое: на участке № XXI-2 *Artemisia adamsii* – 58 %; на участке XXII-4 *Artemisia adamsii* и *Artemisia frigida* – 51 %. Следует заметить, что летом 2003 г. в этих сообществах по массе преобладал ковыль Крылова (до 90 % по массе). Под пологом высокого и густого злакового травостоя полыни не развивались. Таким образом, для сухих степей подтвердилось положение неоднократно отмечавшееся в литературе: обеднение видового состава при выпасе происходит в первую очередь за счёт снижения роли дерновинных злаков (Горшкова и др., 1994; О. Чогний, 1998; Gunin et al., 2002).

В контактной полосе между сухими и очень сухими степями в районе сомона Далан-джаргалант (ключевой участок XII), в течение 3 последних лет регистрировалось хорошее развитие синузии луков (*Allium bidentatum*). Доля лука в общем запасе фитомассы составляла 88 % на выпасаемых угодьях и 78 % в полосе отчуждения, составляющие соответственно 2.4 и 7.2 ц/га. В 2002 г. в состав доминантов этих угодий входил ковыль гобийский (*Stipa gobica*). Однако осенью 2004 г. подавляющее число его дерновин находилось в состоянии покоя. Покой ковыльчика и дигрессивно-активных видов на пастбище можно объяснить их биологией, в частности разницей в феноритмах. Известно, что луки при благоприятных условиях увлажнения способны активизироваться в любое время вегетационного периода (Юнатов, 1954).

Изучение состояния угодий в сообществах очень сухих (опустыненных) и пустынных степей проводилось на 7 ключевых участках. Отмечено, что разнообразие состава видов-доминантов на пастбищных участках в 1.5 раза выше, чем на огороженных, что достигается за счет увеличения числа доминирующего разнотравья (табл. 5), что ранее было отмечено А.А. Горшковой и Н.Ф. Гринёвым (1977) для степей Забайкалья.

Как и в предыдущие годы, в связи с достаточным количеством атмосферных осадков, фитоценотическая роль луков во всех сообществах была значительна. В луково-злаково-ковыльковых сообществах активизировались покоившиеся в 2002 г. дернины *Allium mongolicum*. Жизненность *Stipa gobica* в 2004 г. была подавлена, многие дернины находились в покоящемся состоянии.

Усиление роли однолетников и увеличение их видового разнообразия находятся в прямой зависимости не только от количества выпавших осадков, но и от механического состава почв. На песчаных почвах (XXXI-2) в припограничной полосе, отмечено значительное разнообразие однолетников (*Chenopodium aristatum*, *Bassia dasyphylla*, *Tribulus terrestris*, *Salsola collina*, *Corispermum mongolicum*, *Sympegma regelii*, *Setaria viridis*). Численность и валовая продукция кустарников - *Caragana korshinskii*, *C. stenophylla*, *Artemisia sphaerocephala* в припограничной полосе как минимум на порядок ниже, чем за её пределами. В результате активации эоловой деятельности мощность слоя нанесённого и переотложенного за густым проволочным ограждением песка составила 60-70 см. в пределах полосы на расстоянии 50 м от ограды, сформировались мелкобугристые пески с относительной высотой бугров до 0.5 м. Покрытие дресвой незначительное (40 %), распределение мозаичное, в линзах. Травостой разрежен – проективное покрытие составляет 25 %. Кусты караган (*Caragana Korshinskii*, *C. stenophylla*) и полыни *Artemisia sphaerocephala* единичны, сильно стравлены скотом. Обилен *Asparagus gobicus*.

Продукция наземной фитомассы в луково-злаково-ковыльковых пустынных (сверхсухих) степях варьировала на огороженных угодьях от 4.9-5.6 ц/га (IX-142, 144) до 7-8.5 ц/га (XXX-2, XXX-3); на пастбищах (XXX-1) - от 2.2-3.6 ц/га. На ключевом участке XXX, примерно в 30- км к северу от границы, на пастбищном угодье (XXX-1) доля однолетников составляли 33.3 %. Эоловая деятельность подавлена, щебнисто-дресвянистое покрытие почвы достигало 90 %. Доминирует *Stipa gobica*.

На огороженном участке (XXX-2) доля однолетников к общему числу видов составляет 27.8 %. Такая же доля однолетних видов в травостоях угодий, расположенных в ложбине (XXX-3), вошедших в полосу ограждения только в прошлом году. Как и на участке XXX-2 характерна активизация жизнедеятельности луков - *Allium mongolicum* (табл. 5).

Наименьшее воздействие выпаса на растительные сообщества отмечено в пустынной степи на возвышенных участках со щебнистой поверхностью и бурями почвами. На исследуемом участке до 15 % занимают выходы коренных пород, покрытие дресвой составляет 90 %. Характерна пятнистость растительного покрова: основную площадь занимает полынно-многолетнесолянково-луковое сообщество, до 40 % площади - змеевково-луковое, 5-7 % площади - многолетнесолянково-луково-змеевковое. Доминирует *Allium polyrrhizum*, из многолетних солянок - *Reaumuria songorica* и *Salsola passerina*. На огороженном участке (XXVIII-2) отмечены эоловые бугры вокруг кустов с покровом из однолетников. Для этого типа пустынно-степных угодий характерно минимальное разнообразие видов

растений, всего 10 (табл. 5) и низкая продукция – 0.65 ц/га на пастбищных и 0.92 ц/га на огороженных угодьях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрение особенностей антропогенной трансформации степных экосистем Монголии позволяет обоснованно считать, что практически все типы степных экосистем подвержены пастбищной дигрессии. В то же время коренная перестройка растительных сообществ, связанная со сменой доминантного состава, определяется не только степенью и характером хозяйственного использования, но зависит также от их зонального положения, орографо-геоморфологической приуроченности и почвенно-литологических особенностей биотопов. Наибольшей антропогенной нарушенностью с высокой степенью пастбищной дигрессии характеризуются экосистемы умеренно-влажных, злаково-разнотравных (луговых) степей, что объясняется наиболее благоприятными условиями для выпаса всех видов скота. Наблюдающийся повсеместный перевыпас привёл к формированию сообществ с низкой продукцией и плохого кормового качества фитомассой. Травостои хотя и сохраняют высокую сомкнутость, но низкорослые с преобладанием стелющихся, плохо- и неподаваемых видов разнотравья.

Наименее изменены воздействием человека экосистемы, представляющие крайние варианты по условиям увлажнения и термическому режиму, как-то: экосистемы криофитных (криофитно-разнотравно-дерновиннозлаковых) высокогорных и пустынных (полукустарничково-дерновиннозлаковых) степей, что связано с их менее благоприятными условиями для выпаса скота и обитания человека.

Слабая и средняя нарушенность характерна для экосистем умеренно сухих (разнотравно-дерновиннозлаковых), сухих (дерновиннозлаковых) и очень сухих (полукустарничково-дерновиннозлаковых) степей. В этом случае для них свойственно значительное участие в формировании сообществ видов полыней и караган, что в целом увеличивает закустаренность пастбищ. Этому также способствует большое разнообразие литологических вариантов степей и, в первую очередь, песчаных, щебнистых и засоленных почвогрунтов. Значительная вариабельность фитомассы в многолетней динамике сухих степей по сравнению с другими типами экосистем связана с резким увеличением численности однолетников во влажные годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бажга С.Н., Гунин П.Д., Голованов Д.Л., Слемнёв Н.Н.* Проблема выбора эталона при оценке устойчивости почв и экосистем Монголии к выпасу // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. М. 2002. С. 73-74.
2. *Береснева И.А., Рачковская Е.И.* К вопросу о факторах зональности в южной части МНР // Проблемы освоения пустынь. 1978. № 1. С. 19-29.
3. *Береснева И.А.* Мезоклиматические ресурсы аридной зоны Азии. Автореферат на соиск. уч. ст. докт. геогр. н., Санкт-Петербург. 1992. 44 с.
4. *Горшкова А.А.* Рациональное использование степных пастбищ Сибири // Проблемы интенсификации лугопастбищного хозяйства. М.: ВНИИК им. Вильямса. 1989. С. 188-194.
5. *Горшкова А.А., Гринёв Н.Ф.* Изменение экологии и структуры степных сообществ под влиянием пастбищного режима // Экология и пастбищная дигрессия степных сообществ Забайкалья. Новосибирск. 1977. С. 153-178.
6. *Горшкова А.А., Мордкович В.Г., Стебаева С.К.* Биодиагностика сохранения и восстановления степных пастбищных экосистем Сибири // Сибирский экологический журнал. 1994. № 5. С. 403-416.
7. *Грайворонский В.В.* Современное аратство Монголии. Социальные проблемы переходного периода 1980-1995 гг. М.: Вост. лит.-ра. 1997. 184 с.
8. *Гунин П.Д., Востокова Е.А., Матюшкин Е.Н.* Охрана экосистем Внутренней Азии // Тр. Российско-Монг. компл. биол. экспедиции РАН и АНМ. М.: Наука. 1998. Т. 40. 220 с.
9. *Гунин П.Д., Микляева И.М., Бажга С.Н., Слемнёв Н.Н., Чердонова В.А.* Особенности деградации и опустынивания растительных сообществ лесостепных и степных экосистем южного Забайкалья // Аридные экосистемы. 2003. Т. 9. № 19-20. С. 7-21.
10. *Ершова Э.А.* Степные пастбища и их использование // Сиб. Вестн. С.-х. Наук. Новосибирск. 1985. № 2 (86). С. 45-54.
11. *Лавренко Е.М.* О некоторых особенностях структуры растительных сообществ Центральноазиатских степей // Ботан. журн. 1973. Т. 58. № 11. С. 1603-1607.

12. Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.Н. Степи Евразии. Труды Советско-Монг. компл. биол. экспедиции РАН и АНМ. Л.: Наука. 1991. Т. 35. 145 с.
13. Микляева И.М., А. Факхире. Пастбищная дигрессия сухих степей Центральной Монголии. // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. геогр. 2004. № 6. С. 38-43.
14. Мяло Е.Г., Дроздов Н.Н., Левит О.А. Структура и динамика аридных экосистем Черноземельского биосферного заповедника // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1996. № 4. С. 68-73.
15. Цаценкин И.А., Юнатов А.А. Естественные кормовые ресурсы МНР. Труды Монгольской комиссии. Вып. 40 Изд-во АН СССР. М. 1951. 350 с.
16. Чердонова В.А., Бажса С.Н., Баясгалан Л., Гунин П.Д., Дробышев Ю.И., Слемнёв Н.Н. О характере сукцессий растительного покрова в пойменно-долинных экосистемах // Материалы XI Съезда Русского Ботанического общества. Барнаул. 2003. С. 476-477.
17. Чогний О. Закономерности пастбищной дигрессии и пастбищной демутиации пастбищ // Тр. Советско-Монг. компл. биол. экспедиции АН СССР и АН МНР. М.: Наука. 1988. С. 45-81.
18. Юнатов А.А. Кормовые растения пастбищ и сенокосов Монгольской Народной Республики // Труды Монгольской комиссии. М.-Л.: АН СССР. 1954. Вып. 56. 352 с.
19. Gunin P., Miklyaeva I., Bazha S. Succession dynamics of rangeland ecosystems of Mongolia // Fundamental Issues Affecting Sustainability of the Mongolian Steppe. IISNC. Ulaanbaatar, Mongolia. 2002. P. 122-140.
20. Gunin P.D., Vostokova E.A. (Eds). Ecosystems of Mongolia (The Map. Scale 1:1000000) M. 1995. 15 p.
21. Karamysheva Z.V., Dashnjam B. (Eds.). Vegetation (Map) // Natsional'nyi Atlas. Mongolian National Republic. GVGK SSSR. Moscow-Ulaanbaatar. 1990. P. 72-73 (in Mongolian).
22. Karamysheva Z.V., Khrantsov V.N. The Steppes of Mongolia. Braun-Blanquetia. Camerino. 1995. N 17. 70 p.
23. Mongolia Environment Monitor. The World Bank Office. Ulaanbaatar. 2003. 37 p.
24. Muller F.-V. and Bold B.-O. On the Necessity of new Regulations for Pastoral Land Use in Mongolia // Applied Geography and Development. Inst. For Sci. Co-operation, Tubingen, FRG. 1996. Vol. 48 p. 29-51.
25. Namkhajantsan G. Technological Documents of Mongolian Railway Climate TDMRC - 01.01.2000. Ulaanbaatar. 2002. 272 p. (in Mongolian).
26. State of Environment Mongolia. UNEP. 2002. 79 p.

DISTURBANCE OF VEGETATION IN STEPPE ECOSYSTEMS

© 2004. I.M. Miklyaeva¹, P. D. Gunin², N. N. Slemnev³, S. N. Bazha², A. Fakhire¹

¹Moscow State University, 119899, Moscow, Vorob'evy gory, Russia

²A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, 119071 Moscow, Leniskiy prospect, 33

³Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences.
Prof. Popova str., 2, Saint Petersburg, 197376, Russia

In Mongolia, steppe ecosystems cover 840897.9 km² that is 53.8 % of the total country territory. They develop under ultra-continental climate conditioned by the power winter anti-cyclone promoting cryogenic processes.

Up to now the steppe ecosystems do not loose yet their natural potential, which is connected with the geographical position of the country, its low population and saving traditional nomadic cattle breeding. However even here some moderate disturbances are on 50-60 % of pasturelands and strong ones are on 20-25 %. Recently, growing up anthropogenic press has change environmental equilibrium and makes contribution to degradation and desertification of fragile arid and semi-arid ecosystems. First of all, that is linked with increasing of cattle breeders in many parts of Mongolia considered as "cattle breeding boom", which has lead today to a real revolution in the agricultural sector of Mongolian economy (Muller, Bat-Ochir Bold, 1996; Грайворонский, 1997). Thus, according to statistical data, as early as the late 1990-s the number of cattle breeders' families increased by 2.5-3.0 times comparing with the late 1980-s, and the total cattle number by 1.5 times – from 23.0 to 35.0 million (State of the Environment, 2002; Mongolia Environment Monitor, 2003).

In this connection, we suppose the following research topics as actual: basic laws of transformation and distribution of ecosystems disturbed; specific features of degradation processes' direction in different ecosystems' types; ways to supply optimal regime of ecosystems' functioning taking into account nature management and conservation.

The aim of the research presented is to find primary peculiarities of degradation processes going on in different types of Mongolian steppe ecosystems using estimation of species diversity and productivity, which reflect most completely both modern condition of general ecosystems' components (vegetation and soil) and ecological condition of the whole ecosystems.

Traditionally, on Mongolian territory 6 steppe types according to altitude belts and natural zones are distinguished: cryophitic-multiherbal; meadow; multiherbal-turf-graminacea; dry turf-graminacea and dominated by *Leymus chinensis*; desertified; and deserts (Лавренко, 1991). To carry out inventory of steppe plant communities with attention to landscape-climatic parameters of the environment, we have analyzed the map "Ecosystems of Mongolia" (1995) and specified the steppe ecosystems' classification on the base of their position in relief and conditions of water and warmth supply.

According water supply difference between ecosystems is significant. For example, annual precipitation under-zone types of ecosystems differ 2-2.5 times and the index of dryness - 5-7 times. To the primary steppe ecosystems' types the following types of water supply conditions corresponds: wet; moderate wet; moderate dry; dry; very dry; and extra dry.

Having considered peculiarities of anthropogenic transformation of Mongolian steppe ecosystems, we can suppose substantiate that actually all the ecosystems' types suffer pastoral digression. At the same time, radical modification of plant communities including change of dominant composition is determined by not only degree and character of economic use, but also their zonal position, orographic-geomorphological and soil-lithological conditions. Ecosystems of moderate wet, multiherbal-graminacea (meadow) steppes with a high level of pastoral digression are disturbed the most sever due to their favorableness for all the kinds of cattle to graze. General overgrazing has lead to development of communities with low productivity and forage quality. Though plants still keep high density they are dwarf, dominated by creep species that do not suite cattle.

Least changes occur with ecosystems representing marginal variants by moisture conditions and thermal regime such as communities of cryophitic high mountain steppes and desertified steppes because they are less favorable for grazing and people dwelling.

Weak and moderate disturbance is typical for ecosystems of moderate dry, dry and extra dry steppes. In this case, species of *Artemisia* and *Caragana* make great contribution to composition of the communities, and this, in general, increases participant of bushes in pasturelands. Wide range of lithological variants of steppes (on sandy, gravely and salty grounds) also promotes bushes development. Significant variability of phitomass in long-term dynamics of dry steppes in comparison with other ecosystem types can be explained in terms of sharp increase of annual plants during wet years.

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ КОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ АРИДНЫХ ЗОН МОНГОЛИИ

© 2004. Л.В. Жирнов¹, П.Д. Гунин¹, С.Н. Бажа¹, Ян. Адъяа²

¹ *Институт проблем экологии и эволюции им. А. И. Северцова РАН.*

117071 Москва, Ленинский пр., 33

² *Институт Биологии АНМ, Улан-Батор, Проспект Мира, 51*

В биоценозах степей, полупустынь и пустынь существенную роль играют популяции диких копытных и выпадение этой группы из структуры экосистем не только снижает уровень биоразнообразия аридных биомов, но ведет к деградации самих природных экосистем. В качестве модельного региона нами были определены аридные зоны Монголии, где дикие копытные продолжают быть существенным компонентом экосистем, но состояние популяций отдельных видов по природоохранному статусу сильно отличается. Из шести видов только дзерен относится к промысловым видам, охота на которого регулярно проводится. Другие пять видов (дикий верблюд, кулан, монгольский сайгак, джейран, горный баран Дарвина) внесены в Красную Книгу Монголии (1997) в качестве редких видов и взяты под усиленную охрану, согласно существующим законодательным актам, а также в специально созданной сети охраняемых природных территорий (заповедники, национальные парки и заказники). Цель настоящего сообщения – определить основные стратегические подходы для сохранения устойчивых популяций диких копытных в разных по экологическим условиям природных зонах в зависимости от лимитирующих факторов, в том числе определяемых хозяйственной деятельностью.

Оценка состояния популяций всех видов проводилась в соответствии с критериями, заложенными в экологическом паспорте (Флинт, 2000), в котором отражены основные популяционно-видовые параметры: ареал, численность, динамика, пространственная структура, потенциал размножения и другие, а также обеспеченность среды обитания отдельных видов существующей сетью ОПТ.

По результатам обобщения всех материалов выявлены основные факторы, определяющие состояние популяций (размер ареала, численность и другие параметры), и их устойчивость к внешним воздействиям к которым следует отнести:

- экологически неоправданные (иррациональные) формы хозяйственного освоения аридных территорий (распашка и мелиорация земель, строительство дорог и других технических сооружений, перевыпас скота, хищнические заготовки саксаула и других биоресурсов), которые прямо или косвенно приводят к сокращению ареала, нарушению сезонных миграций и пространственной структуры. В итоге происходит расчленение ареала на изолированные участки, уменьшается эффективная численность популяций, повышается уязвимость к действию аномальных погодных условий (многоснежье, засухи, пожары и т.д.);

- пресс легальной и нелегальной охоты с исторических времен по настоящий период выступает в качестве мощного фактора, поскольку дикие копытные всегда были объектом охоты населения Монголии. Особенно большой урон их популяциям был нанесен в начале и середине XX в., когда охотники стали применять дальнобойное нарезное оружие, а в последние годы негативные последствия нелегальной охоты усугубляются использованием автотранспорта.

Воздействие антропогенных факторов, как правило, происходит на фоне экстремальных природных условий, которые нарушают устойчивость популяций, и численность в такие годы резко сокращается. Такая нестабильность состояния природной среды аридных зон создает повышенную уязвимость и эти качества среды должны учитываться при разработке стратегии сохранения популяций копытных. Экологическое значение погодных аномалий определяется тем, что весенне-летние засухи повторяются достаточно часто – каждые 5 - 6 лет из 10, а многоснежные зимы – примерно 1 - 3 раза каждые 10 - 12 лет (Слудский, 1963; Бучинский, 1976; Гунин, Золотокрылин; 1986).

Таким образом, при разработке оптимальной системы управления популяциями копытных должен быть применен популяционно-видовой принцип и на его основе могут быть реализованы стратегии сохранения видов или отдельных популяций в меняющихся природных и социально-экономических условиях. При этом, важным элементом таких стратегий является знание предельных возможностей видовых адаптаций, выработанных в ходе эволюции разных биологических (жизненных) форм копытных (оседлость, мигрируемость, одиночность, стадность, а также потенциал размножения и др.). Анализ состояния популяций шести видов копытных Монголии и выявление основных типов взаимоотношений видов со средой основывалось на основных положениях концепции сохранения устойчивых популяций копытных аридных зон. Базовыми из них являются:

-сохранение устойчивых популяций диких копытных, как средообразующих компонентов, необходимо для нормального функционирования природных экосистем (при выпадении из состава биоценозов группы копытных природные экосистемы деградируют и разрушаются);

- 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.

Состояние популяций копытных животных

Аридные территории Евразии, к которым мы относим экосистемы степей, полупустынь и пустынь Монголии, до настоящего времени резко различаются как по типам хозяйственного использования, так и по степени антропогенной нарушенности.

Открытые ландшафты зональных степей Восточной Европы и Северной Азии как среда обитания диких копытных почти утратили свое значение, т. к. более 70 - 80 % территорий распаханы и используются под посевы. В этом регионе наиболее полно сохранились естественные ландшафты полупустынь - переходной зоны между типичными степями и пустынями умеренного пояса. Из диких копытных, населяющих полупустыню и частично сопредельные природные зоны, фоновым видом до последнего времени был сайгак, представленный двумя подвидами: номинативным – *Saiga tatarica* и монгольским – *S. t. mongolica*. К 1998-2003 гг. номинативный подвид на большей части ареала резко упал в численности, а в Монголии еще в конце 50-х годов XX в. полностью исчез, Монгольский подвид сохранился в небольших очагах лишь в Западной Монголии, где заселяет пустынные степи в котловинах Больших Западных озер.

Зональные степи в наименее трансформированном виде сохранились лишь в Центральной Азии, преимущественно в Восточной Монголии и на сопредельных территориях Китая. В этих степях еще сохранился массовый вид копытного – дзерен. При широком толковании степной зоны (от луговых до пустынных степей), сайгаки и дзерены составляют единый фаунистический комплекс Евразии (Кучерук, 1959; Юнатов, 1974).

Открытые ландшафты пустынь умеренных широт Евразии населяли 4 вида копытных - джейран, дикий верблюд и кулан, также лошадь Пржевальского. 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). Относительно куланов, возможно, в прошлом существовали две самостоятельные популяции - степная и пустынная. К настоящему времени уцелела лишь пустынная. Следует заметить, что 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).

Ниже нами рассмотрены основные характеристики состояния и стратегические приоритеты по сохранению популяций копытных Монголии от зональных степей до крайне аридных пустынь.

Монгольский дзерен, или зобатая газель (*Procapra gutturosa*) - обитатель северных зональных степей, эндемик Центральной Азии. В Монголии и Китае промысловый вид, в России как находящийся под угрозой исчезновения внесен в Красную Книгу Российской Федерации (2001). В 2002 году внесен в Приложение 2 Конвенции по сохранению мигрирующих видов (Бонн, 1983). Дзерен - важнейший компонент степных экосистем и ценный объект охотничьего хозяйства Монголии и сопредельных стран (Россия и Китай) -заслуживает принятия необходимых мер охраны

как на национальном, так и на международном уровнях. Сохранение устойчивых и жизнеспособных популяций дзерена особенно важно т.к. нормальное функционирование степных (травянистых) экосистем невозможно без диких копытных. Все эти моменты определяют необходимость разработки видовой стратегии сохранения популяций дзерена с конечной целью неистощительного (рационального) использования ресурсов этого вида. В настоящий период популяции дзерена находятся в фазе нарастания общих запасов и восстановления некогда обширного ареала в пределах Монголии. В 80-х гг. XX в. начался процесс восстановления ареала и к середине-концу 90-х дзерены стали заселять ранее покинутые районы, при этом часть поголовья расселялась к северу от р. Керулен, а другая - на запад и юго-запад в центральные аймаки Монголии. По мнению Б. Лхагвасурэна (2000) площадь современного ареала составляет около 500 тыс. кв. км, куда входят как регионы постоянного обитания, в основном, в Восточной Монголии, так и полоса нерегулярных забегов в центральной и юго-западной частях Монголии. Основная причина восстановления ареала и подъема общей численности - это улучшение экологической ситуации в основном очаге обитания - в Восточной Монголии, где за последние годы не было катастрофически суровых зим и сильных засух. Распашка целинных земель прекратилась, следовательно, площади пахоты сократились, а нагрузка домашнего скота на степные пастбища вполне умеренная и многие участки из-за отсутствия водоисточников не используются араатами. В итоге, общие запасы дзерена в середине 90-х годов оценивались от 1 – 1.2 до 2 – 2.6 млн. (Лхагвасурэн, 2000). Мы полагаем, что общую численность всех популяций дзерена в пределах Монголии с большой долей вероятности можно оценить где-то в пределах 500-600 тыс. голов. В частности, такой уровень численности согласуется с данными зимних учетов (1994-1996 гг.), когда к северу от Керулена на зимовках держалось до 200 - 300 тыс. голов (Кирилюк, 1997 и др.). Тем не менее, такое состояние популяций дзерена не дает еще поводов для успокоения - нужна научнообоснованная стратегия, гарантирующая устойчивое развитие популяций в будущем.

Сайгак (*Saiga tatarica*) в Монголии представлен двумя подвидами: номинативным - *S. t. tatarica* и монгольским - *S. t. mongolica*. Оба подвида внесены в Красную Книгу Монголии; номинативный как исчезнувший и монгольский - как крайне редкий малочисленный эндемик Центральной Азии. В последние годы высказываются суждения о самостоятельности видового статуса монгольского подвида, т.е. вернуться к статусу монгольского сайгака в качестве отдельного вида рода Сайгак, как первоначально и было предложено А. Банниковым (1946). К настоящему времени монгольский сайгак распространен в котловине Больших Западных озер, где сохранились лишь два очага обитания, которые изолированы друг от друга и невелики по площади: в Шаргий-Гоби сайгаки занимают территорию около 2000 кв. км, а в районе сомона Манхан – всего 200 кв. км. В XX в. ареал сайгака резко сократился и к 50-м годам составлял около 30 % от прошлого ареала (Дуламцэрэн, Амгалан, 1995). Численность всех популяций сайгака на протяжении второй половины XX в. изменялась в довольно широком диапазоне от 300-750 особей в 50-70 гг. до 3000-5200 экз. – в 2000 г. (Переладова, Луцкекина, 2001). Такой разброс показателей численности характеризует не только многолетние колебания численности и отсутствие стабильности, но и методические погрешности количественных учетов выполненных разными авторами. В настоящий период, численность вновь упала до 1 тыс. голов при средней плотности 1,25 экз. на 1000 га угодий после суровой многоснежной зимы 2000-2001 гг. (Dulamseren, Amgalan, 2002)

Таким образом, ограниченный ареал и низкая численность популяций монгольского сайгака, оседлый образ жизни при обитании в замкнутых пустынных котловинах в условиях повышенного хозяйственного освоения и пресса других антропогенных воздействий (выпас скота, движение автотранспорта, браконьерство) в сочетании с периодически повторяющимися многоснежными зимами (джуты) определяют повышенную уязвимость этой реликтовой формы и требуют принятия специальных мер сохранения поголовья и всех очагов обитания.

Положение усугубляется и тем, что в традиционной китайской медицине сайгачьи рога, в том числе и монгольского, по их ценности стоят в одном ряду с рогом носорога и поэтому пользуются большим спросом на рынках Китая, что создает дополнительную угрозу для существования сайгака и, особенно, для таких малочисленных популяций как в Монголии (Соколов др., 1991 и др.). Внесение сайгака в Приложение 2 СИТЕС (ноябрь 1994 г., США) ужесточили контроль за экспортом-импортом сайгачьих рогов, но браконьерство продолжает быть угрозой для популяций сайгаков (Chan et al., 1995; Переладова, Луцкекина, 2001 и др.).

Монгольский джейран (*Gazella subgutturosa*) – единственный азиатский вид из рода Газелей, внесен в Красную Книгу Монголии (Mongolian Red Book, 1997), В последние годы некоторые популяции джейранов стали восстанавливаться и в связи с этим обсуждается вопрос об исключении джейрана из Красной Книги и внесении его в перечень объектов спортивной охоты (Амгалан, 2000).

В 70-х годах XX в. популяции джейрана находились в стадии депрессии – ареал сократился почти в 2 раза по сравнению с 1940-1950 гг., что было вызвано перепромыслом и широким распространением нелегальной охоты. После введения полного запрета охоты (1972 г.) ареал и численность стали постепенно восстанавливаться. Быстрый подъем численности и расширение ареала намечались в 1990-х, когда была усилена охрана и улучшилась экологическая ситуация. В частности, многие участки пастбищ в зоне пустынь (Южногобийский аймак и др.) араатами были заброшены, поскольку ранее построенные колодцы пришли в негодность и из-за отсутствия водопоев скотоводы с отарами скота ушли из пустынных районов и тем самым создались оптимальные условия для джейранов. К этому времени ареал джейрана составил около 35 % территории Монголии, а его площадь равнялась 540 тыс. кв. км, а общие запасы джейрана были оценены не менее 140 тыс. голов (Амгалан, 2000). В пределах восстановленного ареала самые крупные очаги обитания существуют на западе в Джунгарской Гоби и в юго-восточных частях Гоби, в основном, в южных районах Южно-Гобийского аймака. Здесь имеются оптимальные условия для джейранов: набор хороших сезонных пастбищ с доступными водопоями в виде родников и укрытий среди невысоких горных поднятий при умеренном пастбищном прессе на природные экосистемы. Положительную роль при этом сыграла организация в 1996 г. малого Гобийского заповедника (Small Gobi Reserve), расположенного на двух участках: Бордзон-Гоби (участок А) и Галбын-Гоби (участок Б) и занимающего сейчас в целом достаточную площадь (1.84 млн. га) для обитания существующей здесь популяции джейрана (Тумурбаатар, Муагмарсүрен, 2000).

На долю Монголии приходится более 65 % всего мирового населения и ареала вида. В других регионах Евразии (например, в Казахстане) ареал вида представлен изолированными мелкими очагами с малочисленными популяциями. Такое доминирующее положение Монголии по запасам джейрана определяет необходимость разработки стратегии сохранения этого вида на долгосрочную перспективу.

Определяя приоритетные направления стратегии, следует принимать во внимание следующие моменты:

- джейран фоновый компонент пустынных экосистем и одновременно ценный объект охотничьего хозяйства (промыслового и спортивного);

- в силу экологических особенностей джейран совместим с хозяйственной деятельностью и вполне вписывается в систему отгонного животноводства при минимальных затратах на биотехнику (создание доступных водоисточников, умеренный выпас скота и система охраны).

Гобийский горный баран, или архар Дарвина (*Ovis ammon darwini Przewalskii, 1883*) – один из подвидов архара, населяющий низкогорья и мелкосопочники в зоне пустынь на юге Гоби. Все подвиды архара в международном аспекте отнесены к животным с сокращающейся численностью и внесены в Красный Список МСОП и в Приложение 2 СИТЕС. В Монголии архар Дарвина, как редкий вид, занесен в Красную Книгу (1997). Проблема сохранения горных баранов-архаров, как исключительно ценных объектов спортивной и промысловой охоты, весьма актуальна, т.к. многие подвиды стали малочисленны и их ареалы представлены изолированными очагами. Сохранение таких пустынных форм как архар Дарвина, освоившего природную среду крайнеаридных пустынь, имеет большое научно-прикладное значение в качестве объекта изучения эколого-морфологических и популяционных адаптаций к резкоконтинентальному климату пустынь Гоби.

По данным обследований, проведенных в 90-х годах, состояние популяций архара Дарвина остается довольно стабильным и устойчивым. По результатам учетов общая численность оценивается от 9 до 10 тыс. голов, и такой уровень численности много выше по сравнению с другими подвидами архара. Например, общую численность алтайского барана (*Ovis ammon*) А. Федосенко (2000) оценивает в 4.5 – 5.0 тыс. особей. Судя по экологической ситуации, где в последние годы наблюдается некоторое улучшение в южных районах пустынь Монголии из-за смещения стад домашнего скота в более северные районы, можно дать прогноз на будущее, если не на увеличение, то на стабилизацию численности популяций архаров Дарвина (при условии усиления мер охраны и борьбы с нелегальной охотой на этого зверя).

Природоохранный статус архара Дарвина достаточно высок и состояние популяций вполне стабильное, но система охраны должна и дальше совершенствоваться. Стратегия сохранения этой пустынной формы должна предусматривать расширение и совершенствование охраняемых территорий т.к. пустынные экосистемы достаточно уязвимы к любым проявлениям антропогенных воздействий, что при мозаичном распространении архаров может иметь катастрофические последствия для локальных популяций этой формы.

Особую проблему по сохранению архаров Дарвина вызывает практика ведения на этого копытного так называемой «трофейной охоты». Как известно, стратегия таких охот направлена на добычу самых крупных самцов с хорошими «трофейными» рогами, за которые охотничьи хозяйства с иностранных охотников-туристов получают большие доходы, что в ряде случаев оказывает отрицательное воздействие на стабильность популяций. Так установлено, что ежегодное изъятие крупных самцов, старше 5 - 6 лет, в сочетании с браконьерством привело к снижению численности и нарушению структуры алтайского архара (Федосенко, 2000).

Монгольский кулан (*Equus hemionus hemionus* Pallas, 1774), один из крупных подвидов, имеет наиболее сохранившийся ареал и высокий уровень численности по сравнению с другими подвидами. Кулан как вид в международном аспекте относится к глобально сокращающимся в численности животным. Монгольский кулан занесен в Красный Список МСОП, в Красную Книгу Монголии, а в России – в Красную Книгу как исчезнувший вид (категория О), а также в Приложение 2 СИТЕС. Монгольский кулан – эндемик полупустынь и пустынь Центральной Азии.

По оценкам многих монгольских специалистов монгольский кулан распространен в пустынях страны довольно широко и площадь его современного ареала составляет не менее 150 тыс. кв. км, что при средней плотности населения около 10 особей на 100 кв. км, общие запасы могут составлять не менее 15-20 тыс. голов. Имеются суждения, что запасы возможно много выше, но по нашему мнению, ёмкость угодий пустынных экосистем в ряде районов достигла предела, а экосистемы продолжают находиться под сильным антропогенным воздействием. С учетом существующей экологической ситуации стратегия сохранения кулана на современном этапе должна включать несколько базовых элементов.

В условиях пустынь ведущими экологическими факторами выступают: доступность водоисточников и наличие сезонных пастбищ. Этот минимум требований к качеству среды может быть достигнут, как правило, на охраняемых территориях, где негативное воздействие человека с отарами скота, частично или полностью исключено. Вот поэтому организация ООПТ со строгим режимом охраны является ключевым (базовым) элементом стратегии сохранения жизнеспособных популяций этого вида.

Для восстановления ареала целесообразно развернуть работы по расселению куланов в места их бывшего распространения. Репатриацию куланов целесообразно в первую очередь осуществить в пределах исторического ареала: в котловину Больших Западных озер и в степную зону Восточной Монголии, где не так давно обитали популяции куланов (Банников, 1954). В реализации проекта по расселению кулана заинтересована и Россия с целью восстановления этого вида в Даурских степях (Красная Книга РФ, 2001).

Дикий верблюд, или хавтагай – *Camelus ferus Przewalskii*, 1883 – уникальный представитель мировой фауны, единственный сохранившийся в природе вид двугорбых верблюдов отряда Мозолоногие. Дикий верблюд, как исчезающий вид, внесен в Красный Список МСОП и национальную Красную Книгу Монголии, а также в Приложение 1 СИТЕС. Сохранение этого уникального эндемика Центральной Азии имеет большое значение для науки, как бесценного наследия живой природы, что отвечает задачам Всемирной Стратегии охраны природы и Конвенции сохранения биологического разнообразия в глобальном масштабе.

Анализ состояния популяций дикого верблюда, сохранившихся только в Монголии и Китае, показывает, что судьба редчайшего животного внушает серьезные опасения. К настоящему времени наиболее цельный участок видового ареала сохранился на юго-западе Монголии в крайнеаридных пустынях Заалтайской Гоби, где общая площадь на 80-90-е годы XX в. не превышала 28-30 тыс. кв. км (Жирнов, Ильинский, 1985), но появились сообщения о дальнейшем сокращении ареала в Монголии (Tulgat, 2002 и др.). В Китае ареал разбит на изолированные очаги обитания, которые вкраплены в районы пустынь (Такла-Макан, горы южнее оз. Лобнор, Гашун-Гоби), где идет интенсивное освоение территорий (добыча нефти, золота и т.д.) и судьба этих остаточных популяций в будущем весьма неопределенна (Hare, 1997 и др.).

В пределах Заалтайской Гоби, где был создан в 1976 г. Большой Гобийский заповедник, территория которого охватила все районы обитания монгольской популяции дикого верблюда и его численность оценивалась в 80-х годах в пределах от 500 до 800 особей (Жирнов, Ильинский, 1985). В последующие годы режим охраны в Большом Гобийском заповеднике стал ослабевать и пресс антропогенных воздействий на экосистемы усилился: в районах сезонных концентраций диких верблюдов стали практиковаться сенокосы, выпас скота и заготовка саксаула. Наиболее негативное воздействие оказывает открытая в первой половине 90-х годов через центральную часть БГЗ автодорога с пунктом пересечения государственной границы между Гобийским аймаком Монголии и провинцией Ганьсу КНР. В итоге доступ диких верблюдов к родникам с наибольшим дебитом и сезонным пастбищам был блокирован, и условия существования резко ухудшились. Ежегодный прирост популяции стал снижаться из-за хищничества волков, которые изымали значительную долю молодняка верблюдов. В итоге, по оценке Р. Тулгата (2002) за последние 20 лет (1980-2000 гг.) поголовье верблюдов в Заалтайской Гоби уменьшилось, но держалось в пределах от 345 до 550 особей. Приводимые другими авторами более высокие цифры (1985 ± 802 особи), явно завышены из-за погрешностей методов учета (Mix et al, 2002).

Таким образом, анализ многолетней динамики состояния популяций верблюдов за последние 20-25 лет показывает, что их численность и ареал продолжали сокращаться. По экспертным оценкам к 2000 году общая численность всех популяций в Монголии и Китае оценивалась от 880 до 1200 голов. Естественно, такой уровень численности внушает большие опасения за сохранность этого вида, тем более, что пресс антропогенных воздействий на экосистемы продолжает возрастать даже на охраняемых территориях, как выше отмечалось, и в Большом Гобийском заповеднике. При этом основное назначение этого заповедника состояло преимущественно в сохранении дикого верблюда как уникального эндемика Центральной Азии. Детальная расшифровка всей системы охраны и режима заповедности была дана в Генеральном Плане БГЗ, который был разработан экспертами под эгидой ЮНЕП в 1979-82 гг. и основные положения этого документа были опубликованы в книге «Большой Гобийский заповедник- убежище редких животных Центральной Азии», на русском и английском языках (Жирнов, Ильинский, 1985).

Основные проблемы и рекомендации по сохранению копытных животных

В настоящее время хозяйственная деятельность, с одной стороны, и природоохранная с другой, могут считаться основными факторами, определяющими состояние популяций крупных млекопитающих в аридной зоне. В связи с этим именно здесь, с нашей точки зрения, и необходимо искать причины возникновения существующих проблем. Учитывая это обстоятельство, важно оценить степень антропогенного воздействия на пастбищные экосистемы Монголии и провести соответствующий анализ размещения резерватов и наметить перспективный план оптимизации сети ОПТ.

На основании расчета, составленного по карте «Ecosystems of Mongolia» (Gunin, Vostokova, 1995) площадь пастбищ аридной и семиаридной зон составляет 123.0 млн. га (78.6 % территории страны). Более половины из них расположены в степной зоне (54.6 %), меньшая часть приходится на полупустынные (24.5 %) и пустынные (14.5 %) пастбища (табл. 1). Несмотря на невысокую среднюю урожайность в 2-4 ц/га сухой массы обеспеченность пастбищными ресурсами домашних животных долгое время считалось вполне удовлетворительной (Цэрэндулам, 1975; Динесман, Болд, 1992). По данным Ж. Чогдона (1980), поголовье скота в 1975 г. достигало 46.2 млн. условных овцеголов, а запас пастбищного корма использовался лишь на 68 %. Однако даже при такой умеренной пастбищной нагрузке в тот период около 30 % пастбищ находились на разных стадиях сбоя (Мирошниченко, 1967). В конце 90-х годов пастбища с умеренной нарушенностью уже составляли 50-60 %, со средней 25-30 %, с сильной - 4-5 % (Gunin et al., 1999), что вполне можно объяснить увеличением к этому времени пастбищной нагрузки. Так, в 1999 г. общее поголовье скота возросло до 33,0 млн. или 59.3 млн. условных овцеголов, что составило более 28 % по сравнению с 1975 г. Обращают на себя внимание более высокие показатели степени нарушенности пастбищных экосистем, развивающихся в гидроморфных и полугидроморфных условиях: со средней нарушенностью – 45.5 %, с сильной и очень сильной – 12.7 % (табл. 1). В связи с расположением в этих экосистемах основных мест водопоя такая ситуация может иметь отрицательное значение для диких млекопитающих. С негативной стороны необходимо оценивать изменение видовой структуры поголовья домашних животных. Как видно из опубликованных данных статистического департамента (State of

Environment, 2002), рост поголовья скота в последнее десятилетие происходил за счет увеличения численности коз. Если в целом по стране вклад поголовья этого вида в суммарную численность скота в целом в 2000 году был равен 46 %, то в аридных регионах Монголии он достигает 50-60 % (Энх-Амгалан, 2000). Таким образом, представленные данные позволяют с определенностью прогнозировать дальнейшую интенсификацию деградации пастбищных угодий в целом по стране и в аридной зоне в том числе. Такая тенденция наиболее ярко стала проявляться в последнее десятилетие в связи с переходом Монголии к рыночной экономике и связанного с этим снятием ограничений в содержании скота, а также резким всплеском горнопромышленного производства, особенно в области золотодобычи (Tumenbayar et al., 2004).

Таблица 1. Распределение аридных пастбищ Монголии по степени антропогенной нарушенности. **Table 1.** Distribution of Mongolian arid pasture lands by the measure of anthropogenic disturbance.

Тип пастбищ	Всего, кв. км	Распределение площадей пастбищ (кв. км)					Относительная доля пастбищ (%) по степени нарушенности				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Степные:	672291.7/* 54.7	84836.0	364680.9	186614.9	35858.0	301.6	12.6	54.2	27.8	5.3	0.04
Полупустынные	301446.04/ 24.5	46816.0	191732.0	60193.6	2621.5	83.0	15.5	63.6	20.0	0.9	0.03
Пустынные	178747.99/ 14.5	106158.5	68293.4	4169.7	95.2	31.2	59.4	38.2	2.3	0.1	0.02
Гидроморфные (степные и пустынные)	77491.73/ 6.3	6585.1	31935.9	35287.8	8145.2	1707.3	8.5	41.2	45.5	10.5	2.20
ИТОГО:	1230077.5	244395.5	656642.1	286266.0	46719.8	2123.1	19.9	53.4	23.3	3.8	0.17

* В числителе – занимаемая площадь пастбищ (кв. км); в знаменателе – доля занимаемой площади (%).

Своевременная оценка происходящих в природной среде негативных изменений привела к пересмотру политики государства в области организации оптимальной сети резерватов, направленной как на сохранение флористико-фаунистического разнообразия и, в первую очередь, редких и находящихся под угрозой исчезновения видов млекопитающих. В 1993 году по инициативе Министерства природы окружающей среды Монголии при поддержке Международных организаций в рамках проекта GEF UNDP «Mongolia - Biodiversity» был разработан перспективный план организации ОПТ: Component B. Conservation Areas/Wildlife (Gunin, 1993). Этим планом предусматривалось увеличение площади охраняемых территорий с 5.5 % до 25.0 %, а их общего количества - с 21 до 60 ОПТ, включая организацию 12 трансграничных (Монголо-Российских и Монголо-Китайских) резерватов (Gunin, 1993). За прошедший десятилетний период (1994-2003 гг.) этот план в своей значительной части был успешно реализован. В настоящее время сеть ОПТ в Монголии насчитывает 57 резерватов различного ранга (заповедники, национальные парки, заказники и памятники природы), которые занимают 20.5 млн. га (13.1 %) (Приложение 7, табл. 2). Однако, несмотря на значительный прогресс в организации уникальной для Азии системы особо охраняемых природных территорий в Монголии, её анализ с точки зрения пространственного размещения ОПТ показывает на необходимость дальнейшего развития и совершенствования. В первую очередь это проявляется при рассмотрении географического распределения ОПТ по природным зонам и ландшафтно-экологическим регионам страны. Так, наименее обеспеченными ОПТ являются подзоны сухих степей и полупустынь в центральной и восточной части Монголии, где отмечается их полное отсутствие, как например, в Долинно-озерной (E₄) области Центрально-Азиатского региона или они занимают небольшую площадь - в Восточно-Халхской области Даурско-Монгольского региона (W₂) - 0.81 %; Центрально-Халхской области Центрально-Монгольского региона (D₃) - 0,80 %. Недостаточна площадь ОПТ и в Средне-Гобийской области (E₅) Центрально-Азиатского региона, где они занимают всего 4.1 % площади региона (табл. 2). Следует также отметить, что каждая в отдельности ОПТ незначительна по площади и имеет невысокий природоохранный статус - заказники и памятники природы.

Учитывая, что экосистемы сухих степей и полупустынь в восточной и центральной частях Монголии обладают уникальными особенностями флористико-фаунистического состава, с одной стороны, и всеми необходимыми условиями для обитания таких пустынно-степных видов, как сайгак, джейран и кулан, с другой, первоочередным элементом стратегии сохранения этих видов является организация репрезентативной сети ОПТ именно с точки зрения расширения их ареала. В западной части распространения пустынно-степных ландшафтов положение с существующей сетью ОПТ может считаться вполне удовлетворительной. После организации в 1997 и 2000 гг. национальных парков вокруг озёр Хара-Нур и Хиргиз-Нур, соответственно, общая площадь которых превысила 1.0 млн. га появилась дополнительная возможность к расселению сайгака и джейрана из заказников в Манхан-сомоне и Шаргийн-Гоби на заново организованные ОПТ.

Таблица 2. Распределение ООПТ по ландшафтно-экологическим регионам и зонам Монголии. **Table 2.** Distribution of natural reserver by landscape-ecological regions and zones of Mongolia.

Наименование регионов	Индекс и наименование областей	Площадь областей	Площадь ООПТ в каждой области	
			(км ²)	(%)
Алтае-Саянский	Монголо-Алтайская (A1)	77720.04	11865.16	15.27
	Прихубсугульская (A2)	55998.93	11207.67	20.01
Забайкальский	Средне-Селенгинская (B1)	68399.03	1443.33	2.11
	Хэнтэйская (B2)	68093.76	18069.94	26.53
Даурско-Монгольский	Восточно-Монгольская (W1)	128324.37	12704.84	9.90
	Восточно-Халхская (W2)	112299.10	905.34	0.81
Хинганский	Прихинганская (G1)	17300.82	5620.58	32.49
Центрально-Монгольский	Хангайская (D1)	135501.99	17098.35	12.62
	Западно-Халхская (D2)	87800.86	1676.80	1.91
	Центрально-Халхская (D3)	134454.04	1070.02	0.80
Центрально-Азиатский	Гоби-Алтайская (E1)	148463.18	33657.50	22.67
	Гоби-тяньшанская (E2)	2681.12	2681.07	100.00
	Котловинно-озерная (E3)	171085.83	20725.35	12.11
	Долинно-озерная (E4)	83404.20	0.00	0.00
	Средне-Гобийская (E5)	97289.41	4025.69	4.14
	Гобийская (E6)	172434.29	62767.36	36.40
Итого		1561250.97	205519.00	13.16

Рассмотрение существующей сети ОПТ в зоне пустынь позволяет сделать заключение, что размещение резерватов необходимых для обитания типично-пустынных видов - дикого верблюда и кулана - можно считать наиболее оптимальным как по количеству (6 ОПТ) и их статусу (4 заповедных территории, 1 национальный парк, 1 заказник), так и по занимаемой их площади (9.4 млн. га). Все дальнейшие мероприятия по сохранению обитающих на их территориях редких видов млекопитающих могут быть связаны только с соблюдением норм и правил государственной охраны, установленных законодательством Монголии. К сожалению, как показывает опыт, в настоящее время в ряде аймаков население с одобрения местного руководства предпринимает направленные действия на игнорирование закона об охраняемых территориях. Это, прежде всего, коснулось, как выше было отмечено, Большого Гобийского заповедника, и особенно Малого - на участке «Б», где в 2003 г. началась нелегальная добыча золота, которая сопровождалась притоком в заповедник тысяч людей с большим количеством тракторов, что привело к полному разрушению заповедных ландшафтов на значительной территории (Гангаа, 2004).

Что касается сохранения единственной в мире популяции монгольского дзерена, то этот вопрос неразрывно связан с разработкой концепции сохранения уникального степного биома

в восточно-азиатском секторе степей. К сожалению, несмотря на предложения, разработанные специалистами Совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ (Гунин и др., 1998), этот вопрос так и не получил положительного решения. До настоящего времени не осуществлён тот минимум мероприятий, без которых трудно сохранить в жизнеспособном состоянии обитающие в Восточной Монголии популяции дзерена. Так, не взяты под охрану территории в юго-восточной части ареала, где в последние десятилетия наиболее часто отмечались скопления дзерена в период отёла, так называемые «родильные дома» (Лущекина и др., 1983). К ним относятся, прежде всего, районы Матад-Лагнур, Асгат-Цаган-Толгой и Баян-Тухемийн-Гоби, которые могли быть ядрами будущего Большого степного заповедника и на которых, в свою очередь, должен быть введен регламентированный режим природопользования, исключающий интенсивное использование территорий, могущее нанести вред состоянию популяций дзерена (строительство наземных линейных сооружений, горнопромышленная разработка, распашка территорий на больших площадях). Организованные в конце 90-х годов 2 заказника (Тосон Хулстай и Яхи Нур) к северу от р. Керулен общей площадью более 700 тыс. га, несомненно, уже играют свою положительную роль в стабилизации численности дзерена, но только в северной части его ареала.

Ведение спортивных охот на дзерена, джейрана и горных баранов должны контролироваться не только исходя из общей численности, но и с учетом сохранения оптимальной структуры с участием разных половых и возрастных групп. К примеру, повышенное изъятие крупных элитных самцов горных баранов как основных производителей ведет к деградации популяций. Стратегия сохранения популяций архаров также должна предусматривать применение биотехнии по улучшению качества среды обитания путем создания доступных водоисточников, солонцов и сезонных пастбищ в ключевых местах обитания. Стратегия должна также предусматривать проведение реакклиматизации всех рассматриваемых видов, в том числе архаров в местах их прежнего обитания.

Таким образом, в качестве основных мер по сохранению копытных животных аридной зоны необходимо считать следующие:

- ключевым моментом стратегии сохранения копытных, включенных в Красную Книгу Монголии (джейран, сайгак, архар, дикий верблюд) является существование в типичной среде обитания (*in situ*), что может решаться путем создания специальных природных резерватов и неукоснительное соблюдение условий заповедности в них;

- ликвидация нелегальной охоты (браконьерства) - одно из важнейших стратегических приоритетов сохранности популяций. Как показывает опыт в других регионах Азии, за последние годы (1998-2004 гг.) все популяции копытных и, в первую очередь, джейрана, кулана и сайгака, от Прикаспия до Восточного Казахстана, уменьшились в десятки раз. Основная причина - браконьерство на фоне ухудшения социально-экономической обстановки и ослабления охраны со стороны государства (Грачев, Бекенов, 2003) в России и в странах СНГ. Популяции монгольского сайгака, джейрана и кулана в меньшей степени испытывают негативное воздействие, что, видимо, связано с внедрением оптимальной системы охраны путем экономического стимулирования местных аратов-пастухов по борьбе с браконьерами и это дает нужный эффект для сохранения поголовья;

- охрана мест отела и сохранность молодняка, поскольку в условиях интенсивного пастбищного скотоводства именно в этот период наибольший урон новорожденным сайгачатам и джейранам наносят пастушьи собаки, лисы и волки. Для снижения смертности молодняка в местах отела должна быть усилена охрана с выделением «зон покоя» с режимом, ограничивающим всю хозяйственную деятельность (выпас скота, запрет движения автотранспорта, изъятие бродячих собак и других хищников). Такая система охраны мест отела в прошлые годы показала высокую эффективность по сохранению молодняка - сайгака в Прикаспии (Жирнов, 1982);

- организация питомников по вольерному содержанию сайгака, джейрана и дикого верблюда поможет снизить риск потерять природные популяции и в какой-то мере гарантировать сохранение уникального генофонда этих видов. В перспективе из животных, выращенных в питомнике, можно формировать управляемые «малые» популяции для расселения и восстановления новых природных популяций на охраняемых территориях. Методика полувольного разведения и содержания в питомниках сайгака и джейрана уже хорошо отработана (Флинт, Присяжнюк, 1986;

Амгалан, 2000). Ценность джейрана и сайгака с учётом всей возможной продукции (мясо, шкуры и рога) достаточно высока по экономическим показателям и создание таких ферм вполне рентабельно. Разведение в неволе дикого верблюда в силу падения его численности может быть единственным способом его сохранения. Одновременно следует усилить охрану природной популяции верблюдов. Путем проведения борьбы с волками в местах скопления размножающихся самок дикого верблюда (родильные участки) с целью защиты молодняка от хищничества волков, которые резко ограничивают прирост популяции верблюдов, а также прекратить доступ домашних верблюдов в заповедник и его буферную зону для ограничения процесса гибридизации между дикой и домашней формой, что обеспечит снижение риска заражения паразитами и болезнями.

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 Заалтайской Гоби.

Система охраны промысловых видов - копытных, к которым относится в настоящее время дзерен, и ведения охотничьего хозяйства должны включать организацию экологического контроля (мониторинга) состояния популяций и среды обитания. Для дзерена, как широко мигрирующего вида, количественные учеты предпочтительно проводить ежегодно в сезоны, когда поголовье более равномерно размещено по территории, т.е. весной (апрель - май) и осенью (сентябрь - октябрь), что позволит оценить численность после зимовки и выявить прирост поголовья после размножения. Желательно один раз в 2 года проводить наземное обследование с выявлением мест концентраций размножающихся самок в так называемых родильных домах, что даст объективную экспертную оценку численности основного репродукционного ядра в зоне оптимума этого вида в Восточной Монголии.

Ведение охотничьего (промыслового) хозяйства предусматривает поддержание оптимальной - хозяйственной численности и структуры с учетом потенциальных возможностей воспроизводства и состояния среды обитания. Оптимальный режим промысла в первую очередь определяется нормами изъятия, составом добываемых животных, сроками и способами добычи, которые должны быть адекватны состоянию популяций (ежегодный прирост, размеры смертности и т.д.). Наряду с традиционными методами ведения охотничьего хозяйства необходимо внедрять новые формы использования ресурсов путем организации специальных охотничьих ферм с полувольным содержанием дзеренов в вольерах-загонах. Такая форма позволяет сочетать интересы охотничьего хозяйства и оптимального землепользования в засушливых областях (Насимович, 1970 и др.).

Реализация мероприятий сохранения устойчивых популяций видов, обитающих в приграничных регионах, к которым относится дзерен, может быть успешной на основе тесного международного сотрудничества между Монголией, Россией и Китаем - странами, владеющими ресурсами диких копытных уникальных видов Центральной Азии. Необходимость такого сотрудничества прямо вытекает из двух международных соглашений: Конвенции по мигрирующим видам (Бонн, 1983) и Конвенции по биологическому разнообразию (Найроби, 1992), которые рассматривают мигрирующие виды в качестве уникального компонента биоразнообразия в глобальном масштабе. К этому призывают сообщества стран и Международный союз охраны природы (IUCN) в части необходимости организации трансграничных охраняемых территорий (Sandwith et al., 2001), которые несомненно могут обеспечить сохранение мигрирующих видов млекопитающих, в том числе и доминантных видов-копытных в аридных экосистемах Монголии и приграничных территорий сопредельных стран.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амгалан Л. Охрана и био-экологические особенности джейрана (*Gazzella subgutturosa*). Автореф. дисс. канд. биол. наук. Улан-Батор. 2000. 29 с.
2. Банников А.Г. Новый вид сайги из Монголии // Докл. АН СССР. 1946. Т.51. № 5. С.397-399.
3. Банников А.Г. Млекопитающие Монгольской Народной Республики. М. АН СССР. 1954. 669 с.
4. Банников А.Г. О популяциях марала на хребте Богдо-Ула // Экология. 1974. № 6. С.71-73.
5. Барышников Г. Ф., Крахмальная Т.В. История и систематика сайгаков // Вестник зоологии. 1994. № 4-5. С.48-54.

6. Бучинский И.Е. Засухи и суховеи. Л. 1976. 214 с.
7. Гангаа Ж. Золото заповедников Монголии продолжает притягивать внимание // Монголия сегодня. 2004. № 19 (116). С.5.
8. Гейтнер В.Г., Насимович А.А., Банников А.Г. Млекопитающие Советского Союза. Парнокопытные и непарнокопытные. М. Высшая школа. 1961. Т.1. 776 с.
9. Грачев Ю.А., Бекенов А.Б. Сайгак в Казахстане // Териофауна России и сопредельных территорий. М. 2003. С. 97.
10. Гунин П.Д., Востокова Е.А., Матюшкин Е.Н. Охрана экосистем Внутренней Азии // Тр. Российско-Монг. компл. биол. экспедиции РАН и АНМ. М.: Наука. 1998. Т. 40. 220 с.
11. Гунин П.Д., Золотокрылин А.Н. Общие черты климата // Пустыни Заалтайской Гоби. М. 1986. С. 27-29.
12. Динесман Л.Г., Болд Г. История выпаса скота и развития пастбищной дигрессии в степях Монголии. Историческая экология диких и домашних копытных. М. Наука. 1992. С. 172-217.
13. Дуламцэрэн С., Амгалан Л. Современное состояние распространения, размещения и численности монгольского сайгака (*Saiga tatarica mongolica*) // Природные условия и биологические ресурсы Большого Гобийского заповедника. Первая научная конференция. Улан-Батор. 1995. С.46-51 (на монг.яз.).
14. Жирнов Л.В. Экологические основы охраны копытных аридной зоны Евразии // Сборник научных трудов. МВА. 1978. С.36-55.
15. Жирнов Л.В. Возвращенные к жизни (экология, охрана и использование сайгаков) М. 1982. 224 с.
16. Жирнов Л.В., Ильинский В.О. Большой Гобийский заповедник – убежище редких животных пустынь Центральной Азии. М.: ЦМП ГКНТ СССР. 1985. 130 с.
17. Кирилюк В.Е. Редкие виды млекопитающих юго-восточного Забайкалья (биологические основы сохранения и использования сайгаков). Автореф. дисс. канд. биол. наук. М. 1997. 27 с.
18. Красная книга РФ. М. 2001. 324 с.
19. Кучерук В.В. Степной комплекс млекопитающих в фауне Палеарктики // География населения наземных животных и методы его изучения. М. 1959. С. 45-83.
20. Лхагвасурэн Б. Охрана и анализ факторов ,влияющих на распространение и численность монгольского дзерена (*Procapra gutturosa*) Автореф. Дисс. канд. биол. наук. Улан-Батор. 2000. 27 с.
21. Луцкекина А.А., Неронов В.М., Шурхал А.В. Структура ареала, внутривидовая изменчивость и вопросы рационального использования запасов монгольского дзерена // Прикладные аспекты программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера». М. 1983. С. 134-146.
22. Мирошниченко Ю.М. Динамика степной и пустынной растительности в центральной части МНР. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Л. 1967. 19 с.
23. Насимович А.А. Африканские дикие копытные и их использование // Проблемы животного мира Африки. М. 1970. С. 53-57.
24. Переладова О.Б., Луцкекина А.А. Первые экстренные меры по поддержке охраны калмыцкой популяций сайги // Степной бюлл. 2001. № 9. С.56-58.
25. Рашек В.А. Кулан как жизненная форма пустыни и полупустыни // Тр. ВСХИЗО. 1973. Вып. 63. С. 45-51.
26. Слудский А.А. Джуты в евразийских степях и пустынях // Тр. Ин-та зоологии АН Каз. ССР. 1963. Т. 20. С. 5-88.
27. Соколов В., Жирнов Л., Еремеев А., Шуваев Ю., Висяцев Г. Валютная лихорадка и сайгаки // Охота и охот. хоз-во. 1991. № 4. С. 1-3.
28. Федосенко А.К. Архар в России и сопредельных странах. М. 2000. 291 с.
29. Флинт В.Е. Стратегия сохранения редких видов в России: теория и практика. М. 2000. 328 с.
30. Флинт В.Е., Присяжнюк В.Е. Состояние популяций, охрана и перспективы восстановления популяций джейрана в СССР // Охрана и перспективы восстановления численности джейрана в СССР. 1986. С. 3-8.
31. Цэрэндулам Р. Кормовые ресурсы МНР. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Улан-Батор. 1975. 37 с.
32. Чогдон Ж. Обводнение пастбищ. М. Колос. 1980. 255 с.

33. Юнатов А.А. Основные черты растительного покрова Монгольской Народной Республики. М.-Л. Изд-во АН СССР. 1950. 224 с.
34. Юнатов А.А. Пустынные степи в северной Гоби в Монгольской Народной Республике // Биологич. Ресурсы и природн. усл. МНР. Л.: Наука. 1974. Т. 4. 130 с.
35. Chan S., Maksimuk A., Zhirnov L. From steppe to store the trade in saiga antelope // Traffic International UK. 1995.46 p.
36. Ecosystems of Mongolia. The Map. Scale 1:1000000 (Gunin P.D., Vostokova E.A., Eds.). Moscow. 1995. 15 p.
37. Dulamseren S., Amgalan L. Mongolian saiga (*Saiga tatarica mongolica*) // Mammalogical studies in Mongolia and its adjacent territories. 2002. N 24. p. 64-70.
38. Gunin P.D. Component B. Conservation Areas/Wildlife. Final Report. Ulaanbaatar. November. 1993. 66 p.
39. Gunin P.D., Vostokova E.A. (eds.) The map Ecosystems of Mongolia. Scale 1:1000000. Moscow. 1995. 15 sheets
40. Gunin P., Vostokova E., Dorofeyuk N., Tarasov P., Black C. Vegetation Dynamics of Mongolia. Kluwer AP. 1999. Geobotany 26. 233 p.
41. Hare J. The wild bactrian camel (*Camelus bactrianus ferus*) in China: The need for urgent action. 1997. Oryx 31. pp. 45-48.
42. Mix N. et al. Status and distribution of wild bactrian camel in Mongolia // Ecology and conservation of wild bactrian camel. 2002. pp. 39-48.
43. Mongolia Environment Monitor. The World Bank Office. Ulaanbaatar. 2003. 37 p.
44. Mongolian Red Book. Ulaanbaatar. 1997. 388 p.
45. Sandwith T., Shiene C., Hamilton L., Sheppard D. Transboundary Protected Areas for Peace and Cooperation // Best Practice Protected Area Guideliner. IUCN – The World Conservation Union. 2001. N 7. 52 p.
46. State of the Environment Mongolia. UNEP. 2002. 79 p.
47. Tulgat R. Causes of changes in the population size and distribution of wild bactrian camels in the 20th century // Ecology and conservation of wild bactrian camel. Ulaanbaatar. 2002. p. 49-62.
48. Tumenbayar B., Grayson R., Murray W., Delgertsoo Ts., Tuul V. Illegal hard-rock gold miners of Mongolia // Science for Watershed Conservation. Ulan-Ude. 2004.p. 122-123.
49. Tumurbaatar E., Myagmarsuren D. The current situation and main issues in Protected Areas of Mongolia // Research of Environmental Changes. Ulaanbaatar. 2000. p. 61-70.

PROBLEMS OF CONSERVATION OF UNGULATE ANIMALS IN ARID ZONES OF MONGOLIA

© 2004 L.V. Zhirnov¹, P.D. Gunin, S.N. Bazha, Ya. Adya

¹ A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS,
119071, Moscow, Leninsky prosp., 33, Russia

² Institute of Biology MAS, Ulaanbaatar, Peace avenue, 51

Wild ungulate animals play important role in biogeocoenoses of steppes, semi-deserts and deserts, and their lost from the structure of ecosystems leads both to declining of biodiversity level in arid biomes and degradation of the ecosystems. Within arid zone of Mongolia a territory was chosen as a model region where ungulate animals continue to be a significant part of ecosystems, but state of some populations differ according to their protection status. From 6 species only black-tailed gazelle is legal object for regular hunting. Other 5 species, namely, wild camel, Asian wild ass, Mongolian saiga, goited gazelle, Darwin's mountain mutton are included into Mongolian Red Book (1997) as rare, and taken under strong protection. Special nature reserves, national parks, etc. have been created for them.

The aim of the paper presented is to define primary strategic approaches to save stable populations of the wild ungulate animals in ecologically different natural zones depending on limit factors both natural and anthropogenic.

Estimation of the populations' state of all the species mentioned was carried out according to criteria, which is in the ecological passport reflecting the main parameters such as area; number; dynamics; spatial structure; reproductive potential; and so on as well as provision with a net of protected territories.

As a result, principal factors were revealed that determine populations' state and resistance to the following external influences:

1. Irrational forms of nature management of arid territories (plowing, amelioration, road construction, overgrazing, saksaul cutting, etc.), which lead directly and indirectly to area shortage, disturbance of seasonal migrations and spatial structure. As a result, there happens the area separation into isolated spots; the effective number of a population declines; sensibility to abnormal weather influence increases.
2. Both legal and illegal hunting has been a power factor since ancient times till nowadays. Wild ungulate animals has always been the game for Mongolian folk. Especially serious damage was inflicted to the populations at the beginning and middle part of the XX century when hunters became to use long-range riffles, and today negative effect of illegal hunting is redoubled by auto transport use.

As a rule, anthropogenic impact goes on the background of extreme weather conditions that disturb populations' stability, and number of animals decreases sharply. This instable state of the environment in arid zones creates high vulnerability of populations. One should take into account the above-mentioned environment quality while developing strategies to protect populations of wild ungulate animals. The ecological meaning of weather anomalies is determined by frequent repetition of spring and summer droughts – 5-6 times from 10 years, and winters with high snow cover – 1-3 times from 10-12 years.

Thus, development of an optimal system to manage populations of wild ungulate animals must include the population-species principle on the base of which it is possible to realize protective strategies for species and separate populations under changing weather and social-economic conditions. The knowledge of the species' adaptive limits which were developed during evolution of different biological (life) forms of the ungulate animals (settled or migratory, flock or solitary way of life; reproductive potential) is an important part of these strategies. Analysis of 6 species' populations and primary types of their interrelations with the environment is based on the principles of the wild ungulate animals conservation conception in arid zones. The main of these are:

1. It is necessary for normal functioning of natural ecosystems to save stable populations of wild ungulate animals as environment-creating components; otherwise the ecosystems degrade and break down.
2. Wild ungulate animals represent a unique genetic fond of biodiversity in Eurasian steppes and deserts, and its conservation must be considered as a valuable component of national wealth not only for Mongolia, but also for the whole world community.

===== СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =====

УДК 634.0.434+551.04

РЕЛИКТОВЫЕ ЛЕСНЫЕ СООБЩЕСТВА КАК ИНДИКАТОРЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

© 2004. Г. Цэдэндаш, Ч. Дугаржав

Институт ботаники АН Монголии, Улан-Батор, пр-т Жукова, 77

Сохраняющиеся на границе леса и степи небольшие изолированные лесные массивы, рощи и отдельные деревья могут послужить важным научным материалом при реконструкции климатических изменений. В Монголии эти островные массивы и одиночно стоящие вековые деревья в течение долгого времени предохранялись от вырубki благодаря религиозным верованиям, и поэтому они, с одной стороны, могут являться носителями ценных генетических свойств, а с другой – хранить информацию о колебаниях климата.

Исследования проводились в национальном парке Хустай Нуруу, расположенном в 95 км к северу от Улан-Батора (105°40'-106° 37' с.ш. и 47° 35'-47° 52' в.д.). Лесопокрываемая площадь составляет 1850 га. Лесные сообщества Хустайн Нуруу являются южной оконечностью евразийской тайги, поэтому их охрана – международная задача.

В начале голоцена хвойные леса из сосны и лиственницы преобладали в данном регионе, но позже, особенно в течение последних 2000 лет, хвойные постепенно уступают место мелколиственным породам – березе и осине, как результат аридизации. Площади, занимаемые осиной, значительно увеличились за последние 50 лет благодаря пожарам.

Доминируют деревья VII-IX, V-VI и II-II классов возраста; самые высокие достигают высоты 15,5, 13,5 и 6,5 м. Полнота составляет 0,5, обнаруживая низкую биологическую продуктивность древостоя. Естественное возобновление плохое. Максимальный прирост по диаметру дерева достигают в возрасте 30-45 лет, а по высоте – в 10-40 лет.

Исследования хода роста показывают, что неблагоприятные климатические изменения, пожары и нападения вредителей воздействовали на насаждения Хустайн Нуруу 50-55, 20-30 и 1-5 лет назад. Годичные кольца древесины были особенно узкими за годы 1953, 1957, 1970, 1987-1989, 1996 и 2001. Из этих лет 1953 и 1996 гг. отличались значительной засушливостью, в 1957 и 1970 гг. имели место лесные пожары, а в 1987-1989 и 2001-2003 гг. леса подвергались нападению вредителей.

К настоящему времени 31 % лесов Хустайн Нуруу деградировано в сильной степени, 29,6 % – умеренно и 39,4 % – слабо.

У берез до 2/3 кроны повреждается насекомыми. Возобновление березы возможно только корневыми отпрысками. В течение последних нескольких лет, с тех пор как здесь появилась *Lymantria dispar*, погибло вследствие повреждения филофагами 70-90 % осиновых лесов и 40 % березняков. Постоянное увеличение числа листогрызущих насекомых в степной зоне может указывать на общие процессы аридизации.

Кроме того, плохое ведение лесного хозяйства служат дополнительными внешними негативными факторами деградации лесных экосистем. Необходимо также контролировать численность оленей, оптимальная численность которых составляет 10-20 голов на 1900 га.

Аридизация, изменение водного режима и т.д. ведут к сокращению лесопокрываемых площадей Монголии, а островные леса – к полному исчезновению. Наряду с организацией их изучения и мониторинга, требуется посадка деревьев. Такой опыт уже имеется в случае Хустайн Нуруу.

RELICT FOREST COMMUNITIES AS INDICATORS OF CLIMATE CHANGE

© 2004. G. Tsedendash, Ch. Dugarjav

Institute of Botany, Mongolian Academy of Sciences Ulaanbaatar, Jukov-77

Southern forest border has a close contact with vast steppe territories. There are groves and single trees amidst mountain steppes and river valleys. They are separated from the forest bulk of Northern Mongolia. Local people consider these trees and groves as sacred, "shaman trees" or even have the name "mother-tree". Thus they are preserved from cutting for a long time and so they can be a reserve of rare genotypes because of a need for them to survive under extremely difficult conditions and reach very old age. Besides, these trees keep valuable information about climate changes in a big time scale.

During past years we have being paid particular attention to such trees. There was conducted a number of forest and dendro-chronological investigations. As a rule, the objects of study are larch, birch and elm; more seldom – pine and poplar. Larch usually is up to 450 years old, and birch and elm are not older than 130-150 years. Soil analysis under the groves shows a forest genesis of the soils, but afterwards they have lost (or are losing) their forest features.

Composition of undergrowth and living cover points out almost complete exchange of forest vegetation into steppe or meadow one.

So, we can observe that insular forests decrease their areas. It can speak both about negative climate tendencies and anthropogenic impact, in particular, livestock overgrazing, which leads to undergrowth annihilation. The present report is about investigations of influence of climate change on separated forest ecosystems in Mongolia.

The Mongolian forest covers area on the edge of the steppe and the desert of the central Asia, on the Khentii, Khangai, Huvsgul, and Altai mountain ranges, which belong to the watershed of the biggest three basins of the Northern Ice Ocean, Pacific Ocean and the inner streams. The front end of the forest borders with the vast steppe and particularly in that area of Mongolia there are lots of groves and linear forests. The total forest covered area of Mongolia is 17.5 million ha, 74.2% of which is forest and 25.8% *Haloxylon* communities. This means that 8.1% of the total area of the country is covered with forest, or 6.5% without *Haloxylon*.

According to the paleo-climate studies in the territory of Mongolia there were three glaciations and the last occurred at the beginning of the Quaternary era. The spore-pollen analysis approved that at the beginning of the Holocene period the glaciers in the northern part of Mongolia melted considerably and coniferous forest steppe dominated at the outskirts of the Khentei and Khangai mountains (Paleobotan. Research, 1981).

Coniferous forest was dominating at the Boreal Period (12000-8000 years ago), later during the Atlantic period (between 8000-4000 years ago) with the increase of water and humidity cold taiga increased step by step and at the Sub-boreal period (4000-2600 years ago) there were much more taiga elements such as *Spruce* and *Cedar* than nowadays. Since the sub-Atlantic period or 2600 years ago humidity has been decreasing and the weather has been getting warmer and drier with a result that the area of *Spruce* and *Cedar* taiga has been decreasing since that period.

Currently spruce forest is found only on the cold peaks of high mounts like Khentei (1900 m a.s.l.) and Khangai (2200 m a.s.l.), and cedar forest is spread only on the inversion valleys with flood plain frosts, those indicate the tendency of weather warmth and aridity.

Moreover the amount of the wooded steppe zone plants which remained on the Lkhachinvandad mountain, the grove, linear forest, sparse trees at the front outskirts of the Khentei mount, southern range of Khangai mountains, on the Gobi Altai mountain and on the Mongolian Altai mountain range, isolated Cedar forest of Khogno-Khan, spruce forest on the south-facing slope of Bogd Khan mountain, isolated spruce forest in Bulgan sum of Arkhangai province, the last single pine-trees on Tumentsogt mountain and Khustai mountain range clearly prove the removal of forest distribution (Tsedendash, 2000). For the past century 40% of the total forests have been affected by anthropogenic impact and 4% of that have transferred to non-forest ecosystem (Krasnoshekov et.al., 1990).

The average temperature in Mongolia has got warmer by 1.5 degrees for the last 60 years and the gradually increasing content of CO₂, CN₄ gases called as “greenhouse gases” shows the tendency by the year 2070 the average annual temperature will increase by 2-3 degrees comparing to now (Batjargal et al., 1998).

A period of droughts and a period humidity have always taken turns throughout the long history of Mongolia. Since III BC, in territory of Mongolia three times there have been periods of great droughts, which occurred between II-IV, VII-X, and XV-XVII AD, as well as three periods of humidity which occurred between III BC - I AD, IV-VII and XI-XIII AD.

The periods of middle 1880s, 1900-1915 and 1937-1952 were quite dry but the periods between 1890-1900, 1920-1935, 1953- 1961, and 1970-1976 were with quite much precipitation. According to the meteorologists’ observation three times between 1941-1950, once between 1951-1960, once between 1961-1970, twice between 1971-1980, and 4 times between the period from 1981 to 1990 there were droughts throughout the country.

Numerous rivers and streams of the Dessert Steppe region dried up during the period between 1937-1950 and 1980s. At the end 1980s Orog lake, Ulaan lake and the Taatsiin Tsagaan lake dried up and the water level of the rivers Ongi, Tui, Taats lowered because of droughts. In the spring 1997- 1998 the Tuul river in Ulaanbaatar dried up. The materials of water recourse census carried out in 2003 show that altogether 683 rivers, 1484 streams, 10 mineral springs and 760 lakes and ponds had dried up.

One of the outcomes of the droughts is forest and steppe wildfire. During the period between 1991 and 1995 years 858 times there was forest and steppe fire where 3.3 million ha of forest and 19.1 million ha of pasture land burnt. In 1996, 10.2 million ha of forest and pastureland were affected by 386 forest and steppe fires. During 1997-1998 there were 350 forest and steppe fires where 21 million ha of forest and steppe were affected.

Floods, too much snow and zud are the further consequence of general changes of the climate. During the period between 1996-1998 54 floods occurred in Mongolia and there were zuds in 1944-1945, 1950, 1967-1968, 1976-1977 because of what, about 20 million domestic animals were perished.

On the one hand we can consider that for Mongolia droughts are natural phenomena that is repeated within certain period of time, but on the other hand the droughts are becoming more frequent, longer, and with wider range.

We can clearly witness the weather warmth and aridity in those areas of Mongolia where there is taiga and forest. There are also anthropogenic and social impacts such as forest logging, fire, increasing number of pests, livestock pasturing, technical and human pressure that have bad effects on the nature.

During the period since 1940 to 1990 logging business was so intensive that in some years 2 million cubic meters of wood were cut. For the last few years 1.3 million cubic meter of wood, 1000-1500 tons of *Haloxylon* have been used as fuel annually. Except that approximately 0.5-0.9 million cubic meters of wood are being prepared for the industry use every year.

As a result of climate evolution such as droughts, humidity and warmth in decades and centuries the regions of the nature and the ecosystem may evolve and one region might change with another one.

The evident of the process of aridity and desertification is easily observed at the verges and clues of the forest rather than in the desert and steppe zones. But it is clearly revealed distribution. In Mongolia Khustain mountain range is one example of the process of aridity. The region has been taken under special protection as a National Park since 1998. One of the basic reasons for that was to bring the Takhi, which became an extinct in Mongolia in 1950s, from Holland and acclimatize it’s native land.

The figures and statistic analysis of the research carried out on the Khustai mountain range which represent the general tendency of aridity taking place in territory of Mongolia are described in that paper.

Research methods

Research methods of V.N. Sukachev and S.V. Zonn (1961) have been used in the research works of indicating the structural, compositional and belt features of forest vegetation. The forest vegetation records 20 x 20 meter-area were made, the percentage of plant covered area was calculated and the plant community was defined by dominants and subdominants. Methods broadly used in Russia have been used in measuring

the forest area, stock and forest mensuration characteristics (Anuchin, 1978). Borer samples were used in identifying the age of the forest trees.

A research on forest rehabilitation process was carried out through calculating the rate of genus, generation of the trees in 10 x 10 m – 20 x 20 m area and transferring the rate 1 ha area.

The forest dendro-chronology research was carried out through the sample drilling methods that have been broadly used in Germany, Russia and the USA for the last few years and processed by the "TSAP-3" computer program.

While identifying the rate of ruined trees we divided them into three groups like: highly withered, medium and low. We graded the area N-1, if 70-100% of the forest of the area is withered, N-2, if 30-70% is withered, and N-3 if this number is below 30%.

Research outcomes

Khustai National park covers 50600 ha area, 95 km away from Ulaanbaatar to the North, between the eastern longitude 105°40'-106° 37', the northern latitude 47° 35'-47° 52'. From that area 1850 ha is covered with forest. The higher points of the area is 1843 m from the sea-level, and the high middle mountain range, which are 1300-1500 m high from the sea-level, occupies the most part of the park area.

The main range of Khustai mountain, with north-facing slope, is full of big canyons, in the south facing slope there are lots of steep rocks, crags and talus, and on the top of the mountain, there are big cliffs and bluffs. There are quite many small rivers and streams like Moilt river, Khushuut bulag, Ekhen us, Tariitiin river, Bayangiin river and Jargalant surrounding the mountain range. According to the classification of plants and geology the locality belongs to the forest steppe circuit of Mongol Daguur (Grubov, 1955; Ulziikhutag, 1989).

The forest of Khustai mountain range belongs to forest system of Khentei mountain range and occupies the south-western part of it. At the beginning of the Holocene period coniferous trees like pine-tree and larch were dominating in that region and later, specially for the last 2000 years coniferous trees became extinct step by step as a result of the general aridity process and birch tree started to dominate.

For the last 50 years several times there has been forest fire that lead the pine-tree to a full extinct and Aspen area have been intensified. A birch of the earliest generation that exist now goes back to 1906, when there was pine a tree mixed forest.

The area was quite crowded and traffic as animal husbandry and agriculture had been run until the region was taken under special protection. That also one of the reasons for numerous fires occurred on the mountain. The physiological intensity of the forest trees affected by fire is much weakened, therefore is leads to the increase in forest foliaphagous.

Increased foliaphagous have been enfeebling the forest for the last 10 years.

The forest plantation researches carried out by the National Park in 1998 and 2003 showed that the forest distribution, structure and belt depends on the earth relief and elevation.

For instance, on the front side of the Khustai mountain birch and aspen grow only as grove, whereas on the north slope of the mountain there is subtaiga belt forest. That big continuous forest, actually, is the source of considerably bigger streams like Khushuut spring. The specific forest vegetation above 1800 m height near the top of the mountain consisting of bush birch reveals the features of subgoltsy belt. The distribution of groves on the tops of Khustai are the impact of steppe, surrounding the area. Steppe plants basically dominate those groves.

The Khustai mountain range is surrounded by the dry steppe and mountain steppe of Mongol Daguur, therefore the area is considerably affected by desert impacts and the vegetation is rather mixed. For example, the forest mainly consists of bushes like *Betula platyphylla*, *Populus tremula*, Syberian-North Mongolian elements like *Cotoneaster melanocarpa*, *Betula fruticosa*, *Spiraea media*, *Ribes diacantha*, *Rosa acicularis*, *Crataegus sanguinea*, Mongolian steppe element - *Amygdalus pedunculata*, mountain steppe element like *Dasifora fruticosa*. Also lots of forest plants and moss like *Aconitum barbatum*, *Atragene sibirica*, *Dianthus superbus*, *Anemone crinita*, *Lathyrus humilis*, *Iris ruthenica*, *Fragaria orientalis*, *Aconitum septentrionale*, *Rhytidium rugosum*, cryophytes like *Festuca ovina*, arid zone vegetation like *Calamagrostis*, *Elymus* and

Bromus and steppe plants like *Buplerum scorzonerifolia*, *Oxitropis filiformis*, *Leuzea uniflora*, *Veronica incana*, *Stellera chamaejasme*, *Pulsatilla ambigua*, *Stipa Krylovii* grow there.

The research revealed that the types of mixed-herbs sedge birch forest, sedge-grass-*Calamagrostis* birch forest, sedge-*Spiraea* birch forest and sedge grass aspen forest are characteristic for the Khustai mountain range.

From those the mixed-herbs sedge birch forest and sedge-*Spiraea* birch forest types are the most widespread types and are considered as a long duration secondary type. But under impact of weather warmth, forest fire and increased pests narrow types are formed and the birch forest is being replaced with aspen forest type. On the Khustai mountain range the content percentage of aspen forest is increasing year by year. Comparing to birch trees the leaves of aspen trees are eagerly eaten by *Lymantria dispar*. For an aspen tree, eaten by the *Lymantria dispar* there are only two ways: whether to sprout again or wither at all.

In the mixed herbs-sedge birch forest type the plants like *Carex pediformis*, *Vicia baicalensis*, *Geranium pseudosibiricum*, *Lathyrus humilis*, *Rubus saxatilis*, *Artemisia lacinata*, *Thalictrum minus*, *Galium borealis*, *Artemisia sericea*, *Galatella dahurica* mostly dominate.

Sedge- *spiraea* birch forest type is widely spread on other mountains like Khentei, but on the Khustai mountain range it is not widespread. Here mostly *Spiraea media* dominates, but under is there is a lot of abundance of sedges and uneven grass.

But the plants mostly found in the narrow type are *Calamagrostis obtusata*, *C. epigeios*, *C. pseudophragmites*, *Bromus inermis*, *B. Pumpellianus* etc.

All of those types represent the arid ecology types. The increase of the percentage *Calamagrostis pseudophragmitis* and *C. epigeios* up to 15-20% in some places reveals the aridity process taking place on the Khustai mountain range. Moreover, the decreasing amount of forest elements such as *Anemonia crinita*, *Atragene sibirica*, *Pyrola incarnata*, *Majanthemum bifolium*, *Achellia millifolia*, *Ranunculus japonicus* indicates the intensive aridity process. The forest vegetation research shows the tendency of even more intensive desertification process.

One of the main elements of forest vegetation is Bryoflora. The research showed that 90 species, 51 genus and 24 families of mosses, exist on the Khustai mountain range, of which taiga species account for 23.3%, broad-leaved forest species for 31.1, high mountain species for 16.6, steppe species for 4.4, and cosmopolitan plants account for 3.3%. From those figures we can see that broad-leaved forest species dominate among the mosses family on the Khustai mountain range. It means that the mosses of the region are of very ancient origin and it proves that in tertiary era there was broad-leaved forest in the region.

Most of those broad-leaved forest species are only relict species and those are Epiphytes and Epilithophytes (Tsegmed, 2004). There are not any green mosses, the real taiga indicator.

The forest and grove of the mountain were divided in 100 parts according to the dominating tree structure and ratio of degradation. Of the forest on the Khustai mountain range 31% is over degraded, 29.6% middle degraded and 39.4% weak degraded. VII-IX, V-VI, II-II class age trees dominate on the Khustai mountain range, the tallest of them are 15.5 m, 13.5 m, 6.5 m high. The trees' average growth class is V, and density is 0.5, which reveals low forest productivity of the region and poor fertilization. 1450-9087 trees grow in one-hectare area.

The forest rehabilitation is poor and under impact of grass rivalry birch trees are sprouting only through root sacker. Aspen also sprout through root sacker. Among the degraded and normal forests no germination, growing through seeds has been recorded.

The research showed that the main average increase in diameter reaches the maximum level at the age of 30-45 (0.20 cm per year, in average), and further the intensity gradually falls, at the same time at the age of 20, 55, and 75 the growth of the trees rapidly fall.

Main average increase in height reaches the maximum level at the age of 10-40 (0.24-0.26 m) and further the intensity gradually falls.

The growing process indicates that the region was affected by unfavorable climate impacts, fires and pests 50-55 years ago, 20-30 years ago and 1-5 years ago. Especially, the last 5 years were a period of extra-aridity, which caused increase of forest pests; therefore the intensity of growing process rapidly fell.

Naturally birch tree of the mountain range grow 90 years and longer. Because of external factors the next generation is formed with different structures. A research analysis made on the borer sample from a tree on the Khustai mountain indicates that for the past 50 years' period the tree had been affected by external factors six times. For instance, sizes of tree rings for the years 1953, 1957, 1970, 1987-1989, 1996, 2001 were small. From those the years 1953 and 1996 were considerably dry the tree rings certainly had been narrowed because of changes in climate. But in 1957 and 1970 forest fire occurred, in 1987-1989, and 2001-2003 there was forest insects increase. Except old birches aspen trees of all ages have withered.

52 species of physiology insects exist in the Khustai National Park; among those there are 42 foliophagous species and 2 dendrophagous species. Big number of foliophagous species especially harmful for birch and aspen forest. Those may eat up the leaves and make up a favorable surviving environment for the tree eating species of insects.

A research carried out in that area showed that 2/3 part of the birch crown had been destroyed by insects; the birch was rehabilitant only through the root sucker. Great number of trees of the region has withered for the past 10 years' period as a result of continuous affect of insects. 70-90% of aspen forest, 40% of birch forest has withered for the last few years, since *Lymantria dispar* appeared in the forest. Therefore one big reason of the aridity process taking place on the Khustai mountain is increase of *Lymantria dispar*. The constant increase of forest insects in the steppe zone indicates the sing of general aridity process.

One more factor mainly affecting the forest and grove of the Khustai mountain range is overgrow in number of *Cervus elaphus sibiricus*.

Central point of the Khustai National Park is forest. Illegal hunting of deer, on the Bogdkhan, Khugnukhan and Batkhan mountain, where there are considerably big numbers of deer, led to movement of them to the Khustai mountain. It has been showing counter influence on the natural ecosystem of the mountain, especially trees and shrubs. Considerably more number of rangers and guard on the Khustai mountain, comparing to those other mountains also laid down the conditions for the deer to dig in there.

Density of the deer inhabiting on the Khustai mountain is 300-400 per 1000 hectares, which is 30 times more than normal. According to the research carried out by S. Dulamtseren (1977) in August and October green and yellow leaves of Birch tree accounted for 70-80% of the doe flow. In winter woody and shrubby content of deer fodder raises up to 70-80%. The research showed that in winter the deer eat birch leaves and its young shoots, ruin the bushes and mosses, eats the young the parts of shoots of bushy and shrubby plants grown above the snow level, in spring, before dropping its horn deer rubs against young birch trees and aspens, when sap rises it eats the cambium with aspen sap, and eats young shoots and young leaves coming out of the root buds. Therefore we can conclude that remains to be one of the biggest factors limiting the rehabilitation of the Khustai mountain forest. The increase of deer led to growing number of wolves. Therefore carrion of deer is found everywhere. It causes the increase of raptors like vulture, crow and magpie in the area. That reveals the loss of ecosystem equivalency of the region. It has not been the goal of taking a region under a special protection area.

As a result of rarefaction of forest crown, certain changes started to occur in regime of the frost at the back and on the top of the main elevation of Khustai mountain. The increase of the Khushuut stream water in September 2003 explained as an outcome of melting frost. A new stream appeared near the source of the Khushuut stream in September 2003. It is obviously a result of melting frost that a stream with 2 liter per second discharge came out. Those might be the last springs on the Khustai mountain. Because of almost full withering of the aspen and birch forest near the source of the Khushuut stream or the main range of Khustai mountain, sunlight brightened, which melted the frost, therefore the water level increased. According to researches, in September the frost at 1 m level of the soil melts and by October it reaches the "max" depth (National Atlas, 1990). So we can imagine that the permafrost at 1m level at the back top of the mountain started to melt.

Streams and springs of that kind of source dry up as soon as the permafrost melts up till the end and don't flow again for many years until the forest rehabilitation and come to the previous state. Those kinds of changes in the frost regime are also a proof of the general aridity process. From 100 pine-trees, and 120 young larch trees that were planted in May 1998 in order to recover the forest of Khustai mountain range only 8 pine trees and 35 larch trees had been growing successfully by September, 2003. All the buds and young shoots had been destroyed by deer. On the 40-meter linear area, where seeds of pine were sowing, only 48 of 10-20 cm high, five-year old young pine-trees were counted. Therefore we can conclude that if we

can protect the shoots from deer, the soil of Khustai mountain range is very favorable for pine-tree seeds to sprout. The extremely large number of deer has ever been showing reverse effect on the ecosystem of the region.

Conclusion and practical recommendations

The grove and linear forests in frontier part of the general forest area of Mongolia have their own specific ecosystem. Through their present state, rehabilitation system and further dynamic tendency we can explore the general aridity and desertification process, taking place in the territory of Mongolia.

According to the research carried out on the Khustai mountain range the forest area of Mongolia have been shriveling. There are several basic human and animal factors as well as natural impact causing the withering of the forest and grove of the area.

The overall aridity process taking place on the earth has also been influencing the ecosystem of the region. Moreover insects' outbreak and wrong management have been showing external factors. The grove forest of the Khustai mountain range is the last end of not just Mongolian forest, but it is the ending part in the South of the taiga in Eurasia. Therefore protecting and saving the ecosystem of that region shows crucial importance not only for Mongolia, it has international significance.

It is necessary to make appropriate regulation and arrangement on the number of deer, inhabiting on the Khustai mountain range. In order to lay down conditions for the Khustai mountain forest to survive, the number of deer should be decreased down to 10-20 deer per 1900 hectares. One way of accomplishing that is establishing a deer farm.

Researches and monitoring should be regularly carried out on the ecosystem of the area, and systematic elimination of insects and pests through mechanic and biological methods should be ran regularly.

Khustai mountain National park is not a classic "National Park" of international status, it is rather a Protected area of Relict Ecosystem, located between the edge of general forest area and steppe of Mongolia. In Mongolia, there are many groves like that. It is not possible to protect them through reserving its nature without reach. But a greater extent human support and managing regulation are ultimately required. As a wide range aridity process, including withering of the groves, changes in the water resource and frost regime, it is necessary to planting of coniferous trees and broad-leaved trees in the withering groves of the Khustai mountain range in order to recover the regional ecosystem. The experience of 1998 proves that it is fully possible to grow pine-tree and larch on the soil of Khustai mountain range. Also aspen and birch seedlings are possible.

REFERENCES

1. *Anuchin N.P.* Forest taxation. Moscow. 1977. 511 p.
2. *Batjargal Z., R. Migiddorj, V. Ulzeesaikhan.* Climate changes and sustainable development // Ecology-sustainable development, N 2. Ulaanbaatar. 1998. P. 120-142.
3. Geocriological conditions of MPR. Tr. SSMGE., 10. Moscow. 1974. 198 p.
4. *Grubov V.I.* Summary of flora of PRM. Work of the Mongolian commission. Moscow-Leningrad. 1955.
5. *Dulamtsuren S. Khentee.* Issues of ecology and hunting the cloven hoofed mammals of the Khangai and Khentee mountain rang. Abstract by PhD in biology. Ulaanbaatar. 1977. 28 p.
6. *Krasnoshekov Yu. N., Korotkov I.A., Tsedendash G.* Methods of environmental impact assessment and chart-graphs of the present conditions of the forest ecosystem of PRM. 1990. 29 p.
7. National Atlas of MPR. GUGK USSR - GUGK MPR. UB. Moscow. 1990.
8. *Ulzikhutag N.* An outline of flora in Mongolia. Ulaanbaatar. 1989. 208p.
9. Paleobotanical research on the forests of Northern Asia. Novosibirsk. 1981. 160 p.
10. *Sukachev V.N., Zonn S.B.* Method and instructions for the research on forest types. Moscow. 1961. 144 p.
11. *Tsegmid Ts.* Structure and features of moss species on the Khustai National Park // Bot. Institution. Paper. N 14. Ulaanbaatar. 2004. 46 p.
12. *Tsedendash G., Gombosuren N.* Unique forest of Mongolia // State of Mongolian nature. Ulaanbaatar. 2000. P. 52-69.

БУДДИЗМ И ТРАДИЦИОННЫЕ ВЕРОВАНИЯ КАК ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ*

© 2004. Ю.И. Дробышев, П.Д. Гунин

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
119071, Москва, Ленинский пр-т, 33, Россия*

Прогрессирующее ухудшение состояния природной среды на большей части земного шара активизировало поиски его первопричины, которая не без основания усматривается в особенностях мировоззрения людей. Многие исследователи уже достаточно давно пришли к мнению об «антиэкологической» сущности монотеистических религий – иудаизма, христианства и ислама. Напротив, религии Востока, такие как индуизм, буддизм, региональные разновидности шаманизма, считаются высоко «экологичными». В целом, имеющиеся в распоряжении специалистов материалы подтверждают этот тезис.

В Монголии и Бурятии, где в течение последних четырех веков господствовал буддизм в его северной региональной форме, известной под именем ламаизма, экологические последствия религиозных воззрений и культов проявляются сравнительно ярко. Способы природопользования здесь в сильной мере опосредованы религиозными представлениями. Это объясняется, в частности, тем, что природная среда Центральной Азии очень ранима и неустойчива к антропогенному воздействию, и традиционная культура народов Центральной Азии, включая монголов, вынуждена была адаптироваться к существующим условиям, по возможности не внося в природу каких-либо изменений (Gunin et al, 1998). При этом духовная адаптация имела не менее важное значение, чем физиологическая и хозяйственная.

В Центральную Азию буддизм проникал трижды (ранее VI в., в XIII и XVI-XVIII вв.), и теперь мы можем оценить, как это отразилось на состоянии природы тех стран, где он одержал верх над местными религиями и традициями. Магистральным направлением его движения был северо-восток – на Монголию, Бурятию, Урянхайский край (ныне Республика Тува), где в то время господствовал шаманизм, несущий в себе мощный пласт дошаманистских анимистических верований. Нередко их в совокупности называют «культом природы», что вполне справедливо. Изучение отголосков этого культа на многочисленных материалах из Центральной и Северной Азии позволило специалистам реконструировать картину мира народов, населявших этот обширнейший регион, отличающийся очень суровыми природно-климатическими условиями. Существенным моментом следует признать веру в могущественных и грозных духов-«хозяев», неусыпно наблюдающих за каждой деталью ландшафта и, шире, - за всеми вообще предметами и явлениями, из которых складывается картина мира. Шлифованный веками регламент поведения человека в обществе и в природе не допускал произвола: за любой проступок человека ждало наказание со стороны соответствующего «хозяина». Загрязнение рек и родников, рубка деревьев или добыча дичи сверх необходимого, неуважительное отношение к огню, горным вершинам и т.д. влекло болезни, неудачи на охоте, стихийные бедствия и даже смерть, причем от гнева духов не спасало ни богатство, ни знатность нарушителя. По нашему убеждению, выработка подобных воззрений внесла значительный вклад в сохранение хрупкой центральноазиатской природы: страх удерживал людей от умышленного нанесения ей вреда.

Хорошо известно, что растекавшийся по монгольским степям буддизм сначала повел жесткую борьбу с шаманизмом, которая со временем затухла и сменилась синтезом идей и культов. Но даже в первой, достаточно агрессивной фазе взаимодействия с местными религиозными традициями буддизм был относительно лояльным к культу «хозяев», если те являлись не духами шаманов, а олицетворением сил природы. Старательно уничтожая могилы и святилища шаманов и стирая о них всякую память, буддийские миссионеры дали новую жизнь дошаманским культам, включая «хозяев» в свой и без того разросшийся пантеон. Теперь эти сверхъестественные существа не только оберегали

* Работа выполнена при поддержке ПФИ Президиума РАН «Научные основы сохранения биоразнообразия России», тема 5.3.

горы, реки и леса, но и выполняли функции устрашения «врагов веры».

Сопоставление отношения монгольских народов к окружающей среде в период масштабных захватнических войн и в сравнительно недавнее время, в целом, показывает значительное усиление экофильных тенденций. Никто иной, как ламы энергично выступали против земледелия, рыболовства, разработки природных богатств и других форм воздействия на окружающую среду. Рыба считалась священным существом, так как она «никогда не спит» и постоянно наблюдает за злыми силами. Представление о том, что рыбе неведом сон, возникло из-за ее всегда открытых глаз (на самом деле она имеет прозрачные сросшиеся веки и бодрствует отнюдь не круглосуточно). В древней и средневековой Монголии ловля рыбы была обычным промыслом, однако, в новое и новейшее время была почти забыта, откуда возникло заблуждение, будто монголы никогда не питались рыбой. Возможно, в отказе монголов от рыболовства определенную роль сыграл буддизм.

Некоторые места объявлялись священными, а, следовательно, неприкосновенными (Ширендыб, 1975). Так, асбест в горах Итэгэй и Баин-тайга не разрабатывался из-за противодействия местных властей, в частности лам. Эти горы считались священными, и раскопки на них, как считалось, могли вызвать засухи, сильные снегопады, бури (Грум-Гржимайло, 1930). Еще более известным и ярким примером заповедывания такого рода является короткий горный хребет Богдо-ула, вдоль северного подножия которого протянулась монгольская столица. Заповедный режим Богдо-улы сохраняется с XII в. до наших дней. Сначала она носила имя Хан-уул, т.е. «Хан-гора». Эпитет «Богд» («Святая») она получила в 1691 г. потому, что ей как святыне поклонялся Ундур-гэгэн – первый патриарх буддийской церкви Монголии. Все последующие патриархи также поклонялись ей. В буддийский период истории Монголии эта гора была официально объявлена священной и вовлечена в сферу буддийского культа: «Ундур-гэгэн, при покровительстве китайского императора Канси, современника Петра Великого, издал указ о святости и неприкосновенности Богдо-ула, ее лесной и животной жизни. Многочисленные ущелья (их насчитывается около восьмидесяти), ведущие в глубину гор, были заперты для охотников и истребителей леса, как они заперты монгольскими караулами и теперь... Богдо-ула доступна только созерцателям... И монголы, и русские свободно могут проникать в ее чистые девственные недра, для того, чтобы любоваться красотой высокоствольных лесов, угрюмых скал, шумных водопадов и пестрых полей с ковром благоухающих цветов, над которыми, в летний солнечный день, порхает множество бабочек...» (Козлов, 1923, с. 25).

Изменения претерпело отношение монголов к рекам. Из источников XIII-XIV вв. известно, что монголы использовали реки в военных целях, например, для захвата хорошо укрепленных городов и крепостей, но данные XIX-XX вв. свидетельствуют о бытовавших запретах на загрязнение воды, запруживание рек, изменение их русла и т.п. Являлись ли эти запреты просто частью универсального центрально-азиатского культа «своей» земли, священной родины, или были принесены из Тибета, где они тоже зафиксированы (Герасимова, 1989), вместе с буддизмом, ответить пока затруднительно ввиду того, что однозначно интерпретируемые сведения по взаимоотношениям средневековых монголов с реками в самой Монголии очень скудны.

Сказанное в какой-то мере будет справедливым и в случае анализа отношения монголов к лесу до и после принятия буддизма. Во время междоусобиц рубежа XII-XIII и конца XIV-XVI вв. лес служил скорее стратегическим ресурсом, чем местом для созерцания, а также вырубался, чтобы дать дорогу войскам. Иное можно было наблюдать в буддийской Монголии. В 1880-е гг. А.М. Позднеев описал процедуру заготовки монахами древесины для постройки кумирни: «Когда отыскано было место для постройки храма, те же цзурхайчи [ламы-прорицатели] обязаны были указать, откуда нужно было брать материалы для постройки кумирни и день, в который можно было начать самую постройку. На первый из упомянутых вопросов цзурхайчи, так как здание кумирни в данном случае предполагалось деревянное, указали брать лес с гор Хангая. Это было приблизительно верст за 300 от места постройки, хотя материал для нея можно было найти гораздо ближе, наконец еще проще, легче и дешевле можно было купить его у местных китайских торгашей, ведущих лесное дело. Все это было обойдено, ибо при самой заготовке материала надлежало совершить еще новые обряды. Отпустив с подарками цзурхайчиев, верховное духовенство монастыря Ханбо гэгэна со своим штатом, а всего в количестве 62 человек, отправилось в Хангай на место, где должно было брать материал для постройки, или, точнее сказать, рубить лес. Здесь они в течение 15-ти дней... совершали молебствия и приносили жертвы с тою целью, как объясняли мне ламы, чтобы во 1-х испросить у гениев, хранителей этого места позволение рубить деревья, а во 2-х дать знать духу каждого дерева, что жилище его будет разрушено и просить его заблаговременно куда либо переселиться, чтобы таким

образом не остаться ему без крова» (Позднеев, 1993, с. 22). В какой мере здесь проявился старый присущий анимизму страх перед духами, а в какой - уважение и даже сострадание к ним, как того требует буддизм, мы пока не беремся судить.

Пожалуй, важнейшим нововведением в Монголии, с позиций этнической экологии, был принцип *ахимсы*, т.е. непричинения вреда не только людям, но и любым другим живым существам. Этот принцип, обладающий силой морального закона, имеет очень глубокие корни в индийской культуре и разделяется всеми религиозно-философскими школами, кроме мимансы, допускающей кровавые жертвоприношения. В числе основополагающих нравственных требований *ахимса* была воспринята буддизмом и как неотъемлемая часть его вероучения распространилась далеко за пределы Индии. Нет ничего удивительного в том, что современные экологи ставят в заслугу буддизму ее «экспорт» во многие регионы Азии, однако, подобно самому буддизму, в различной этнокультурной среде принцип *ахимсы* принимал разнообразные воплощения.

В Индии нарушением *ахимсы* считается не только непосредственное нанесение кому-либо или чему-либо ущерба, но и приказ или побуждение другого к причинению вреда, а также одобрение вреда, совершенного кем-то. В силу объективных причин население Тибета, Монголии и ряда других стран вынуждено мириться с нарушением этого требования. Основу питания кочевника составляют продукты животноводства, и избежать убийства животных нельзя. Если природно-климатические условия Южной и Юго-восточной Азии позволяют людям существовать на растительной диете, то в Центральной Азии это невозможно хотя бы из-за гораздо большего расхода калорий на обогрев организма в холодном климате. Поэтому близ буддийских монастырей Тибета и Монголии появлялись мясные лавки, а монахам не возбранялось есть мясо, они лишь должны были не убивать животных сами. Понятно, что это тоже не совместимо с *ахимсой* в ее первоначальном смысле. Кроме того, запрет на причинение вреда можно было обойти, загнав животное на скалы и вынудив его броситься вниз. Ламы на время далеких паломничеств снимали с себя духовные обеты и охотились на дичь как обычные миряне. Формальным поводом к временному отказу от обетов было опасение встретить по пути разбойников, которым надо давать отпор с оружием в руках (Цыбиков, 1981). Впрочем, не менее весомым обстоятельством могла быть необходимость в питательной мясной пище в трудной дороге. Тем не менее, благотворная роль, которую сыграл буддизм в судьбе фауны Центральной Азии, не вызывает сомнений.

Вполне возможно, что обычай совершать большие облавные охоты затух в Монголии не только благодаря ослаблению центральной власти (устроение таких охот было прерогативой верховных правителей центрально-азиатских государств с древних времен), но и вследствие принятия монгольской знатью духовных обетов. Если мясоедение не считалось в Центральной Азии предосудительным делом, равно как и убийство животных по необходимости, то охота с целью развлечения порицалась однозначно¹. «Именно охотничий культ, где охотник считался грешным человеком, так как уничтожал жизнь, выработал столько экологических, на современный взгляд, норм поведения» (Иванова, 1997, с. 230).

Обычным делом в ареале ламаизма было наложение запрета на охоту или рубку леса вокруг буддийских монастырей и священных мест, число которых в старой Монголии было очень велико. В 1937 г., накануне разгрома буддийской церкви в Монголии, было учтено: дацанов – 1229, дуганов – 2753, сум – 134, ламских общин со своими храмами – 173, *джас* (монастырских хозяйств) – 3402 (Майдар, 1971). На 150 жителей приходилось одно культовое сооружение. Сохранность природы вокруг сакральных объектов, которые могли быть как естественного, так и искусственного происхождения, могла зависеть от статуса этих объектов. Иногда они имели довольно обширную «охранную зону», выражаясь в современной терминологии. Нарушителей запрета ждало отсечение руки или ноги, ослепление на один или оба глаза и даже смерть (Кычанов, Савицкий, 1975). Конечно, подобная жестокость находила благообразное объяснение: кара шла провинившемуся только на пользу, а смерть и вовсе избавляла его от новых прегрешений. Буддийские монастыри служили не только центрами распространения религиозных понятий и догм, но и, как известно, очагами

¹ Ханские облавные охоты традиционно преследовали более важную цель, чем развлечение или пополнение мясных запасов, а именно тренировку воинов, отработку слаженности боевых действий на просторах степей, так как на войне монголы применяли точно ту же тактику, что и на охоте. Надо полагать, цинские дипломаты приложили немало старания, чтобы помочь тибетским ламам в их проповеди сострадания к диким зверям среди монголов, все еще представлявших собой грозную силу.

культуры. Рассматривая роль буддизма в Монголии сквозь призму экологии, мы можем добавить, - и экологической культуры. Понятно, что сами монахи, прежде всего, были обязаны следовать буддийским правилам обращения с окружающим миром. «Пратимокша-сутра», регламентирующая поведение буддийского духовенства, требовала от принявших духовный сан соблюдения ряда предписаний, в числе которых были следующие запреты: не уничтожать растения и их семена; не употреблять воду, в которой обитают животные; не убивать никаких животных; не копать землю каким-либо инструментом, не отправлять естественные потребности в воду и на зеленую траву (Позднеев, 1993). В сложных природно-климатических условиях Монголии эти запреты, по-видимому, нельзя считать излишними. Мысль о греховности убийства живых существ, не оправданного необходимостью, прививалась ламами простым араатам и укоренилась в так называемом «народном буддизме», т.е. системе религиозных представлений простонародья, лишенной сложных философских конструкций.

Знаменитый русский путешественник и этнограф, исследователь Центральной Азии Г.Н. Потанин пришел к заключению, что буддийские святилища находятся в местах, поражающих своей природной красотой: «Приглядываясь к буддийским монастырям в течение нескольких лет, я заметил, что они располагаются или в местностях, отмеченных каким-нибудь необыкновенным явлением природы, или в вершинах горных долин, где кончаются человеческие жилища и начинается молчаливая пустыня высоких гор» (Потанин, 1898, с. 210). На эту потребность людей основывать святилища в согласии с законами красоты не мог не обратить внимание также Н.К. Рерих во время своей Центрально-азиатской экспедиции: «Кому ведомы подходы к старым монастырям и городищам Руси с их цветущими холмами и пряно пахучим бором - тот поймет, как чувствуются подходы к монастырям Сиккима. Всегда твержу: если хотите увидеть прекрасное место, спросите, какое место здесь самое древнее. Умели эти незапамятные люди выбирать самые лучшие места» (Рерих, 1992, с. 53). П.К. Козлов писал: «Не доходя Лаврана², слева, над ущельем, высоко прилепившись в скалах, красовался миниатюрный монастырь Жамьян-шадбы – летняя резиденция главного местного хутухты³. Его окружал хвойный лес, группами стоящий по склонам ущелья, где свободно и безбоязненно держатся: кабарга, лисицы, зайцы; горделивые голубые фазаны отдельными выводками спокойно расхаживают, разрывая рыхлую землю и мирно переговариваясь между собою, нисколько не чуждаясь человека. Здесь запрещена всякая охота, жизнь во всех ее проявлениях охраняется монахами, которые в этом тихом уединении научаются познавать великие истины Буддийской религии» (Козлов, 1923, с. 449-450). На основании приведенных свидетельств можно с большой долей уверенности предположить, что сакральные объекты нередко размещались в местах повышенного биологического разнообразия и становились гарантами его сбережения и, возможно, даже приумножения. С нашей точки зрения, большое количество монастырей фактически создавало в ландшафтах страны сеть микрозаповедников, покрывавших Монголию с различной густотой в разных ее частях. Особенно много монастырей было в центре и на севере страны, а в пустынных районах юга и юго-запада их число было крайне незначительным (табл. 1).

Помимо простого непричинения живым существам вреда, буддизм махаяны выработал в их отношении активную позицию, нашедшую воплощение в институте *бодисаттства*. В отличие от хинаянского *архата*, озабоченного собственным спасением и идущего к этой цели через тысячи перерождений, *бодисаттва* клянется не уходить в нирвану до тех пор, пока остается хотя бы одно страдающее существо. «Принимая обет бодисаттвы, практикующий обязан направлять свою деятельность на благо всех живых существ без исключения, без какого бы то ни было деления на достойных и недостойных спасения. Объектом его бодисаттовской деятельности становится вся полнота живых существ. Это предполагает необходимость позаботиться о физическом выживании всех этих существ» (Экологические традиции, 1992, с. 85). Изложенное в этой цитате характеризует экофильность в ее наиболее концентрированной форме. Все живущее имеет право на жизнь, и долг человека - помогать существам обрести просветление, ибо каждое из них имеет природу Будды. Свой высокий моральный долг *бодисаттства* выполняет практически в том же ключе, в каком он был сформулирован великим немецким гуманистом Альбертом Швейцером (1875 - 1965) в его учении о «благоговении перед жизнью» (Швейцер, 1992).

² Лавран – знаменитый буддийский монастырь в Амдо (Северо-восточный Тибет).

³ Хутухта – титул высшего духовенства Монголии; означает «святой, почтенный».

Таблица 1. Распространение монастырей по ландшафтно-экологическим провинциям Монголии⁴. **Table. 1.** Distribution of monasteries over landscape-ecological regions of Mongolia.

Ландшафтно-экологическая провинция	Площадь провинции, км ²	Количество монастырей	Площадь, приходящаяся на 1 монастырь, км ²
Алтае-Саянская	122728.97	40	3342.97
Забайкальская	136492.80	136	1003.62
Даурско-Восточно-Монгольская	240623.47	134	1795.70
Хинганская	17300.82	4	4325.21
Центрально-Монгольская	357756.89	413	866.24
Центрально-Азиатская	675358.03	180	3751.99

Монгольский исследователь Бат-Очир Болд связывает с ламаизмом развитие монгольского земледелия. По его мнению, этот процесс происходил по следующей схеме: распространение в Монголии ламаизма повлекло за собой увеличение количества монастырей, создававших центры оседлости, а в этих центрах зарождалось растениеводство. Со второй половины XVIII в. использование земли интенсифицировалось благодаря появлению китайских крестьян (Bat-Ochir Bold, 2001). Хотя в Велико-шабинском ведомстве, управлявшем шабинарами Джебцзун-Дамбахутухты, были специальные земледельческие *отоки*⁵ в районе Ибэн-гола, Бургултая, Орхона, Селенги, Хары, Боро-Нура и в других местах, пожалуй, можно считать типичным сопротивление служителей буддийского культа обработке земли. Возможно, оно имело в основе древнее тибетское поверье, согласно которому духи земли насылают тяжелые болезни на тех, кто тревожит их пахотой, а также постройкой каких-либо сооружений, раскопками и т.п. Эти взгляды, имеющие бонское происхождение, были восприняты тибетским буддизмом и в его синкретической системе перенесены в Монголию, где в то время тоже вполне могли бытовать сходные представления. В принципе, уже одно отождествление поверхности земли с телом богини - Матери-Земли Этуген в традиционной монгольской культуре могло явиться достаточно весомым основанием для воздержания от нанесения ей ран пахотой. В 1917 г. Богдо-гэгэн, в то время теократический правитель Автономной Монголии, издал указ, обязывающий монгольское население сеять хлеб. Часть князей откликнулись на этот призыв с энтузиазмом. Однако подчинились указу не все. Так, духовные власти владений Дзаин-гэгэна отказались это делать и в письме Богдо-гэгэну указали, что хлебопашество не согласуется с заветами великих святителей, и что они не станут портить лик земли пахотой. На них наложили пеню, и они были вынуждены ее выплачивать, но к пахоте не приступили (Майский, 1921). При этом сложные природно-климатические условия Монголии сами по себе не были непреодолимым препятствием для земледелия в ряде ее регионов; факты выращивания предками монголов некоторых неприхотливых зерновых культур засвидетельствованы еще в танских хрониках, а непосредственно монголы обрабатывали землю, по крайней мере, с XIII в.

В Монголии буддизм буквально пропитал собою все сферы жизни общества, вытеснив конкурентов в лице шаманов даже из тех областей, где они традиционно занимали главенствующее положение: в лечебной и гадательной практике, воздействии на погоду и т.п. Обращение монголов в буддизм сильно изменило их отношение к окружающей среде. Под влиянием проповедей лам, нашедших новые обоснования для старых верований, в целом, довольно «экологических», монголы усвоили важность сохранения жизни любым существам, отказались от рыболовства, свели до минимума обработку земли, добычу полезных ископаемых, избегали загрязнять или запруживать реки и ручьи, и т.д.

Немалый интерес представляет старое монгольское законодательство, в котором содержится некоторое количество постановлений, так или иначе связанных со сбережением природных ресурсов. Монгольское средневековое право нередко считается «экологичным» благодаря той серьезной заботе, которую оно всегда уделяло сохранению окружающей среды. Этому не приходится удивляться, так

⁴ Эколого-ландшафтные регионы даны в соответствии с: Экосистемы Монголии, 1995. Данные по монастырям взяты из Этнолингвистического атласа МНР, 1979.

⁵ *Оток* в Велико-шабинском ведомстве означал просто общину, объединенную под одной административной властью.

как монгольской кочевое общество значительно сильнее зависело от состояния природы, чем, например, оседлые земледельцы Китая. В наши дни, когда проблема деградации монгольской природы стоит как никогда остро, специалисты проявляют повышенный интерес к народным традициям охраны природы в Центральной Азии, в том числе и к тем, которые были кодифицированы на съездах монгольских князей и буддийского духовенства.

Очень интересный обзор памятников средневекового монгольского права под экологическим углом зрения приводит правовед О. Амархуу (Амархуу, 2001). Некоторые аспекты правовой защиты природы, которые можно обнаружить в монгольских источниках, становятся предметом обсуждения не только в научных работах, но и в публицистике (Индра, 1990). Эти вопросы не прошли мимо внимания также представителей биологических наук (Соколов и др., 1992).

За исключением Великой Ясы Чингисхана, все законодательные акты старой Монголии были приняты в эпоху распространения и господства ламаизма. Поэтому в них нашли отражение некоторые догматы этого вероучения, в частности, осуждение убийства различных живых существ. Охота и, вообще, убиение живых существ были под запретом в местах, связанных с буддийским культом. Например, за убийство змеи, лягушки, турпана, жаворонка, гуся или собаки на «Белой Дороге Бурхана» брали одну лошадь (Восемнадцать степных законов, 2002). Что такое «Белая Дорога Бурхана», т.е. Бога, в точности неизвестно. Известный монголовед Т.Д. Скрынникова понимает это место несколько иначе: «Взыскивать коня с того, кто убьет змею, черепаху⁶, ангира⁷, жаворонка, собаку, идущих добродетельным путем будды» (Скрынникова, 1982, с. 137). Бесспорным считается происхождение запрета на убийство турпана (огаря): его яркое оперение по цвету напоминает одеяние буддийского монаха, отчего в народе его называют «лам шувуу», т.е. «птица-лама».

Закон стоял также на страже куланов: за убийство этого животного с охотника взымали штраф *андза*, обычно взымавшийся за уголовные преступления (Восемнадцать степных законов, 2002). В следующей статье того же закона оговаривается ответственность за употребление в пищу падали – с виновного брали одну лошадь. Можно предположить, что имеется в виду павший кулан, так как далее идет статья, обязывающая штрафовать *андзой* того, кто будет есть убитого кулана на третьи сутки (Восемнадцать степных законов, 2002). Такая строгость закона может вызвать недоумение, ведь кулан не являлся чьей-либо собственностью. Путешествуя в 1927-1930 гг. в составе экспедиции Свена Гедина по Центральной Азии, Хеннинг Хаслунд обратил внимание на то, что монгольские охотники избегают бить куланов, а мусульмане их бьют охотно. Причиной этого оказалось представление монголов о кулане как о разновидности лошади, а поскольку убивать лошадей грешно, то и кулана старались не трогать (Haslund, 1935). В какой мере на эти установления повлиял буддизм, нам неизвестно, но маловероятно, чтобы оба представителя монгольской фауны находились под защитой до начала XVII в. Так, во время военного похода на тангутов в 1226 г. Чингисхан охотился на куланов и упал с лошади, из-за чего его приближенные даже хотели отложить поход до выздоровления великого хана, но тот, разгневанный дерзкими словами тангутского посла, настоял на продолжении кампании (Козин, 1941). На куланов охотился в молодости знаменитый проповедник буддизма в Монголии Нейджи-гойн, живший в 1557 – 1653 (Пурбуева, 1984).

Следующий промысловый запрет не был оформлен законодательно, но тоже имел буддийские корни. Когда на период родов самки антилоп сбивались в стада, монголы на них не охотились, так как верили, что среди них есть святой, воплощенный в тело животного. Он-то и собирает вокруг себя стадо. Однако если мясо все-таки нужно, монголы выслеживали обособленную антилопу – уж она-то точно не святой (Haslund, 1935).

Есть основания думать, что различия в религиозной доминанте западной части Монголии, где более сильно проявляется ислам, способствовали тому, что там стада диких копытных животных значительно поредели по сравнению с югом и востоком Монголии, где безусловное лидирующее положение занял буддизм. Казахское население Западной Монголии, придерживающееся мусульманского вероисповедания, не имело идеологических препятствий к охоте. Кроме того, И.

⁶ В современной монгольской фауне черепаха не фигурирует. Сообщения о нахождении этого животного в Монголии не подтверждены, однако, специалисты полагают, что в историческое время черепаха могла обитать в некоторых районах страны (Тэрбиш, Чхиквадзе, 1995). Вероятно, запрет убивать черепах был связан с тем, что они символизировали долголетие и постоянство. Не случайно каменные черепахи служили основаниями колонн в постройках, в частности, в столице монгольской империи Кара-Коруме.

⁷ *Ангир* – монгольское название турпана.

Майский в 1921 г. отметил, что дэрбэты, населяющие район озера Убсу-нур и Кобдо, менее религиозны, а лам и монастырей у них немного (Майский, 1921).

В Уложении 1709 г., составляющем основу кодекса «Халха Джирум», содержатся статьи, так сказать, экологической ориентации, когда за нормами права стоят интересы уже не людей, а дикой природы. Именно они дали основание И.С. Урбанаевой сделать следующее обобщение: «Обращает на себя особое внимание экологическая традиция монгольского права, присутствующая во всех памятниках. А в Уставе 1640 г. и в «Халха Джирум» экологические нормы представлены целым рядом статей и явно акцентированы как наиболее значимые» (Урбанаева, 1994, с. 236). Трудно согласиться со столь высокой оценкой этих законов. Во-первых, количество статей, отстаивающих права дикой природы, в монгольском законодательстве весьма незначительно. Мы полагаем, что, в общей сложности, лишь четыре статьи «Халха Джирум» можно трактовать как действительно «экологичные». Во-вторых, считать их наиболее значимыми нет оснований. Для монголов всегда безусловную значимость имели вопросы войны и мира, благополучия стад и личной безопасности; вопреки чрезвычайно распространившемуся в последние годы мнению, окружающая среда не представляла для них ценности сама по себе, вне человеческого общества и его интересов.

Итак, что же это за статьи? Они обязаны своему появлению укреплявшемуся в те годы в Монголии буддизму, доктринальная «экологичность» которого несомненна. «В местах расположения монастырей деревьев, как растущих, так и высохших, не рубить. [Запрещается] рубить растущие деревья также и за оградой монастыря на расстоянии выстрела из лука. При нарушении сего отобрать у виновного находящееся при нем оружие и снаряжение. ... Что касается [срубленных] веток, то если они от растущего дерева, то взыскать по положению о растущем дереве, если же от сухого – то по положению о сухих деревьях» (Халха Джирум, 1965, с. 63). Если сохранение живых деревьев представляется логичным, то какое экологическое значение могло иметь оставление на корню засохших деревьев? Дело в том, что сухое дерево только на поверхностный взгляд мертво; на самом деле оно наполнено жизнью в самых разнообразных проявлениях. Оно дает приют разнообразным насекомым, грибам, у его корней могут обитать мелкие животные, а в дуплах или среди сучьев – птицы. Такие деревья способствуют поддержанию биологического разнообразия, от которого во многом зависит устойчивость экосистем к неблагоприятным внешним воздействиям, включая хозяйственную деятельность человека. Не случайно в современном лесоводстве развитых стран при рубках леса намеренно оставляют на корню часть сухих и корявых деревьев.

Следом идет статья, касающаяся запретов, связанных с монастырем, название которого не приводится, но есть основания думать, что это Амарбаясгалант, находящийся в сомоне Баруунбурэн Селенгинского аймака: «Начиная от местонахождения монастыря на север по Селенге и далее по Ару-толби, Нам-даба, Нарин-Орхон, по гребню Чиндагатайн-хира, Шибугутайн-хира, Сангун-даба, Цолхора зверей не убивать. Если кто убьет, то поступить по старому уложению. От окраины монастыря на расстоянии двух харацаганов⁸ растущего дерева не рубить. Если кто порубит, то отобрать у него снаряжение» (Халха Джирум, 1965, с. 63). Далее читаем: «Никаких животных не убивать в следующие дни: восьмого, тринадцатого, пятнадцатого, двадцать пятого и тридцатого числа каждого месяца. Если же кто в нарушение сего все же убьет, то свидетель получает в свою пользу убитое животное, доведя об этом до сведения суда» (Халха Джирум, 1965, с. 63-64). Запрет на охоту в обозначенные здесь числа проистекает как из добуддийской монгольской традиции, так и из особенностей буддийского календаря.

Наконец, «Халха Джирум» содержит перечень животных, не подлежащих убиению. Это, в первую очередь, здоровые лошади, забота о которых, как указывалось выше, не имеет ничего общего с заботой о дикой фауне и не может служить показателем «экологичности». Затем, перечисляются: египетские гуси, змеи, лягушки, турпаны, детеныши диких коз, жаворонки и собаки. Свидетель убийства какого-нибудь из перечисленных животных должен был взять у виновного коня (Халха Джирум, 1965, с. 64). Этот список животных взят, по-видимому, из «Великого Закона года обезьяны», причем мера наказания оставлена прежняя (см. выше), однако, там речь шла только о «Белой Дороге Бурхана», а здесь действие статьи закона не ограничено определенным географическим пространством. Кроме того, добавлены детеныши диких коз, мотивы чего нам неизвестны.

⁸ *Харацаган* – старая монгольская мера длины – расстояние, на котором белый цвет становится неотличим от черного (порядка 2 км).

Подводя итог нашему обзору экологических аспектов, нашедших отражение в памятниках законодательства Монголии, подчеркнем, что монгольское право защищало те или иные элементы окружающей среды постольку, поскольку от них зависела жизнь и благополучие самих кочевников. Разумеется, в правовом отношении, природа отнюдь не была равна человеку даже в буддийский период монгольской истории, хотя в более поздних уложениях, пропитанных буддийской моралью, ей были сделаны определенные уступки, которые, в частности, дают возможность некоторым исследователям считать монгольское законодательство «экологичным». Оно уделяет сохранности природы существенно большее внимание, чем, например, законодательство средневекового Китая, и в этом отношении может представлять интерес для сегодняшних специалистов по охране природы в Центральной Азии. Причину этого мы видим в более сильной зависимости монголов от состояния окружающей среды, чем оседлых земледельцев.

В настоящее время, когда наметилась тенденция возрождения экологических традиций монгольского этноса, необходимо использовать шлифованные веками правила обращения с ранимой окружающей средой Монголии в целях установления экологического равновесия между возможностями природы и потребностями общества. И с этой точки зрения, некоторая часть экологических традиций монголов может быть восстановлена, но для этого, прежде всего, необходим строгий научный анализ этих традиций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Восемнадцать степных законов: Памятник монгольского права XVI-XVII вв. Текст, транслит., пер. А.Д. Насилова. СПб., 2002. 160 с.
2. Герасимова К.М. Традиционные верования тибетцев в культовой системе ламаизма. Новосибирск, 1989. 320 с.
3. Грумм-Гржимайло Г.Е. Западная Монголия и Урянхайский край. Т. III. Вып. 2. Л., 1930. С. 413-856.
4. Иванова Т.В. Традиционная культура и этническая экология бурят как взаимосвязанные факторы экологического сознания // Тезисы и доклады Международной научно-теоретической конференции «Банзаровские чтения-2». Улан-Удэ, 1997. С. 229-231.
5. Индра Б. Как наши предки охраняли природу // Новости Монголии. № 8. 18 февраля 1990 г. С. 15.
6. Козин С.А. Сокровенное сказание. Монгольская хроника 1240 г. М. - Л., 1941. 620 с.
7. Козлов П.К. Монголия и Амдо и мертвый город Хара-хото. М. – Петроград, 1923. 679 с.
8. Кычанов Е.И., Савицкий Л.С. Люди и боги Страны снегов. М., 1975. 319 с.
9. Майдар Д. Архитектура и градостроительство Монголии. М., 1971. 244 с.
10. Майский И. Современная Монголия (Отчет Монгольской Экспедиции, снаряженной Иркутской конторой Всероссийского Центрального Союза Потребительских обществ «Центросоюз»). Иркутск, 1921. 332 с. + 128 с. приложений.
11. Позднеев А.М. Очерки быта буддийских монастырей и буддийского духовенства в Монголии в связи с отношениями сего последнего к народу. Элиста, 1993. 512 с.
12. Потанин Г.Н. Тангутско-тибетская окраина Китая и Центральная Монголия. Т. 1. СПб., 1898. 458 с.
13. Пурбуева Ц.П. «Биография Нейджи-тойна» как источник по истории буддизма в Монголии. Новосибирск, 1984. 113 с.
14. Рерих Н. Алтай - Гималаи. Рига, 1992. 336 с.
15. Скрынникова Т.Д. Ламаизм в монгольском законодательстве XVI-XVII вв. // ПП и ПИКНВ. XVI годовичная научная сессия ЛО ИВ АН СССР. Ч. 1. М., 1982. С. 134-139.
16. Соколов В.Е., Неронов В.М., Луцкекина А.А. Современное состояние и перспективы охраны млекопитающих Монголии // Экология и природопользование в Монголии. Пущино, 1992. С. 170-180.
17. Тэрбиш Х., Чхиквадзе В.М. Обитают ли ныне в Монголии черепахи? // Природные условия и ресурсы Западной Монголии и сопредельных регионов. Ховд, 1995. С. 123-126.
18. Урбанаева И.С. Человек у Байкала и мир Центральной Азии. Улан-Удэ, 1994. 288 с.
19. Халха Джирум. Памятник монгольского феодального права XVIII в. Текст и пер. Ц.Ж. Жамцарано. Редакция С.Д. Дылыкова. М., 1965. 340 с.

20. Цыбиков Г.Ц. Буддист-паломник у святынь Тибета // Избранные труды. Т. 1. Новосибирск, 1981. 266 с.
21. Швейцер А. Благоговение перед жизнью. М., 1992. 576 с.
22. Ширендыб Б. Некоторые вопросы истории земельных отношений в Монголии // Сибирь, Центральная и Восточная Азия в средние века. Новосибирск, 1975. С. 226-234.
23. Экологические традиции в культуре народов Центральной Азии. Под ред. Н.В. Абаева. Новосибирск, 1992. 160 с.
24. Экосистемы Монголии: Распространение и современное состояние / Е.А. Востокова, П.Д. Гунин, Е.И. Рачковская и др. М., 1995. 223 с.
25. Этнолингвистический атлас МНР. Т. 1, 2. Улан-Батор, 1979. 244 с.
26. *Bat-Ochir Bold. Mongolian nomadic society. A reconstruction of the "Medieval" history of Mongolia.* Curzon Press, 2001. 204 p.
27. *Gunin P.D., Vostokova E.A., Saandar M., Bazha S.N.* The landscape-ecological principles of nature management and ecosystems conservation in the regions of Central Asia and South Siberia with extreme conditions (the example of Mongolia) // *Ecologia*. Bratislava, 1998. Vol. 17, N 3. P. 265-282.
28. *Haslund H.* Men and gods in Mongolia (Zayagan). London, 1935. 358 p.
29. Амархуу О. Уламжлал соёлоо хундэтгэн сэргээж, ургэлжлуулэн овлуулье // Монголчуудын байгаль хамгаалах ёс заншил, уламжлалаас. Улаанбаатар, 2001. С. 4-35.

**BUDDHISM AND TRADITIONAL BELIEVES AS A FACTOR TO CONSERVE
THE ENVIRONMENT**

© 2004. **Yu.I. Drobyshev, P.D. Gunin**

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS,
119071, Moscow, Leninsky prosp., 33, Russia

In Mongolia traditional believes and customs can be regarded as nature friendly because Mongolian environment is quite fragile and unstable to human influence. Shamanism and Buddhism contain a lot of "ecological" rules and prohibitions concerning all the nature aspects of Mongolian life: nomad cattle breeding, hunting, mining, use of forest products, and so on.

Many such rules have Mongolian origin and some of them have come from Tibet. Prohibition to catch fish, most likely, represents Tibetan Buddhism. The *ahimsa* principle coming from Indian culture was introduced into Mongolia in the frame of Buddhism also, however, Mongols have to break the principle in some extent since they had no enough vegetarian food.

Nevertheless, hunting and other kinds of rough intervention into the environment were strictly banned around Buddhist temples, which were innumerable in old Mongolia. In 1937 there were accounted 4116 buildings connected with the Buddhist cult, and 3402 monastic enterprises. One cult building was for 150 Mongolian citizens. In our opinion, such a great number of monasteries has created a net of micro-reserves that covered Mongolian land with different dense in different parts. Monasteries were especially abundant in the central and northern parts of the country, and relatively scarce in desert regions of South and Southwest.

Nomad way of life has a small influence on the environment. The Mongolian cattle breeding, having remained in its base "ecological", undergone some changes under Buddhism. Buddhist clergy possessed big herds, and together with careful attitude to steppes sometimes it created ecological tension due to its serfs, which have had a right to roam where they wanted.

Traditional Mongolian law paid attention to conservation of natural resources since The Great Yasa of Chinghis-khan. It was strictly prohibited to hunt and cut trees around monasteries and in numerous sacred places (for example, Bogdo-uul mountain to the South from Ulaanbaatar). Many acts dealt with steppe treatment as a foundation of nomads' life.

At present, when the tendency to revive ecological traditions of Mongolian ethnos becomes clear it is necessary to use the people's rules of communication with nature to achieve equilibrium between nature possibilities and society needs. From this point of view, some part of ecological traditions can be restored, but first of all we must study them seriously.

ВЛИЯНИЕ ВЫПАСА И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОЛЫНЕЙ В СТЕПЯХ МОНГОЛИИ И РОССИИ

© 2004. Ю.М. Мирошниченко

Ботанический институт РАН, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова 2, Россия

Полынные сообщества занимают обширные площади в аридной зоне Евразии и Сев. Африке. Сообщества с полынью холодной – *Artemisia frigida* распространены от южного Урала и Казахстана до западных районов Приамурья. Полынные сообщества из видов полыней подрода *Seriphidium* распространены широкой полосой от южных районов Украины, в донских, прикаспийских, калмыцких, кизлярских степях, С.-З. и Ю. Казахстане до Алтая, а также в предгорьях Таджикистана, Туркмении, в Передней и Западной Азии и на севере Африки. Существует мнение (Прозоровский, 1940; Лавренко, 1962 и др.), что виды полыней из подродов *Seriphidium* и *Artemisia* (*Artemisia frigida*) образуют первичные сообщества, и что эти полыни как полукустарнички представляют пустынный тип растительности. В связи с такой «установкой» степи с полынями в Забайкалье, степи в Прикаспии, Калмыкии и других регионах были отнесены к пустыне (Прозоровский, 1940), а граница пустынной зоны была отодвинута до г. Волгограда и г. Уральска на 51⁰ с.ш. (Лавренко, 1962 и др.). Насколько эти концепции верны и соответствуют ли они действительности?

В данной работе нами была поставлена цель: выяснить, в каких местообитаниях полынь холодная *Artemisia frigida* Willd, является первичной, и в каких – производной, вторичной. Полынь холодная распространена в горностепных и степных районах Монголии по склонам и шлейфам сопок и по днищам межгорных долин. Она входит в состав многих фитоценозов в качестве примеси, но часто выступает и как эдификатор или создатель сообществ. Использованы материалы геоботанического обследования, проведенного автором в 1958-1961 гг. в горностепной зоне Монголии, в бассейне Орхона и Хары и в междуречье Керулена и Онона. Летний выпас скота в северной части Монголии проводится по долинам рек и окружающим их степям до 2-4 км от водоисточников. В 5-10 км летний выпас из-за удаленности от водоемов отсутствует. По мере удаления от рек и населенных пунктов наблюдается смена зон выпаса, подвергающихся стравливанию различной интенсивности.

С целью изучения влияния выпаса на растительность в разных условиях среды (рельефа, почвы, увлажнения и т.д.) все описания растительности (всего 661) были подразделены в зависимости от условий местообитаний на 4 группы. В первую группу включены описания, сделанные по равнинам, лощинам, основаниям склонов с темнокаштановыми и каштановыми почвами. Во вторую группу вошли описания, сделанные на склонах сопок северной экспозиции с темнокаштановыми и каштановыми дресвянистыми и слабо щебнистыми почвами при близком подстилании коренными породами. В третью группу объединены описания, сделанные по склонам сопок южной экспозиции с маломощными каштановыми сильно щебнисто-каменистыми почвами с обломками скал и выходами коренных пород. Четвертую группу составили описания, сделанные на вершинах сопок с примитивными сильно щебнисто-каменистыми почвами с выходами скал и россыпями камней.

По степени воздействия выпаса на травостой в каждой из этих групп выделялись 5 стадий пастбищной дигрессии: а – выпас отсутствует (коренной, исконный травостой); б – выпас слабый; в – выпас средний; г – выпас сильный; д – выпас чрезмерный (с сильно измененным травостоем).

В каждой группе описаний растительности, выделенной с учетом условий местообитаний и степени интенсивности выпаса, рассматриваются средние данные по общему проективному покрытию травостоя и проективному покрытию полыни холодной (в процентах), ее присутствию и степени участия (в процентах) от общего покрытия травостоя. Присутствие полыни холодной в выделенных группах описаний определялось путем вычисления процента геоботанических описаний с определенным значением проективного покрытия полыни по отношению к общему числу описаний в каждой группе.

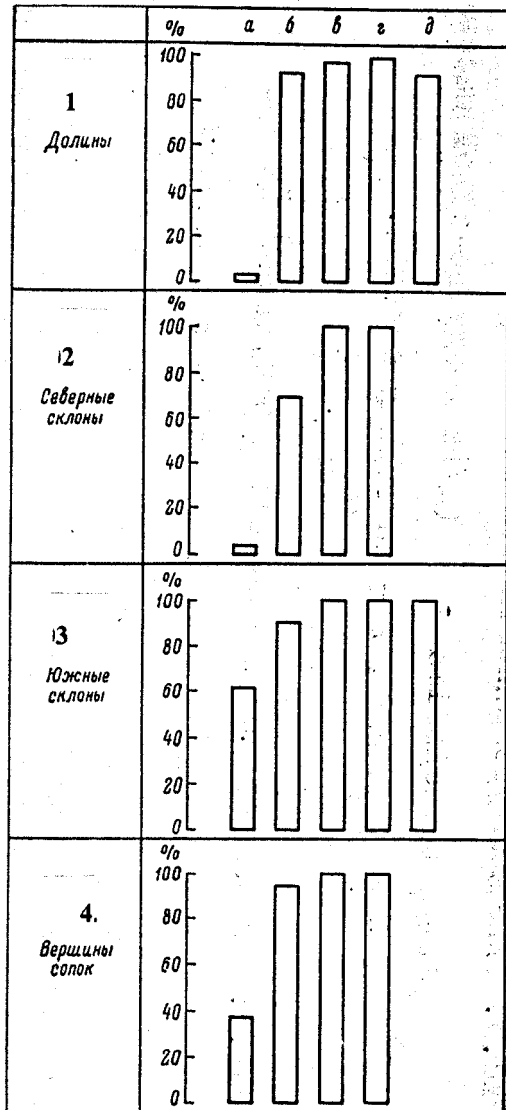


Рис. 1. Присутствие полыни холодной (в процентах от общего числа описаний растительности) в различных местообитаниях при отсутствии выпаса (а), при слабом (б), среднем (в), сильном (г) и чрезмерном (д) выпасе. **Fig. 1.** Presence of *Artemisia frigida*, in % from description vegetation in different environment; stage of digression: a – absence, b – weak, c – middle, d – strong, e – severe. Exposition: 1 – plain, 2 – northern slopes, 3 – southern slopes, 4 – top hill.

Сравнение таких показателей, как присутствие и проективное покрытие полыни холодной в одних и тех же местообитаниях, показывает, что при значительном разрастании полыни ее проективное покрытие может быть небольшим и что резкое увеличение обилия полыни при повышении пастбищной нагрузки не сопровождается таким же резким увеличением ее покрытия (рис. 1 и 2).

Анализ полученных данных (рис. 1 и 2) показывает, что в распространении полыни холодной в горностепной зоне Монголии имеется вполне определенная закономерность. В травостое коренных фитоценозов, не подвергающихся выпасу летом, полынь холодная встречается по равнинам и северным склонам в ничтожном количестве – ее присутствие равно только 3%, а среднее проективное покрытие и степень участия ее в травостое меньше 1%. В гораздо большем количестве полынь холодная встречается в неподлежащих летом выпасу фитоценозах по южным склонам и вершинам сопок (рис. 1 и 2), где ее присутствие, проективное покрытие и степень участия соответственно равны 61.2 и 8% на южных склонах и 37.1 и 0.45% по вершинам сопок.

Под влиянием выпаса в тех же местообитаниях происходит резкое увеличение обилия полыни холодной. Уже при слабом выпасе присутствие полыни холодной достигает в долинах 93%, на северных склонах 69%, на южных склонах 90% и по вершинам сопок 94%. Степень участия полыни в травостое резко увеличивается и становится равной в долинах 9%, по северным склонам 5%, по вершинам 12% и по южным склонам 16% (рис. 1 и 2).

При средней степени выпаса присутствие полыни холодной достигает 100% почти во всех изученных местообитаниях, только в долинах ее присутствие равно 98%. Значительно увеличивается проективное покрытие полыни холодной, достигая в долинах 4%, по северным склонам 2%, по южным склонам 4%, по вершинам сопок 3%. Участие полыни в травостое этих местообитаний достигает соответственно 18, 11, 22 и 25% от общего покрытия (рис. 1 и 2).

При сильном выпасе полынь холодная встречается по всем местообитаниям во всех описаниях, ее присутствие равно везде 100%. Проективное покрытие полыни достигает 3-7% при общем проективном покрытии травостоев в разных местообитаниях 14-21% (рис. 1 и 2). Участие полыни холодной в травостое при сильном сбое возрастает до 21-36%, при отсутствии выпаса оно меньше 1%.

Проективное покрытие полыни холодной и ее участие в травостое неуклонно возрастают по мере увеличения степени пастбищной дигрессии до сильного сбоя во всех изучавшихся местообитаниях (рис. 2).

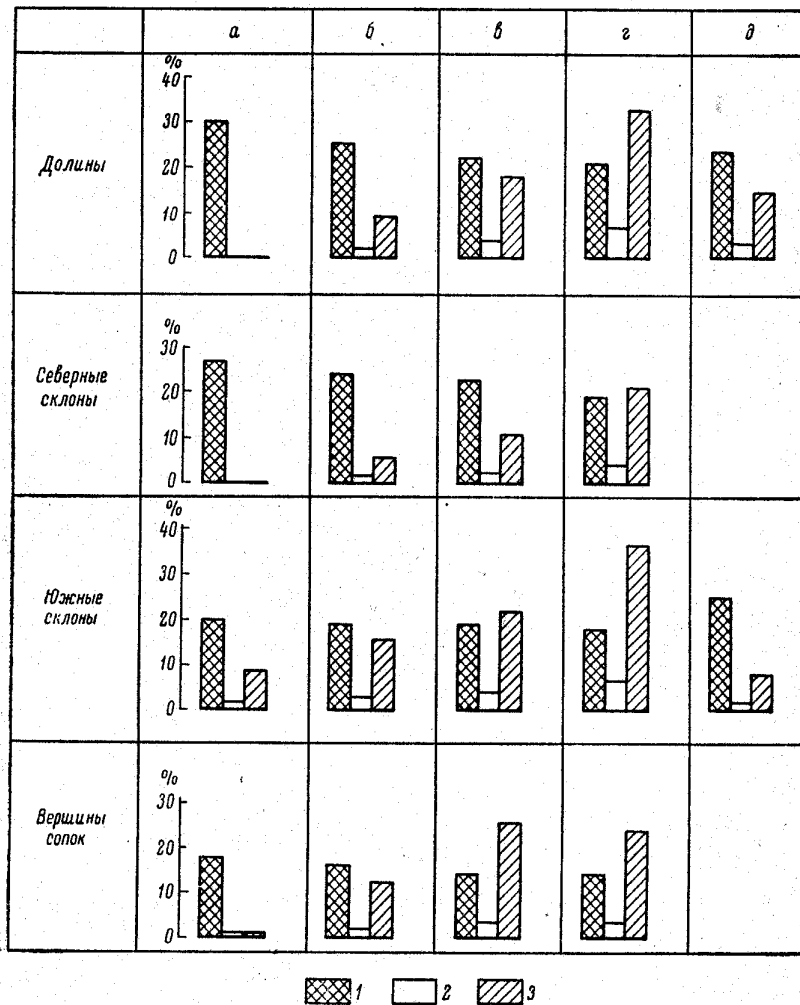


Рис. 2. Изменение (в %) общего покрытия травостоя (1), проективного покрытия полыни холодной (2) и степени ее участия в травостое (3) в различных местообитаниях. **Fig. 2.** Modification: 1 – Σcover vegetation, %, 2 – cover *Artemisia frigida*, %, 3 – participation of *Artemisia frigida* in different

При увеличении пастбищной нагрузки происходит перемещение участия полыни от классов с низким обилием к классам с высоким обилием; эта закономерность присуща всем изучавшимся вариантам (рис. 3).

На невыпасаемых долинах и северных склонах полынь холодная произрастает только на сильно щебнистых почвах с относительно разреженной растительностью. Но характерным для этих условий местообитаний (на северных склонах и по долинам) является густой травостой, проективное покрытие которого во время наибольшего развития достигает 30-50%. В травостое преобладают ксеромезофиты и мезоксерофиты. Северные склоны подвержены небольшим колебаниям температур, они больше затенены, менее прогреваемы и более увлажнены, чем южные склоны и вершины. На северных склонах образуются хорошо гумусированные маломощные почвы. В долинах почвы чаще всего не защебнены, с нормально развитым профилем. На южных склонах и вершинах сопок травостой слагается преимущественно из ксерофитных и мезоксерофитных видов. Растительный покров даже на невыпасаемых участках сильно изреженный, с проективным покрытием травостоя 10-20%. По мере увеличения выпаса во всех местообитаниях наблюдается уменьшение общего покрытия травостоя (рис. 2). Так, общее покрытие травостоя в долинах уменьшается с 30% на целинных невыпасаемых участках до 21% на сильно выпасаемых; на северных склонах оно уменьшается соответственно с 27 до 19%; на южных склонах – с 20 до 18%; на вершинах – с 17 до 14%. Из рис. 3 видно, что с увеличением выпаса происходит перемещение относительного участия описаний растительности с наибольшим покрытием от высших классов к низшим по всем

Так, несмотря на значительное наличие полыни холодной в нестраниваемых травостоях по южным склонам и вершинам сопок (рис. 1, а), она встречается в небольшом количестве и, как видно из приведенного на рис. 3 распределения проективного покрытия полыни холодной по классам, описания с ее участием приходится преимущественно на II класс (с проективным покрытием полыни 0.1-2%), до 29.2 – 37.2% от числа всех описаний в данных местообитаниях (рис. 3). На III и IV классы при отсутствии выпаса на южных склонах описаний с полынью приходится соответственно 12.9 и 9.6%, на вершинах – 4.2 и 4.1%.

На невыпасаемых летом равнинах на II класс приходится только 3.2%, на северных склонах – 1.5% от общего числа описаний. Основная масса описаний в этих местообитаниях относится к I классу, с отсутствием полыни. По южным склонам и вершинам к I классу относится значительно меньшее число описаний (рис. 3).

местообитаниям. Сравнение травостоев в одних и тех же местообитаниях, но относящихся к разным стадиям пастбищной дигрессии в соответствии с зонами выпаса, показывает, что увеличение проективного покрытия и степени участия полыни холодной в травостое зависит от интенсивности выпаса.

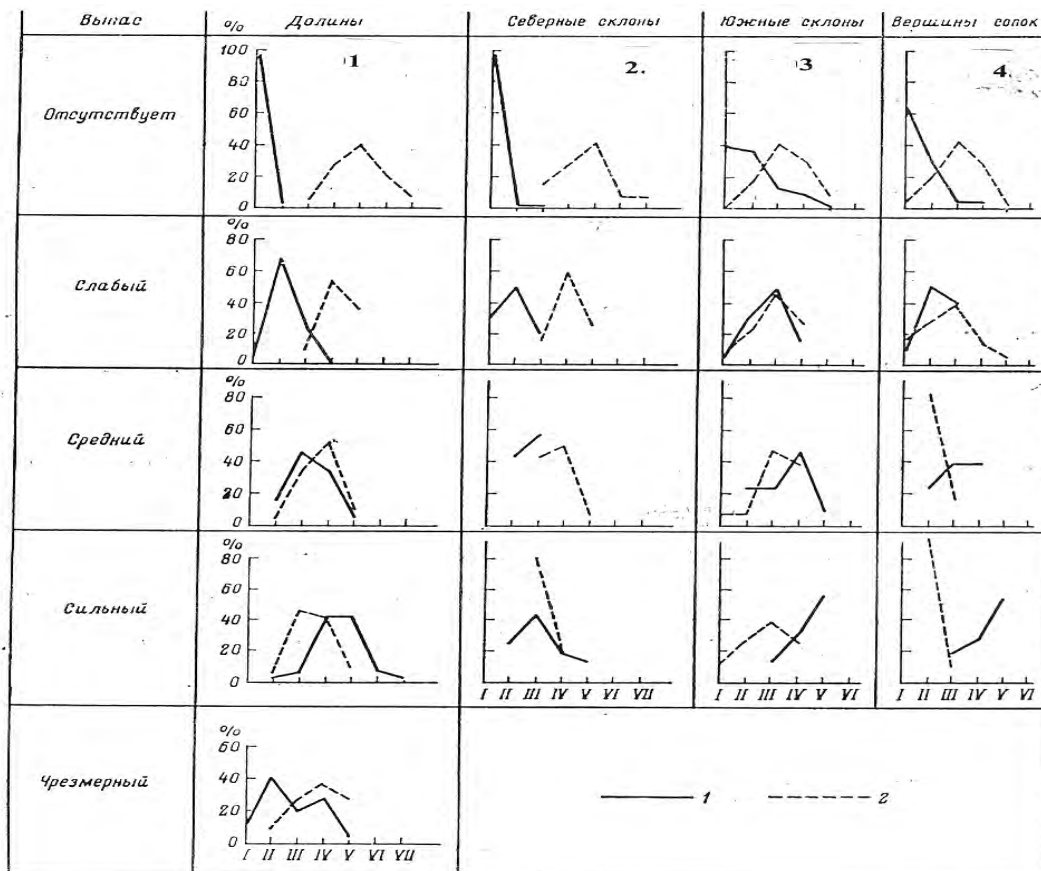


Рис. 3. Распределение по классам проективного покрытия полыни холодной (1) и общего покрытия травостоя (2) в различных местообитаниях. На оси абсцисс – классы проективного покрытия полыни холодной (I – 0%, II – 0.1-2%, III – 2.1 – 4%, IV – 4.1-6%, V – 6.1-8%, VI – 8.1 – 10%, VII – 10.1-12%) и классы общего покрытия травостоя (I – 5-10%, II – 11-15%, III – 16-20%, IV – 21-25 %, V – 26-30%, VI – 31-35%, VII – 36-40%); на оси ординат – количество геоботанических описаний (в %), приходящихся на каждый класс. **Fig. 3.** Distribution of projection cover *Artemisia frigida* (1) and Σ vegetation cover in different environment; horizontal – groups projection cover *Artemisia frigida* (I – 0%, II- 0.1-2% and so on; groups Σ cover (I- 5-10 %, II – 11-15 %, and so on): vertical – Σ amount of description in very groups.

С повышением пастбищной нагрузки такие хорошо поедаемые животными, размножающиеся семенами растения, как *Poa botryoides*, *Koeleria gracilis*, *Agropyron cristatum*, *Stipa krylovii*, являющиеся эдификаторами коренных, исходных фитоценозов, в условиях постоянного и многократного за вегетационный сезон стравливания истощаются и выпадают из травостоя. На смену им появляются и разрастаются *Leymus chinensis*, *Artemisia frigida*, *A. adamsii*, *Potentilla acaulis*, *Cleistogenes squarrosa*, *Convolvulus ammannii*, осоки и другие растения. Все эти растения, кроме змеевки, обладают способностью к вегетативному размножению; это обеспечивает им по сравнению с растениями, размножающимися только семенами, устойчивость к выпасу и лучшее расселение по территории. Часть из них к тому же относится к непоедаемым (полынь Адамса) или плохо поедаемым (лапчатка бесстебельная) растениям, что обуславливает их высокую устойчивость и сохранность даже при чрезмерной пастбищной нагрузке, при которой большинство названных видов выпадает из травостоя.

При чрезмерном выпасе из травостоя выпадает и полынь холодная, несмотря на ее значительную устойчивость к выпасу. На обследованной территории участие полыни холодной в травостое при чрезмерном выпасе снижается – в долинах с 32.6% при сильном сбое до 14.3% при чрезмерном, на южных склонах соответственно – с 36.5 до 8% (рис. 2). Но зато увеличивается проективное покрытие и степень участия в травостое полыни Адамса, лапчатки бесстебельной и других низкорослых

растений, за счет разрастания которых при чрезмерном выпасе происходит некоторое увеличение общего покрытия травостоев (рис. 2, д), хотя их кормовая ценность низкая. Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что наиболее типичными местообитаниями полыни холодной в горностепной и северной частях степной зоны Монголии являются каменисто-щебнистые южные склоны и вершины сопок с разреженным растительным покровом.

В результате частого стравливания более или менее высокорослые (высотой 30-50 см) растения (*Stipa krylovii*, *Poa botryoides*, *Koeleria gracillis*, *Agropyron cristatum* и др.) выпадают из состава степных фитоценозов, травостой сильно изреживаются, почва уплотняется и иссушается и появляется возможность для развития полыни холодной, которая, не встречая конкуренции, при усилении выпаса разрастается и часто начинает доминировать в травостое. Очевидно, изреживание травостоя, уплотнение и иссушение почвы под воздействием выпаса в долинах и на северных склонах в какой-то мере создает условия, аналогичные условиям южных склонов. Довольно густой целинный нестравленный травостой при отсутствии выпаса по долинам и по северным склонам препятствует развитию полыни холодной, обуславливая или полное отсутствие, или крайне незначительное участие ее в травостое.

Несмотря на то, что полынь холодная является хорошо поедаемым растением, ее преобладание в травостое связано с уменьшением и исчезновением высокорослых растений, в связи с чем исключается возможность использования таких травостоев в качестве сенокосов. Кроме того, производные фитоценозы с большим участием полыни холодной имеют довольно низкую урожайность, в 2-3 раза меньшую, чем коренные травостои.

Полынь холодная не является пустынным видом (Юнатов, 1954 и др.) В степях Монголии первичные ценозы состоят из *Stipa krylovii*, *S. grandis*, *Agropyron cristatum*, *Koeleria*, вторичные дигрессионные – из *Artemisia frigida*, *Cleistogenes squarrosa* (Мирошниченко, 1967), *Artemisia scoparia*. При чрезмерной дигрессии на Высоких плато Северной Африки появляются *Peganum harmala*, *Filago germanica*, в Прикаспии – *Ceratocarpus arenarius*, *Peganum harmala*, в степях Монголии – *Artemisia adamsii*, *A. sieversiana*, в пустынных степях Гоби – *Artemisia pectinata*, *A. macrocephala*, *Peganum nigellastrum*.

Общей чертой равнинных степных и аридных (пустынно-степных) ценозов Древнего Средиземноморья являлось доминирование в травяном покрове первичных климаксовых ценозов, в том числе и в редколесьях Высоких плато Северной Африки, с преобладанием видов рода *Stipa* от Марокко и Алжира до Монголии и Северо-Восточного Китая включительно. В Прикаспии, Казахстане, Монголии наряду с родом *Stipa*, в первичных ценозах доминантами являются виды родов *Agropyron*, *Koeleria*, *Poa botryoides*. Общей чертой можно считать замещение их под влиянием выпаса видами *Artemisia*, *Poa bulbosa* в степях Причерноморья, Прикаспия и Западного Казахстана.

Весь северо-западный и западный Прикаспий и Кура-Араксинскую инзменность, отнесенные из-за наличия полукустарничковых полыней к пустынной области, следует относить к степной области (Мирошниченко, 1967; 1998; 2000 и др.). Граница пустынной зоны Турана идет по линии от г. Шевченко до севера Арала, значительно южнее р. Эмбы, и далее до северного берега оз. Балхаш, огибая его с востока и заворачивает по южному берегу, не проникая и не соединяясь с пустынями Центральной Азии. Их отделяет широкая, примерно в 300 км, полоса с осадками 300-400 мм. В пустынях выпадает лишь до 100-120 мм осадков. Пустыни Турана не соединяются и с пустынями Афганистана и Ирана; их отделяют большие пространства с ass. *Amygdalus*, ass. *Pistacea*, ass. *Juniperus*, а также другие типы растительности (Вальтер, 1974).

Таким образом, не существует единой Сахаро-Гобийской пустынной области. Сахара, пустыни Ирана и Афганистана, Турана и Центральной Азии отделены друг от друга разными типами растительности (степной, горностепной, редколесьем, лесами, суб- и альпийской растительностью и др.), ничего общего не имеющих с пустынями. Отсутствие изучения сукцессий под влиянием выпаса привело некоторых советских авторов к надуманным и бездоказательным «выводам» о том, что полыни из подрода *Seriphidium* следует относить, как и все полукустарнички, не к степным, а к пустынным видам.

По всем фитоценотическим, геохимическим, экологическим и биологическим особенностям ни полыни из подрода *Seriphidium*, ни виды терескена (*Ceratoides*), аянии (*Ajanina*) не относятся к пустынной растительности (Мирошниченко, 1967; 2000-а и др.); все они представляют степной тип растительности, но не коренной, исходный, а вторичный, производный под воздействием чрезмерного выпаса, уничтожающего коренные злаковые степные ценозы.

На географических и геоботанических картах при выделении зон растительности полупустыни и пустыни объединяют в одно целое, что абсолютно неверно. Получается, что в едином контуре находятся Сахара, Аравия и Волгоград, Баку – но это абсурд. Полупустыни нельзя объединять с пустынями, потому что полупустыни – это синоним пустынных степей. Во избежание принципиально недопустимого объединения полупустынь и пустынь, предлагаю полупустыни (=пустынные степи) называть *аридными степями* (Мирошниченко, 2000-б). Это название отражает суть полосы крайне сухой степи. Введением термина «*аридная степь*» будет достигнуто более точное и, главное, правильное название, не допускающее кривотолков и грубейших ошибок, когда объединяют разные зоны - т.н. полупустыни (=степи) и пустыни, а также уточнение критериев степного и пустынного типов растительности (Мирошниченко, 1966; 1967; 1970; 1998; 2000-а; 2000-б и др.).

Когда южные степи, называемые мною *аридными* (т.е. сухими), относят к полупустыням или пустынным и опустыненным степям, то непонятно, какой смысл вкладывается в эти понятия? Подразумевается, что в этой полосе половина площади занято степями, а половина – пустынями вследствие комплексности. Но комплексность не является особенностью только этой полосы. Она широко распространена и в подзоне сухих степей с осадками 400-550 мм в год, в том числе и в Ростовской обл., где в «пустынных» компонентах доминируют якобы пустынные виды – полыни (*Artemisia lerchiana*, *A. pauciflora*), *Camphorosma*, *Kochia prostrata* и др.

Аридные степи (=полупустыни или пустынные степи) представлены исходной (коренной, первичной) зональной растительностью с доминированием злаков и видами растений других жизненных форм. В аридных степях в коренных (исходных, первичных, климаксовых) сообществах доминируют дерновинные злаки – виды родов *Stipa*, *Agropyron*, *Koeleria*, т.е. тех же родов, что и в более северных подзонах степей.

В пустынях на плакорах господствуют сообщества с гиперксерофитными полукустарничками, полукустарниками, кустарниками – виды родов *Salsola*, *Suaeda*, *Anabasis*, *Reaumuria*, *Ammopiptantus* и др., на песках доминируют виды *Haloxyton*, *Calligonum*, *Ephedra* и др.; в качестве пионеров, осваивающих барханные пески, выступают виды *Aristida*, пустынные злаки, но не образующие дернину и не имеющие дерновину, как степные злаки. В пустынях Сахары и Аравии и др. совсем не встречаются доминанты степной растительности, нет даже видов полыней из подрода *Seriphidium*, которые часто господствуют в сухих и аридных (=полупустынных или пустынно-степных) степях после уничтожения коренной злаковой растительности в результате неумеренного перевыпаса скота. Поэтому с учетом 50-летних исследований сукцессий (смен) мы (Мирошниченко, 1966; 1995; 1998; 2000 и др.) предлагаем новые границы между степями и другими типами растительности и пустынями.

Пустыни резко отличаются от степей (в том числе и от южной – аридной степи) по климату (осадков менее 100-120 мм), почвам, видовому составу, по экологическим, биологическим, фитоценотическим, физиологическим, биохимическим и другим показателям. Большие отличия между ними по структуре сообществ, по залеганию корней по профилю (в пустынях до 90-99% корней приурочено к верхнему слою 0-20 см, а в степях лишь 55-65%), по густоте – проективное покрытие в пустынях от 0.01 до 2-3%, в степях от 70-90 до 20-25%. Резко отличаются они и по запасу фитомассы; урожай сена в южных – аридных степях Прикаспия достигает 7-10 (12) ц/га, в пустынях фитомасса – 0.001-2 ц/га. Доминанты степей – виды *Stipa*, *Agropyron*, *Koeleria*, а в гобийских аридных степях – *Stipa* и *Allium polyrrhizum* являются дерновинными и образуют дернину, чего в пустынях никогда не наблюдается.

Все доминанты степей – виды злаков и полыней отличаются малым содержанием зольных элементов (з.э.) – в Прикаспии Σ з.э. у *Agropyron fragile* – 3.0, а Σ биогалогенов (Σ б.г.) – 0.4 %, у *Festuca sulcata* – 4.0 и 0.27%, у *Artemisia lerchiana* – 2.8 и 0.46%, у *A. pauciflora* – 3.0 и 0.51%, с доминированием у злаков Si, N, K, Ca, как и в северных степных подзонах. В Монголии (Мирошниченко, 1986; 2000) в степи Σ з.э. у *Stipa krylovii* 2.3, Σ б.г. 0.003%; у *Cleistogenes squarrosa* 2.7 и 0.004%; у *Agropyron cristatum* 3.3 и 0.007%; у *Artemisia frigida* 2.1 и 0.007%; в аридной (=пустынно-степной) гобийской степи Σ з.э. и Σ б.г. *Stipa gobica* 4.4 и 0.344%; *Cleistogenes songorica* 3.5 и 0.15%; *Allium polyrrhizum* 3.9 и 0.3%; *Artemisia frigida* 4.4 и 0.57%. Но в пустыне Алашаньская Гоби химизм сильно отличается от химизма гобийских степей. Σ з.э. у *Salsola passerina* 18.1, и Σ б.г. 12.9%; у *Zygophyllum xanthoxylon* 22.1 и 12.6%, у саксаула 11.1 и 7.2%. Очень показательное содержание Σ з.э. и Σ б.г. в Монголии: в степях оно мало, 2.1-3.3 и 0.003-0.007%; в аридных

гобийских степях немного повышается, до 3.5-4.4 и 0.15-0.57%. Но резко увеличивается в пустыне Гоби, где Σ з.э. – (11) 18-22%, а Σ б.г. – (7.2) 12.6-12.9%. То есть полыни в разных регионах по биохимической характеристике близки к злакам и очень сильно отличаются от видов солянок. Солянковые (названные виды и другие с высоким содержанием биогалогенов) и другие сообщества и являются действительно пустынными, характеризующими пустынную зону, в отличие от всех видов *Artemisia*, а также кохии *Kochia prostrata*, *Camphorosma* и других сухих солянок, образующих сообщества не в пустынной, а в степной зоне.

Граница между монгольскими степями и пустынями была проведена южнее горных хребтов Монгольского и Гобийского Алтая (Юнатов, 1954; Лавренко, 1962 и др.). Однако Е.И. Рачковская (1993 и др.) провела границу намного севернее, включив в пустынную зону Гобийский Алтай с горными степями (п.п. – проективное покрытие 25-30%) и луково-ковыльковые пустынно-степные сообщества (п.п 15 (20)%) на равнине севернее хребтов. Одно из обоснований Е.И. Рачковской то, что ковыльки *Stipa gobica*, *S. glareosa* якобы являются «пустынными» злаковниками, хотя ни одного экологического, биологического, биогеохимического, фитоценотического подтверждения ею не дается. Предполагается, что пустынные «злаковники» (по аналогии с полыньниками) являются ценозами. Но «пустынные злаковники» - это не сообщества, а экотопические группировки с 1-3 особями аристыды на 1 га, и они ничем не похожи на аридные (пустынно-степные) сообщества с *Stipa glareosa*, *S. gobica*, часто с большим участием тоже дерновинного вида – *Allium polyrrhizum*. Эти ковыльковые ценозы, с доминированием плотнодерновинных злаков, образующих дерновину и т.д., отвечают всем критериям степной растительности и являются южным вариантом степей, названных мною *аридными* степями (Мирошниченко, 2000). Ценозы с *Stipa gobica*, *S. glareosa* в аридной (пустынно-степной) подзоне имеют проективное покрытие (п.п.) до 15 (20) %; 10-16 (20) видов на 1 аре; урожай 2-3.6 ц/га, а в пустыне Гоби, южнее хребтов в пустынных ценозах п.п. 1-2 (3) %; 8-12 видов на 1 аре и урожай 0.9-1 (2) ц/га (Мирошниченко, 1967, 1986). В пустыне Гоби ковыльки *Stipa gobica*, *S. glareosa* на плакорах ценозов не образуют.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вальтер Г. Растительность земного шара. М. 1974. Т.2. 422 с.
2. Лавренко Е.М. Основные черты ботанической географии пустынь Евразии и Северной Африки. М.- Л. 1962. 170 с.
3. Мирошниченко Ю.М., Мирошниченко Н.В. Смены почвенно-растительного покрова в приморской полосе С.-З. Прикаспия // Ботан. журн. 1966-а. №4. С.520-541.
4. Мирошниченко Ю.М. Закономерности распределения надземной и подземной растительной массы в фитоценозах Евразийской степной области // Ботан.журн. 1966. №8. С.1140-1148.
5. Мирошниченко Ю.М. Динамика степной и пустынной растительности в центральной части Монголии. Дисс. ... канд. биол. наук. Л. 1967. 20 с.
6. (Мирошниченко Ю.М.) *Miroshniichenko Yu. Resultats de recherches experimentales // Etudes Geobotaniques des Paturages du Secteur Onest du Departament de Medea de la Republique Algerienne Democratique et Populaire. I partie. L.: Naouka. 1970. p. 48-87.*
7. Мирошниченко Ю.М. Особенности сезонной динамики продуктивности в фитоценозах Афро-Азиатской аридной области // Ботан. журн., 1975, № 8, с. 1164-1178.
8. Мирошниченко Ю.М. Динамика и продуктивность пустынной растительности. Л.: Наука, 1986. 158 с.
9. Мирошниченко Ю.М. Сукцессии растительности в Сев. Африке, Прикаспии и Монголии при пастбищной дигрессии // Экология. 1994. № 6. С.79-82.
10. Мирошниченко Ю.М. Сукцессии растительности в редколесьях Северной Африки и горной Средней Азии. В кн. «Листопадные ксерофильные леса, редколесья и кустарники». С.-Петербург. 1995. С. 46-64.
11. Мирошниченко Ю.М. Новые взгляды на растительность степей и новые границы между степями и пустынями // Вопросы степеведения. Оренбург. 2000-а. С. 30-41.
12. Мирошниченко Ю.М. Роль изучения сукцессий в восстановлении степного типа растительности на месте «пустынного» // Проблемы природопользования. Волгоград. 2000-б. С.72-74.
13. Прозоровский А.В. Полупустыни и пустыни СССР. М.- Л. 1940. С. 267-480.
14. Рачковская. Е.И. Растительность гобийских пустынь Монголии. СПб. 1993. 134 с.

15. Юнатов А.А. Кормовые растения пастбищ и сенокосов МОНГОЛИИ. М.- Л. 1954. 351 с.
16. Карта растительности Китая. Пекин. 1979. 1л. (на кит. яз).
17. Miroshnichenko Yu. Dynamics of vegetation in Turcestan // IV Plant Life in Southwest and Central Asia Symposium, Izmir, 1996, p. 591-593.
18. Miroshnichenko Yu. Why North-Western Caspian region is believed as steppe and not as desert // Inter. Conf. "Forest Ecosystem and Land Use in Mountain Areas", Seoul, 1998, p. 80-82.

INFLUENCE OF GRAZING AND ENVIRONMENT ON DISTRIBUTION ARTEMISIA IN STEPPE OF MONGOLIA AND RUSSIA

© 2004. Yu. M. Miroshnichenko

Botanical Institute of RAS, 197376, Saint-Petersburg, Prof. Popova str., 2

In steppe zone of Northern Mongolia climax communities of *Stipa grandis*, *S. decipiens*, *Koeleria*, *Agropyron* under moderate grazing are substituted by secondary coenoses with *Artemisia frigida*, under strong grazing they are replaced by associations of *Cleistogenes squarrosa*, *Carex duriuscula*, and under overgrazing by *Artemisia adamsii*, *A. sieversiana*, *Potentilla acaulis*. In Northern Gobi (arid steppe) climax associations of *Stipa gobica*, *S. glareosa*, *Allium* are changed under moderate grazing by *Artemisia*, *Cleistogenes songorica*, *Ajania*; under overgrazing - *Artemisia pectinata*, *Peganum nigellastrum*, *Eragrostis*.

North Caspian region should be referred to the steppe and not to the desert. Turan desert (Middle Asia) reaches only the lake Aral, but the desert does not cross line-borders between steppe zones and desert zones town Shevchenko - lake Aral. North Caspian region is wrongly regarded as a desert zone. Wrong organization of pastures usage leads to antropogenic deterioration. They have arisen after vanishing of the climax "coenoses" (ass. *Stipa*, *Agropyron*), which existed there under normal grazing conditions.

===== СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =====

УДК 518.526.53

Посвящается светлой памяти
Валентины Михайловны Свешниковой

О РАСХОДЕ ВОДЫ СТЕПНЫМИ И ПУСТЫННЫМИ СООБЩЕСТВАМИ СЕВЕРНОЙ ГОБИ

© 2004. Н.И. Бобровская, Р.И. Никулина

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. проф. Попова 2, Россия

Хорошо известно, что в аридной зоне вода является тем экологическим фактором, который в большой степени определяет видовой состав сообществ, их горизонтальную и вертикальную структуру, продуктивность и многое другое. В рамках Совместной Российско- (ранее Советско-) Монгольской комплексной биологической экспедиции исследования, посвященные изучению водного режима растений, общее руководство которыми осуществляла В.М. Свешникова, занимали существенное место. Многолетние работы в степях и пустынях Монголии проводили В.М. Свешникова, Н.И. Бобровская, С.Н. Шереметьев, Ш. Цэнд, а также Н.Н. Измайлова и Б. Чойжамц (последние – преимущественно в горной лесостепи). Были даны характеристики водного режима доминантных видов, а для горной лесостепи сделаны расчеты расхода воды различными сообществами.

Исследования, проводимые нами (Свершникова и др., 1976; Бобровская, 1985; 1991; Bobrovskaya, 1985 и др.) позволили определить особенности водного режима тех видов, которые, как правило, формируют наиболее типичные центрально-азиатские степные и пустынные фитоценозы. Ранее были показаны принципиальные различия в характере водообменных процессов доминантных видов, в настоящем сообщении наряду с краткой оценкой их специфики будет рассмотрен расход воды степными и пустынными сообществами Северной Гоби (сомон Булган, Восточно-Гобийский аймак МНР).

Объекты и методы наблюдений

Согласно Е.М. Лавренко (1991) территория, на которой в Северной Гоби проводились стационарные исследования, относится к Алашаньской подпровинции пустынной Гобийской провинции Центральной Азии. На юге сомона Булган расположены горы Гурван-Сайхан, являющиеся самым восточным хребтом системы Гобийского Алтая. К северу от их подножья на несколько десятков километров тянется пологонаклонная равнина – северный бэль (пьедестальная часть хребта), который заканчивается уступом высотой 20-30 м (Тимофеев, 1980).

На территории этого региона зональными являются остепненные пустыни, пустынные же степи, расположенные на бэле, представляют собой нижний высотный пояс этих гор. Биоконплексные исследования, в том числе и по водному режиму, проводились на эталонных участках в средней части бэля (пустынные степи) и в урочище Баян-Дзак (остепненные пустыни). Хотелось бы подчеркнуть, что речь идет о пустынных степях, которые узкой полосой протянулись вдоль северных окраин гобийских пустынь и являют собой наиболее сильную степень ксерофитизации степных растительных группировок, нигде кроме Монголии не встречающиеся. Территория Северной Гоби является частью большого зонального профиля, который протянулся от сухих степей Северной Халхи до крайнеаридных пустынь Заалтайской Гоби.

Комплексные исследования структуры и функционирования степных (пустынно-степных) фитоценозов Северной Гоби, сделаны на примере одного из типичных для полосы пустынных степей мозаичного холоднопопынно-змеевково-ковыльковго с караганами сообщества (*Caragana leucophloea*] - *Stipa gobica* + *Cleistogenes songorica* + *Artemisia frigida*)¹. Оно расположено на высоте 1300 м над у.м. на слабонаклонной равнине (уклон не превышает 2-4°) приблизительно в 17 км от основания гор. Проективное покрытие варьирует в зависимости от погодных условий и элементов

¹ Названия растений даны по С.К. Черепанову (1995).

мозаики от 10-12 до 25-20%. Среднее количество фитомассы за три года наблюдений составило 1,8 ц/га (Гордеева, Казанцева, Даважамц, 1981), в зависимости от количества и времени выпадения осадков флуктуации ее величин были существенны

Объектом исследований среди пустынных группировок стало брахантемово-реомюриевое с кустарниками сообщество (*Haloxylon ammodendron* + *Zygophyllum xanthoxylon*) - *Reaumuria songarica* + *Brachanthemum gobicum*), расположенное в урочище Баян-Дзаг на высоте 1100 м над у.м. Растительный покров здесь также имеет определенные черты мозаичности, а проективное покрытие составляет 5-7%. Средняя за 3 года величина продуктивности однолетних побегов составляет 1,5 ц/га. Выбранные стационарные участки находятся на расстоянии не более 25 км друг от друга.

В районе сомона в среднем за год выпадает 117 мм осадков, преимущественно в летний период. Среднегодовые температуры положительны: +4.4⁰ С, абсолютный максимум достигал 39⁰ С, суммарная солнечная радиация - 140 ккал/см², а радиационный индекс сухости - 7.8 (Береснева, 1981).

В течение 3 сезонов вегетации среди основных параметров водообмена в дневной (не менее 2 раз за сезон - суточной) и сезонной динамике у доминантных видов определяли величину интенсивности транспирации (ИТ). Следует отметить, что основную долю продукции, накапливаемой сообществом, составляли виды, чей водный режим мы изучали. Определения проводились с помощью весов ВТ-1000. На основании всех измерений интенсивности транспирации, полученных за 3 года наблюдений, был сделан расчет транспирационного коэффициента (Бобровская, 1996) и расход воды сообществом в целом. Для расчетов последних были использованы данные по продуктивности, измеряемой на тех же эталонных участках, где проводились работы по водному режиму растений (Гордеева, Казанцева, 1981; Казанцева, Давжамц Ц., 1988).

Результаты исследований

Сравнение видов, которые формируют наиболее распространенные степные и пустынные сообщества Монголии, показало столь серьезные отличия в характере водного режима, что позволило говорить о различиях их стратегий адаптации к засухе.² Например, в листьях степных растений содержание воды резко снижается от центра степной зоны к ее южным рубежам, причем на границе с пустынями у ряда доминантных видов в период засухи их функционирование идет при такой низкой оводненности тканей, которая у высших цветковых растений нами ранее не встречалась (Бобровская, 1991). Пустынные виды накапливают, напротив, в своих органах ассимиляции довольно много воды, а изменения ее количества и в ходе вегетации, и в зависимости от экологических условий сравнительно невелики.

Если у степных растений траты на транспирацию могут быть значительны, у пустынных ее интенсивность сравнительно невелика, особенно в наиболее напряженных ксеротермических условиях крайнеаридных пустынь (табл. 1).

И у тех, и других при наступлении засухи сосущая сила листьев увеличивается, но у степных видов она никогда не повышается до таких больших размеров (иногда более 10000 кПа), как у доминантов пустынных сообществ.

О явно неблагоприятном для степных растений водоснабжении, особенно в полосе пустынных степей, свидетельствует не только высокий реальный дефицит, но и возникающая при засухе близость его к критическим пределам, за которым наступают необратимые повреждения жизнедеятельности листьев. В органах ассимиляции пустынных растений разница между этими параметрами, как правило, достаточно заметна на протяжении всего сезона вегетации, что позволило говорить о наличии у них «резерва засухоустойчивости».

Судя по данным, полученным в Монголии, а ранее в степях Казахстана (Свешникова, Бобровская, 1973) и пустыне Каракумы (Бобровская, 1985), преимущественное развитие в степной зоне получили те виды, которые обладают хорошо выраженной реакцией на изменение условий влагообеспеченности. У пустынных же растений этой части Палеарктики (особенно четко это проявляется в условиях крайнеаридных пустынь) реализован иной путь адаптации. Изучение характера их водообмена позволяет говорить о том, что у доминирующих здесь видов идет снижение

² Обобщенная характеристика водного режима степных и пустынных видов сделана (Бобровская, 1991) на основании изучения доминантов наиболее типичных степных и пустынных сообществ всего зонального профиля.

интенсивности водообменных процессов (Бобровская, 1991). Ранее Ю.И. Чернов (1975) пришел к выводу, что на Крайнем Севере в пессимальных условиях интенсивность процессов жизнедеятельности животных снижается.

На основании определений интенсивности транспирации (не менее 500 измерений для каждого вида) и величин надземной фитомассы (Гордеева и др., 1981), а для древесных и кустарниковых видов - однолетних побегов, для всех видов был рассчитан транспирационный коэффициент, показывающий, какое количество воды затрачивает растение для создания 1 г сухого вещества (табл. 1).

Таблица 1. Интенсивность транспирации (ИТ), транспирационный коэффициент (ТК) и расход воды доминантами степных и пустынных сообществ Северной Гоби. **Table 1.** Intensity of transpiration (IT), coefficient of transpiration (CT) and amount of consumed water by dominants of steppe and desert communities of Northern Gobi.

Вид	Максимальная ИТ, мг/г · час	Средняя ИТ, мг/г · час	ТК	Расход воды, мм
Пустынные степи				
<i>Artemisia frigida</i>	1400	370	20 16	38.9
<i>Cleistogenes songorica</i>	1300	540	28 50	28.7
<i>Stipa gobica</i>	1300	350	14 43	47.3
<i>Allium polyrrhizum</i>	1000	540	22 94	4.1
<i>Allium mongolicum</i>	1000	270	35 77	0.3
Остепненные пустыни				
<i>Brachanthemum gobicum</i>	1000	130	25 44	50.1
<i>Nitraria sibirica</i>	900	166	25 53	6.1
<i>Reaumuria soongorica</i>	800	138	13 26	22.8
<i>Zygophyllum xantoxylon</i>	550	126	20 02	18.5
<i>Haloxylon ammodendron</i>	430	125	21 73	41.9

Учитывая существенную разницу в интенсивности, с которой степные и пустынные виды тратят воду на транспирацию, нам представлялось важным определить, в какой мере различаются они по транспирационному коэффициенту, т.к. по нему можно судить о том, насколько эффективно растение утилизирует воду. Поскольку расход воды делается в расчете на единицу фитомассы, специфика продукционного процесса также представляла для нас интерес. Работы на зональном профиле (Казанцева, Даважамц, 1988) показали, что степные виды (сообщества сухих и пустынных степей) накапливают в течение сезона вегетации зеленой массы почти в 6 раз больше (табл. 2), чем пустынные (остепненные, настоящие и крайнеаридные пустыни), хотя в среднем количество выпадающих на этих территориях осадков различается лишь вдвое.

Считается, что у растений умеренного пояса транспирационный коэффициент варьирует от 300 до 1000 г воды, например, культурные злаки обычно тратят на создание 1 г сухой массы 300-400 г воды за сезон вегетации. В аридной зоне ТК как правило, возрастает до 2000 – 3000 г/г сухой массы, хотя и в пустыне можно встретить виды, расходующие не более 500 г воды (Яговцева, 1975). П.

Крамер и Т. Козловский (1983) в свое время предположили, что в аридной зоне он сможет достигать даже 5000 г.

Ранее нами был рассчитан транспирационный коэффициент для всех доминантных видов наиболее типичных сообществ, расположенных на зональном профиле (Бобровская, 1996). Это позволило рассчитать размеры транспирационного коэффициента отдельно для степных, отдельно для пустынных растений. Оказалось, что в среднем степные растения затрачивают на создание 1 г массы сухого вещества однолетних побегов 2640, а пустынные 2200 г воды. Среди доминантов этого профиля наиболее эффективно использует воду все виды ковылей, а наиболее непродуктивно – некоторые виды луков. Было обнаружено, что у всех растений, особенно степных, транспирационный коэффициент варьирует в зависимости от погодных условий конкретного сезона вегетации. Так, в ситуации, когда высокие температуры совпали со значительным количеством выпавших осадков, *Allium mongolicum* (Заалтайская Гоби) тратил на создание 1 г сухой массы около 7000 г воды. О таком непродуктивном использовании воды мы не встречали сведений даже в литературе. Сравнения также показали, что видовые отличия на профиле оказались более существенными, чем отличия зональные.

Таблица 2. Продуктивность надземной фитомассы.³ **Table 2.** Productivity of aboveground phytomass.

Подзона	Продуктивность, ц/га
Сухие степи (Средняя Халха)	8.5
Пустынные степи (Северная Гоби)	1.8
Остепненные пустыни (Северная Гоби)	1.5
Остепненные пустыни (Заалтайская Гоби)	1.5
Настоящие пустыни (Заалтайская Гоби)	0.3
Крайнеаридные пустыни (Заалтайская Гоби)	0.02

Что касается Северной Гоби, то в среднем степные растения затрачивают 2176, а пустынные – 2119 г воды на создание 1 г сухой массы. Здесь так же, как и на зональном профиле, наиболее эффективно утилизировал воду ковылек *Stipa gobica*, наименее продуктивно - лук *Allium mongolicum*. Среди пустынных видов наиболее эффективно тратит воду *Reaumuria soongorica* (табл. 1). Видовые отличия здесь также проявляются более отчетливо, чем отличия подзональные и даже зональные. Таким образом, особенности накопления фитомассы в Северной Гоби и ее зависимость от влагообеспеченности повторили закономерности, обнаруженные при сравнении степных и пустынных видов на профиле, где при возрастании степени аридности климата происходят смены растительности, начиная от сухих степей Средней Халхи вплоть до крайнеаридных пустынь Заалтайской Гоби.

Зная количество воды, которое тратят растения на создание 1 г сухого вещества и количество фитомассы, формируемой каждым из них, мы рассчитали, сколько же воды за сезон вегетации в 2 исследуемых сообществах расходует популяция того или иного вида. Данные по продуктивности показывают, что доминантные виды, чей водный режим мы изучали, как правило, формируют не менее 80% фитомассы и лишь 15-20% - остальные виды. Для наиболее значимых из них были сделаны контрольные замеры интенсивности транспирации, которые были также использованы для уточнения величины расхода воды сообществом в целом.

Оказалось, что в Северной Гоби холоднопопынно-змейково-ковыльковое с караганами сообщество тратит за период вегетации 114.2 мм воды. Расход воды реомюриево-брахантемовым с кустарниками сообществом, расположенным в урочище Баян-Дзаг, составляет 112.3 мм воды. Это практически вся вода, поступающая с осадками - их здесь выпадает 117 мм. Учитывая, что в течение года помимо испарения воды растениями, идет и физическое испарение с поверхности почвы, при проведении работ по балансу влаги необходимо будет определить источники дополнительной влаги. Для сообщества пустынных степей, расположенного на бэле хребта Гурван-Сайхан, имеющего здесь уклон 2-4⁰, дополнительная влага может быть обеспечена на счет горизонтального стока. Для участка, занятого остепненными пустынями, это могут быть грунтовые воды и конденсационная влага. Впрочем, исключить возможность использования здесь воды, попадающей с бэля невозможно,

³ В таблице использованы данные Т.К. Гордеевой, Т.И. Казанцевой (1981) и Т.И. Казанцевой (1988).

т. к. этот участок находится недалеко от уступа, которым обрывается подгорная равнина, и ниже которой на 30-40 м расположено урочище Баян-Дзак.

Интересные исследования были проведены в крайнеаридных пустынях Заалтайской Гоби (в Северной Гоби таких работ не проводилось) А.Н. Золотокрылиным и др. (1987). Их наблюдения показали, что испарение влаги после выпадения осадков, которые здесь чрезвычайно редки, происходило с поверхности почвы на протяжении всего нескольких дней, после чего оно практически прекращалось, а испарение ее в атмосферу в дальнейшем осуществлялось преимущественно уже за счет транспирации растений. Хотелось бы отметить, что количество влаги в атмосфере имеет значение не только для организмов, обитающих в подобных условиях. Влажность воздуха относится к факторам, формирующим климат, и его флуктуации существенны для достаточно больших пространств.

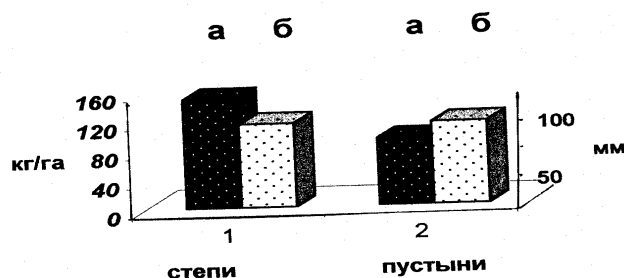


Рис. 1. Расход воды и продуктивность степного и пустынного сообществ Северной Гоби: а - продуктивность, кг/га, б - расход воды сообществом, мм. **Fig. 1.** Amount of consumed water and productivity of steppe and desert communities of Northern Gobi: а - productivity, kg/ha; б - amount of consumed water, mm. 1 - steppes, 2 - deserts.

Таким образом, данные расчетов показали, что, отличаясь по характеру водного режима доминантных видов, сообщества пустынных степей и остепненных пустынь Северной Гоби расходуют приблизительно одинаковое количество воды. При этом первые, однако, даже находясь на южных рубежах степной зоны, формируют в течение сезона вегетации почти на 25% больше фитомассы, чем вторые (рис. 1). Это подтверждает наши предположения о том, что метаболические процессы в степной зоне протекают более интенсивно, чем в пустынях. Следует также отметить, что в совокупности (средняя для сообщества величина) доминанты степных и пустынных сообществ заметных отличий не имеют. Каждое из них скомпоновано таким образом, что среди них в том и другом типе сообществ имеются растения с разной степенью эффективности использующие воду. Однако, например, в степных растительных группировках преимущественное развитие получают виды с более высокой интенсивностью ее утилизации. Проведенный анализ позволяет предположить, что размеры транспирационного коэффициента, лежащего в основе расчетов расхода воды сообществом, является видоспецифическим признаком.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Береснева И.А. Климат пустынно-степного стационара // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Ч.2. Л.: Наука. 1981. С. 7-12.
2. Бобровская Н.И. Водный режим деревьев и кустарников пустынь. Л.: Наука. 1985. 96 с.
3. Бобровская Н.И. Водный режим растений степей и пустынь Монголии. С-Пб.: Наука. 1991. 152 с.
4. Бобровская Н.И. Об эффективности использования воды доминантами сухих и пустынных степей // Ботан. журн. 1996. Т.81. № 4. С. 86-92.
5. Гордеева Т.К., Казанцева Т.И., Даважамц Ц. Продуктивность // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Ч.2. Л.: Наука. 1981. С. 59-67, 166-172.
6. Золотокрылин А.Н., Гунин П.Д., Михайлов А.Ю. Диагноз климата Заалтайской Гоби за 1975 - 1985 гг. // Избр. Тр. Конференции, посвященной итогам 15-летних исследований совм. сов.-монг. биок. экспедиции. М. 1987. С. 45-51.
7. Казанцева Т.И., Даважамц Ц. Продуктивность фитомассы степей и пустынь МНР // Природные условия, растительный покров и животный мир Монголии. Пушино. 1988. С. 242-256.
8. Карамышева З.В., Волкова Е.А., Рачковская Е.И., Сумерина И.Ю. Карта растительности для национального атласа Монголии // Геоботаническое картографирование. Л.: Наука. 1987. С. 5-26.
9. Крамер П., Козловский Т. Физиология древесных растений: Пер. англ. М.: Лесная промышленность. 1983. 535 с.

10. Свешникова В.М., Бобровская Н.И. К экологии ковылей Казахстана // Проблемы биогеоценологии, геоботаники и ботанической географии. Л.: Наука. 1973. С. 240-256.
11. Свешникова В.М., Бобровская Н.И. Водный режим // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Ч.1. Л.: Наука. 1980. С. 125-136.
12. Свешникова В.М., Бобровская Н.И., Измайлова Н.Н., Чойжамц Б. Особенности водного режима пустынных и степных растений Монголии (краткие сведения о водном режиме растений Монголии) // Тр. Ин-та ботаники АН МНР. 1976. №2. С. 150-164.
13. Тимофеев Д.А. Рельеф // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Ч.1. Л.: Наука. 1980. С. 13-23.
14. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. С-Пб.: Мир и семья. 1995. 990 с.
15. Чернов Ю.И. Природная зональность и животный мир суши. М.: Наука. 1975. 220 с.
16. Яговцева Л.Н. Водный режим растений Центральных Каракумов // Водный обмен в основных типах растительности СССР. Новосибирск: Наука. 1975. С. 180-188.
17. Bobovskaja N. I. Wasserhaushalt der Wusten- und Wustensteppenpflanzen in Nord- und Trans-Altai-Gobi // Feddes Repertorium. 1985. Bd. 96, Hf. 5-6. S. 425-432.

ON THE WATER CONSUMPTION BY STEPPE AND DESERT PLANT COMMUNITIES IN NORTHERN GOBI

© 2004. N.I. Bobrovskaya, R.I. Nikulina

Botanical Institute of RAS, 197376, Saint-Petersburg, Prof. Popova str., 2

Studying of water consumption by dominant species and communities as a whole was conducted in Northern Gobi (Mongolia) taking as an example [*Caragana leucophloea*] - *Stipa gobica* + *Cleistogenes songorica* + *Artemisia frigida* community (deserted steppes) and *Haloxylon ammodendron* + *Zygophyllum xanthoxylon* - *Reaumuria soongorica* + *Brachanthemum gobicum* community (stepped deserts). Long investigations discovered the various strategies of adaptation to drought in water relation of steppe and desert plants. However, despite of serious differences, dominant species of both communities on the average have quite equal amount of consumed water. Steppe species use 2176 g of water to produce 1 g of dry substance, but desert ones use 2219 g of water. Species with various efficiency of water use predominate in limits of both communities. Species differences occurred above zonal ones. Calculations have discovered that both communities as a whole for a season of vegetation consumed practically identical amount of water (114.2 – 112.3 mm), quantity of precipitation is 117 mm on the territory. It means, that each of them has to use additional moisture. Probably they receive it due to condensation of soil moisture, a horizontal drain, utilization of groundwater or capillary water, located above a level of groundwater. The last is possible for desert plants here. Despite of identical amount of consumed water, steppe community forms phytomass almost 25% more than desert.

===== СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =====

УДК 581.132+581.5

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ ГОБИ К АРИДИЗАЦИИ КЛИМАТА

© 2004. Иванов Л.А.¹, Ронжина Д.А.¹, Иванова Л.А.², Чечулин М.Л.², Белоусов И.В.²,

Гунин П.Д.², Пьянков В.И.²

¹Ботанический сад-институт, УрО РАН, 620144 Екатеринбург, ул. 8 марта, 202

²Уральский государственный университет, 620083 Екатеринбург, ул. Ленина, 51

³Институт экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Ленинский пр-т, 33

Проведен комплексный анализ структурно-функциональных параметров 108 видов растений из разных типов степных и пустынных сообществ Гоби. Изучены параметры биомассы и ее распределение по органам, морфо-функциональные показатели листьев (площадь, толщина, плотность листа), количественные показатели фотосинтетических тканей (число и размеры клеток и хлоропластов, площадь поверхности мезофилла и внутренняя диффузионная проводимость листа для CO₂), химический состав (содержание углерода, азота, минеральных веществ, органических кислот) и конструкционная цена листьев.

Выявлены основные механизмы адаптации растений Гоби к аридному стрессу на разных уровнях организации. По сравнению с растениями бореальной зоны (Средний Урал) у степных и пустынных видов Монголии увеличена доля подземных органов в общей массе (в 1.5-2 раза), снижены доля стеблей (в 1.5-2 раза) и отношение площади листьев к массе целого растения (в 1.5-2 раза). На уровне фотосинтетических тканей адаптация растений к аридному стрессу выражалась в увеличении внутренней ассимиляционной поверхности листьев (площади поверхности мезофилла) в 3-4 раза. Степные и пустынные растения Монголии имели значительные энергетические затраты на построение единицы массы листа (1.41 – 1.56 г глюкозы на 1 г сухого веса).

Выявлено структурное и биохимическое разнообразие растений Гоби, связанное с их дигрессионной активностью. Проведен сравнительный анализ трех групп растений: растения с низкой дигрессионной активностью (N-виды), растения с высокой дигрессионной активностью (D-виды) и рудеральные растения (R-виды) (Gunin, Vostokova, 1989). Показано, что в ряду N→D→R значительно снижалась доля подземных органов в массе растения и возрастала доля генеративных органов и стеблей. У R-видов была в 2-3 раза больше развита внутрилистовая ассимиляционная поверхность, чем у D- и N-видов, в результате чего рудеральные растения имели вдвое большую проводимость мезофилла для диффузии CO₂. Кроме того, R-виды имели меньшее количество углерода и растворимых углеводов в сухой массе листа и большее количество минеральных веществ.

Продемонстрировано, что изменения в распределении биомассы, структуре фотосинтетического аппарата и химическом составе листьев у растений с разной дигрессионной активностью (N, D, R) были сходны с тенденциями для растений с различными типами экологических стратегий Грайма (s – стресс-толеранты, c – конкуренты и r-рудералы. Соответствие между двумя классификациями также проявлялось в сходстве характеристик местообитаний растений и жизненных форм. N-виды, как и s-стратеги, устойчивы к экологическому стрессу (аридность, засоленность) и не выносят антропогенное нарушение. D-виды, как c-стратеги, являются многолетниками с высокой конкурентоспособностью. Большинство R-видов растений Гоби, как и r-стратеги по Грайму, - однолетние растения с высокой скоростью роста, быстро занимают освобожденные нарушенные территории.

Сделано заключение, что классификация растений Гоби по типам экологических стратегий отражает адаптацию как к аридному стрессу, так и к пастбищной дигрессии. Идентификация типа экологической стратегии позволяет определить функциональную активность вида в сообществе и предсказать реакцию вида при увеличении антропогенного стресса или усилении процессов опустынивания в экосистемах Гоби.

Предложен подход для определения функциональной активности видов растений Монголии, основанный на комплексном анализе количественных показателей на уровне целого растения (индексы распределения биомассы), на уровне анатомии листа (величина внутренней

ассимиляционной поверхности) и биохимического состава растительных тканей (содержание углерода, азота, конструкционная цена растительного материала). Используя эти параметры, можно идентифицировать основные функциональные типы растений экосистем Гоби и место каждого исследованного вида в сукцессионном ряду. Процентное соотношение видов с разной функциональной активностью в растительном сообществе позволит определить уровень дигрессионной нарушенности экосистемы и ее возможные изменения при глобальных климатических и антропогенных воздействиях.

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL BASIS OF ADAPTATION OF GOBI PLANTS TO DESERTIFICATION

© 2004. L.A. Ivanov¹, D.A. Ronzhina¹, L.A. Ivanova², I.V. Belousov²,

M.L. Chechulin², P.D. Gunin³, V.I. Pyankov²

¹ Botanical Garden-Institute, Ural Division, RAS, 620144 Yekaterinburg, 8 Marta 202;

² Urals State University, 620083 Yekaterinburg, Lenina 51,

³ Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, Moscow, Leninsky prospect 33;

Introduction

The modern tendency of environmental changes can be defined as a climate aridization and an expansion of droughty areas (Verstraete, Schwartz, 1991; Pyankov, Mokronosov, 1993). The alteration of temperature and water regime can cause a shift of botanical-geographical zones, a displacement of plant species areas and a changing of interspecies competitive relations in communities (Pyankov, Mokronosov, 1993).

Global fluctuations connected with warming or cold spell of the climate already occurred during the history of the Earth. But they had slow rates (thousands – tens thousands years) and left an opportunity for evolutionary transformations of the vegetation. The modern climatic alterations are relatively fast (tens – hundreds of years) (Verstraete, Schwartz, 1991) and do not allow ecosystems to adapt to them. In this connection the probable way of community adaptation will consist in a change of plant species areas and in a loss of the most sensitive species in ecosystems. Therefore it is necessary to find out the objective approach for evaluation of vegetation state and forecasting of its changes. Recently, as a potential tool for this goals the concept of plant functional types (PFTs) has attached much attention. The most researchers agree that PFT are characterized by similar ecological features and have a similar reaction on environmental conditions changes (Box, 1996; Steffen, 1996; Lavorel et al. 1997). The identification of PFT depends on botanically-geographical zones, scales, and purpose of investigations.

Many recent empirical studies have dedicated revealing of plant functional diversity in grasslands (Tilman, Knops, 1997; Bullock et al., 2001; Diaz et al., 2001; McIntyre, Lavorel, 2001; Vesk, Westoby 2001). Tilman, Knops (1997) identified functional groups on the basis of morphological and physiological differences: legumes, C3- and C4-grasses, forbs, woody plants. They showed that functional diversity had greater impact on ecosystem processes than species diversity. At the same time such classification is not convenient in all cases, because taxonomic criterion such family (grasses and legumes) or simple morphologic criterion such life form (forbs, woody plants) are too common, formal characteristics. These signs do not permit to predict species reaction on anthropogenic influence, for example, grazing.

Some researchers divide pasture plants into groups grazing increasers or decreasers (Vesk, Westoby, 2001). But this classification does not allow to make single-meaning description of plants response to grazing, because many species may act as increasers and also as decreasers, and this depends on climatic or succession conditions (Vesk, Westoby, 2001). Many authors agreed that two functional groups correspond to opposite points of grazing gradient: ruderal species increasing by grazing intensification and palatable grasses increasing by grazing absence (Fernandez-Gimenez, Allen-Diaz, 2000; Gunin, Vostokova, 1989; Nechaeva, 1979). In this case the question retains how to characterize a great number of other species.

The following important problem is the revealing of criteria on which it is possible to identify PFT. Functional activity of species is caused by its physiological peculiarities. Some studies have showed possibilities to use the growth, morphological and physiological parameters for determination of functional features of plant species in grasslands. Plant height is good predictor of grazing response (Diaz et al., 2001), biomass rate reflects competitive ability of plants. N.N. Slemnev (1996) showed possibility to use

physiological parameters such transpiration rate, leaf water content, biomass increase for determination of a role of Mongolian species in steppe and desert communities. At the same time physiological process rate is very labile and reflects the adaptation of a separate plant function to the current environmental conditions. Therefore it is difficult to use it for estimation of the species "climatic opportunities" (Pyankov, Mokronosov, 1993), i.e. features characterizing long-term adaptation to whole complex of environmental conditions. The analysis of stable features and structures connected with the basic physiological functions is necessary.

Morphological and anatomical features of leaves such SLA, leaf area and toughness may be used for evaluation of grazing response (Diaz et al., 2001) and plant ecology strategy (Westoby, 1998). For some species it is showed the correlation between SLA (specific leaf area, i.e. leaf area per mass) and relative growth rates (Garnier, 1992; Lambers, Poorter, 1992). It was proposed also connection between SLA and ecological strategy types (Westoby, 1998). However presence or absence of this connection depends on PFT and leaf anatomy. For example it was shown strong positive correlation between SLA and photosynthetic tissues development in ruderal species, and absence of this correlation in stress-tolerant species of boreal zone (Pyankov et al., 1998). Plants with different types of ecological strategies in boreal zone did not differ on SLA (Pyankov et al., 1998; Pyankov, Ivanov, 2000). SLA was a comparatively poor predictor of grazing response in study in grasslands of Argentina (Diaz et al., 2001).

Thus, it is difficult to estimate functional peculiarities of species by lonely parameter and is necessary to use a complex of structural and functional parameters on different levels of plant organization.

V.I Pyankov developed a special system of plant characteristics that permits to reveal climatic and ecological patterns of plant distribution (Pyankov, Mokronosov, 1993; Pyankov et al., 1998; Pyankov, Ivanov, 2000; Pyankov et al. 2001a). This system include studying of different levels of plants organization: a) at the level of the whole plant - determination of total biomass and its allocation; b) at the level of photosynthetic organ - content of main chemical compounds; c) on the level of certain photosynthetic tissues and chloroplasts - mesophyll anatomy, mesophyll conductance for CO₂-transport, chloroplast number and sizes. The total biomass and biomass distribution among different organs of plants can be used for identification of the types of ecological strategies (Pyankov, Ivanov, 2000). Elucidation of the plants strategies enables to estimate the potential resistance to unfavorable natural and anthropogenic factors. Carbon and nitrogen contents in leaves of plants were used for calculation of carbon cost, i.e. the amount of energy necessary for construction of plant mass unit (Pyankov et al., 2001b). A strong correlation between carbon cost and ecological strategies and functional activity of plants were shown. The quantitative characteristic of leaf mesophyll is the complex of parameters (more then 20) of photosynthetic tissues structure. It was shown (Pyankov et al., 1998) that the structure of the photosynthetic apparatus grows out long-term adaptation of species to environmental conditions and reflects functional features of plant species.

The complex analysis including all criteria named above can be used for the identification of natural plants groups – plant functional types. The basic purpose of the paper is to determine functional activity of Mongolian dominate species in different types of ecosystems for evaluation of the plant species resistance to ecological and anthropogenic stress.

Plant materials and methods

The investigations were done in summers of 2000-2003, in Mongolia. The studied places located in range from 48° to 43° N longitude and from 99° to 107° E latitudes at elevations from 750 to 2000 m. Plants material was collected in July-August, mainly at the stage of flowering. We investigated 108 plant species from 25 families occurring in different types of steppe and desert: Darchan (steppe), Ulan-Bator (mountain steppe), Unzhul-somon (dry plate steppe), Bulgan-somon area (desert steppe, mountain dry steppe), Bajandzag valley (sandy and clay desert), Gurvantes (mountain desert steppe), Echin-Gol (oasis).

Whole plant mass and biomass allocation. Five to ten well-developed intact plants of each species growing under typical conditions for this species were used for analysis. The plants were cleaned from soil, dissected into separate organs, dried and weighted. To study the biomass allocation, we estimated the leaf area (by the system of image analysis "Siams Mesoplant", Open company "SIAMS"); the total weight; and the weights of leaves, stems, underground organs, and generative organs. These data were used for calculating integral morphological indices, namely, the leaf mass ratio (LMR); underground organs mass ratio (UMR); stem mass ratio (SMR); generative organs mass ratio (GMR), leaf area ratio (LAR).

Chemical composition. Methods for determination of leaf biochemical composition were described in our paper (Pyankov et al., 2001a). Leaf samples pooled from 10-15 plants of each species fixed at 125°C and

dried at 75°C in thermostat oven. The total nitrogen and carbon content of leaves was measured with a Carlo Erba 1106 automatic CHN analyzer (Italy). The total content of mineral substances was calculated as the sum of ash and NO₃ minus a correction for ash alkalinity (Poorter, 1994). The NO₃ concentration was measured with SF-46 spectrophotometer in aqueous extracts with a 5% solution of salicylic acid in H₂SO₄ and in 4% NaOH. The energy cost of a plant leaf weight unit (construction cost, CC), in grams of glucose per gram of leaf dry weight, was calculated by method of Poorter (1994) and described in (Pyankov et al., 2001b).

Table 1. Comparison of Mongolian plants (n=51) with boreal plants (n=45) on biomass allocation parameters, leaf mesophyll structure, concentrations of main chemical substances in the leaves and significance of distinction between these groups. ns, not significant; *, p<0.05; **, p<0.01; ***, p<0.001. P refers to data for palisade cells. The values include 50th percentiles of species (from the 25th to 75th percentiles of the distribution). ⁽¹⁾Data are adduced from Pyankov, Ivanov, 2000. ⁽²⁾Data are adduced from Pyankov et al., 1998. ⁽³⁾Data are adduced from Pyankov et al., 2001a, 2000b.

<i>Parameter</i>	Mongolia, Gobi	Boreal zone, Middle Ural	Criterion Mann-Whitney
Total weight, g	1-4	1-7 ⁽¹⁾	ns
Underground organ weight, g	0.5-2.0	0.5-2.0 ⁽¹⁾	ns
Stem weight, g	0.5-1.0	0.8-2.0 ⁽¹⁾	ns
Leaf weight, g	0.5-1.0	0.5-1.5 ⁽¹⁾	ns
Generative organ weight, g	0.1-0.4	0.1-0.5 ⁽¹⁾	ns
Leaf area ratio, cm ² /g	0.2-0.4	0.4-0.9 ⁽¹⁾	***
Underground organ mass ratio, %	25-55	10-40 ⁽¹⁾	***
Stem mass ratio, %	15-25	25-45 ⁽¹⁾	***
Leaf mass ratio, %	20-35	20-30 ⁽¹⁾	ns
Generative organ mass ratio, %	6-16	6-15 ⁽¹⁾	ns
Leaf area, cm ²	0.3 – 1.4	5.0 – 45.0 ⁽²⁾	**
Leaf thickness, mkm	340-800	150-250 ⁽²⁾	***
Specific leaf mass, mg/cm ²	800-1220	290-550 ⁽²⁾	***
Cell volume (P), 10 ³ mkm ³	4-17	5-15 ⁽²⁾	ns
Number of chloroplasts per cell	20-60	20-50 ⁽²⁾	ns
Cell number, 10 ³ /cm ²	600-1700	200-700 ⁽²⁾	***
Chloroplast number, 10 ⁶ /cm ²	25-50	6-20 ⁽²⁾	***
Chloroplast volume, mkm ³	20-40	30-50 ⁽²⁾	*
Achl/A, cm ² /cm ²	10-20	4-10 ⁽²⁾	***
Ames/A, cm ² /cm ²	14-32	4-9 ⁽²⁾	***
Mesophyll volume in leaf, %	7-25	7-22 ⁽²⁾	ns
Mesophyll conductance, cm/sec	0.7-1.7	0.2-0.5 ⁽²⁾	***
Carbon	430-470	430-470 ⁽³⁾	ns
Nitrogen	25-35	20-30 ⁽³⁾	*
Carbon/nitrogen	11-18	13-22 ⁽³⁾	ns
Mineral	60-105	50-85 ⁽³⁾	***
Nitrates	3.6-7.6	2.5-5.7 ⁽³⁾	**
Organic acids	55-100	70-110 ⁽³⁾	ns
Soluble carbohydrates	60-150	35-75 ⁽³⁾	**

Quantitative leaf anatomy. Structural parameters of the photosynthetic apparatus were determined according to Mokronosov's method (Pyankov et al., 1998) and a projective method (Ivanova, Pyankov, 2002). For analysis, we took five to ten leaves from each of ten to fifteen plants. Leaf area, leaf specific mass (leaf mass per area, LMA) and leaf thickness were determined by the system of images analysis "Siams Mesoplant" in module "Macro". Leaf thickness was determined by examining leaf cross-sections, placed in Tris-HCl-sorbitol buffer (pH 7.4) in ten replications. The number of cells per unit leaf area was determined in samples fixed with 3.5% glutaraldehyde dissolved in phosphate buffer (pH 7.0). Fixed leaf fragments were macerated with 20% KOH under heating. The number of cells in macerate was counted in 20 replicates for 90 squares of the Goryaev haemocytometer. The volume of mesophyll cells was determined by the projective method (Ivanova, Pyankov, 2002).

The significance of differences between the parameters studied in the groups of species was estimated using Mann-Whitney test.

Whole plant mass and its allocation

The absolute values of total biomass in Mongolian plant species ranged from 0.5 g dry mass in *Mollugo cerviana* to about 100 g in *Ephedra equisetina*. 75% of the species has this parameter less than 4 g (table 1). We found significant positive correlations between total weight of whole plant and the weight of individual organs (stem, leaves, underground and generative organs) – correlation coefficient r ranged from 0.83 to 0.97 at <0.05 .

The UMR varied from 5.5% in annual species *Tribulus terrestris* to 86.2% in perennial plant *Poligonum angustifolium*. Unlike this parameter, the minimal LMR and SMR were observed in *Poligonum angustifolium* (8.3, 4.5%, respectively) and maximal values were in *Mollugo serviana* (59% - LMR) and *Tribulus terrestris* (47% - SMR). The stem weight and leaf weight did not exceed 1 g in 75% of the species (table 1). The weight of generative organs contributed the least in total weight of the whole plant. 50% of the species examined had GMR from 6 to 16%.

Comparative analysis results of the biomass allocation of Mongolian plant and Middle Ural plants species showed that adaptation of Mongolian plants to arid environment expressed in the increasing of UMR and decreasing of SMR and LAR. The forming of large underground organs allows Gobi plants to improve water supply and to store nutritional substances for surviving plants during unfavorable periods. Reduction of leaf area per unit dry weight of plant connected with the necessity of decreasing water loss in aridity stress condition. Pyankov and Ivanov (2000) showed with boreal plant species analysis that plants with different types of ecological strategies (S-stress-tolerators, C-competitors, and R-ruderals) have differences in biomass allocation. The increasing of UMR and decreasing of SMR and LAR were found for S-strategists. This fact allows concluding that existence in severe arid stress conditions results in forming stress-tolerators properties in biomass allocation of Mongolian plant species.

Parameters of biomass allocation were used for estimation of the functional activity of plant species and evaluation of their state in succession rows. We applied classification of species-indicators of pasture digression in Mongolia according to Gunin and Vostokova (1989) and divided species in relation to their digressive activity on three groups: plants with low digressive activity, mainly native dominant species (N); species with high digressive activity (D), and ruderal plants, which abundantly occupied overgrazed pastures (R) (fig. 1).

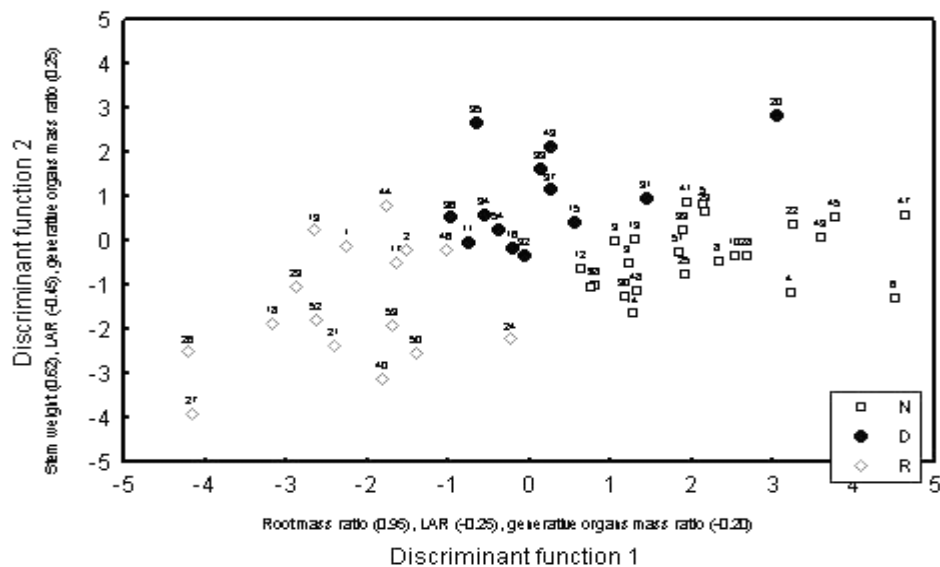


Fig. 1. Box plots of the biomass allocation parameters in Mongolian plants with different functional activity: native dominant species with low digressive activity (N, $n=14$), species with high digressive activity (D, $n=4$), ruderal plants (R, $n=4$). The species in the groups are presented according to Gunin, Vostokova (1989). The square symbol in each box indicate the median value, the bottom and top parts of the box the 25th and 75th percentiles, and the bottom and top of the bars minimal and maximal values.

Comparative analysis of biomass allocation for Mongolian plant species studied showed that species from groups with distinct digressive activity significantly differed from each other with respect to the UMR, SMR, and GMR (table 2). The UMR significantly decreased in order $N \rightarrow D \rightarrow R$. Unlike this, the GMR and

SMR increased in order N→D→R. Therefore these indices may be used as criteria for identification of species with different digressive activity. We applied the procedure of discriminant analysis based on plant biomass parameters for identification digressive activity of Mongolian plants, which activity was unknown. We used the values of discriminant functions to determinate a belonging of species to the certain class:

$$\text{Root1} = -2.6 + 0.13*\mathbf{LAR} + 0.05*\mathbf{SW} + 0.10*\mathbf{UMR} - 0.07*\mathbf{GMR},$$

$$\text{Root2} = 4.4 - 6.70*\mathbf{LAR} + 0.19*\mathbf{SW} - 0.03*\mathbf{UMR} - 0.14*\mathbf{GMR},$$

where **LAR** – leaf area ratio (the ratio of common area of leaves to total plant weight), **SW** – stems weight, **UMR** – underground organs mass ratio, **GMR** – generative organs mass ratio.

The results of discriminant analysis are represented at figure 1. The most significant for distinguishing groups by function 1 was UMR ($r=0.95$). Function 2 associated with the stem weight ($r=0.62$) and LAR ($r=-0.45$). The levels of digressive activity of species, which functional activity are unknown, were determined on the basis of the coordinates for each species in the space of discriminant functions (fig. 1). The results obtained indicate that species with different digressive activity may be characterized by different contributions of their organs (particularly underground organs, stems, and generative organs) to the total plant weight. In connection with this the biomass allocation parameters may be apply for identification the levels of digressive activity in other species with unknown functional activity.

Structural and functional adaptation of photosynthetic apparatus

Table 1 represents the main parameters of photosynthetic apparatus in Mongolian plants studied. Mongolian plant species examined have the leaf area which varied from 0.04 cm² to 8.90 cm². In 50% of the studied species the leaf area did not exceed 1.40 cm². The leaf thickness of Gobi plants varied from 210 to 2250 mm. Maximal values of this parameter had succulents such *Bassia dasyphylla*, *Haloxylon ammodendron*, *Reaumuria soongorica*. Like this parameter the specific leaf weight (SLW) varied also in 10-fold range - from 230 to 2560 mg/dm². Mesophyll cell volume varied from 1 300 to 160 000 mm³. The minimal cell volume was characteristic for grasses, and the largest cells were observed in succulents. The Gobi plant species had also different values of chloroplast number in mesophyll cell (minimal value -10 and maximal value 285) and per unit leaf area (from 6.9 million up to 120 million per 1 cm² of the leaf). Leaf mesophyll conductance for CO₂ differed also in the large limits among species studied, from the lowest 0.3 cm/sec up to the highest 4.1 cm/sec. Thus, Mongolian plant species characterized by the great variety of morphological, structural and functional parameters of the photosynthetic organs. This is probably connected with a large number of ecological possibilities and adaptation mechanisms among Gobi species to aridity stress. A common anatomical research of Gobi plants showed that there is a large diversity of the xerophytisation forms in desert ecosystems, which corresponds to a variety of ecological niches (Gamalei, 1988). Our study results show also a great diversity of the ways in structural and functional adaptation of photosynthetic apparatus in Gobi plants, but they have common futures in comparison to plants from humid region (table 1).

Adaptation of Mongolian plants to arid conditions involves different levels of organization, including leaf morphology, photosynthetic tissues, cells and chloroplasts parameters. The morphological adaptation of Mongolian plants' leaves to aridity stress is expressed in decreasing leaf area and in enhancing leaf thickness and density (table 1). The higher weight of unit leaf area was caused not only by developed mechanical, conducting and covering tissues apparently, as it was already shown (Gamalei, 1988; Voronin et al., 2003), but also by the structural adaptation of photosynthetic tissues to aridity stress consisted in change of quantitative parameters. Species of arid and humid regions did not differ in cell volumes, number chloroplasts per cell, and mesophyll volume of leaf. However Gobi plants had larger values of photosynthetic cell and chloroplast number per unit leaf area. The increasing of the mesophyll cells and chloroplasts number is very important for formation of the inner leaf surfaces that are common membrane for CO₂ fixation and water transpiration, i.e., responsible for plant carbon/water balance. Our study showed that these parameters were two – three times higher for Mongolian plants than for boreal plants. Accordingly, mesophyll conductance g_m for Mongolian plants was approximately three times higher than for boreal plants (table 1).

At the same time there was a large diversity of quantitative parameters of photosynthetic apparatus among Mongolian plants. We found significant differences between groups with different digressive activity, which was identified according (Gunin, Vostokova, 1989).

The native dominant species in comparison with D- and R-plants had larger cell sizes (about 3-5 times) and smaller volume of chloroplasts in cell (about 3 times; table 2). Ruderal plants had many chloroplasts per

cell and the most cells and chloroplasts per unit leaf area. Consequently, ruderals had the largest inner surface area of mesophyll cells and chloroplasts. These parameters – A_{mes}/A and A_{chl}/A - were about 2-3 times greater than in D- and N-species. The group of species with high digestive activity (D-species) was characterized by the low cell sizes with low number of chloroplasts in cell and high mesophyll cell number. D-species had the lowest level of variety of mesophyll structure parameters. Mesophyll conductance g_m increased in the row N→D→R.

Table 2. Comparison of plants with different digestive activity and ecological strategy on morphological, structural and biochemical and physiological parameters. *Data are adduced from references: 1 – Grime, 1974; 2 - Gunin, Vostokova, 1989; 3 - Pyankov et al., 1998; 4 - Pyankov, Ivanov, 2000; 5 - Pyankov et al., 2001a; 6 - Pyankov et al., 2000b.

Parameter	Digestive activity, Mongolia		Ecological strategy, Boreal zone, Middle Ural	
Habitat	N(2)	High stress, No grazing	S(1)	High stress, Low disturbance
	D(2)	High stress, High grazing	C(1)	Low stress, Low disturbance
	R(2)	High stress, overgrazing	R(1)	Low stress, High disturbance
Life form	N(2)	Shrubs, perennial herbs	S(1)	Shrubs, perennial herbs
	D(2)	Shrubs, perennial herbs	C(1)	Trees, shrubs, perennial herbs
	R(2)	Majority annual herbs	R(1)	Majority annual herbs
Total plant weight, mg/g	N	0.5-5.0	S (4)	0.5-4.0
	D	4-45	C (4)	8-73
	R	5-6	R (4)	1-2
Underground organ mass ratio, %	N	45-65	S (4)	25-50
	D	25-50	C (4)	25-50
	R	10-15	R (4)	4-7
Stem mass ratio, %	N	12-25	S (4)	15-25
	D	23-33	C (4)	24-42
	R	30-50	R (4)	40-45
Mesophyll cell volume, 10^3 mm^3	N	4-21	S (3)	8-36
	D	2-8	C (3)	2-4
	R	5-50	R (3)	10-20
Chloroplast number per cell	N	20-50	S (3)	40-60
	D	17-30	C (3)	16-27
	R	35-110	R (3)	30-73
A_{mes}/A	N	20-27	S (3)	6-14
	D	21-28	C (3)	10-14
	R	28-65	R (3)	14-22
Mesophyll conductance, cm/sec	N	0.9-1.7	S (3)	0.3-0.5
	D	0.5-1.2	C (3)	0.5-0.8
	R	1.0-2.5	R (3)	0.7-1.2
C/N	N	7-20	S (5)	17-34
	D	15-20	C (5)	13-23
	R	11-14	R (5)	10-14
Mineral substances, mg/g	N	70-100	S (5)	30-60
	D	60-80	C (5)	55-80
	R	80-200	R (5)	85-120
Soluble carbohydrates, mg/g	N	90-150	S (5)	50-70
	D	70-100	C (5)	25-75
	R	50-120	R (5)	20-30
Construction cost, g glucose/g	N	1.45-1.60	S (6)	1.45-1.55
	D	1.40-1.45	C (6)	1.28-1.45
	R	1.30-1.50	R (6)	1.11-1.37

Thus, we found out the significant divergence between Mongolian plants with different digestive activity. Figure 2 shows the results of discriminant analysis for Mongolian plants based on the parameters of photosynthetic tissues. Plants with different digestive activity were separated by discriminant functions:

$$\text{Root1} = 20,7 + 0,44 * \mathbf{VcelP} - 0,28 * \mathbf{ChIP} - 0,07 * \mathbf{Vchl} - 0,40 * \mathbf{g}_m,$$

$$\text{Root2} = 1.45 + 0.11 \cdot \text{Vchl} - 0.15 \cdot \% \text{ChlP} - 0.21 \cdot \text{g}_m,$$

where VchlP – palisade cell volume, ChlP – chloroplast number in palisade cell, Vchl – chloroplast volume, g_m – mesophyll conductance, $\% \text{ChlP}$ – volume of chloroplasts in cell.

The most significant variables according to discriminant analysis were the same as according to one-dimensional statistical criteria between N-, D- and R-groups. The discriminant analysis mechanism allowed determining the degree of digressive activity of species, which digressive activity was unknown yet (fig. 2).

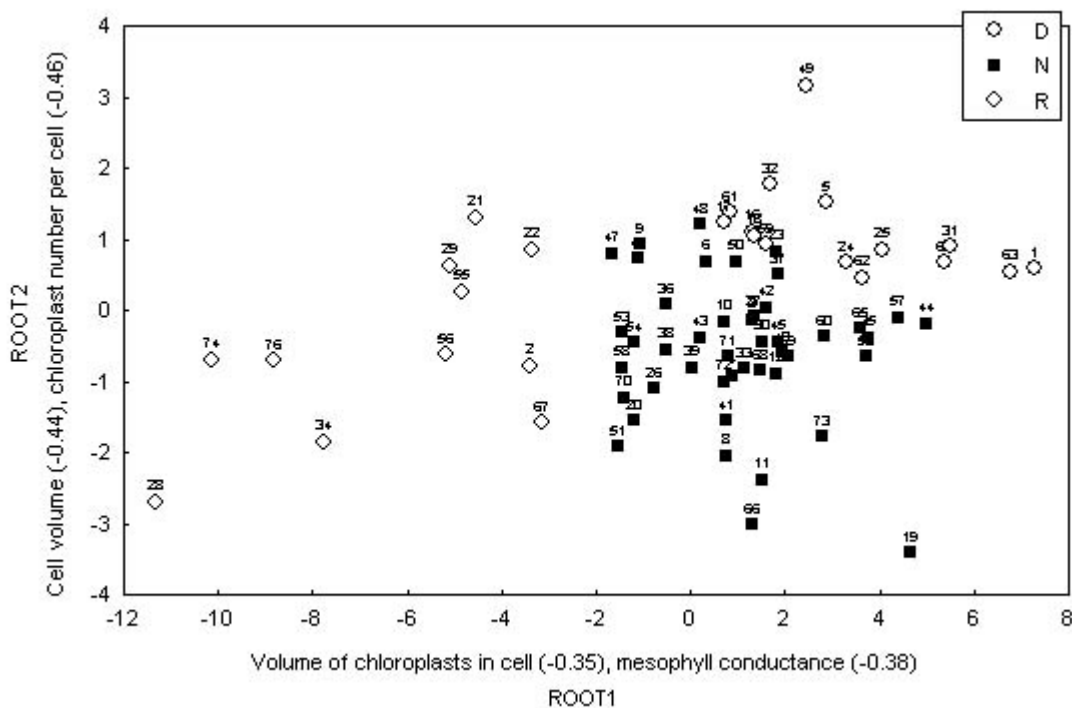


Fig. 2. Discriminant analysis of species with different functional activity on the basis of biomass allocation parameters. Species numbers are presented in table 3. N - native dominant species with low digressive activity, D - species with high digressive activity, R - ruderal plants. Correlation coefficients between discriminant functions and variables are shown in brackets.

Chemical composition and construction cost of leaves

Chemical composition (nitrogen, carbon, minerals, NO_3 , organic acids) and construction cost were determined in the leaves of the same 54 species which functional activity identified on the basis of biomass parameters.

The content of soluble carbohydrates, nonstructural polysaccharides, organic acids and minerals differed considerably among studied Gobi plant species (table 1). The concentration of minerals and nitrates in leaves was minimal for perennial plant *Sophora alopecuroides* (39, 1.8 mg/g, respectively) and maximal for annual species *Tribulus terrestris* (547, 22 mg/g, respectively) and *Chenopodium acuminatum* (271, 50 mg/g, respectively). In 75% of the species content of mineral substances and nitrates did not exceed 85 and 7.6 mg/g respectively. Leaf carbon concentration varied less considerably than content of other substances. Values of this parameter ranged from 267 mg/g in *Zygophyllum potaninii* to 496 mg/g in *Veronica incana*. In 50% of the species studied, leaf carbon concentration varied from 430 to 470 mg/g.

The results of comparison of leaf chemical composition for Gobi plant species and Middle Ural plants are shown in table 1. The leaves of Mongolian plants had higher concentration of nitrogen, nitrates, mineral substances and soluble carbohydrates than ones in Middle Ural plants. Earlier it was shown (Grime et al., 1988; Garnier et al., 1999) that increased nitrogen concentration in leaves is depended on the high content of functional proteins and resulted in high rate of CO_2 fixation. In our opinion enhanced nitrogen concentration in leaves of Mongolian plant species is not connected with high content of functional protein, but it was a consequence of increased nitrate concentration (table 1). Accumulation of nitrate, minerals and soluble carbohydrates in leaf cells may provide high suck power for improving water supply.

The leaf construction cost was higher for Mongolian plant species than for Middle Ural plants (table 1). Pyankov et. al. (2001b) demonstrated that maximal values of this parameter were in boreal plants with stress-tolerant strategy and is explainable by synthesis of compounds (for example, cuticle waxes) that protect leaves from water loss during drought, freezing, and exposure to ultraviolet radiation. It can be assumed that Mongolian plants manifest high leaf construction cost because their arid stress environment requires the synthesis of specific protective compounds.

Comparative analysis of chemical composition of studied Mongolian plants with different digressive activity showed that species belonging to ruderal plants significantly differed from other species groups (table 1). They had less content of carbon and soluble carbohydrates and higher concentration of mineral substances and nitrates.

This indicates that the digressive activity of species is associated not only with biomass indices and mesophyll structure but also with specific chemical composition of the leaves.

Physiological mechanisms of adaptation to aridity stress condition

The main specific structurally-functional features of adaptation of Gobi plant species to arid stress conditions were found. These adaptation mechanisms are revealed at the different levels of plant organization – total plant biomass, photosynthetic organs morphology, photosynthetic tissues structure and leaf biochemical composition. This complex of plant traits expresses the efficiency of environmental resources utilization, i.e. ecological strategy of plant species.

A concept of plant ecological strategies was proposed and empirically justified by Ramenskii (1935) and quantitatively elaborated by Grime independently (1979). According to Ramenskii-Grime's approach (Ramenskii, 1935; Grime, 1979) three types of strategies exist among plants – the competitors, ruderals and stress-tolerators (figure 3a). J.P. Grime (1979) determined the types of plant ecological strategies analyzing relative growth rates and morphological indexes of species. Pyankov et al. (1998, 2000, 2001a, 2001b) showed that complex analysis of structural and functional parameters of plants on several organization levels allows to identify the types of plant strategies in natural habitats. These studies found out the main traits of the competitors, ruderals and stress-tolerant species of boreal plants. The manifestation of stress-tolerant features were associated with the high UMR, low SMR and LAR (Pyankov, Ivanov, 2000), small leaves with high SLM (Pyankov et al., 1998) and high construction cost (Pyankov et al., 2001b). Our investigations showed that in comparison to boreal plants Gobi plants had strongly expressed stress-tolerant features, which were associated with increased UMR, decreased SMR and LAR, small leaf area with high SLM and enhanced construction cost (table 1).

On the contrary to boreal species peculiarity of photosynthetic tissues structure in Mongolian plants was large number of photosynthetic cells and chloroplasts per leaf area – 2-3 times greater than in boreal plants (table 1). As the mesophyll cell and chloroplast sizes in Gobi and Ural plants were the same, so derivatives of numbers and sizes of cells and chloroplasts – total surface area of cells and chloroplasts (A_{mes}/A and A_{chl}/A) – were also 2-3 times greater in Gobi plants than in boreal species. At the same time stress-tolerant species of boreal zones characterized by the lowest number of cells and chloroplasts and the lowest values of A_{mes}/A and A_{chl}/A (Pyankov et al., 1998). These distinctions are connected with a structural adaptation of photosynthetic tissues to different kinds of stress. Stress-tolerators of boreal zone are mainly shade plants and their photosynthetic organs are adapted to low light intensity under a forest canopy. Therefore they have thin leaf blade and homogenous mesophyll with large cells. Gobi plants are adapted to another kind of stress, so-called arid stress, which is associated with the water deficit, high temperature and irradiance. In agreement with this, Mongolian plants mainly are xerophytes (Gamalei, 1988). Xeromorphy is often expressed in decreasing of leaf surface, enhancing of leaf thickness and density (Vasilevskaja, 1954; Vosnesenskii, 1984; Gamalei, 1988). The leaf surface reduction frequently led to the increasing of cells and chloroplasts number per leaf area unit (Gamalei, 1988). So xerophytes of Karakums desert had 1800-2000 thousand mesophyll cells per 1 cm² of leaf surface though mesophytes of temperate zone had mainly 400-600 thousands of cells per 1 cm² (Mokronosov, 1978). Besides that a large photosynthetic cell and chloroplast number per leaf area unit is not only consequence of the leaf area decreasing, but also the structural reason for enhancing leaf inner assimilate surface – A_{mes}/A and A_{chl}/A . As result Gobi plants have 2-time greater mesophyll conductance for CO₂ than boreal plants (table 1). Thus is very important for support of common leaf CO₂ diffusion rate in water deficit conditions, as level of stomata conductance is very low. In this connection we concluded that the great density of cells and chloroplasts, high A_{mes}/A and A_{chl}/A , and large mesophyll conductance in Gobi plants can be considered as the futures of mainly stress-tolerant

species, which are adopted to arid stress.

Functional diversity of Gobi plant species

Our results showed that Gobi plants alongside with the found similarity of features characterized by a structural and biochemical variety connected with a species functional diversity. As all Gobi plants are under the same strong ecological stress and the main changing factor acting on the vegetation is an anthropogenic influence (grazing, trampling), so the functional diversity of Gobi plants depends on an expression of pasture digression. The pasture digression (degradation) is a gradual changing of vegetation by an influence of excessive pasturing. Plants of Gobi's desert steppe are characterized by a different digressive activity – i.e. a reaction of species on different levels of the grazing. Plants with a different digressive activity get an advantage on different stages of plant community succession. The succession under grazing pressure usually occurs on the following way: 1. Stage of primary (native) dominants; 2. Replacement of primary (native) dominants by co-dominants (secondary, pasture dominants) and appearance of weeds (ruderals); 3. Stage of ruderal pasture weeds (Gunin, Vostokova, 1989).

We analyzed the groups of Mongolian species with the different digressive activity and found out definite specific features at different levels (table 2). Tendencies in the change of biomass indices, mesophyll structure, and leaf chemical composition among Mongolian plants with the different digressive activity were similar to the tendencies for plants with different types of ecological strategies demonstrated on boreal species (table 2). The conformity between two classifications is also in some similarity in the characteristics of plant habitats and life forms in plants with the different digressive activity/ecological strategies. *N*-species like *S*-strategists submitted by perennial herbs and shrubs prevail at the first stage of pasture digression with a weak disturbance degree. Taxonomy of this group is a rather diverse, but it also includes large number of grasses and species of genus *Allium*. Big perennials and also shrubs and subshrubs represent larger part of *D*-species. *D*-species get an advantage at the second stage of degradation and are as a rule co-dominant. The most annuals and taproot perennials are *R*-species like *R*-strategists and their proportion enhance at the overgrazing stage.

Therefore results of our comparison suggest that the classification of plants on the type of digressive activity (*N*, *D*, *R*) is consistent with the system of ecological strategies (*S*, *C*, *R*). *N*-species (low digressive activity) as *S*-strategists are the most tolerant to ecological stresses (aridity, salinity) in natural habitats of Mongolia, non-enduring anthropogenous disturbance. This species had lower values of total biomass and A_{mes}/A and higher UMR and construction cost in comparison with other two groups – *D* and *R* (table 2). *D*-species (high digressive activity) like *C*-strategists have a competitive ability and are characterized by the greatest total biomass, leaf area, small mesophyll cells and large their number per leaf area unit. *R*-species (ruderal plants, high activity on the overgrazed pastures) like *R*-strategists according to Grime are characterized by low total biomass, the lowest UMR and construction cost, the highest values of A_{mes}/A and mesophyll conductance. This indicates that the groups with the different digressive activity physiologically close to plant groups with the different ecological strategies of Ramenskii-Grime (Ramenskii, 1935; Grime, 1979).

In our opinion, the major differences between the plant species of the different digressive activity/ecological strategies consist in the efficiency of environmental resources utilisation, resistance to environmental stress, and relative growth rate. Possibly metabolism of ruderal plants is directed towards the formation of active enzyme complexes (protein compounds) and on the synthesis of terminal carbohydrate products. Ruderal species usually have a short life cycle; their metabolism is oriented to the synthesis of the enzymes determining their high functional activity. Lambers and Poorter (1992) demonstrated that low carbon content and high concentration of mineral substances are characterized for fast-grow species. The high functional activity of *R*-plants allows them to occupy quickly free places in overgrazed pastures. Ruderals, mostly invasive species in overgrazing pastures in Mongolia, such as *Artemisia scoparia* and *Peganum nigellastrum* characterized by the rapid development and formation of generative organs, as well as high seed production. In disturbed ecosystems these species the most effectively use photosynthetic products for formation of seeds and the less spend for underground organs (table 2).

On the contrary, week-digressive stress-tolerant species, a majority of photosynthetic assimilated carbon remains in leaves, and the fraction of this carbon is probably utilized for synthesis of secondary compounds. These plants also characterized by large energy expenses for metabolism of protective compounds that enhance a plant tolerance to environmental stress and seasonal weather changes. Stress-tolerant plants (native dominant species of Mongolian ecosystems) are perennials requiring additional amounts of

assimilated carbon to build structures and compounds that increase a plant resistance to environmental factors.

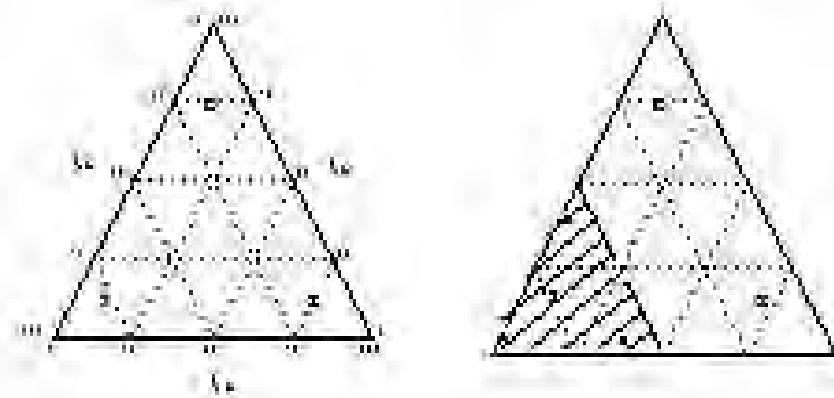


Fig. 3. Box plots distribution of the photosynthetic tissues structure parameters in Mongolian plants with different functional activity: native dominant species with low digestive activity (N, n=12), species with high digestive activity (D, n=4), ruderal plants (R, n=4). The species in the groups are presented in table 5 according Gunin, Vostokova (1989). The means on the graph see fig. 1.

However we cannot associate groups on the digestive activity with the primary ecological strategy of Grime (1979) because plant species studied grow in conditions of strong arid stress and all of them have well expressed properties of stress-tolerators in biomass allocation, mesophyll structure, and leaf chemical composition (table 2). Because of this we disposed Gobi plants in Grime's triangle in stress-tolerators area (fig. 3). This disposition has a good conformation with the data on morphological, structural and biochemical parameters of plants with different ecological strategies in general table 7. We can consider the projection of *N*-species by Gunin, Vostokova (1989) on *S*-strategists according to Grime (1979), the projection of *D*-species on *CS*-strategists, and the projection of *R*-species on *RS*-strategists of Grime's system. Madon, Medail (1997) also did not find out "clear" *R*-strategists by Grime in Mediterranean limestone grasslands which climate characterized by an extreme summer drought and noted the well-expressed stress-tolerators properties in annuals of xeric habitats (Madon, Medail, 1997).

Fernandez-Gimenez, Allen-Diaz (2000) also did not observe consistent vegetation changes attributable to the grazing gradient in desert-steppe. There were no ruderal species by a grazing increasing and the grazing had a little influence on shrubs and grasses abundance. On our opinion, it does not contradict to basic natural laws of grazing influence on vegetation but opposite is consistent with the ecological strategies concept. The enhancing of arid stress that corresponds to desertification processes does not let to develop ability of species with the well-expressed *R*-strategy. Only species with the *S*-strategy prevailing are able to survive in deserts and desert-steppe conditions as these authors observed *Caragana* shrubs, salt-shrub species *Ananbasiis brevifolia*, *Reaumuria soongorica*, *Salsola passerina*, grasses *Stipa gobica/glareosa*, blueflags *Iris bungei*, *I. tenuifolia*. All of these species belong to *S*- and *CS*-strategies according Grime and an increasing of pasture grazing in deserts conditions in our opinion can influence on vegetation change due to the enhancing of *CS*-strategists (i.e. *D*-species) proportion. *D*-species get an advantage by the high level of pasture digestion, but not at overgrazing stage (Gunin, Vostokova, 1989). A reduction of grazing pressure leads to the decreasing of *D*-species (*CS*-strategists) portion and increasing of *N*-species portion (*S*-strategist). Grime (1979) also showed that a reduction of pasture grazing let to the enhancing number of stress-tolerant species.

An absence of grazing during a long period (more than 11 years) has a non-favorable impact on soil properties and plant species diversity (Nechaeva, 1979). In this case occur a hardening of upper layers of soil and spread out of cespitose grasses which prevent expansions of shrubs and semishrubs and favor the reducing of these biomorphs' yield (Nechaeva, 1979). Thus an absence of the grazing further to the increasing of ecological stress and result in the enhancing of stress-tolerant species number in community.

The offered concept of functional activity determination for Gobi plants on their digestive activity is coordinated with the opinion about non-linearity of plant response to grazing intensity (Fensham et al. 1999; Vesk, Westoby, 2001). The plant response along disturbance gradient is consistent with unimodal peaks of abundance along physical environmental gradients (Fensham et al. 1999).

Thus we concluded that the classification of Gobi plants on the ecological strategy types is consistent

with the plant adaptation to both the ecological stress and disturbance. In connection with this the ecological strategy reflects a functional and digressive activity of species. The identification of ecological strategy type leads us to determine a functional and digressive activity of species. In our opinion ecological strategies for Gobi plants correspond to their functional types. An ecological strategy may be identified with the complex of different approaches at levels of whole plant (biomass allocation indices), leaf anatomy (development of inner assimilation surface), and biochemical composition of plant tissue (C, N content, and construction cost). The objectivity and quantitative character of these parameters allow detecting the functional activity and state of each studied species in succession rows revealing the degrees of its ruderal ability and tolerance to ecological stress. A percentage of species with some functional activity in plant communities will be able to show the level of digressive disturbance of the ecosystem.

The results obtained let to prognosticate also the reaction of plant species and predicate vegetation changes under increase of anthropogeneous pressure or desertification processes in Gobi ecosystems.

We are grateful to collaborators of Joint Soviet-Mongolian Integrated Biological Expedition for their assistance in the providing of investigations on Mongolian territory.

This study was supported by the foundation of EU "INCO-Copernicus-2" (ICA2-1999-10110) and by the State Programs "Russian University" (07.01.045).

REFERENCES

1. *Box E.O.* Plant functional types and climate at the Global Scale. *Journal of Vegetation Science*. 1996. 7. pp. 309-320.
2. *Bullock J.M., Franklin J., Stevenson M., Silvertown J., Coulson S. J., Gregory S.J., Tofts R.* A plant trait analysis of responses to grazing in a long-term experiment. *Journal of Applied Ecology*. 2001. 38: 253-267.
3. *Diaz S., Noy-Meir I., Cabido M.* Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology*. 2001. 38. pp. 497-508.
4. *Fensham R.J., Holman J.E., Cox M.J.* Plant species responses along a grazing disturbance gradient in Australian grassland. *Journal of Vegetation Science*. 1999. 10. pp. 77-86.
5. *Fernandez-Gimenez M., Allen-Diaz B.* Vegetation change along gradients from water sources in three grazed Mongolian ecosystems. *Plant Ecology*. 2000. 00. pp. 1-18.
6. *Gamalei Ju.V.* Structural and functional evolution of deserts plants. In book: *Deserts of Zaaltajskaja Gobi: Characteristic of Dominant Plants*. Leningrad, Nauka, 1988. P. 104-106.
7. *Garnier E.* Growth analysis of congeneric annual and perennial grass species. *Journal of Ecology*. 1992. 80. P. 665-675.
8. *Garnier E., Salager J.-L., Laurent G., Sonie L.* Relationships between photosynthesis, nitrogen and leaf structure in 14 grass species and their dependence on the basis of expression. *New Phytologist*. 1999. 143. P. 119-129.
9. *Grime J.P.* *Plant Strategies and Vegetation Processes*. Chichester: Wiley and Sons, 1979. 222 p.
10. *Grime J.P., Hodson J.G., Hunt R.* *Comparative Plant Ecology: A Functional Approach to Common British Species*. London: Unwin Hyman, 1988. 742 p.
11. *Gunin P.D., Vostokova E.A.* Methodical recommendations on estimation and vegetation mapping of modern state of ecosystems of Mongolia. Ulan-Bator, Joint Soviet-Mongolian Integrated Biological Expedition. 1989. 108 p.
12. *Ivanova L.A., Pyankov V.I.* Structural adaptation of the leaf mesophyll to shading. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2002. 49. P. 419-431.
13. *Lambers H., Poorter H.* Inherent Variation in Growth Rate between Higher Plants: A Search for Physiological Causes and Ecological Consequences. *Adv. Ecol. Res.* 1992. 23. P. 188-261.
14. *Lavorel S., McIntyre S., Landsberg J., Forbes T.D.A.* Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends in Ecology & Evolution*. 1997. 12. P. 474-478.
15. *Madon O., Medail F.* The ecological significance of annuals on a Mediterranean grassland (Mt Ventoux, France). *Plant Ecology*. 1997. 129.P. 189-199.
16. *McIntyre S., Lavorel S.* How environmental and disturbance factors influence species composition in temperate Australian grasslands. *Journal of Vegetation Science*. 1994. 5.P. 373-384.
17. *Mokronosov A.T.* Mesostructure and functional activity of the photosynthetic apparatus. In book: *Mesostructure and functional activity of the photosynthetic apparatus*. Mokronosov A.T. Ed., Sverdlovsk:

Ural Gos. Univ. 1978. P. 5-15.

18. *Nechaeva N.T.* Vegetation Productivity Dynamics. Productivity of vegetation of Central Karakums in connection with different use mode. M., Nauka. 1979. P. 54-90.

19. *Poorter H.* Construction Costs and Payback Time of Biomass: A Whole Plant Perspective. In: A Whole Plant Perspective on Carbon-Nitrogen Interaction. Roy J. and Garnier E. (eds.), The Hague: SPB. 1994. pp. 111-127.

20. *Pyankov V.I., Mokronosov A.T.* Basic tendencies in changes of the Earth's vegetation in relation to global warming of the climate. Russian J. Plant Physiology. 1993. 40 (4). P. 451-466.

21. *Pyankov V.I., Ivanova L.A., Lambers H.* Quantitative anatomy of photosynthetic tissues of plant species of different functional types in a boreal vegetation. In: Inherent variation in plant growth. Physiological mechanisms and ecological consequences. Lambers H., Poorter H., Van Vooren M.M.I. (eds.), Leiden: Backhuys Publishers. 1998. pp. 71-87.

22. *Pyankov V.I., Ivanov L.A.* Biomass structure in boreal plants with different types of ecological strategies. Russian J. Ecology. 2000. 31 (1). P. 1-7.

23. *Pyankov V.I., Ivanov L.A., Lambers H.* Chemical composition of the leaves with different ecological strategies from the boreal zone. Russian J. Ecology. 2001a. 32. P. 221-229.

24. *Pyankov V.I., Ivanov L.A., Lambers H.* Plant construction cost in the boreal species differing in their ecological strategies. Russian J. Plant Physiology. 2001b. 48: 67-73.

25. *Ramenskii L.G.* On Principles, Main Concepts, and Terms in Industrial Land Typology, Geobotany, and Ecology. Soviet Botany. 1935. no.4. pp. 25-42

26. *Slemnev N.N.* Photosynthetic Characteristics of mongolian plants: evolutionary, ecological, and phytocenological aspects. Russian J. Plant Physiology. 1996. 43. P. 366-382.

27. *Tilman D., Knops J.* The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. Science. 1997. Issue 5330. 277. P. 1300-1302.

28. *Vasilevskaja V.K.* Leaf formation of drought resistance plants. Ashhabad: AN TSSR. 1954. 126 p.

29. *Verstraete M.M., Schwartz S.A.* Desertification and global change. Vegetatio. 1991. 91. P. 3-13.

30. *Vesk P.A., Westoby M.* Predicting plant species' responses to grazing. Journal of Applied Ecology. 2001. 38. P. 897-909.

31. *Voronin P.Yu., Ivanova L.A., Ronzhina D.A., Ivanov L.A., Anenkhonov O.A., Black C.C., Gunin P.D., Pyankov V.I.* Structural and Functional Changes in the Leaves of Plants from Steppe Communities as Affected by Aridization of the Eurasian Climate. Russian J. Plant Physiology. 2003. 50 (5). P. 604-601.

32. *Vosnesenskii V.L.* Morphologically-physiological adaptation of plants to arid conditions. Biosphere Resources of deserts of Middle Asia and Kazakhstan. M.: Nauka. 1984. 154 p.

33. *Westoby M.* A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. Plant and soil. 1998. 199. P. 213-227.

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА ОСНОВЕ КРУПНОМАСШТАБНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ СОМОНА БУЛГАН, ЮЖНО- ГОБИЙСКИЙ АЙМАК, МОНГОЛИЯ)*

© 2004. Е.А. Востокова¹, П.Д. Гунин¹, Т.И. Казанцева², А.В. Прищепа¹, С.Н. Бажа¹

¹ Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

² Ботанический Институт им. В.Л. Комарова РАН

Экологический мониторинг регионального уровня осуществлялся путем периодического ландшафтно-экологического картографирования с применением материалов дистанционного зондирования. В основу ландшафтно-экологического картографирования было положено отражение пространственной структуры экосистем (природных, природно-антропогенных, антропогенных), степени дестабилизации экосистем, включая процессы опустынивания и сравнительный анализ карт, разработанных по материалам разновременных космических съемок, т.е. выполненных с определенным временным интервалом.

На необходимость осуществления такого мониторинга, как важной задачи научно-исследовательских и производственных работ, направленных на информационное обеспечение мероприятий по охране природы и борьбе с опустыниванием, обращалось внимание уже давно (Регион. Экол. Мониторинг, 1983; Космич. Мониторинг, 1985). Большое внимание изучению процессов опустынивания экосистем уделяется на юго-востоке Европейской части России, где они весьма интенсивны. Результаты многолетних исследований этой проблемы, особенно деградации почв, обобщены З.Г. Залибековым (2000). Однако последовательного осуществления мониторинга дестабилизации экосистем на региональном уровне почти не осуществлялось.

Цель и задачи исследований.

Результаты антропогенных воздействий на экосистемы четко отражаются в их пространственной структуре, которая наиболее рельефно и наглядно познается с помощью экологических карт, в том числе карт экосистем и их антропогенных изменений, разрабатываемых на основе космической информации (Берлянт, 1986; Востокова и др., 1988). В настоящее время для целей экологического картографирования и слежения за антропогенными изменениями экосистем широко используются дистанционные методы (Виноградов, 1984; Востокова, 1991; Востокова, Кельнер, 1986, и др.). Так, только для Монголии с использованием космической информации разработаны и изданы: серия ресурсных карт (1989), карта экосистем (1995) в масштабе 1:1000000; составлены карты экосистем и их антропогенного нарушения в масштабе 1:500000 на Российскую и Монгольскую части бассейна р. Селенги, которые служат базой для целей мониторинга состояния экосистем (Востокова, Гунин, 1997). На данном этапе для решения задач рационального природопользования в конкретных административных областях и районах (в Монголии соответственно – аймаках и сомонах) необходимы карты более крупного масштаба. При этом необходимо соблюдение главного картографического принципа - чем мельче административная единица, тем крупнее должен быть масштаб экологической карты. Кроме того, содержание карты должно отвечать не столько общегеографическим задачам, сколько тем экологическим проблемам, которые стоят перед администрацией рассматриваемого региона. Для степной части Монголии такой проблемой является деградация и опустынивание пастбищ. Особенно остро эта проблема возникла для участков, расположенных по границе степей и пустынь, т.е. в экотонной зоне опустыненных степей и остепненных пустынь.

* Работы выполнены в составе Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции в рамках проекта ЕС «Коперникус-2» «Gobi Desertification» (ЕС contract number ICA-CT-2000-10022).

Информационному обеспечению мероприятий по борьбе с опустыниванием пастбищ на региональном уровне наиболее полно отвечает среднемасштабная карта современных экосистем, на которой находят отражение также и все типы пастбищ. Такая карта экосистем служит базовой основой для отражения развивающихся процессов опустынивания. Основными диагностическими признаками дестабилизации экосистем служат появление определенных микроформ рельефа (песчаных наносов, массивов бугристых песков, барханов), изменения почв и растительности (разрушение гумусового горизонта, поверхностное уплотнение или опесчанивание почв, появление видов растений, типичных для пустынных областей, снижение жизненности основных пастбищных растений и смена доминантных видов в сообществах). Эти признаки, выявленные в ранее проведенных работах, использовались при дешифрировании космической информации и разработке карты экосистем масштаба 1:200000 (Гунин, 1992; Сарантуяа, 1995).

Для разработки такой карты экосистем был выбран сомон Булган, расположенный в центральной части Северной Гоби. Выбор этого района predetermined также и тем, что эта территория достаточно детально и планомерно изучалась с 1970 г., т. е. на протяжении более 30 лет (Пустын. Степи, 1980; 1981; Экосистемы Монголии, 1995). Это дало возможность широко использовать накопленный фактический материал для анализа процессов деградации пастбищных экосистем, флуктуации и динамики продуктивности в зависимости от природных условий и интенсивности антропогенных воздействий, что, в целом, и обеспечило сомону Булган репрезентативность для разработки методических подходов экологического среднемасштабного мониторинга, с одной стороны, и выявления факторов дестабилизации экосистем и их опустынивания, с другой.

Основной задачей проведенных исследований являлось создание Карты современных экосистем и их опустынивания по состоянию на 2002-2003 гг. Сравнительный анализ этих карт с аналогичными картами, разработанными Т.И. Казанцевой и Г.Н. Якуниным в 1990 г., позволил выявить тренды изменений экосистем и осуществить региональный экологический мониторинг дестабилизации экосистем.

Методика исследований.

Работы по созданию карт современных экосистем и их опустынивания сопровождалось изучением пространственной структуры экосистем и процессов их дестабилизации на всей территории сомона. Карта экосистем разработана на основе использования космической информации, в общем, по обычной методике экологического картографирования (Востокова и др., 1988, Метод. рекомендации, 1989), но с двумя отличиями. Во-первых, в качестве исходного материала использовался не фотографический снимок, а цветное синтезированное изображение в масштабе 1:200000, полученное по материалам многоспектральной сканерной съемки системой Ландсат-7 ТМ, выполненной осенью 2002 г. Во-вторых, составление карты, ее редактирование и анализ осуществлялись автоматизированным путем по специальной компьютерной программе. Единственный недостаток использованного снимка - худшее разрешение и связанная с этим расплывчатость границ цветного синтезированного изображения, выполненного в тонах, слабо приближенных к естественным аспектам природных объектов. Учитывая это, при наземном обследовании территории сомона были предприняты маршрутные исследования, которые позволили проверить предварительный макет карты, дали возможность уточнить некоторые границы экосистем и их дешифровочные признаки.

При изучении и картографировании экосистем их выделение осуществлялось по растительному покрову в рамках единого элемента рельефа и состава почвообразующих пород. Контурная нагрузка карты современных экосистем полностью явилась результатом дешифрирования космического цветного синтезированного изображения. В качестве дешифровочных признаков использовались цветовая гамма и рисунок изображения, которые, в основном, формировались цветом и формой подстилающей поверхности. Поэтому во время полевых работ большое внимание было уделено установлению взаимосвязей между компонентами экосистем, в первую очередь между растительным покровом и почвенно-грунтовыми условиями с учетом форм рельефа. Использование этих взаимосвязей позволило достаточно достоверно интерпретировать цветные изображения и разработать карту современных экосистем (Приложение 8).

Легенда к карте в оригинале построена в матричной форме: по горизонтали приведено 24 типа экотопов, включающих краткую характеристику рельефа и почвообразующих пород (табл. 1), по

вертикали выделено 52 комплекса растительных сообществ (табл. 2). На пересечении этих граф расположены индексы собственно экосистем. Большинство экосистем относится к природным и природно-антропогенным. Они подразделены на три типа: автоморфные (литогенные), полугидроморфные и гидроморфные (гидрогенные) и антропогенные. К последним отнесены экосистемы, сформировавшиеся под воздействием антропогенных факторов. Они отличаются неустойчивостью, т.к. их существование полностью зависит от хозяйственной деятельности. К ним отнесены аграрные (с огородными культурами и рудеральной растительностью) и сильно нарушенные экосистемы с рудеральной растительностью в населенных пунктах и местах длительного скопления домашних животных (кошары, зимовки, колодцы).

Таблица 1. Абиотические компоненты экосистем сомона Булган (легенда к карте, Приложение 8). **Table 1.** Abiotic components of Ecosystems of Bulgan somon (Appendix 8, first number on the map).

№ на карте (первые цифры)	Рельеф, почвообразующие породы
	<u>Средне-высотные горы (выше 2000м над у./м.)</u>
1.	Сильно расчленённые, скалистые с каменистыми осыпями
2.	Высокие межгорные долины, холмистые, каменисто-суглинистые
	<u>Низкие и сниженные горы (до 2000 м над у./м.)</u>
3.	Сильно расчленённые скалистые
4.	Различно расчленённые, каменисто-суглинистые
	<u>Холмогорья, мелкосопочки, форберги, вулканические конуса</u>
5.	Различно расчленённые, приподнятые, каменистые, местами с песчаными плащами
6.	Сглаженные, с каменистыми выходами, частично завейные песком
	<u>Останцы красноцветов, местами перекрытые базальтами, гранитные интрузии</u>
7.	Каменистые, по ложбинам супесчано-суглинистые, завейные песком
8.	Сниженные, легкосуглинистые, завееваемые песком
	<u>Подгорные, наклонные, делювиальные равнины</u>
9.	Круто наклонные, расчленённые, каменисто-щебнистые, легкосуглинистые
10.	Полого-наклонные, слабо расчленённые щебнистые, легкосуглинистые
	<u>Пластовые пологие, плоские, делювиально-пролювиальные и пролювиальные равнины</u>
11.	Полого-волнистые и полого-увалистые, супесчано-легкосуглинистые, гравелистые
12.	Плоские, почти не расчленённые супесчано-легкосуглинистые и суглинистые
13.	Полого-наклонные и плоские, легко суглинистые, завееваемые песком
14.	Сильно эродированные уступы, с выходами красноцветов
	<u>Эоловые бугристые равнины</u>
15.	Кучевые пески и песчаные наносы, маломощные
16.	Бугристые песчаные массивы, местами перевеваемые
17.	Барханы и барханно-грядовые песчаные массивы на твёрдой поверхности
	<u>Аллювиальные равнины</u>
18.	Родники и долины ручьёв, болотные понижения, илисто-суглинистые, местами с торфом
19.	Глубоко врезанные сайры и каменистые ущелья, иногда с ручьями
20.	Долины крупных сайров, часто террасированы, с каменистым руслом
21.	Сухие дельты и разливы, плоские каменисто-суглинистые и супесчано-суглинистые
	<u>Озёрные котловины</u>
22.	Бугристые окраины с засоленными опесчаненными суглинками
23.	Плоские днища высохших озёр, засоленные, суглинистые, иногда опесчаненные
24.	Плоские и слабоволнистые днища, иногда заливаемые

На основе карты современных экосистем и того же космического изображения разработана карта процессов деградации и опустынивания (Приложение 9). На этой карте выделены природные и антропогенные процессы дестабилизации экосистем, приводящие к опустыниванию (эоловые процессы, инвазии пустынных видов растений, угнетение и гибель основных кормовых злаков, изменения почв; Приложение 10). На ней также отражены различные виды использования земель, являющиеся основными факторами деградации экосистем: сельскохозяйственный (выпас домашнего скота, орошаемое огородное хозяйство, пункты водопоев скота); сельскохозяйственно-селитебный (сезонные стоянки юрт, кошары, загоны); селитебный (постоянные населенные пункты,

туристические лагеря и кемпинги); транспортный (грунтовые дороги различного назначения и интенсивности использования).

Эти карты дали возможность проследить, прежде всего, основные закономерности пространственного распределения современных экосистем и процессов их дестабилизации. Для осуществления экологического мониторинга были использованы: фотоплан масштаба 1:200000, составленный по космическим фотоснимкам 1985 г. съемки и карты экосистем и их антропогенной нарушенности, разработанные в 1990 г. (Т.И. Казанцева и Г.Н. Якунин в кн. «Экосистемы Монголии, 1995). Все карты выполнены в бумажном варианте и на электронных носителях. Это позволило использовать подходы геоинформационного картографирования, разработанные А.М. Берлянтом (1997), для сравнительного анализа экосистем и установления их динамики за последние 10-15 лет, установить размеры участков экосистем, для которых выявлены проявления процессов опустынивания. Для этого на основе электронных вариантов карт 1990 и 2003 гг. были подсчитаны площади всех экосистем, зафиксированных на картах, а также площади нарушенных участков.

Таким образом, обобщенная схема дистанционного картографического мониторинга процессов дестабилизации экосистем, осуществляемого на региональном уровне, включала два этапа:

1 этап (1985-1990) – дешифрирование космической информации 1985 г. съемки, разработка карт экосистем и их антропогенной нарушенности;

2 этап (2002-2003) – дешифрирование космической информации 2002 г. съемки, разработка аналогичных карт; сравнительный анализ электронных версий разработанных карт, анализ количественных показателей, полученных по этим картам; выявление некоторых закономерностей распределения участков дестабилизированных экосистем и тенденций этого процесса.

Природные условия и пространственная структура экосистем сомона Булган.

Территория сомона Булган имеет форму неправильного многоугольника, с выдающейся вершиной на севере, имеющей координаты $44^{\circ}50' \text{с.ш.}$ и $103^{\circ}15' \text{в.д.}$ Южная граница проходит на широте $43^{\circ}45' - 43^{\circ}50' \text{с.ш.}$ С юга участок ограничен горами Богиин-Хяр, относящимися к системе хребтов Гурван-Сайхан; на западе – отрогами гор Арц-Богдо, относящихся к Гобийскому Алтаю. Горы достигают высоты 2000 м над ур. моря. Вдоль широтно вытянутого хребта Богиин-Хяр форберги формируют холмогорья, сложенные красноцветными отложениями, которые в центре достигают значительной высоты, а к западу и востоку снижаются до невысоких возвышенностей. Вдоль окраины Арц-Богдо протянулась цепочка форбергов, образованных вулканическими породами. Трещинные излияния базальтов и конусообразные останцы в форме потухших «вулканчиков» расположены также по бортам центральной депрессии, разделяющей предгорья Арц-Богдо и Богиин-Хяр. К востоку от Арц-Богдо местность широкими ступенями опускается к депрессии периодически пересыхающего озера Улан-нур, а во влажные годы пополняемого водами р. Ойгиин-гол, которая берет начало в горах Хангая. Эта равнина осложнена небольшими возвышенностями с выходами гранитов, мраморизованных известняков либо сложенных базальтами. Эту часть территории можно считать самой восточной оконечностью Долины Озер. Высотные отметки озера не превышают 1008-1010 м н.ур.м. Предгорья хребта Богиин-Хяр также полого понижаются к северу и северо-востоку. От северной части участка эти предгорья отделяет вытянутая с юго-запада на северо-восток депрессия, местами с остатками соленых озерков. Значительная часть территории сомона расположена на абсолютных высотах 1100 – 1200 м, но максимальный перепад высот достигает почти 1050 м. Солончаковая депрессия, маркирующая тектонические разломы, разделяющие хребты Гобийского Алтая (Арц-Богдо) и Гурван-Сайхан, и вся древняя котловина Улан-нура сопровождается массивами бугристых песков.

На территории сомона широко распространены супесчаные и песчаные отложения, в значительной степени щебнистые, а в местах выхода гранитных интрузий или базальтовых лав каменные. Широкое распространение почвообразующих пород легкого гранулометрического состава, представленных делювиально-пролювиальными отложениями, способствуют интенсификации эоловых процессов. Отсюда разнообразие форм песчаных скоплений: от небольших бугорков - «томоков», у кустов или дернин растений, до отдельных барханов и барханно-грядовых массивов.

Важным природным фактором формирования экосистем и их пространственной структуры являются гидрогеологические условия: глубина залегания и степень минерализации грунтовых вод. Для этого сомона характерно распространение пресных грунтовых вод в песчаниках мелового

возраста и сайровых отложений, которые местами разгружаются в виде родников. Минерализация вод изменяется от 0,3, в предгорьях, до 3,5 г/л и более - в солончаковых депрессиях и по окраине озера Улан-нур. Состав вод соответственно изменяется: от гидрокарбонатных кальциево-магниевых, до хлоридно-сульфатных натриевых. В основном, грунтовые воды, пригодные для питья, в сайрах залегают на глубине от 0,5 до 2,5 м. Но для водоснабжения центра сомона – поселка Булган и орошения огородов используются воды источников, расположенных вдоль уступа пластовой равнины, сложенной песчанниками.

Общая площадь сомона составляет 7589,0 кв. км¹. В природном отношении, в равнинной и предгорной части сомона выделяется три подзоны: от сухих и опустыненных степей - до остепненных пустынь (Экосистемы Монголии, 1995, Пустынные степи, 1981). Сухие и опустыненные степи характеризуются наибольшим для региона количеством атмосферных осадков (от 130 до 150-200 мм/год). Индекс сухости – 7,1-7,3. Растительность представлена сообществами мелкодерновинных злаков и дерновинного лука с участием кустарников на каштановых и светло каштановых почвах, часто щебнистых, местами карбонатных. Полупустыни или пустынные злаковники (Рачковская, 1989) имеют уже меньшее количество осадков (110-130 мм/год) с индексом сухости 7,4-7,7. Растительность представлена также мелкодерновинными злаками и луками, с участием пустынных видов (*Anabasis brevifolia*, *Ephedra sinica*) на бурых почвах, сильно щебнистых. Остепненные пустыни получают уже только около 105 мм/год осадков при индексе сухости 9,4. В растительном покрове доминируют сообщества пустынных растений, злаки и луки занимают второстепенные позиции, хотя постоянно присутствуют. Почвы представлены разновидностями палево-бурого типа (Пустынные степи, 1981).

Пространственная структура экосистем характеризуется тремя основными особенностями, определяющими их разнообразие:

- 1) наличие почти всех типов экосистем, встречающихся на территории Северной Гоби;
- 2) доминирование экосистем равнин, что отражает общую тенденцию в Гоби, где равнинные и котловинные экосистемы занимают 70% площади; равнины, усложненные мелкосопочниками – 20%, а низкие и средне высотные горы всего 10% (Евстифеев и др., 1992);
- 3) инверсия подзональных типов экосистем, предопределяемая расположением в южной части сомона горных хребтов Гурван-Сайхана.

Инверсия пространственной структуры экосистем очень отчетливо проявляется при движении с юга от хребта Богиин-Хяр к северу. Так, в южной части сомона Булган в плакорных условиях наблюдается следующая смена экосистем, охарактеризованных по растительности:

1. опустыненные степи, представленные ковыльково-луковыми экосистемами, местами с изенем (*Kochia prostrata*) на светло каштановых легкосуглинистых и супесчаных щебнистых почвах;
2. пустынные злаковники (или полупустынные экосистемы) с луково-ковыльковыми, ковыльково-аяниевыми (*Ajanía fruticulosa* - *Stipa gobica*) сообществами и повсеместным участием караган и терескена на бурых лугосуглинистых и супесчаных щебнистых почвах;
3. остепненные пустыни, экосистемы которых представлены ковыльково-баглууровыми (*Anabasis brevifolia*- *Stipa gobica*), реамюриево-баглууровыми (*Anabasis brevifolia* – *Reaumuria songarica*) с неперменным участием кустарникового вьюнка (*Convolvulus gortschakovii*), курчавки (*Atraphaxis pungens*), караган на палево-бурых суглинистых и легкосуглинистых щебнистых почвах.

Общую картину инверсионной пространственной структуры экосистем осложняют эдафические варианты, образованные петрофитными и псаммофитными группами растительных сообществ. Среди них доминируют ксерофитнопыльнино-парнолистниково-гостовые (*Brachanthemum gobicum* – *Zygophyllum xanthoxylon* – *Artemisia xerophytica*), ковыльково-гостовые (*Brachanthemum gobicum* – *Stipa gobica*), серебристокарагановые (*Caragana korschinskii*) и саксауловые (*Haloxylon ammodendron*) экосистемы. На бугристых песках преимущественно доминируют караганники, на развееваемых участках – с участием типичных псаммофитов (*Elymus racemosus*, *Agriophyllum pungens*). Отдельные барханы и их скопления часто совсем лишены растительности. На бугристых песках по бортам солончаковой депрессии распространены высокоствольные саксаульники, иногда с участием

¹ Некоторая неточность в общей площади сомона Булган связана с административными изменениями границ после 1990 г.

тамарикса (*Tamarix ramosissima*) и селитрянки (*Nitraria sibirica*).

Таблица 2. Биотические компоненты экосистем сомона Булган (легенда к карте: вторые цифры после точки, Приложение 8). **Table 2.** Biotic components of Ecosystems of Bulgan somon (Appendix 8, second number, after point, on the map).

Природные, автоморфные (Natural, automorphic)	
Умеренно засушливые степи на тёмно-каштановых почвах (Moderate dry steppe on dark chestnut soils)	
1. <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Oxytropis tragacanthoides</i> plant aggregation; 2. <i>Festuca valesiaca</i> + <i>herba petrophytica</i> plant aggregation on gentle slopes and <i>Juniperus sabina</i> thicket on steep rocky slopes	
Сухие степи на каштановых почвах (Dry steppe on chestnut soils)	
3. <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> + <i>Caragana leucophloea</i> - <i>Festuca valesiaca</i> + <i>Agropyron cristatum</i> on steep slopes, <i>Ephedra przewalskii</i> - on rocky outcrops; 4. <i>Stipa gobica</i> + <i>heteroherbacea</i> on hills with <i>Stipa krylovii</i> + <i>Agropyron cristatum</i> + <i>heteroherbacea</i> in hollows; 5. <i>Caragana leucophloea</i> , <i>Caryopteris mongolica</i> , <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (on steep slopes) - (<i>Stipa gobica</i> + <i>S. krylovii</i> + <i>Agropyron cristatum</i> + <i>heteroherbacea</i>) - on gentle slopes	
Опустыненные степи на светло-каштановых почвах (Desertification steppe on light chestnut soils)	
6. <i>Caragana leucophloea</i> , <i>C. bungei</i> - <i>Amygdalus pedunculata</i> + (<i>Agropyron cristatum</i> + <i>Stipa gobica</i> + <i>S. krylovii</i>); 7. <i>Herba petrophytica</i> - <i>Anabasis brevifolia</i> on rocky outcrops and <i>Caragana leucophloea</i> , <i>C. pygmaea</i> - (<i>Stipa gobica</i> + <i>S. krylovii</i> + <i>heteroherbacea</i>) in hollows; 8. <i>Caragana leucophloea</i> , <i>Amygdalus pedunculata</i> , <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> - (<i>Stipa gobica</i> + <i>S. krylovii</i> + <i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Agropyron cristatum</i>) on slopes and hollows, and <i>Amygdalus pedunculata</i> + <i>Caragana leucophloea</i> - on rocky outcrops; 9. <i>Kochia prostrata</i> , <i>Ephedra sinica</i> - (<i>Stipa gobica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i>), <i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Stipa gobica</i> + <i>Ephedra sinica</i> (locally); 10. <i>Ephedra sinica</i> , <i>Convolvulus ammanii</i> (locally) - (<i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Stipa gobica</i>); 11. <i>Stipa gobica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Artemisia frigida</i> on slopes and <i>Stipa breviflora</i> + <i>S. gobica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i> in hollows	
Пустынные злаковники на бурых почвах (Desert grassland on brown soils)	
12. <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> , <i>Caragana korschinskii</i> - (<i>Stipa gobica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i> , <i>Stipa gobica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Ajania fruticulosa</i>); 13. <i>Ephedra sinica</i> + <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> + <i>Stipa gobica</i> + <i>Ajania fruticulosa</i> , <i>Stipa gobica</i> + <i>Ephedra sinica</i> + <i>Convolvulus ammanii</i> ; 14. <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> , <i>Caragana korshinskii</i> , <i>Ephedra sinica</i> - (<i>Stipa gobica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Artemisia frigida</i>) with <i>Artemisia scoparia</i> , around weakly incut sairs; 15. <i>Zygophyllum xanthoxylon</i> , <i>Caryopteris mongolica</i> - (<i>Stipa gobica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Anabasis brevifolia</i>); 16. <i>Ajania fruticulosa</i> + <i>Stipa glareosa</i> , <i>Stipa gobica</i> , <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> - (<i>Ajania fruticulosa</i> + <i>Stipa gobica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i>); 17. <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> , <i>Caragana korschinskii</i> , <i>Zygophyllum xanthoxylon</i> - (<i>Ajania fruticulosa</i> + <i>Stipa glareosa</i> , <i>Stipa gobica</i> + <i>Artemisia xerophytica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i>); 18. Rarefied thickets with <i>Caragana korschinskii</i> + <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> and <i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Stipa gobica</i> , <i>S. glareosa</i> ; 19. <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> - (<i>Caragana korschinskii</i> + <i>Artemisia xerophytica</i> + <i>Stipa gobica</i>) on fixed sands and <i>Calligonum mongolicum</i> , <i>Elymus racemosus</i> , <i>Agriophyllum pungens</i> - on deflated places.	
Остепнённые пустыни на палево-бурых почвах (Steppization desert on pale-brown soils)	
20. <i>Caryopteris mongolica</i> , <i>Olgaea lomonosovii</i> , <i>Zygophyllum xanthoxylon</i> on rocky outcrops, <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> , <i>Caragana korschinskii</i> - (<i>Anabasis brevifolia</i> + <i>Ajania fruticulosa</i> + <i>Stipa gobica</i>) on sandy drift; 21. <i>Anabasis brevifolia</i> + (<i>Salsola passerina</i> + <i>Reaumuria songarica</i>) + <i>Stipa glareosa</i> , <i>S. gobica</i> in hollow with <i>Caragana leucophloea</i> , <i>C. korshinskii</i> , <i>Caryopteris mongolica</i> , <i>Heteropappus altaicus</i> on rocky outcrops; 22. Rarefied thickets with <i>Caragana leucophloea</i> , <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> , <i>Atraphaxis pungens</i> , <i>Caryopteris mongolica</i> and <i>Stipa gobica</i> , <i>S. glareosa</i> ; 23. <i>Stipa glareosa</i> - (<i>Sympnegra regellii</i> + <i>Anabasis brevifolia</i> + <i>Stipa gobica</i>) with petrophyticae (locally); 24. <i>Stipa glareosa</i> , <i>S. gobica</i> - (<i>Anabasis brevifolia</i> + <i>Convolvulus gertschakovii</i> , <i>Atraphaxis pungens</i> , <i>Asterothamnus centrali-asiaticus</i> , <i>Reaumuria songarica</i>); 25. <i>Salsola passerina</i> - (<i>Anabasis brevifolia</i> + <i>Stipa glareosa</i> , <i>Anabasis brevifolia</i> + <i>Stipa glareosa</i> + <i>Allium polyrrhizum</i>); 26. <i>Brachanthemum gobicum</i> + <i>Zygophyllum xanthoxylon</i> - <i>Artemisia xerophytica</i> , <i>Brachanthemum gobicum</i> + <i>Stipa glareosa</i> ; 27. <i>Agriophyllum pungens</i> on harchans and <i>Bassia dasyphylla</i> , <i>Zygophyllum xanthoxylon</i> , <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> , <i>Haloxylon ammodendron</i> around packed falls.	
Природные, сочетание автоморфных и гидроморфных (Natural, automorphic and hydromorphic)	
Пустынные злаковники на бурых почвах и остепнённые пустыни на палево-бурых почвах	
(Desert grassland on brown soils and steppe desert on pale-brown soils)	
28. <i>Haloxylon ammodendron</i> + (<i>Atraphaxis pungens</i> , <i>Salsola passerina</i> , <i>Reaumuria songarica</i>) + <i>Stipa glareosa</i> ; 29. <i>Caragana korschinskii</i> + <i>Haloxylon ammodendron</i> + <i>Zygophyllum xanthoxylon</i> + <i>Nitraria sibirica</i> ; 30. <i>Agriophyllum pungens</i> , <i>Elymus racemosus</i> , <i>Calligonum mongolicum</i> - (<i>Haloxylon ammodendron</i> + <i>Nitraria sibirica</i>); 31. <i>Caragana korshinskii</i> , <i>Zygophyllum xanthoxylon</i> , <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> - (<i>Stipa glareosa</i> + <i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Haloxylon ammodendron</i>); 32. <i>Zygophyllum xanthoxylon</i> - (<i>Caragana korschinskii</i> , <i>Haloxylon ammodendron</i> , <i>Nitraria sibirica</i> + <i>Haloxylon ammodendron</i>); 33. <i>Achnatherum splendens</i> - (<i>Neopallasia pectinata</i> + <i>A. dracunculus</i> + <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> , <i>Caragana korschinskii</i> , <i>Amygdalus pungen</i> [locally]); 34. <i>Achnatherum splendens</i> , <i>Artemisia scoparia</i> - (<i>Stipa gobica</i> + <i>Ajania fruticulosa</i> + <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> , <i>Caragana korschinskii</i>); 35. <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> , <i>Ephedra sinica</i> , <i>E. przewalskii</i> - (<i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Stipa gobica</i>) with <i>Achnatherum splendens</i> aggregations; 36. <i>Heteroherbacea</i> + <i>Stipa gobica</i> , <i>Achnatherum splendens</i> and <i>Amygdalus pedunculata</i> , <i>Caragana leucophloea</i> , <i>Atraphaxis pungens</i> , <i>Caryopteris mongolica</i> , <i>Asterothamnus centrali-asiaticus</i> ; 37. <i>Artemisia pectinata</i> , <i>A. intricata</i> , <i>Ephedra sinica</i> , <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> - (<i>Stipa gobica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i>) with <i>Achnatherum splendens</i> aggregations; 38. <i>Haloxylon ammodendron</i> - <i>Salsola passerina</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Zygophyllum xanthoxylon</i> ;	
Природные и антропогенно-природные, гидроморфные (Natural and anthropogenic-natural, hydromorphic)	
Горные степи (Mountain steppe)	
39. <i>Achnatherum splendens</i> , <i>Stipa inebrians</i> with <i>pratium variuherbosum</i> + <i>herbae nocentes (ruderalis)</i> - <i>Urtica cannabina</i> , <i>Hyoscyamus niger</i> , <i>Peganum nigellastrum</i>	
Опустыненные степи и остепнённые пустыни (Desertification steppe and steppization desert)	
40. Community complex with <i>Achnatherum splendens</i> , <i>Iris lactea</i> , <i>Carex sp.</i> + <i>Agrostis mongolica</i> + <i>Hordeum brevisubulatum</i> , and hummocky marsh (<i>palus salebrosa</i>); 41. <i>Haloxylon ammodendron</i> + <i>Bassia dasyphylla</i> + <i>plantae ruderalis</i> ; 42. <i>Kalidium foliatum</i> , <i>K. gracile</i> with <i>Anabasis brevifolia</i> , <i>Salsola passerina</i> , <i>Reaumuria songarica</i> ; 43. <i>Kalidium foliatum</i> , <i>Haloxylon ammodendron</i> - (<i>Salsola passerina</i> + <i>Reaumuria songarica</i>); 44. <i>Nitraria sibirica</i> + <i>Achnatherum splendens</i> , <i>Nitraria sp.</i> - (<i>Achnatherum splendens</i> + <i>plantae ruderalis</i>); 45. <i>Iris lactea</i> , <i>Achnatherum splendens</i> + <i>Hordeum brevisubulatum</i> with <i>Phragmites australis</i> , and <i>Tamarix laxa</i> (locally); 46. <i>Kalidium foliatum</i> , <i>Reaumuria songarica</i> - <i>Haloxylon ammodendron</i> with <i>Nitraria sibirica</i> , <i>Nitraria sp.</i> - <i>Haloxylon ammodendron</i> ; 47. <i>Kalidium foliatum</i> , <i>K. gracile</i> aggregations; 48. <i>Phragmites australis</i> - <i>Kalidium foliatum</i>	
Антропогенные, полугидроморфные (Anthropogenic, halfhydromorphic)	
49. <i>Salsola collina</i> , <i>Atriplex laevis</i> , <i>Chenopodium acuminatum</i> , <i>Ch. album</i> + <i>Corispermum mongolicum</i> , <i>Peganum nigellastrum</i> , <i>Urtica cannabina</i> , <i>Hyoscyamus niger</i> (around sheep-folds); 50. <i>Salsola pestifera</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Corispermum mongolicum</i> with <i>Achnatherum splendens</i> + <i>Nitraria sp.</i> (around springs and wells); 51. <i>plantae ruderalis</i> , rarely with <i>Ulmus pumila</i> , <i>Populus sp.</i> (in settlements); 52. Irrigated vegetable garden with ruderal plants around.	

В центральной части довольно широко распространены экосистемы с песчаными наносами у кустов караган, терескена и др., а на каменисто-щебнистых участках обычны сочетания аяниново-ковыльковых группировок с зарослями эфедры. Наиболее четкая приуроченность экосистем различных эдафических вариантов прослеживается в остепненных пустынях на склонах мелкосопочников и небольших возвышенностей. Так, на элювии мраморизованных известняков распространены ковыльково-терескеново-аяниевые растительные сообщества; на элювии сланцев – ковыльково-борбудурганово-баглуrowые (*Anabasis brevifolia* – *Salsola passerina* – *Stipa gobica*); а на гранитных интрузиях наиболее обычны кустарниковые заросли караганы светлокорой (*Caragana leucophloea*), миндаля (*Amygdalus pedunculata*), курчавки (*Ataphaxis pungens*), часто с участием *Caryophtheris mongolica*, *Asterothamnus centrali-asiaticus*.

Геолого-геоморфологические и гидрогеологические условия предопределили также особенности распределения гидроморфных экосистем. Так, предгорья Богиин-Хяр и пластовые равнины к северу от него ограничены уступом, высотой 10-12 м, вдоль которого выклиниваются грунтовые воды в виде родников или заболоченных участков. К ним приурочены гидроморфные экосистемы, растительность которых представлена сочетаниями сообществ селитрянки (*Nitraria sibirica*), дэриса (*Achnatherum splendens*) и лугово-болотного разнотравья, а в некоторых местах - даже типичных низовых болот с участием *Halerpestes sarmentosa*, *Phragmites australis*. Гидроморфные и полугидроморфные экосистемы приурочены также к солончаковым депрессиям, сайрам и окраинам песчаных массивов. На солончаках распространены экосистемы с разреженным растительным покровом, представленным поташниковыми (*Kalidium foliatum*, *K. gracile*), саксауловыми и селитрянковыми группировками. Экосистемы сайров выделяются благодаря эстрагоново-дэрисовым (*Achnatherum splendens* – *Artemisia dracunculus*) группировкам в опустыненных и сухих степях на юге участка и селитрянково-саксауловым – на севере. Такие сайры четко и однозначно выделяются на космическом цветном изображении по ярко зеленому фототону. Лишь очень выположенные сайры и их сухие дельты с каменистыми днищами и разреженными группировками полыней (*Artemisia scoparia*, *A. dracunculus*), дэриса и однолетних солянок (*Coryspermum mongolicum*, *Bassia dasyphylla*, *Salsola monoptera*, *S. passerina*) имеют на снимке расплывчатые очертания иного фототона. По окраинам песчаных массивов часто располагаются заросли ириса (*Iris lactea*) с участием дэриса, или высокоствольного саксаула.

В распределении гидроморфных экосистем основное значение имеют условия водного питания их растительности и характер засоления корнеобитаемых горизонтов почв. По этим признакам можно выделить три основные группы этих экосистем:

1) полугидроморфные экосистемы преимущественно периферии солончаков; растительность их представлена баглуrowо-борбудурганово-реамюриевыми, саксаулово-борбудурганово-реамюриевыми сообществами, иногда с участием поташника, саксаула или селитрянки на солончаковых почвах с хлоридно-сульфатным или сульфатным засолением;

2) галогидроморфные экосистемы днищ солончаковых впадин; их растительность представлена преимущественно поташниковыми группировками, иногда с участием селитрянки, реамюрии и саксаула на хлоридно-сульфатных солончаках;

3) гликогидроморфные экосистемы участков с неглубоким залеганием пресных грунтовых вод или выхода их на поверхность; доминирующее положение в растительном покрове занимают дэрисовые с участием лугового разнотравья, селитрянково-дэрисовые и ирисовые сообщества и разнотравно-злаково-осоковые луга (с участием *Carex reptabunda*, *C. pediformis*, *Hordeum brevisabulatum*, *Puccinellia tenuiflora*, *Halerpestes sarmentosa*, *Phragmites australis*); эти экосистемы образуют обычно экологические ряды по мере углубления грунтовых вод и увеличения поверхностного засоления почв.

Распределение экосистем, прослеживаемое по карте (Приложение 8), имеет ряд характерных черт, помимо уже упоминавшейся инверсии. Одной из таких черт можно считать доминирование в каждой подзоне одной-двух экосистем. Так, в опустыненных степях, общая площадь которых составляет 496.72 кв. км, господствуют экосистемы с ковыльково-луковыми сообществами на светлокаштановых легкосуглинистых и супесчаных почвах. Они занимают более 70% всей площади этих степей (табл. 3). В подзоне пустынных злаковников (полупустынь) доминирующую роль играют экосистемы с холоднопопынно-луково-ковыльковыми сообществами с участием караган и терескена на бурых легкосуглинистых и супесчаных щебнистых почвах. Эти экосистемы занимают площадь 1098.02 кв. км. По отношению к подзоне, площадь которой составляет 2299,02 кв. км, эти экосистемы

занимают почти половину ее территории. Почти втрое меньшую площадь занимают экосистемы с луково-ковыльково-аяниевым покровом, приуроченные к почвам с близким залеганием карбонатного пролювия. Почти такая же картина прослеживается и в подзоне остепненных пустынь, площадью 2450.51 кв. км. Здесь доминируют экосистемы с ковыльково-баглууровыми и луково-ковыльково-баглууровыми фитоценозами, часто с участием *Salsola passerina* на палево-бурых почвах. Они занимают свыше 30% площади сомона. Значительную роль играют также экосистемы с ксерофитнопопынно-тостовыми, ковыльково-тостовыми, саксаулово-хойроговыми (*Potania mongolica* – *Haloxylon ammodendron* со *Stipa glareosa*) сообществами на участках с эоловыми наносами разной мощности. Эти экосистемы зафиксированы на 20% территории остепненных пустынь.

Таблица 3. Площади и долевое соотношение экосистем сомона Булган. **Table 3.** Areas and parts correlation of ecosystems in Bulgan somon.

Типы экосистем		Индексы экосистем	Площадь экосистем, км ²	Доля экосистем, %
Природные автоморфные	Умеренно засушливые степи на темно-каштановых почвах	1 – 2	139.95	1.84
	Сухие степи на каштановых почвах	3 – 5	149.84	1.98
	Опустыненные степи на светло-каштановых почвах	6 – 11	496.72	6.54
	Пустынные злаковники на бурых почвах	12 – 19	2299.02	30.29
	Остепненные пустыни на палево-бурых почвах	20 – 27	2450.51	32.28
Природные, сочетание автоморфных и гидроморфных	Пустынные злаковники на бурых почвах, остепненные пустыни на палево-бурых почвах	28 – 38	1400.71	18.44
Природные и антропогенно-природные, гидроморфные	Горные степи	39	74.11	0.98
	Опустыненные степи и остепненные пустыни	40 – 48	535.55	7.05
Антропогенные, полугидроморфные	Рудеральные сообщества	49 - 52	43.18	0.58
Общая площадь экосистем			7589,57	100

Большое разнообразие создают экосистемы, которые имеют специфические экотоны. Они составляют почти 70% выделенных экосистем, хотя площадь каждой из них не превышает 2% от всей площади сомона. К ним относятся, например, экосистемы, распространенные на элювии базальтов, где растительность представлена группировками *Anabasis brevifolia*, *Sympegma regelii*, *Ephedra przewalskii*, *Krascheninnikovia ceratoides*, а также кочковатые болота с лугово-болотной растительностью у выходов пресных родников.

Антропогенные факторы дестабилизации экосистем и мониторинг процессов опустынивания

Анализ распределения современных экосистем дал основание для выделения основных процессов деградации, вызванных хозяйственной деятельностью. Дестабилизация экосистем в сомоне Булган происходит преимущественно в результате действия антропогенных факторов, как в виде последствий непосредственного уничтожения или нарушения спонтанных экосистем, так и стимулирующих активность природных экзогенных процессов. Пастбищное использование естественных кормовых ресурсов при отгонном животноводстве является древнейшим видом антропогенного воздействия на растительный покров и экосистемы в целом. При перегрузке пастбищ и нарушении норм выпаса происходит постепенный переход экосистем в неустойчивое состояние. Это в конечном итоге приводит к деградации пастбищных экосистем, особенно в годы с недостаточным количеством атмосферных осадков, к развитию негативных экзогенных процессов. Из этих процессов наиболее распространенными в исследованном районе можно считать микротеррасирование склонов, развевание и перевевание песчаных отложений, формирование эоловых форм рельефа с новыми видами экосистем.

Микротеррасирование происходит в результате многократного прогона скота по одним и тем же участкам склона. Образующиеся многочисленные тропы, полностью лишённые растительности, создают на склоне своеобразные небольшие уступы или микротеррасы. Наиболее значительно этому процессу подвержены склоны возвышенностей, расположенных вблизи пунктов водопоя скота. Нарушение экосистем с песчаными грунтами происходит повсеместно, но в первую очередь разрушаются экосистемы вблизи колодцев. Обычно такие водопои окружены кольцом слабо закрепленных бугристых песков, часто занятых зарослями селитрянки и группировками сорных

растений. На регулярно используемых участках пастбищных экосистем происходит постепенная деградация наиболее ценных кормовых растений, в частности таких злаков как змеевка и ковылек. Поверхность суглинистых почв сильно уплотняется, а песчаных, наоборот, разрыхляется, что способствует их эоловой переработке.

Помимо прямого воздействия на почвенно-растительный покров пастбищных экосистем, отгонное животноводство сопровождается устройством и эксплуатацией пунктов водопоя скота, строительством и использованием укрытий для животных (кошар, загонов) и жилых помещений для зимовки аратов-скотоводов. Все эти явления сопровождаются концентрацией больших скоплений скота на небольшой площади. Это приводит к полному уничтожению спонтанной растительности, уплотнению верхних горизонтов почвы, накоплению на ее поверхности продуктов жизнедеятельности животных, т. е. к обогащению почв азотными и органическими соединениями. Как следствие, на таких участках формируются группировки рудеральной азотлюбивой растительности. Чаще всего здесь господствуют группировки *Urtica cannabina*, *Atriplex sibirica*, *Chenopodium glaucum*, *Ch. album*, *Hyoscyamus niger*, *Bassia dasyphylla*, *Corispermum mongolicum*, образующие различные сочетания. Таким образом, в результате интенсивного использования пастбищ происходит постепенная замена ценных кормовых растений на неподаваемые, а часто ядовитые растения; формируются рудеральные антропогенные экосистемы с полностью измененным почвенно-растительным покровом. Но, как правило, эти дигрессионные смены экосистем носят обратимый характер и при снятии антропогенного пресса естественные экосистемы смогут постепенно восстанавливаться, хотя сроки таких восстановительных сукцессий могут быть весьма значительными.

Иной характер воздействия на экосистемы оказывает орошаемое земледелие. В этом случае целенаправленно уничтожаются все природные экосистемы, замещаемые однолетними монокультурами (в сомоне Булган они представлены только огородными культурами). В связи с тем, что орошение осуществляется открытым способом, вокруг оросительных канав и коллекторов формируются гидроморфные экосистемы, растительность которых представлена группировками сорных видов. В сомоне Булган под орошение занята небольшая площадь у родников: всего три участка, размером не более 100 га.

Еще большие изменения экосистем происходят при строительстве и эксплуатации жилых и производственных помещений. Непосредственно в населенных пунктах все природные экосистемы замещены антропогенными с сорной растительностью, или с искусственными насаждениями (в сомоне Булган - это посадки тополя). Но существенная дестабилизация экосистем наблюдается на большой площади вокруг населенного пункта. Нарушения экосистем сопровождаются загрязнением и замусориванием поверхности. Накопление в поселках и вокруг них мусора, не утилизируемого естественным путем, представляет существенную экологическую проблему социальной значимости.

На дестабилизацию экосистем и их распределение влияет и транспортное использование земель. В сомоне Булган распространены только грунтовые дороги. Наиболее широкая полоса нарушенных экосистем наблюдается вдоль многоколейных дорог, связывающих поселок Булган с центром аймака – городом Даланзадгад. На некоторых участках этих дорог ширина полос с уничтоженной растительностью и нарушенными экосистемами достигает 0.5 км. Менее всего нарушены экосистемы вдоль местных дорог, соединяющих отдельные колодцы или кошары, особенно на севере сомона.

За последние годы значительную роль в дестабилизации природных экосистем начал играть туристический бизнес. Возросший поток иностранных туристов повлек за собой не только возникновение новых автомобильных дорог, но и строительство кемпингов и туристических баз, не подкрепленных соответствующей инфраструктурой. Стихийное возникновение рынков продажи местных сувениров (кустарных поделок, природных полудрагоценных камней и пр.) в местах с наиболее живописными ландшафтами способствовало их захламлению. Так, наблюдается увеличение антропогенных нагрузок на легко ранимые экосистемы на выходах красцветов в районе урочища Широ-Шаавар, песчаного массива Унгийн-Дзо и др.

Из экзогенных процессов ведущее место занимают процессы ветровой эрозии: вынос и аккумуляция песчаного материала, развевание и перевевание не закрепленной растительностью песчаных отложений. Эти процессы хорошо прослеживаются на цветном космическом изображении по светло-желтому фототону. По этим признакам выделяются: песчаные наносы с незначительной мощностью песка; песчаные «плащи», навеваемые по ложбинам и пологим вогнутым склонам возвышенностей; массивы бугристых и кучевых песков, закрепленных растительностью; отдельные

барханы и скопления барханных гряд. Песчаные наносы, формирующиеся у кустов растений образуют небольшие, высотой до 30 см, бугорки-«томоки», имеющие каплевидную форму. Они распространены, в основном, в центральной части сомона на участках, занятых преимущественно экосистемами с доминированием в растительном покрове кустарников: караган, терескена, саксаула и парнолистника.

Довольно широко распространились песчаные плащи, навешанные на подветренные склоны останцовых сопок и ложбин. Такие наносы местами имеют значительную мощность. Здесь формируются экосистемы с участием саксаула и псаммофитов. На опесчаненных склонах сопок формируются экосистемы, в растительном покрове которых разреженно встречается *Haloxylon ammodendron*, *Agriophyllum pungens*, *Calligonum mongolicum*, *Caragana korschinskii*. Тут же между базальтовых глыб встречаются *Ephedra sinica*, *Zygophyllum xanthoxylon*, *Asparagus gobicus*, *Atraphaxis fruticosus*, *Amygdalus pedunculata*, изредка злаки. На таких участках распространены преимущественно группировки молодого саксаула (1-5 лет); старые деревья почти не встречаются. На местности такие плащи хорошо видны по зеленому аспекту саксаульников. На снимке они имеют несколько расплывчатый контур, который достаточно четко выделяется на темном фоне базальтов. Формирующиеся на этих песчаных плащах экосистемы образуют своеобразный комплекс с типичными каменистыми участками на склонах, где растительность очень разрежена и представлена единичными экземплярами кустарников.

Кучевые и бугристые массивы песков, слабо закрепленных растительностью, сформированы на мощных песчаных отложениях. На таких участках в опустыненных степях обычно господствуют экосистемы с караганой Коржинского, которая на местности формирует серебристый или желтовато серебристый аспект. В остепненных пустынях на мощных песчаных скоплениях распространены высокоствольные саксаульники, часто с участием селитрянки и *Calligonum mongolicum*.

Наибольшая выраженность эоловых процессов проявляется в сформированных барханах и массивах барханно-грядовых песков. Барханы достигают 10-12-метровой высоты и имеют классическую двурогую форму. Растительность на самих барханах практически отсутствует. Только у основания изредка встречаются одиночные экземпляры *Agriophyllum pungens*. Такие барханы встречены по бортам древней котловины Улан-нура. Наиболее мощное скопление барханно-грядовых песков отмечено на восточной окраине сомона.

Эоловые процессы являются основными деградационными процессами, приводящими к формированию более ксероморфных экосистем, т. е. - к опустыниванию. Кроме них, при наземных исследованиях и сравнении карт экосистем разных лет, выявлены проявления деградации почвенно-растительного покрова, которые можно также отнести к процессам опустынивания. К ним относятся:

1. расширение сорнотравных группировок растений на обогащенных органическими веществами почвах;
2. усыхание дернин змеевки и ковылька;
3. продвижение эфедры на плакорные участки, занятые луково-ковыльковыми сообществами;
4. уменьшение гумусового горизонта светло каштановых почв;
5. увеличение каменистости верхнего горизонта суглинистых почв;
6. повышение содержания солей в корнеобитаемом слое почв до токсичного уровня.

Расширение группировок сорной растительности констатировано практически вокруг всех эксплуатируемых колодцев, кошар и зимовок, а также на участках длительных стоянок юрт. Однако, размеры такого расширения в разных частях исследованной территории различны. Они максимальны вблизи поселка Булган, и имеют минимальные размеры на периферии сомона.

Высыхание дернин змеевки наблюдалось по всем степным экосистемам, где ранее этот вид входил в число доминантов. В настоящее время в этих сообществах дернины змеевки почти полностью погибли, а молодых или 2-3 - летних экземпляров нет. Усыхание дернин ковылька в степях отмечено только местами. На некоторых участках он представлен не только вполне жизнеспособными старыми крупными экземплярами, но и молодыми, только формирующимися, но проходящими полный цикл развития. В предгорьях Богиин-Хяр, на склонах холмогорий в сухих степях ковыль (*Stipa krylovii*), ранее занимавший доминирующее положение, в настоящее время встречается только по ложбинам, не выходя на выпуклые склоны и пологие вершинные поверхности.

Особый интерес вызывает продвижение эфедры (*Ephedra sinica*) на плакорные участки, занятые степными экосистемами. Этот процесс внедрения пустынного вида, впервые описанный П.Д. Гуниным и др. (1993), может быть оценен как начальная стадия опустынивания. За последние 10-15 лет эфедра

не только внедрилась на плакоры экосистем опустыненных степей с луково-ковыльковыми и холоднопопынно-луково-ковыльковыми сообществами, но начала местами доминировать. Такие сообщества в опустыненных степях заняли к 2002г. площадь 22.25 кв. км., а в пустынных злаковниках – 60.99 кв. км.

Изменения почвенного покрова в результате воздействия антропогенных факторов дестабилизации экосистем явились объектом специального исследования почвоведов И.А. Ямновой и Д.Л. Голованова. Они установили существенные потери гумуса в степных почвах и выявили начальные стадии такырообразования, которые можно рассматривать как начальные процессы опустынивания.

Анализ разновременных карт показал, что первоначально дестабилизированные участки экосистем были распределены отдельными локальными очагами. Дальнейшее углубление и расширение площадей дестабилизированных экосистем приводят к слиянию этих очагов и формированию более или менее широкой полосы. В сомоне Булган сам сомонный центр является основным наиболее крупным очагом дестабилизации и опустынивания экосистем. Более мелкие очаги образовались вокруг интенсивно используемых родников и колодцев. К востоку от поселка Булган на базе родников организованы мелкие огородные хозяйства, которые сетью дорог сочленяются с Булганом. К западу от него очаги дестабилизированных экосистем приурочены, в основном, к колодцам, расположенным по днищам сайров и их слившихся сухих дельт. В целом они сформировали обширную полосу нарушенных экосистем.

Различные формы природно-антропогенных эоловых процессов прослеживаются по окраине древней озерной котловины и солончаковой депрессии в центре исследованной территории, разделяющей предгорья хребтов Арц-Богдо и Богиин-Хяр. Наиболее мощные скопления барханно-рядовых песков отмечены на восточной окраине сомона. Далее к северо-западу формы рельефа песчаных массивов становятся меньше, бугры не превышают 1 м в высоту. Эти бугристые пески четко выделяются по зарослям серебристой караганы Коржинского, местами они занимают довольно значительную площадь. Массивы бугристы песков разделяются равнинными участками, где эоловые процессы приводят к формированию навесных бугорков-«томоков». Но по бортам центральной солончаковой депрессии вновь распространены массивы крупно бугристых и барханных песков, занятых преимущественно саксаульниками с участием селитрянки.

Процессы деградации экосистем прослеживаются практически на всей территории сомона. Наиболее часто они выражаются в нарушении почвенно-растительного покрова экосистем: уменьшении проективного покрытия доминантов, появлении большого количества дигрессионно активных видов растений, в разрушении дернин злаков; в уплотнении поверхностных горизонтов почв, появлении такыровидных поверхностей или, наоборот, разрыхленных участков на отложениях легкого гранулометрического состава. Непосредственно процессом опустынивания можно считать только расширение ареалов пустынных видов растений, в частности *Ephedra sinica*. За 10-15 лет эта эфедра не только внедрилась на плакорах в экосистемы опустыненных степей с луково-ковыльковыми и холоднопопынно-луково-ковыльковыми сообществами, но начала местами даже доминировать. Такие сообщества в опустыненных степях заняли к 2002 г. площадь в 22.25 кв. км, а в пустынных злаковниках – 60.99 кв. км. Помимо *Ephedra sinica* расширение ареалов отмечено и для таких пустынных видов как *Caryophtheris mongolica*, *Asterothamnus centrali-asiaticus*.

Таким образом, экологический мониторинг, осуществленный путем сопоставления площадей различно дестабилизированных экосистем по разновременной космической и картографической информации, позволил установить:

- основные изменения степени дестабилизации экосистем отмечены для пустынных злаковников (полупустынных экосистем) и гидроморфных экосистем;
- антропогенная дестабилизация степных экосистем привела к ухудшению состояния основных кормовых растений, в частности к почти полному исчезновению змеевки;
- слабо нарушенные экосистемы, зафиксированные в 1990 г., оценены в 2002-2003 г. как сильно и очень сильно нарушенные;
- наибольшая степень дестабилизации экосистем установлена практически для всех гидроморфных экосистем;
- ряд экосистем, в 1990 г. встречавшихся только очень маленькими участками (на карте отмечавшиеся как включения в другие экосистемы), на карте 2002-2003 г. образуют уже самостоятельные выделы;

- увеличение площадей сильно и очень сильно нарушенных экосистем привело к уменьшению площадей слабо дестабилизированных экосистем.

Заключение

Экологический мониторинг антропогенной дестабилизации экосистем, часто приводящей к опустыниванию, направлен на выявление изменений в современных экосистемах путем изучения их пространственной структуры. Сюда входит изучение также функциональной организации экосистем и хозяйственной значимости их почвенно-растительных ресурсов. Такие исследования осуществлялись в Северной Гоби, для которой типичным и традиционным видом использования природных ресурсов является отгонное животноводство на степных пастбищах.

Процессы дестабилизации экосистем, в том числе их опустынивания, очень четко проявляются в Северной Гоби, являющейся экотонной зоной между степными и пустынными экосистемами.

Среднемасштабная карта экосистем, разработанная на основе использования космической информации, полно отражает пространственную структуру современных экосистем и служит исходной базой для разработки оценочной карты опустынивания экосистем. Карта опустынивания экосистем отражает не только степень дестабилизации экосистем, но и распределение природных и природно-антропогенных процессов опустынивания экосистем и факторов, их вызвавших. Региональный экологический мониторинг дестабилизации экосистем, осуществленный путем сравнительного анализа карт экосистем и их опустынивания, разработанных с использованием разновременной космической информации, дал возможность получить достоверные качественные и количественные показатели происходящих изменений экосистем.

Проведенный мониторинг дестабилизации экосистем сомона Булган показал лишь локальное расширение площадей антропогенного опустынивания, но установил также достаточно устойчивую тенденцию к их увеличению. В связи с тем, что сомон Булган можно рассматривать как эталон, это заключение можно экстраполировать на всю экотонную зону Северной Гоби. Уникальность и неустойчивость экосистем этой территории требует осуществления специальных природоохранных и рекультивационных мероприятий по сохранению и восстановлению экосистем. Из них можно считать важнейшими: регулирование выпаса и рекреационных нагрузок; обустройство заказников у родниковых болот и высокоствольных саксаульников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянт А.М. Образ пространства. М. 1986. 226 с.
2. Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование. М. 1997. 64 с.
3. Верещака Г.В. Экологические карты в системе карт для оптимизации окружающей среды. // Геодезия и картография. 1991. № 1. С.39-41
4. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Мысль. 1984. 320 с.
5. Востокова Е.А. Картографическое обеспечение космического мониторинга экологических условий // Ландшафтно-экологические основы природопользования и природоустройства. Целиноград. 1991. С.14-19.
6. Востокова Е.А., Гунин П.Д. Карта экосистем Монголии как основа для ландшафтно-экологического мониторинга // Биогеография: изд. МфГО. 1997. Вып. 6. С.38-40
7. Востокова Е.А., Кельнер Ю.Г. Космическая информация как основа картографического мониторинга природной среды // Применение аэрокосмических методов для изучения и контроля состояния земной поверхности. М., 1986. С.11-19.
8. Востокова Е.А., Суцень В.А., Шевченко Л.А. Экологическое картографирование на основе космической информации. М.: Недра. 1988. 220 с.
9. Гунин П.Д. Диагностика процессов опустынивания аридных экосистем Центральной Азии // Экология и природопользование в Монголии. Пушино. 1992. С. 271-287.
10. Гунин П.Д., Слемнев Н.Н., Казанцева Т.И., Радзиминский П.З. Об экспансии *Ephedra sinica* Staff. в горных экосистемах Гоби (Монголия) // Растительные ресурсы. СПб.: Наука. 1993. Т. 29. Вып. 3. С. 7-21.
11. Евстифеев Ю.Г., Казанцева Т.И., Рачковская Е.И., Тимофеев Д.А., Якунин Г.Н. Современное состояние пустынных экосистем // Экология и природопользование в Монголии. Пушино. 1992. С.103-121.
12. Залибеков З.Г. Процессы опустынивания и влияние на почвенный покров. М. 2000. 219 с.

13. Космический мониторинг биосферы. Вып. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 139 с.
14. Методические рекомендации по оценке и картографированию современного состояния экосистем. Улан-Батор, 1989. 107 с.
15. Методология оценки состояния и картографирования экосистем в экстремальных условиях. Пушино. 1993. 203 с.
16. Пустынные степи и северные пустыни Монгольской Народной Республики. Ч.1. Природные условия (сомон Булган). Л.: Наука. 1980. 184 с.
17. Стационарные исследования (сомон Булган). Л.: Наука. 1981. 260 с.
18. *Рачковская Е.И.* Растительность Гобийских пустынь МНР (география и классификация). Автореферат диссертации доктора биологических наук. Ташкент. 1989. 41 с.
19. Региональный экологический мониторинг. М.: Наука. 1983. 264 с.
20. *Сарантуяа Н.* Диагностика процессов деградации аридных экосистем Монголии. Автореферат диссертации кандидата биологических наук. М. 1995. 24 с.
21. Экосистемы Монголии. М.: Наука. 1995. 223 с.

REGIONAL ECOLOGICAL MONITORING OF ECOSYSTEMS' CONDITION ON THE BASE OF BIG-SCALE CARTOGRAPHY (ON AN EXAMPLE OF BULGAN SOMON, SOUTHERN GOBI AIMAG, MONGOLIA)

© 2004. **E. A. Vostokova¹, P. D. Gunin¹, T.I. Kazantseva², A. V. Prischepa¹, S. N. Bazha¹**

*Institute of ecology and evolution of the Russian Academy of Sciences
Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences*

The ecological monitoring on a regional level was realized by a complex of space mapping methods, which includes: regular study of a modern state of natural ecosystems, as complete geosystem, in dependence on a kind and level of anthropogenic pressures; cartographical reflectance of regional frame of modern ecosystems and degree of ecosystems destabilization, including processes of a desertification; relative analysis of such maps developed on stuffs of non-simultaneous space filmings; engineering of information cartographical ensuring of measures on nature protection, optimization of people living conditions and conservation of natural resumption of natural resources.

The basic signs of ecosystems destabilization are appearance of the definite microforms of a relief (sandy drifts, massifs of bumpy sand, sand-dunes), change of soils and green (destruction of humic horizon, superficial inspissation or sandyization of soils, typical desert plant species appearance, destruction or lowering viability of the basic pascual plants etc.). These signs were used at interpretation of the satellite information received from Landsat-7 in 2002, and engineering of a map of ecosystems in scale 1:200000.

The primary goal of the conducted research was producing a map of modern ecosystems and their desertification in 2002 - 2003. For mapping of ecosystems their abjection was realized using the data on a vegetation cover within the framework of an uniform element of a relief and soil composition.

The generalized scheme of remote cartographical monitoring of ecosystems destabilization processes which realized on a regional level, included two stages:

1-st stage (1985 - 1990) - interpretation of the satellite information received in 1985, engineering the maps of ecosystems and their anthropogenic disturbance;

2-nd stage (2002 - 2003) - interpretation of the satellite information received in 2002, creation of similar maps; relative analysis of the electronic versions of the developed maps, analysis of quantity indicators received on these maps; revealing of some patterns for allocation of destabilized fields in ecosystems, and tendencies of this process.

The destabilization of ecosystems in Bulgan somon descends mainly as a result of anthropogenic factors action. Basically, the anthropogenic destabilization of ecosystems and processes of their desertification here are connected with five factors stipulated by use of natural resources and all ability to live of the people in this region. They are:

- pascual use of natural fodder resources and fresh underground waters using nomadic animal industries;
- land-use and fresh waters of springs usage for vegetable gardens irrigation and water-supply of settlements;
- construction and operation of residential and industrial buildings in settlements;

- transport use;
- use of all complex of an environment for tourist business, including construction of campings and tourist bases.

Thus, the regional ecological monitoring of ecosystems destabilization carried out by relative analysis of maps of ecosystems and their desertification developed with use of the non-simultaneous space information, has enabled to receive authentic qualitative and quantity indicators of descending changes of ecosystems.

The conducted monitoring of destabilization of Bulgan somon ecosystems has shown only local dilating of the areas of an anthropogenic desertification, but has established also stable enough tendency to their augmentation. The Bulgan somon is possible to consider as the standard, so this conclusion can be extrapolated on the whole ecotone region of Northern Gobi.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ СИТУАЦИИ КОЧЕВОГО СКОТОВОДСТВА В СОМОНЕ БУЛГАН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

© 2004. Бернд Майснер, Свен Оэхм, Виктор Рыбаков, Даниэл Висс

Гео3 (ГФХ-Берлин – Университет прикладных наук)

Люксембургер штр. 10; D-13353 Берлин

Со времени кардинальных реформ в 1990 г. национальная экономика Монголии подверглась значительным изменениям. При этом определяющую роль приобретает кочевое скотоводство, представляющее собой важнейший сектор экономики сельской Монголии. В течение XX века была утрачена большая часть традиционных знаний, касающихся кочевого скотоводства, включая маршруты кочевков и формирования стад. Это особенно касается так называемых новых кочевников, людей, ранее работавших в административной сфере, а сейчас заново практикующих «пасторализм». Но для восстановления непрерывного кочевого скотоводства необходимы традиционные знания. Если ими пренебрегают, нерациональное использование пастбищ может привести к деградации растительного покрова и изменению состава растительных сообществ, а отсюда к уменьшению биоразнообразия и продуктивности сельского хозяйства.

Изучение социально-экономической ситуации Булган-сомона является частью мультидисциплинарного проекта ЕС «Коперникус-2» - опустынивание Гоби, проводимого с помощью методов дистанционного зондирования и географических информационных систем (ГИС) в целях оценки и отслеживания процессов опустынивания в Монголии. Для этого с помощью GPS во время летних полевых сезонов 2001 и 2002 гг. картировалась такая географически привязанная тематическая информация, как расположение аилов (места стоянок во время кочевий, используемых часто несколькими поколениями) и сезонных пастбищ, а также распределение водопоев. Картирование выполнялось на основе космических снимков в масштабе 1:100 000 (Landsat 7-ETM+ 2002) и цифровой топографической информации (топографические карты), используемых для ориентации и навигации в полевых условиях. Помимо этого, с помощью опросов собиралась социально-экономическая информация; опросы проводились в аилах для оценки численности и состава поголовья, хозяйственной деятельности и маршрутов ежегодных перегонов скота. Вся пространственная информация была обработана и переведена в ГИС, где в дальнейшем методами обработки цифровых отображений могут быть выявлены изменения экосистем и их антропогенной нарушенности, распределение видов растений и состава растительных сообществ. Мониторинг деградации пастбищ ограничен тем, что он основан на анализе данных только двух сезонов (1990 и 2002), и годовая флуктуация количества выпавших осадков может влиять на продуктивность и состав растительных сообществ в большей степени, чем выпас скота. Однако в южной части Булган-сомона заметно усиление пастбищной активности. В этом регионе антропогенный пресс усиливается тем, что традиционный перегон скота требует больших затрат, которые не могут себе позволить бедные аилы, а многие пастбища не могут использоваться из-за недостатка водопоев. Негативное воздействие на существующие экосистемы также оказывает увеличение поголовья кашмирских коз из-за высоких цен на их шерсть.

GIS BASED MAPPING AND EVALUATION OF THE CURRENT SOCIO-ECONOMIC SITUATION OF PASTORALISM IN BULGAN SOMON

© 2004. Bernd Meissner, Sven Oehm, Victor Rybakov, Daniel Wyss

*Geo3 (Georesearch at the TFH-Berlin – University of applied sciences)
Luxemburger Str. 10; D-13353 Berlin*

Introduction

The steppe grasslands of Mongolia comprise one of the largest grassland ecosystem complexes of the world. Over 70% of Mongolia's 1.5 million square kilometres falls into three major ecological zones: the desert steppe, steppe and mountain steppe. These grasslands support most of Mongolia's 30 million head of domestic livestock (camels, cattle, yaks, horses, sheep and goats). It has been estimated that over 78% of the total territory of Mongolia is under the risk of desertification, of which nearly 60% is classed as highly vulnerable. Over 70% of the total pastures have been already degraded through overgrazing as well as drought. Human factors contributing to the problems of desertification include poor pasture utilisation, inadequate livestock water supplies and soil erosion due to poor agronomic practices and mining activities. Despite the ecological, conservational and economic significance of Mongolia's grasslands, relatively little is known about the vegetation composition and dynamics of these ecosystems, this especially accounts for the desert steppe grasslands¹.

To understand the current situation of pastoralism in Mongolia a short review of the historic development is necessary. Until the 1920s Mongolia was under the control of feudal rulers and the strong influence of Buddhism. In 1921 the "People's Revolution" marked the beginning of the strong Soviet influence on Mongolian development concerning all spheres of society. Even if it took several decades, in 1958 nearly the complete livestock were confiscated and collectivized in the so-called *negdel*². Also in the 1950s the *Somon*³ and *Aimag*⁴ centres were built up to substitute the function of the monasteries which were abolished in the 1920s. The latter provided traditional services like education and healthcare and connected the herders to the markets. The nomadic herders had to adapt to a different way of living. In former times they were responsible for the whole organization process of herding, including livestock raising, choice of pasture, selling or exchanging of products, etc. During socialistic times specialists were introduced to the fields of herding, transportation, veterinary medicine, the building of wells and shelters as well as administration. The whole process was divided into many parts and the former independent herders became workers with salaries and vacations. Many of the former mobile herders settled down in the *Somon* and *Aimag* centres. It was the first time in Mongolian history that a division between mobile and settled population emerged⁵.

The Mongolian economic system has undergone considerable changes since the end of socialism in 1990. After the collapse of the Soviet Union the *negdel* were abolished and virtually all state-owned livestock had been privatised. For the herders privatisation resulted in loss of the formal institutions that regulated pasture use, in reduced social services, in declining trade and access to markets, in increased numbers of herding households and in greater poverty and differentiation in wealth.⁶ The transformation also brought economic difficulties for the settled population. For many of them the only solution was to leave the settlement and to go into the steppes to build up own herds and become mobile livestock keepers. For these so called "new nomads", people formerly working in the areas of administration and now practicing nomadism again it was hard to deal with the new circumstances. Much of the traditional knowledge concerning livestock keeping, including patterns of spatial movement and composition of herds, was lost during the socialist era. The increase of herding households and livestock (see Fig. 1) also lead to a greater pressure on existing pastures. As during most of the 1990s no regulation for pasture use was implemented, overgrazing and degradation of the vegetation cover resulting in decrease of agricultural productivity change of plant species composition and biodiversity can be observed in many parts of Mongolia.

¹ Fernandez-Giménez, 2001, pp. 101 – 103.

² *Negdel* = socialist herding collective.

³ Second highest administrative unit.

⁴ Highest administrative unit.

⁵ Schmidt, 1995, pp.73-100.

⁶ Fernandez-Giménez, 1999, p. 315.

Today this problem has been recognized and the pressure to find adequate solutions is rising. The mobility of nomads and their livestock in respect to the high spatial and temporal variability of the natural resource base can be seen as a main tool for sustainable natural resource management and as a precondition to development in arid ecosystems. To develop measures and recommendations for sustainable planning and to combat desertification processes, detailed spatial information concerning patterns of pastoral land use especially in relation to distance and frequency of seasonal nomadic movements are necessary.

Table 1. Number of herdsmen and livestock in Mongolia, 1990-2000*. **Таблица 1.** Число скотоводов и поголовья скота в Монголии, 1999-2000.

	1990	1995	2000
Number of herdsmen households	74 710	169 308	191 526
Number of livestock (in thousands)	25 856,9	28 572,3	30 227,5

* Source: NSOM 2001, pp. 118; 132

Study area

The Bulgan *Somon* is located in the south Gobi *Aimag* between 102° 50' and 104° 10' E, and 43° 45' and 44° 50' N, approximately 500 Km south of Ulaanbaatar. The road is not tarred so that it takes about one day by car to reach Bulgan *Somon*. The *Somon* has a total size of 7500 km² with an elevation range of 1000 to 2600 meters over sea level. The highest elevation is found in the mountainous region (*Gobi Altai*) in the South. Unfavourable natural conditions (low and highly variable precipitation, high daily and seasonal variations of temperature, strong sand and dust storms) aggravate the risk of anthropogenic desertification. The Bulgan-*Somon* is divided into four *Bags*⁷, the *Dal-Bag*, the *Den-Bag*, the *Chawzgaid-Bag* and the administrative centre of Bulgan. Within its boundaries live approximately 2500 people divided into about 600 *Ails*⁸. 400 of these *Ails* are livestock owners with almost 100000 animals in total. The remaining 200 *Ails* live in the *Somon*- or *Bag* centres and work in the areas of administration, service or farming.

The limiting factor for all human activities within the Bulgan *Somon* is the lack of sufficient water supply. The problem of water supply is enhanced during severe drought periods (*gan*) such as during the years 2001 and 2002 with little to no precipitation and through the fact that many water wells are defect. In addition mining activities can be observed along the *Ongi* River, which runs to the Red Lake (*Ulaan Nuur*) to the NE of the Bulgan *Somon*. The private company *Erel* is mining gold and using much water for this purpose. Due to this activity the Red Lake and its hydrological system has dried out to a large extent.

Methods

Socio-economic data concerning the number of livestock and livestock composition only exists on *Somon* level and does not contain information on location and spatial distribution of livestock. Additional data had to be collected for the Bulgan *Somon*, which was based on qualitative interviews using well-prepared questionnaires and appropriate base maps for mapping and orientation in the field. The GPS (Global Positioning System) based mapping of geographic features such as *Ails*, existing water sources and winter pastures was performed on the base of satellite image maps (*worksheets*). The exact coordinates were available at all times with good accuracy. During the year 2001 satellite image maps were produced in a scale of 1 : 200 000 (*SIM 200*) and 1 : 100 000 (*SIM 100*) using Landsat 5 TM imagery of 1990 showing the band combination 7, 2, 1 (RGB) as well as a measured grid using Gauss-Kruger coordinates (map units). For the field trip in the year 2002 similar satellite image maps were produced based on Landsat 7 ETM+ imagery of 2002 but included a UTM grid for better navigation with the GPS device (*Garmin 12*). In addition to the satellite image maps, products were established which also contained reduced topographic information in vector format taken from topographic maps (TOPSIM) that were processed by *MONMAP*⁹. The worksheets exist in digital format and can be utilized for future mapping activities. The spectral information contained in the worksheets helped to distinguish areas with vegetation cover and were very useful to evaluate potential sites where a concentration of mobile livestock keepers could be assumed.

The questionnaire contained questions on the herd's size and composition, the spatial patterns of movement of the household and the economic activities, i.e. where animal products are sold and where supplementary food and consumer goods are bought. The actual households which had been interviewed

⁷ Third highest administrative unit.

⁸ Usually groups of one to three households, often including several generations of one family.

⁹ Geoinformation Technology Center, *MONMAP Engineering Services*, Mongolia.

were chosen on a random basis. After driving to the selected area every *ger* in sight was taken into consideration. Sometimes they were spread widely and sometimes they were situated within short intervals. This method implies that not all the existing *Ails* were mapped and that the evaluation of the socio-economic situation is based on exemplary locations. Nevertheless a concentration of pastoral activities can be observed around the *Somon* centre and in the SW part of Bulgan *Somon* (see Fig. 1). A total of 30 interviews were held with the help of a Mongolian interpreter. This was helpful not only for communication purposes but also to avoid cultural misunderstandings. In general it can be stated that the interview partners seemed willing to answer the questions. They showed much hospitality and always let us enter their *ger*¹⁰, which is the usual behaviour towards any visiting guest. However when it came to quantify the size of the herds it was difficult to get reliable numbers. This is based on the fact that the herders have to pay tax on each animal and are therefore not always willing to give exact information concerning size and composition of herds.

Spatial patterns of mobile Livestock keeping

Three groups of livestock keepers with different patterns of pastoral land use can be observed (see Fig. 2). The first group (**G1**) lives very close to the *Somon* centre within a maximum distance of approx. three kilometres. The group owns few animals which position's them in the poorer social category and mobile livestock keeping is performed within a radius of only a couple of kilometres. Even though this group is small, the impact on the natural resources is not to be neglected, as their animals graze on the very same grounds nearly all year round and there is no time for regeneration.

The second group of herdsmen (**G2**), including about 200 *Ails*, grow crops during the summer season. The cultivation of vegetables is becoming an important second economic pillar for many people in Bulgan *Somon*. But there is no real regulation concerning the use of water. Some people use much water causing scarcity for others. In many cases technical problems concerning the irrigation system exist such as leaking pipe systems or insufficient channel systems in the fields causing much water to evaporate before reaching the roots. There are four different sites where vegetables are grown. Altogether they cover an area of 24.5 ha. The largest site, with 11 ha, is situated on the edge of the *Somon* centre. The other sites are situated respectively seven, ten and seventeen kilometres east of Bulgan. As livestock keeping is getting more difficult, the economic value of crop production is becoming more important for some of the *Ails*. The livestock graze in the surrounding area or are taken to remote pastures either by household members or by paid herdsmen.

The third group (**G3**) is located between 20 and 40 km south or south-west of the *Somon* centre. Most winter pastures are situated north of the Gobi-Altai Foothill along the mountain range "The Three Beauties". In the summer these *Ails* usually move about 5 to 15 km northwards. There are two chains of water sources. One is located along the mountain range around which the *Ails* tend to settle in the wintertime, the other stretches in a northeasterly direction. During the summer months these *Ails* usually move several times to avoid overgrazing. During years with low precipitation or drought a higher frequency of moves becomes necessary. Usually the household remains settled within a maximum distance of approx. seven kilometres to permanent water sources. Sheep and goats on a daily basis cannot cover larger distances. If further distances have to be covered due to harsh climatic conditions, the direction is mostly to the NW and can reach up to 150 kilometres. Not all households can cover such large distances, as the costs for transportation are relatively high. If the distance to be covered is more than fifteen kilometres, which can usually be done by beasts of burden, it is necessary to find a truck and to pay for gas. In this case a direct link between the mobility of nomads and livestock and their financial situation can be observed. This inability to move has a large impact on natural resources resulting in overgrazing and degradation of pastureland.

The composition of the herds can be described as follows. The major part of the herds consists of sheep and goats. Usually the households own more horses than other large animals such as cattle or camels. In general it can be said that the *Ails* belonging to group one (**G1**) own less animals, often not exceeding 100 heads. Within the other two groups (**G2**, **G3**) there are large differences concerning the number of livestock. The numbers range between 100 and 500 animals per *Ail*. Figure 3 shows the development of livestock numbers from 1986 to 2000 within the Bulgan *Somon*. A significant increase in the number of livestock can be observed since 1886. The decrease of population numbers in some years is caused by extreme climatic conditions such as *gan*¹¹ or *dzud*¹². Two developments concerning the composition of livestock can be seen.

¹⁰ Mongolian felt tent, equivalent to the Russian yurt.

¹¹ Drought.

The first is that the number of camels is gradually decreasing; the second is that the number of goats has increased by nearly 100%. Even if the percentage of goats within the herds has traditionally been high in this region the recent development must be seen as a reaction towards market economy and the rising Kashmir-wool prices.

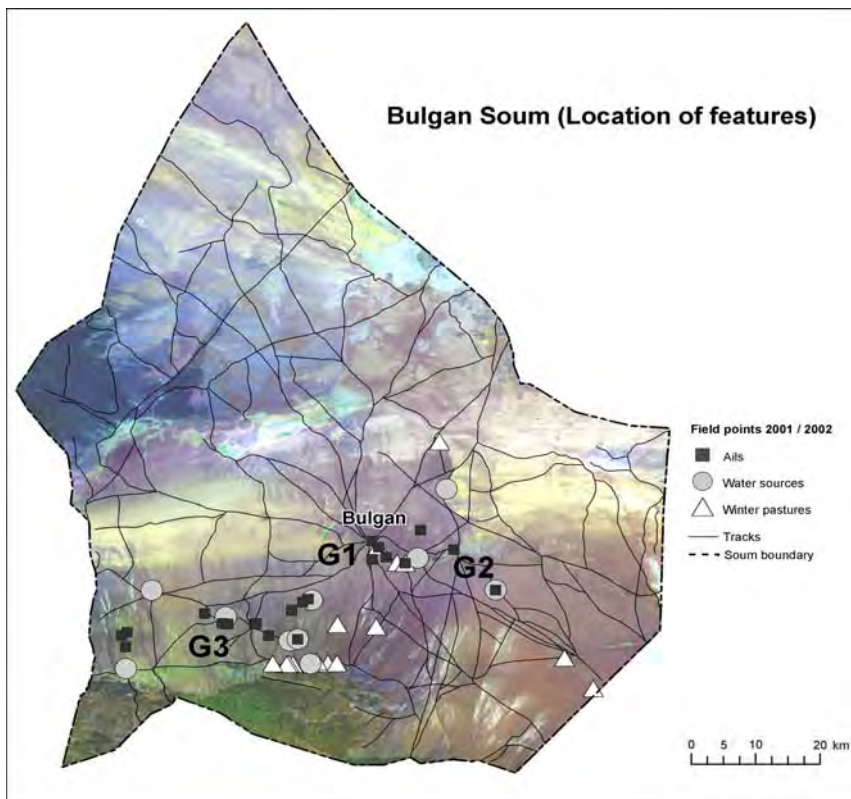


Fig 1. Location of mapped Ails, water sources and winter pastures on the base of Landsat 7 ETM+, 2002. **Рис. 1.** Картографирование мест стоянок, водоисточников и зимних пастбищ с использованием Ландсат 7 ETM+ 2002г.

Table 2. Livestock population in Bulgan *Somon* (1986 – 2000). **Таблица 2.** Численность поголовья домашнего скота в сомоне Булган (1986-2000 гг.).

Year	Total	Camel	Horse	Cattle	Sheep	Goat
1986	54958	4770	5031	1731	19627	23799
1987	60378	4809	5083	1859	21234	27388
1988	63179	4838	5056	1994	22328	28963
1989	66140	4941	4983	2002	22492	31722
1990	63725	4911	4269	1817	22100	30628
1991	66522	4901	4500	2103	22997	32021
1992	63756	4439	4657	2322	22431	29907
1993	63842	4303	5163	2241	21710	30425
1994	68921	4236	5742	2437	23276	33230
1995	80373	4363	6763	2891	26265	40091
1996	80413	4364	7260	2942	26487	39360
1997	91470	4398	8064	3170	29609	46229
1998	89824	4507	8553	3351	29777	43636
1999	96061	4636	9352	3323	32300	46450
2000	95289	4537	7582	2440	33409	47321

¹² Dzud is the Mongolian name for extreme cold winters, sometimes combined with very high snow coverage.

Economic patterns

Selling Kashmir wool generates most income; 18.000 – 24.000 *Tugrik*¹³ (1000 Tugrik ~ 1 Euro, by 2002) is paid for one kilogram (kg). Each year approximately 300 grams (g) of Kashmir wool can be obtained from one goat. The price depends on the quality of the wool, demand and the place of sale. 100 Tugrik is paid for one kg of sheep wool. About 700-900 g can be taken from each sheep per year. A large degree of the obtained sheep wool is used for subsistence felt production. Further products, which are sold, are fleece, skins and some vegetables. Milk products are usually not sold for traditional reasons.

There are several possibilities to sell the products. One way to sell products is to mobile traders. These usually visit the *Ails* around May when Kashmir wool is sold. The prices paid tend to be low, as many *Ails* need cash immediately and have no other opportunities to sell the wool due to the lack of transportation facilities. The second possibility to sell products is the use of “*Delguurs*”¹⁴ which are situated in the *Somon* centres. Prices are usually slightly higher than those of the mobile traders. A further advantage is that the time of selling can be chosen more freely, making use of fluctuating market prices. This advantage can only be used by the *Ails* who can afford to wait before they sell their products. The *Ails* who need immediate cash to buy staple food or other essentials have to sell no matter how low the price is. The third possibility to sell the products is the market in the *Aimag* centre *Dalanzadgad* that is located about 100 km east of Bulgan. The prices obtained are higher than in Bulgan, but transportation to this remote market is expensive. In addition there is a psychological limitation to enter this market as little is known about its organisational structures, unless some family member is living there. The fourth and economically most attractive market is China but requires a high level of organisation, financial input and entrepreneurial spirit. A further obstacle lies in the semi-legal status of exporting animal products. Ulaan Bataar hardly plays a role as a market place unless family connections exist. The reason is the large distance, which has to be covered, so that China is overall more attractive.

Even though the markets play an important role for the *Ails*, they do not determine the concentration of people in specific areas. The choice of location is based on the quality of pastureland and distance to existing water sources. Since the end of socialism the wells and water sources are no longer maintained by the state. As the maintenance is not organized on a private base¹⁵, many wells are devastated and the pasture around them can no longer be utilized. Concentration processes around the remaining functioning water places are the consequence.

Comparison of multidisciplinary results

The results of the socio-economic investigations based on fieldwork during the years 2001/2002 reflect the current state of pastoralism in the Bulgan *Somon* in respect to size and composition of herds, spatial patterns of annual movement and concentration of *Ails* and water points. All spatial information (GPS-based mapping of locations using UTM-coordinates) and associated descriptive information based on the qualitative interviews held in the *Ails* have been processed using GIS software and relational database management systems (*MS ACCESS*) including a detailed photo documentation of the field trips. The thematic information can now be visualised and compared with other multidisciplinary information, which has been compiled within the EU project (*Copernicus 2 “Gobi Desertification”*)¹⁶ using methods of GIS analysis such as data overlay. The additional GIS layers include multitemporal information on ecosystems and their anthropogenic disturbances (1990 / 2002), the distribution of plant species and composition of plant communities, the mapping of pastures as well as change detection based on multitemporal image processing. As a large variety of base information such as topographic and thematic maps and remote sensing data with different geometric accuracies, scale, projection information and quality has been used by the individual project partners, the data processing involved geometric correction and re-projection of available spatial information so all information can be displayed on the base of the geometrically corrected satellite imagery with the aim to assess the dynamics of vegetation degradation within the Bulgan *Somon*.

¹³ Mongolian currency.

¹⁴ Small shops.

¹⁵ Only one well with engine was taken care of by an *Ail* at their own commitment and expense.

¹⁶ Moscow State University (MSU) and Ural State University (USU), Russia; Institute of Biological Sciences, Mongolian Academy of Sciences (IB MAS), Mongolia; Geoinformation Technology Center, MONMAP Engineering Services, Mongolia; Ben-Gurion University of the Negev, Jacob Blaustein Institute for Desert Research, Remote Sensing Laboratory (BGU), Israel.

An example of data overlay is given in figure 2 showing a generalized version of the mapping of ecosystems and their anthropogenic disturbances based on visual interpretation of landsat 7 ETM+ imagery and ground truthing performed by the *Moscow State University (MSU)* during the field trips 2002/2003. The anthropogenic disturbances displayed in the map show areas with heavy to very heavy degradation of natural resources. In order to compare the information with the socio-economic investigations a 5 km wide *buffer*¹⁷ (radius of 5 km around mapped features) was generated around all mapped *Ails*, water sources and winter pastures representing the approximate daily distance covered by goats and sheep.

The mapped anthropogenic disturbances on ecosystems correspond very well with the spatial patterns of mobile livestock keeping. This is especially visible within the area around Bulgan and in the southwestern parts of Bulgan *Somon* along the Gobi-Altai foothill, which reflects the general movements, and concentration of the nomads throughout the year. In addition a destabilisation of ecosystems can be observed along most roads, especially along the main road connecting Bulgan with Ulaanbaatar and the *Aimag* center *Dalanzadgad* which is most often caused by so called “*multiple tracking*”. Most of the mapped *Ails* and winter pastures are located within the desert grassland ecosystems. Mobile livestock grazing is limited in the SW in areas with higher elevation where moderate dry steppe or dry steppe ecosystems dominate and in many northern parts of the *Somon* with desert steppe or steppe desert ecosystems.

The results of change detection are based on multitemporal image analysis using the satellite images from 1990 (Landsat 5 TM) and 2002 (Landsat 7 ETM+). The data processing was done by the *Ben-Gurion University of the Negev*, (BGU) using various methods of image analysis such as analysis performed using *Band 3* (Landsat) which is useful to detect chlorophyll absorption in vegetation, *Tasselled Cap* showing changes in respect to the degree of brightness, greenness and wetness and *NDVI* (Normalized Difference Vegetation Index). *NDVI* can be used for vegetation monitoring and is calculated using the visible and near-infrared bands contained in the multispectral satellite imagery. The vegetation index exploits the property of green, vigorous vegetation to reflect strongly in the infrared band, whereas at the same time strongly absorbing in the red band. The differential reflectance in these bands provides a means of monitoring density and vigour of green vegetation growth using the spectral reflectivity of solar radiation.

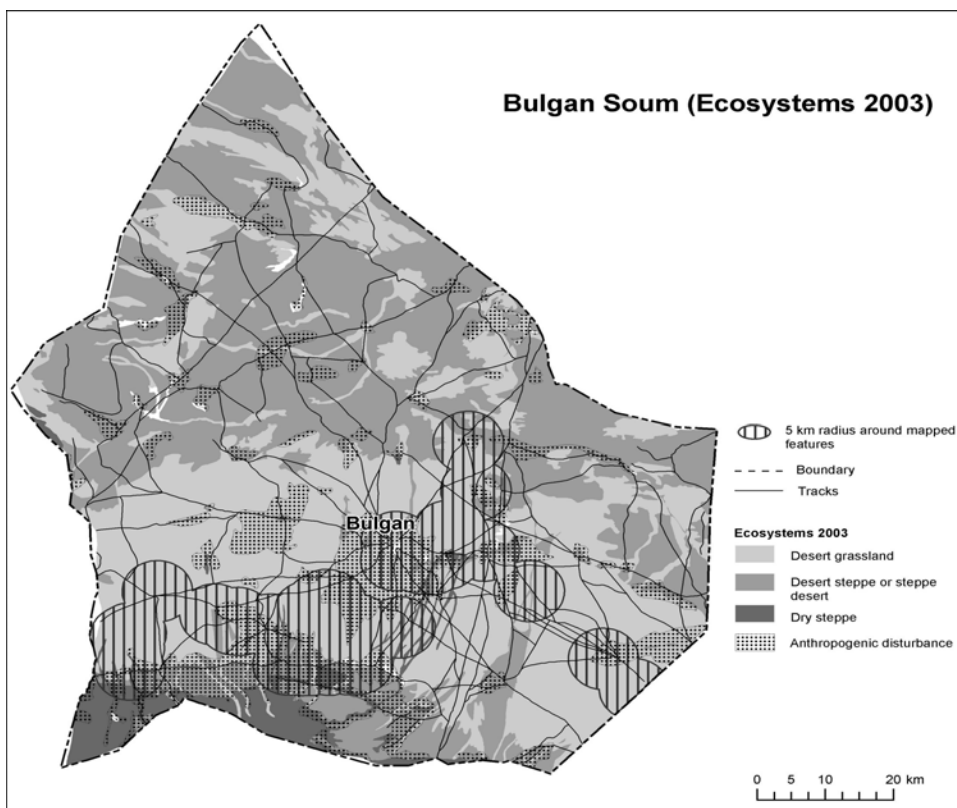


Fig. 2. Location of mapped features in respect to ecosystems and anthropogenic disturbances. **Рис. 2.** Картографирование особенностей экосистем и их антропогенной нарушенности.

¹⁷ Proximity analysis within a GIS environment.

In Figure 3, a generalised version of the results of image analysis is given, showing areas with low to high decrease for each analysis method in combination with the generated buffer zones around mapped features. In comparison with the mapping of ecosystems and their anthropogenic disturbances, less correspondence in respect to anthropogenic pressure and pasture degradation can be seen. This is especially obvious within the area around Bulgan and along the southern Gobi-Altai foothill where a high concentration of nomads can be noted. Areas showing a decrease in vegetation vitality are mainly to be found in the SE of Bulgan *Somon*, to the West and East of Bulgan as well as in the NE around the Red Lake (*Ulaan Nuur*).

It can be concluded that image analysis and the monitoring of desertification processes is questionable when based on only two years (1990 / 2002). This is mainly due to the fact that rainfall over time and space is extremely variable, particularly in the desert and desert-steppe zones. In these areas the interannual variability of rainfall may influence the productivity and composition of vegetation to a greater degree than does grazing pressure.

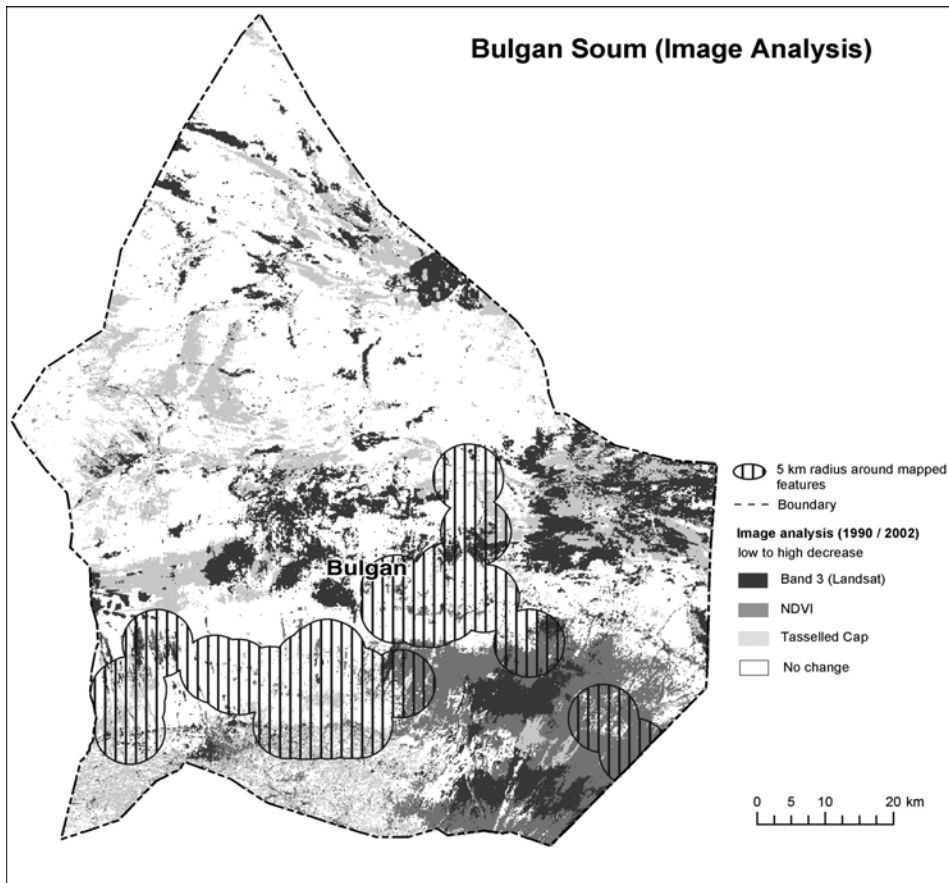


Fig. 3. Location of mapped features in combination with multitemporal image analysis. **Рис. 3.** Картографирование особенностей экосистем в комбинации с динамическим анализом снимков.

Conclusion

Since market economy took over in Mongolia the livestock numbers have increased dramatically. Even though significant decreases can be observed during years with extreme climatic conditions, the number of livestock can still be considered as high. A concentration of pastoral activities in some parts of Bulgan *Somon* can be observed. In these regions the anthropogenic pressure is enhanced by the facts that the traditional seasonal movement of herders is expensive and thus cannot be afforded by the poorer *Ails*, that many pastures cannot be utilized due to lack of water supply and that the number of ecologically questionable Kashmir goats is rising due to the high economic value of Kashmir wool. Since the end of socialism many organisational and infrastructural deficits are apparent. The maintenance of motor-driven wells from the socialist period is not anymore ensured by the government and private initiative to maintain existing wells is financially limited. As a result livestock are mainly watered at natural water holes causing problems during drought periods. Since water is the basic element for pasture utilisation a concentration of grazing pressure around functioning wells is apparent.

Regional rural development can only be achieved by a holistic approach including the reduction of the livestock number and the introduction of new legal regulations for securing an ecologically adapted pasture management. The improvement of the technical and social infrastructure including water management, education and human and veterinary medicine are necessary to ensure sustainable rural development and the continuity of mobile livestock keeping in Bulgan *Somon*. As an example, educational programmes in the field of agriculture could lead to higher productivity and reduce the pressure on grazing land. Basic services need to be provided in all rural areas to keep them attractive for herders. If this is not the case the danger of many people moving closer to *Aimags* or *Somon* centres, where these services are provided grows, enhancing the processes of concentration and land degradation.

The multidisciplinary data collected within the EU project “*Gobi Desertification*” can be seen as a good thematic and spatially corrected base for decision-making and implementation of rural action plans. Although the monitoring of desertification processes and dynamics of ecosystems is limited using methods of image analysis, a good scientific documentation of the current socio-economic and ecological situation of Bulgan *Somon* based on image interpretation and detailed fieldwork is given.

REFERENCES

1. *Batbuyan B.* Development of Mongolia through restructuring administrative territorial divisions. In: State and Dynamics of Geosciences and Human Geography of Mongolia. Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen. Band 205. Berlin 2000. P. 155-158.
2. *Brunn O.* The Herding Household: Economy and Organization. In: Brunn O., Odgaard O. (Hrsg.): Mongolia in Transition. Richmond, Surrey 1996. P. 65-89.
3. *Brunn O., Odgaard O.* A Society and Economy in Transition. In: Brunn, O., Odgaard, O. (Hrsg.): Mongolia in Transition. Richmond, Surrey 1996. P. 23-41.
4. *Fernandez-Giménez M.E.* Vegetation change along gradients from water sources in three grazed Mongolian ecosystems. In: Plant Ecology 157. 2001. P. 101-118.
5. *Fernandez-Giménez M.E.* The Role of Mongolian Nomadic Pastoralists' Ecological Knowledge in Rangeland Management. In: Ecological Applications. 10. 2000. P. 1318-1326.
6. *Fernandez-Giménez, M.E.* Sustaining the Steppes: A Geographical History of Pastoral Land Use in Mongolia. In: The Geographical Review. Volume 89. N 3. 1999. P. 315-342.
7. *Gilberg R., Svantesson J.-O.* The Mongols, Their Land and History. In: Brunn O., Odgaard O. (Hrsg.): Mongolia in Transition. Richmond, Surrey 1996. P. 5-22.
8. *Janzen J., Bazargur D.* Wandel und Kontinuität der mobilen Tierhaltung der Mongolei. In: Petermanns Geographische Mitteilungen, 147, 2003/5. P. 50-57.
9. NSOM (National Statistical Office of Mongolia; Hrsg.): Mongolian Statistical Yearbook 2000. Ulaanbaatar. 2001.
10. *Nyamdavaa G.* Mobile livestock keeping in Mongolia and its perspectives. In: State and Dynamics of Geosciences and Human Geography of Mongolia. Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen, Band 205. Berlin 2000. P. 174-176.
11. *Nyamsuren T.* Mongolia: In the Grip of Poverty. In: Atal, Y.: Poverty in Transition and Transition in Poverty. New York, Oxford, Paris, 1999. P. 223-256.
12. *Schmidt S.* Mongolia in Transition. The Impact of Privatization on Rural Life. Bielefelder Studien zur Entwicklungssoziologie, Band 62. Saarbrücken 1995.
13. *Sheehy D.P.* Sustainable Livestock Use of Pastoral Resources. In: Brunn O., Odgaard O. (Hrsg.): Mongolia in Transition. Richmond, Surrey 1996. P. 42-64.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В СОМОНЕ БУЛГАН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ЗОНДИРОВАНИЯ

© 2004. Ю. Баяржаргал, А. Карниели

Лаборатория дистанционных методов, Институт пустынь Университета Бен-Гуриона, Седе Бокер Кампус, 84990, Израиль

В статье излагаются результаты использования методов дистанционной оценки изменения в характере землепользования и покрытия земной поверхности растительностью за 12-летний период в сомоне Булган (Южно-Гобийский аймак, Монголия), в пределах N 43.75°-44.85° и E 102.85°-104.12°. В целях оценки динамики растительного покрова и его классификации, а также изучения взаимосвязей между растительностью и vegetation indices и мониторинга процессов опустынивания, использовались либо крупномасштабные снимки, либо данные наземных измерений.

Целью работы было определить и выразить количественно эти изменения, произошедшие с 1990 по 2002 гг. Предполагалось ответить на следующие вопросы: 1) Произошли ли какие-либо изменения растительного покрова? 2) Какие элементы земной поверхности подверглись воздействию? 3) Чем были вызваны изменения: антропогенным воздействием или естественными причинами?

Изменения определялись с использованием индекса vegetation index differencing. Наиболее широко применяемый индекс – the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Значения NDVI получали на основе изображений Landsat-5 TM and Landsat-7 ETM+ 1990 и 2002 гг. по уравнению $NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{Red}) / (\rho_{NIR} + \rho_{Red})$ на основе значений отражающей способности земной поверхности. Обнаруженные различия легли в основу дифференцированного изображения, показывающего изменения NDVI за указанный период. Стандартное отклонение от среднего обычно берется как порог между пикселями «изменение» и «не изменение». В нашем исследовании, была проанализирована гистограмма, отражающая NDVI, и вычислены стандартное и среднее отклонения. В качестве порога, определяющего изменения земной поверхности в дифференцированном изображении, были выбраны 2 стандартных отклонения выше и ниже средней на гистограмме NDVI. Нижняя область в пределах двух стандартных отклонений (высокие значения NDVI в 1990 и низкие - в 2002 гг.) представляет негативные изменения земной поверхности, тогда как верхняя область плюс два стандартных отклонения (высокие значения NDVI в 2002 и низкие - в 1992 гг.) представляют позитивные изменения.

Установлено, что произошли разноуровневые изменения в землепользовании и растительности сомона, включающие возобновление растительного покрова в различных частях исследованной территории и пересыхание водоема. Эти изменения были вызваны климатическими флуктуациями (режим осадков), наряду с антропогенной деятельностью, такой как увеличение поголовья скота, перевыпас и переэксплуатация водных источников.

На сравнительно больших территориях опустыненных степей индекс NDVI увеличился. Этот феномен можно объяснить неэффективной организацией пастбищеоборота в сомоне с тех пор, как выпас интенсифицировался в течение периода, охваченного исследованиями.

Исчерпание водных ресурсов озер вследствие нерациональной человеческой деятельности создало возможность для непоедаемых скотом растений развиваться в высохших озерных котловинах. Как следствие, эти виды растений вызвали более высокие значения NDVI в 2002 г. по сравнению с 1990 г.

Исследование демонстрирует возможность использования дистанционных методов для идентификации изменений характера землепользования и поверхности земли на выбранных территориях в условиях пустынных степей Монголии. Получаемые при этом результаты могут служить важным инструментом в процессе принятия решений.

ASSESSING LAND-USE AND LAND-COVER CHANGE IN BULGAN SOUM BY REMOTE SENSING CHANGE DETECTION TECHNIQUE

© 2004. Yu. Bayarjargal and A. Karnieli

The Remote Sensing Laboratory, Jacob Blaustein Institute for Desert Research, Ben Gurion University of the Negev, Sede Boker Campus 84990, Israel

Introduction

The current paper reports a practical application of remotely sensed data coupled with change detection technique to assess land-use and land-cover change (LULCC) for a 12-year period in Bulgan Soum¹, South-Gobi Aimag², Mongolia. The Bulgan Soum is geographically located in the northern edge of the Mongolia's Gobi desert, in the desert-steppe environment. LULCC that exists within the Bulgan Soum are highly affected by natural factors as a consequence of seasonal and interannual fluctuations of precipitation, prolonged and frequent drought events, strong windstorms, etc. In addition, the area is also affected by pressure of human activities such as intensifying grazing by domestic livestock, overexploiting natural resources (e.g., collection of firewood), developing irrigate agriculture, and unlimited use of the ground for off-road driving.

Methods for assessing LULCC range from a plot-level *in-situ* sampling to wide-ranging analysis of remotely sensed data. Although aerial photography can detect LULCC over relatively wide area at a reasonable cost, satellite imagery has proven as more cost-effective in terms of space and time. Enormous number of studies, utilizing remote sensing data, derived from various satellites with specific characteristics, over different ecosystems have been well documented during the past two-decades (e.g., Jensen 1986; Lunetta and Elvidge, 1998). Moreover, a large variety of change detection techniques have been formulated, applied, and evaluated (Singh 1989; Lambin and Strahler, 1994; Collins and Woodcock, 1996; Lunetta and Elvidge, 1998; Sohl, 1999). Multitemporal Landsat series data (Multispectral Scanner (MSS), Thematic Mapper (TM), and Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)) in association with numerous change detection techniques have been demonstrated their usefulness for studying LULCC over semi-arid environments (e.g. Pilon et al., 1988; Ram and Kolarkar, 1993; Chavez and MacKinnon, 1994; Knick et al., 1997; Lunetta et al., 1998; Abuelgasim et al., 1999; Elmore et al., 2000; Koch, 2000; Rogan and Yool, 2001; Helmschrot and Flugel, 2002). The Landsat imagery that has high spatial resolution imagery of 30 m provides complementary information to the field survey in attempting to detect and evaluate LULCC. However, practical utilization of such data and technique is limited in Mongolia. Here, either coarse resolution images or ground measured information were used for assessing land cover change (Chuluun et al., 1999; Erdenetuya and Khudulmur, 2002) and classification (Tateishi et al., 1997), for studying relationships between vegetation cover and vegetation indices (Purevdorj et al., 1998), and for monitoring vegetation state with respect drought events (Adyasuren and Bayarjargal, 1995; Bayarjargal et al., 2000; Bayarjargal and Karnieli, 2004).

Consequently, the objective of this study is to detect and quantify land cover changes over more than a decadal period (1990 – 2002) by using remote sensing change detection technique. The study intends to reply the following three questions: (1) Were there changes of land cover? (2) Which ground features had been affected? And (3) Were the changes derived by human activity or natural phenomena?

Study area

The study area, Bulgan Soum of South-Gobi Aimag, is located between 43.75°-44.85°N and 102.85°-104.12°E (Appendix 10). The total area of Bulgan Soum is 747,907 ha and it belongs to the desert-steppe environment. In spite of that, a more arid-desert environment is found in the central west and eastern regions of the Soum while the southwestern- and western-edges are characterized as mountain steppe environment. A harsh seasonal climate and limiting resources of water and nutrients for domestic and wild herbivory dominate the study area. The desert-steppe part of the study area is characterized by relatively flat terrain with high-erodible light-chestnut and stony soils, and sparsely distributed perennial grasses along with semi-shrubs. The desert environment is characterized by sandy soil with eolian deposits and desert woody shrubs. The mountain steppe area is characterized by rocky terrain, rolling topography with broad ridges and sharply

¹ Soum (district) - a local administrative unit.

² Aimag (province) is a largest administrative unite that has including several Soums.

indented valleys, and higher plants, wheatgrass herbs joining in sage shrub. Elevations within the Bulgan Soum range from 1030-1700 m AMSL in the desert and desert-steppe plateau and up to 2600 m in the mountain steppe area. The climate of the Bulgan Soum is harsh; cold winter, and dry and hot summer. Precipitation, which is the most important climatologic factor for vegetation growth in this area, varies considerably from year to year and from month to month. Mean annual precipitation is 120 mm, varying from 54 to 195 mm during the 42-year long-term data from 1961 to 2002 (Figure 1a). 82% of the total precipitation is mainly concentrated in the vegetation-growing season, from May to September, with a peak in July-August (Figure 1b). Mean monthly temperature varies from -13°C in January to 22.3°C in July.

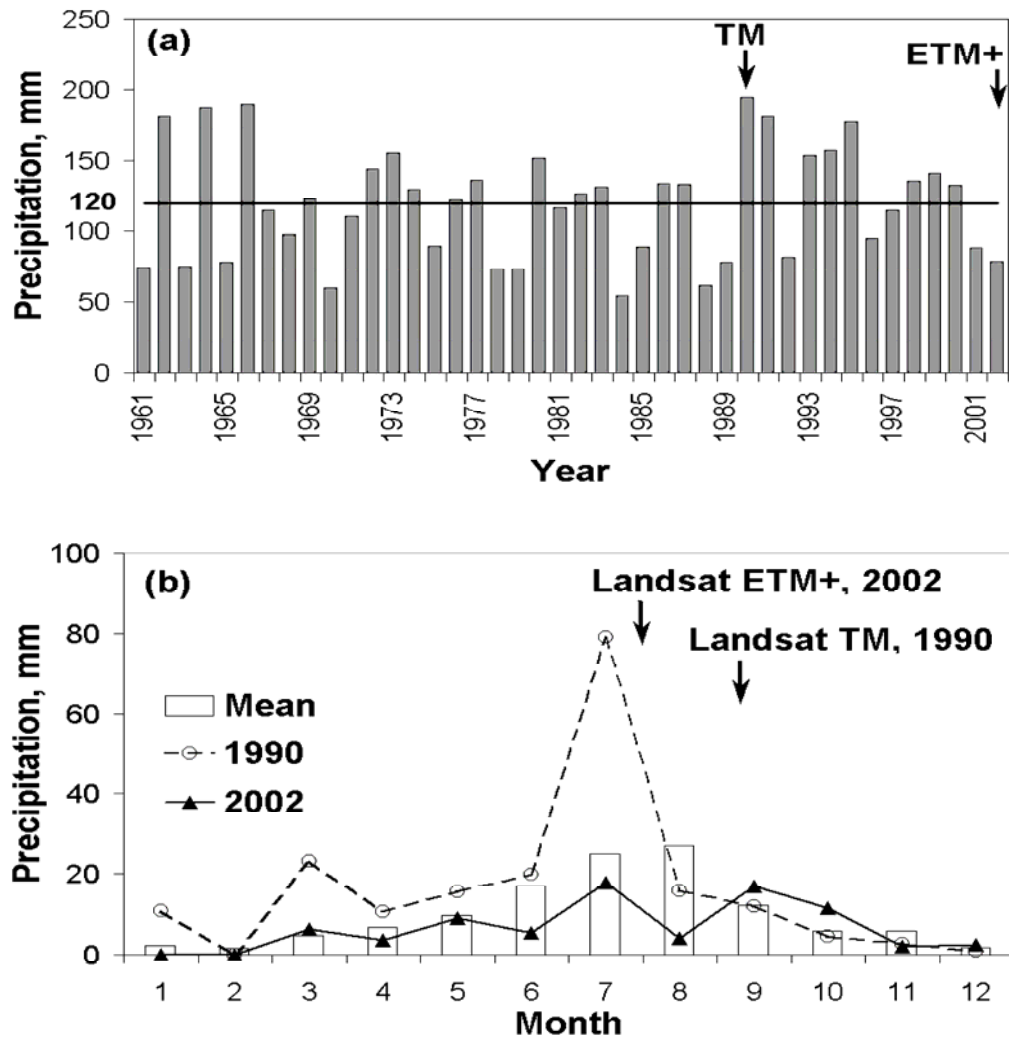


Figure 1. (a) Inter-annual variation of accumulated precipitation during the vegetation-growing period over the study area. Solid line shows the long-term average precipitation; (b) Multi-year average of monthly precipitations for the years 1990 through 2002. Arrows mark acquisitions dates of the Landsat images. **Рисунок 1.** Динамика межсезонных колебаний аккумулярованных осадков за период вегетации на исследуемом районе. Сплошной линией показана динамика многолетних среднегодовых осадков. (b) Средняя многолетняя величина ежемесячных осадков за 1990-2002 гг. Стрелками показаны даты сравнения изображений Ландсат.

A major land-use practice in the Bulgan is domestic-livestock grazing that is still a natural-dependent and semi-nomadic. Five kinds of animals (sheep, goats, cattle, horses, and camels) have been herding all year-round, and an utilization rate of pasture capacity for the Soum was below fifty percent in 1990 when 63.7 thousand numbers of livestock had been grazed over some 728100 ha area. Due to the collapse of state-owned support at the beginning of 1990s and herders' interest to increase the number of privatized livestock, the rate was doubled in 1999. The numbers of livestock, especially number of goats, in the Bulgan Soum has increased from 1990, and currently goats are 48% of the total animals. One reason for increasing the number of the animals can be related to migration of joblessness from the Soum and Aimag centers to the countryside. While less than 1000 people were living in countryside in 1991, this number increased to 1671

in 2000. In addition to a direct influence of livestock grazing on the pastureland, land degradation processes were taken place around the watering points (e.g., natural spring, drilled wells, and lake), cattle-breeding camps (winter shelters, folds), and local administrative centers. Irrigated agriculture that is potatoes and vegetable planting by the rural residents in a relatively small area became an intensive mainly in the rural centers during the last a few years. Also, few herders who are living in or near the settlements with a smallest-numbers of animals grew vegetables as supplementary for their income. In addition, considerable cover of disturbance and land degradation was caused by unlimited use of the ground for off-road driving.

Dataset

The basic requirement for detecting LULCC by using remote sensing techniques is the availability of images for (at least) two dates on which a same area can be observed (Yuan et al., 1998). Since the geographic location of the Bulgan Soum is larger than a single Landsat scene (185X185 km), six scenes of the Landsat imagery, three of Landsat-5 TM (1990) and three of Landsat-7 ETM+ (2002), were acquired. In order to reduce scene-to-scene variations that are related to sun angle, differences in atmospheric condition, and vegetation phenology, all images were selected during the vegetation growing season, when the possibility to discriminate between vegetation and soil covers is the highest. The main specifications of the Landsat scenes are listed in Table 1. Also, cloud covers were minimal for these images. However, the study years have different precipitation regimes. 1990 was extremely wet year with 195 mm of rainfall, higher than the long-term average (120 mm). 107 mm of rainfall occurred between July and September. Opposing, 2002 was a dry year with 79 mm of rainfall. 39 mm rainfall occurred in July and September (Figure 1b).

Table 1. Specifications of the Landsat-5 TM and Landsat-7 ETM+ scenes used in this research. **Таблица 1.** Список фрагментов Ландсат-5 ТМ и Ландсат-7 ЕТМ+, использованных в данном исследовании.

Dates DD/MM/YYYY (Sensor)	Path/Row	Sun azimuth (°)	Sun elevation (°)	Day of year
17/09/1990 (TM)	132/029	142.0	41.0	260
17/09/1990 (TM)	132/030	141.0	42.0	260
30/07/1990 (TM)	133/029	128.0	60.0	283
24/07/2002 (ETM+)	132/029	134.2	58.6	205
24/07/2002 (ETM+)	132/030	131.9	59.3	205
16/08/2002 (ETM+)	133/029	140.4	53.5	228

Fieldwork

The objective of the fieldwork was to collect ground reference data that could be used for satellite data analysis. Although unbiased ground reference information at the time of each remote sensing data acquisition needs to be collected in order to aid satellite image interpretation, this is rarely possible when historical images have to be used. Hence, we collected ground information for the most recent imagery, Landsat ETM+ in 2002. Fieldwork took place from late July to mid August in 2002. Ground information was collected at fifty-five sites. Sites were selected throughout the north-south and east-west extent of the Bulgan Soum based on an erratic network of major and minor roads. The locations of sites, which were considered enough homogenous or significantly heterogeneous, were recorded by using a Global Positioning System (GPS) and mapped directly onto the corresponding topographic map sheets with scale 1:100,000 and satellite images. A color printout image of the Landsat TM in 1990 was used during the fieldwork. Descriptive information, which includes identification of plant species, percentage cover of green vegetation, plant phenological stages and heights, and spreading of bare soil and sand dunes, was noted for each site. These records were compared to the soil type and vegetation maps and then used as reference and validation information for satellite image processing.

Satellite image pre-processing

Prior to applying change detection analysis, pre-processing operations were performed on the remotely sensed data in order to improve image quality, adjust digital values for the difference of the atmospheric conditions, and bring images into registration with the same projection. The most important procedures in the performances of the pre-processing are radiometric calibration, atmospheric correction, and geometric rectification or registration. The thermal bands of the TM and ETM+ sensors were not included in the processing and further analyzing. All other six bands were individually subject to calibration and correction.

This process included the conversions of digital number (DN) values to at-satellite radiance values (Landsat 7 Users Handbook, Markham and Barker, 1987).

Atmospheric correction of the radiance values at satellite for each Landsat images were carried out using the Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum (6S) algorithm (Vermote et al., 1997a). The 6S computer program can correct satellite-derived solar radiation that was backscattered from the Earth-surface-atmosphere system. Due to the absence of *in-situ* or ground measured information of the atmospheric condition at the time of satellite data acquisition, the Landsat TM images were corrected by using a default midlatitude-summer atmospheric model. In addition, because there was no correction model for Landsat-7 ETM+ in the 6S code (Vermote et al., 1997b), the program was upgraded for ETM+ during in framework of the current research. Data about the atmospheric condition such as aerosol contents and total precipitable water that are required for atmospheric correction during the images acquisition times were obtained from an automatic tracking sunphotometer (CIMEL), which is installed in Dalanzadgad, center of South-Gobi Aimag, about 60 km southeast of the study area (Appendix 11). Atmospheric correction procedure ended with surface reflectance values.

In order to obtain cartographic uniformity of the scenes, a geometric rectification to a unique geodetic system (UTM, Zone 48, Spheroid WGS 84) was applied to the Landsat-7 ETM+ images of 2002 based on 49 ground control points that had been collected by using GPS during the fieldwork in summer 2002. A polynomial second-order transformation with cubic convolution resampling method in ERDAS image-processing package was adopted in this study (ERDAS, 1997). Mean root-mean square errors (RMSE) in geometric rectification approach were less than half pixel for each scene, and the images' pixels were carried out with 28.5-meter pixel size. After applying the geometric rectification, two merged images were created for 1990 and 2002 based on three-registered images (RMSEs were less than 0.3 pixel for every registration set) for each year. Two mosaic images in 1990 and 2002 were registered one to another with the RMSE of less than 0.2 pixels. The study area was subseted on the inter-registered images by using vector file of ARC-GIS. Thus, the ground reflectance values on the subseted images for 1990 and 2000 over the Bulgan Soum area (Figure 1) are used simultaneously in the further change detection analysis.

Change detection analysis

The change detection method, named vegetation index differencing (Lyon et al., 1998) was used. Main assumption was that LULCC could be detected in variation of vegetation index images on two different dates, 1990 and 2002. Vegetation indices are algorithms aimed at simplifying and reducing data from multiple reflectance bands to a single value correlated to physical vegetation parameters, such as biomass, productivity, leaf area index, or percent vegetation ground cover. The majority indices are based on intensive chlorophyll absorption in the visible red part of the electromagnetic spectrum used for photosynthesis and strong reflection in the near-infrared (NIR) part of the spectrum due to scattering caused by internal leaf structure (Tucker, 1979). The most widely used and well-known vegetation index – the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is formulated as:

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{Red}) / (\rho_{NIR} + \rho_{Red}) \quad (1)$$

where ρ_{NIR} and ρ_{Red} are the reflectance in the near-infrared and red spectral bands, respectively. Thus, denser and/or healthier vegetation having higher NDVI values, while lower values response to sparse or stressed vegetation (Sellers, 1985). Soil spectra typically do not show such dramatic spectral difference as vegetation. The ease in calculating NDVI from a variety of sensors and the success of the NDVI in detecting vegetation and vegetation change has made it a popular index. The NDVI was used as vegetation index differencing method in numerous studies for analyzing vegetation conditions and changes (Briggs and Nells, 1991; Chilar et al., 1991; Lyon et al., 1998). This technique also been used to detect changes in canopy or vegetation biomass (Hayes and Sader, 2001). Singh (1989) compared several methods of change detection and found that the NDVI ratio is one of the most accurate techniques. Lyon et al. (1998) found this method to be less affected by topographic features than other change detection techniques. Moreover, Yuan and Elvidge [1998] concluded that NDVI differencing do better than other tested change-detection techniques.

The vegetation index differencing method consists of three processing levels: vegetation index transformation, vegetation index differencing, and evaluation of change statistics (Lyon et al., 1998). The

NDVI values calculated, individually for the 1990 and 2002 images, by using Equation 1 from the surface reflectance values. The NDVI image of 1990 was subtracted from those of 2002 to create the NDVI change differenced image. In order to identify actual LULCC, it is necessary to determine a threshold value that can be used to distinguish between pixels that were not changed and those that were significantly changed. Once a histogram of changed pixels was established, pixels that their values were not changed are distributed around the mean, while pixels with significant change are locating on the tails of the histogram (Jensen, 1986). A standard deviation from the mean of change is often selected as the threshold between “change” and “no change” pixels (Jensen, 1986). Higher degrees of change can be located beyond higher levels of standard deviation. In this study, NDVI differenced image’s histogram was examined and the mean and standard deviation values were calculated.

Uncertainty of NDVI differencing method was accounted for a range of threshold values from one standard deviation (where 80% of the study area is assumed unchanged) up to three standard deviations where more than 99% of areas are probably unchanged. Through this study, we assumed that more than 80% of the study area has been unchanged during the monitoring period. In other words, we believed that there were no large-disturb effects for the study area; however, LULCC should be no larger than 20% of the study area if there were some disturbing impacts on land cover. Then, two standard deviations above and below the mean of the histogram of NDVI differenced image (mean ± 2 standard deviations) were selected as a threshold to determine the changes of land cover in differenced image of two NDVI images in 1990 and 2002. Therefore, area that is located within two standard deviations from the mean of NDVI differenced image’s histogram was considered to represent no-change (Appendix 12). While, the area downward within two standard deviations (higher NDVI in 1990 and lower NDVI in 2002) represents negative change of land cover, and area upwards plus two standard deviations (higher NDVI values in 2002 and lower in 1990) represents positive change of land cover. Moreover, to enhance and assess LULCC over the Bulgan Soum, NDVI differenced image was labeled from high decrease to high increase of NDVI changes during the 12-year period, with one standard deviation interval, as shown in Appendix 12.

Results and discussion

Appendix 11 presents results of NDVI differencing change detection superimposed on surface reflectance values of Band 3 in 1990 as gray-levels. Brighter tones in the background indicate a higher surface reflectance values while darker tones indicate lower ones. Significant changed values of NDVI were thresholded by two standard deviations from the mean of NDVI differenced image’s histogram, and are highlighted in colors from red to blue. Positive changes are colored from green as low change to blue as high change through cyan as middle change of NDVI value. Negative changes are colored from yellow as low change to red as high through orange as middle change of NDVI. Positive and negative changes were subdivided in intervals of one standard deviation.

The quantified change information of NDVI between 2002 and 1990 is shown in Table 2. No-change of land cover or no difference of NDVI between the study years over the Bulgan Soum, within the threshold of plus and minus two standard deviations occupies 726856 ha or 97.2% of the study area. No-changes are not colored, shown as gray-level values. The desert-steppe rocky terrain in the north, the mountain steppe in the southern- and western-fringes, and the desert sand dunes with shrubs and semi shrubs in the central-eastern and -western parts of the Soum do not show significant changes. Contrary, LULCC in different levels are mostly occurred over the desert-steppe environment with herbaceous plants and semi-shrubs in the southeast and eastern portions of the study area.

About 16696 ha (2.2% of the study area) were indicated as decreased NDVI from 1990 (wet year) to 2002 (drought year). The red in the NDVI differenced image represents high or severe rate of decreased NDVI (533 ha or 0.1% of the study area). The moderate (1460 ha or 0.2% of the study area) and low (14703 hectares that about 1.9% of the study area) decreases of NDVI values are shown as orange and yellow colors, respectively, in differenced image. Decreased NDVI values are found in the desert-steppe plain environment by a decline or reduction of natural vegetation. This was happened in valleys, along temporal watering canals, and in an area of a lake (Ulaan-Nuur) that was dried up (Appendix 11). Two reasons can be pointed out: (1) natural effect caused by difference in rainfall regime between the two years (Figure 1b), since high correlation exists between the precipitation and NDVI (Tucker et al., 1991; Tucker and Nicholson, 1999); and (2) anthropogenic effect of grazing pressure on the study area of domestic livestock. During the

fieldwork, it was surveyed that roaming patterns of grazing livestock have been distributed mostly around the centers of Soum and Bags. Number of animals almost doubled from 1990. Due to limitation of drinking water over the pastureland in the far north of the study area and absence of grazing plants in the rocky-mountain areas and sand dunes in the west and east of the study area, grazing of the increased number of animals is mostly located over the south-eastern part of the study area. Therefore, it should be noted that the NDVI differencing could give significant LULCC in the plain desert-steppe environment due to the combined effects of drought and grazing.

Table 2: Changes of land cover between 1990 and 2002 identified by NDVI differencing. **Таблица 2.** Изменение наземного покрытия за период с 1990 по 2002 гг., установленное с помощью NDVI

NDVI changes		Changed area		Total area	
Type	Intensity	(hectare)	(%)	(hectare)	(%)
Decreased:	High	532.8	0.1	16696.1	2.2
	Moderate	1460.0	0.2		
	Low	14,703.3	1.9		
Increased:	Low	582.1	0.1	4354.6	0.6
	Moderate	333.7	0.0		
	High	3438.7	0.5		
Total NDVI change		21050.7	2.8		
No change				726855.9	97.2
Total area				747906.6	100

Although there was less precipitation in 2002 (Figure 1b), positive changes of NDVI are also observed. Only 4,355 ha (0.6% of the total study area) were detected as increased NDVI from the wet to drought year (Table 2). This highest level of LULCC was found around the dried lake Ulaan-Nuur. This phenomenon is explained by disappearing of the brackish-water and growing of worm weed shrubs such as *Artemisia frigida*, which is not palatable for the animals during an intensive growth period of plants in early autumn and summer times. The *Artemisia frigida* is one of indicator-species of land degradation processes since it is more resistant to degradation. Increasing of such worm weed plant over the dried-table of brackish-water is proved by the fieldwork in 2002. Moreover, areas with increased NDVI values between the study years are found over the valleys and canals that are near the Soum and Bag centers. This can be explained by extensions of invader plants such as a dwarf shrub, *Iris Bungei*, which is also not palatable during its growth period. This plant can grow up as relatively large bunches with diameters range in 0.5-2 m and height about 30-40 cm tall. From the fieldwork, it was observed that the *Iris Bungei* does not mix with other dwarf shrubs and has a significant association to soil moisture in sandy soil. In addition, cultivated irrigated areas near the Soum and Bag centers are observed with increased values of NDVI. This type of LULCC is related to the irrigated-planting of vegetables that has become a new land use during the last a few years. Also, some increased NDVI values, which are observed in the floodplains of the Gobi Gurvan Saikhan Mountain in the west-south corner of the study area, were probably caused by flooding of local canals and ephemeral streams.

Summary and conclusions

Changes of land-use and land-cover over the Bulgan Soum during a 12-year period (1990-2002) were detected and quantified by using high spatial resolution imagery of Landsat TM and ETM+ coupled with change detection method based on normalized difference vegetation index differencing. LULCC was caused by combination of anthropogenic (i.e., livestock grazing) and natural (i.e., precipitation deficit) effects.

As change-detection analysis between two dates with different rainfall regimes, it was shown that:

(1) Relatively large areas have been detected over the desert-steppe plain environment as decreased in NDVI. This phenomenon can be explained by ineffective grazing-management in the Bulgan Soum since livestock grazing has been intensified during the study period.

(2) Vanishing of the lake's water due to mismanaged human activities in the study area caused a suitable opportunity to unpalatable plants to grow in the dried-lakebed. Consequently, these species caused higher NDVI values in 2002 than in 1990.

This study demonstrates the potential for using remote sensing data and change detection method to identify LULCC in a selected area of Mongolia's desert steppe environment. Moreover, practical methodology of this study can probably be used as an example for regional level land cover monitoring system of the country. It is suggested that such a research on LULCC will be conducted on a regular interval, so that the information can be updated periodically. A further detailed investigation of LULCC in study area is necessary to use different change-detection techniques with integration of ancillary GIS datasets (e.g., environmental parameters such as elevation, slope, and aspect of the landscape and socio-economic information such as population and animal number) or sequential aerial photographs of the test area. Results of change detection analysis should be used as a tool for decision makers.

REFERENCES

1. *Abuelgasim A.A., Ross W.D., Gopal S., and Woodcock C.E.* Change Detection Using Adaptive Fuzzy Neural Networks: Environmental Damage Assessment after the Gulf War. *Remote Sensing of Environmen.*, 1999. 70. P. 208-223.
2. *Adyasuren Ts., and Bayarjargal Yu.* Vegetation and Drought Monitoring Using Satellite and Ground Data. In *Space Informatics for Grassland Sustainable Development. Proceedings of the First International Seminar on Space Informatics for Sustainable Development: Grassland Monitoring and Management.* Ulaanbaatar, Mongolia. 1995. P. 213-230.
3. *Bayarjargal Yu., and Karnieli A.* Comparison Study of NOAA-AVHRR Derived Drought Indices using Change Vector Analysis Technique. 2004. *In processing to press.*
4. *Bayarjargal Yu., Adyasuren Ts., and Munkhtuya Sh,* Drought and Vegetation Stress Monitoring in the Arid and Semi-Arid Regions of the Mongolia using Remote Sensing and Ground Data. *Proceedings of the 21st Asian Conference on Remote Sensing.* Taipei, Taiwan. 2000. V1. P. 372-377.
5. *Briggs J., and Nellis D.* Seasonal variation of heterogeneity in the tallgrass prairie: A quantitative measure using remotely sensing. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.* 1991. 57. P. 407-411.
6. *Chavez P.S., and MacKinnon D.J.* Automatic Detection of Vegetation Changes in the Southwestern United States Using Remotely Sensed Images, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing,* 1994. 60. P. 571-583.
7. *Chilar J., Laurent L.S., and Dyer J.A.* Relation between the normalized difference vegetation index and ecological variables. *Remote Sensing of Environment.* 1991. 35. P. 279-289.
8. *Chuluun T., Tieszen L.L., and Ojima D.* Land Use Impact on C4 Plant Cover of Temperate East Asian Grasslands. In *Proceedings of NIES Workshop on Information Bases and Modeling for Land-use and Land-cover Changes in East Asia.* 1999. P. 103-109.
9. *Collins J.B., and Woodcock C.E.* An Assessment of Several Linear Change Detection Techniques for Mapping Forest Mortality Using Multitemporal Landsat TM Data. *Remote Sensing of Environment.* 1996.56. P. 66-77.
10. *Elmore A.J., Mustard J.F., Manning S.J., and Lobell D.B.* Quantifying Vegetation Change in Semiarid Environments: Precision and Accuracy of Spectral Mixture Analysis and the Normalized Difference Vegetation Index. *Remote Sensing of Environmen.*, 2000. 73. P. 87-102.
11. ERDAS. *ERDAS Field Guide.* ERDAS Inc. Atlanta. 1997. 655 p.
12. *Erdenetuya M., and Khudulmur S.* Land cover change and pasture estimation of Mongolia from space. *Proceedings of Map Asia – 2002.* Bangkok, 2002. P. 46-49.
13. *Hayes J.D., and Sader S.A.* Change detection techniques for monitoring forest clearing and regrowth in a tropical moist forest. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.* 2001. 67. P. 1067-1075.
14. *Helmschrot J., and Flugel W-A.* Land use characterization and change detection analysis for hydrological model parameterisation of large scale afforested areas using remote sensing. *Physics and Chemistry of the Earth.* 2002. 27. P. 711-718.
15. *Jensen J.R.* *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective.* Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 1986. 379 p.

16. Knick S.T., Rotenberry J.T., and Zarriello T.J. Supervised classification of Landsat thematic mapper imagery in a semi-arid rangeland by nonparametric discriminant analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 1997. 63. P. 79-86.
17. Koch M. Geological controls of land degradation as detected by remote sensing: a case study in Los Monegros, northeast Spain. *International Journal of Remote Sensing*. 2000. 21. P. 457-473.
18. Lambin E.F., and Strahler A.H. Change-vector analysis in multitemporal space: A tool to detect and categorize land-cover change processes using high temporal-resolution satellite data. *Remote Sensing of Environment*. 1994. 48. P. 231-244.
19. Lunetta R.S. and Elvidge C.D. Remote Sensing Change Detection: Environmental Monitoring Methods and Applications. Ann Arbor Press. Michigan. USA. 1998. 318 p.
20. Lunetta R.S., Lyon J.G., Guindon B., and Elvidge C.D. North American Landscape Characterization: "Triplicate" Data Sets and Data Fusion Products. In R.S.Lunetta and C.D.Elvidge (eds.) *Remote Sensing Change Detection: Environmental Monitoring Methods and Applications*. Ann Arbor Press. Michigan. USA. 1998. P. 41-50.
21. Lyon J.G., Lunetta R.S., and Elvidge C.D. A change detection experiment using vegetation indices. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 1998. 64. P. 143-150.
22. Markham B.L., and Barker J.L. Radiometric Properties of U.S. Processed Landsat MSS data. *Remote Sensing of Environment*. 1987. 22. P. 39-71.
23. Pilon P.G., Howarth P.J., Bullock R.A., and Adeniyi P.O. An enhanced classification approach to change detection in semi-arid environments. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 1988. 54. P. 1709-1716.
24. Purevdorj Ts., Tateishi R., Ishiyama T., and Honda Y. Relationships between percent vegetation cover and vegetation indices. *International Journal of Remote Sensing*. 1998. 19. P. 3519-3535.
25. Ram B., and Kolarker A.S. Remote sensing application in monitoring land-use changes in arid Rajasthan. *International Journal of Remote Sensing*. 1993. 14. P. 3191-3200.
26. Rogan J., and Yool S.R. Mapping fire-induced vegetation depletion in the Peloncillo Mountains, Arizona and New Mexico. *International Journal of Remote Sensing*. 2001. 22. P. 3101-3121.
27. Sellers P.J. Canopy reflectance, photosynthesis, and transpiration. *International Journal of Remote Sensing*. 1985. 6. P. 1335-1372.
28. Singh A. Digital change detection techniques using remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*. 1989. 10. P. 989-1003.
29. Sohl T.L. Change analysis in the United Arab Emirates: An investigation of techniques. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 1999. 65. P. 475-484.
30. Tateishi R., Wen C.G., and Perera L.K. Global four-minute land cover data set. *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing*. 1997. 36. P. 66-78.
31. The Landsat-7 Science Data User's Handbook. The Landsat Project Office, NASA's Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland. http://ftpwww.gsfc.nasa.gov/IAS/handbook/handbook_toc.html
32. Tucker C.J. Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation. *Remote Sensing of the Environment*. 1979. 8. P. 127-150.
33. Tucker C.J., Nicholson S. Variations in the size of the Sahara desert from 1980-1997. *Ambio*. 1999. 28. P. 587-591.
34. Tucker C.J., Dregne H.E., and Newcomb W.W. Expansion and contraction of the Sahara Desert from 1980 to 1990. *Science*. 1991. 253. P. 299-301.
35. Vermote E., Tanre D., Deuze J.L., Herman M., and Morcette J.J. Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum (6S), *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. 1997a. 35. P. 675-685.
36. Vermote E., Tanre D., Deuze J.L., Herman M., and Morcette J.J. Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum (6S), *6S User Guide Version 2*. Department of Geography, University of Maryland. 1997b. 216 p.
37. Yuan D., Elvidge C.D. NALC Land Cover Change Detection Pilot Study: Washington D.C. Area Experiments. *Remote Sensing of Environment*. 1998. 66. P. 166-178.
38. Yuan D., Elvidge C.D., and Lunetta R.S. Survey of Multispectral Methods for Land Cover Change Analysis. In R.S. Lunetta and C.D. Elvidge (eds.) *Remote Sensing Change Detection: Environmental Monitoring Methods and Applications*. Ann Arbor Press. Michigan. USA. 1998. P. 21-39.

ДИНАМИКА И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ СОМОНА БУЛГАН

© 2004 г. Т.И. Казанцева

*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
197376 Санкт - Петербург, ул. Проф. Попова, д. 2.*

Булган-сомон является небольшой, но типичной частью Северной Гоби. По ботанико-географическому районированию она относится к подзоне пустынных степей (Юнатов, 1950; 1974). Ю.Г. Евстифеев, Е.И. Рачковская (1976) относят эту территорию к подзоне остепненных пустынь, а позже Е. И. Рачковская (1993) характеризует ее как мелкодерновинно-злаковую пустыню (пустынные злаковники) на бурой почве.

Значительный перепад высот на этой территории (от оз. Улан-Нур на севере - 1050 м. до подножья гор Гурван-Сайхан на юге - 1700 м над ур. м.), обуславливает высотную поясность в распределении растительности. Она выражается в смене трех полос (подзон): а) остепненных пустынь на бурых остепненнопустынных почвах, б) пустынных степей на бурых пустынностепных почвах и в) опустыненных степей на маломощных светлокаштановых почвах. Изучение динамики и продуктивности растительных сообществ, растений основных жизненных форм проводилось на экологическом профиле, протяженностью 72 км (Гордеева и др., 1980; Казанцева, 1978; 1983).

Цель исследований – выявить особенности динамики и продуктивности пустынностепных и пустынных сообществ в зависимости от факторов внешней среды, показать устойчивость сообществ, доминантов и содоминантов к постоянно меняющимся условиям косной среды и антропогенным нарушениям, а также оценить современное состояние естественных пастбищ и показать их биологический потенциал.

Климат Северной Гоби резко континентальный, с низкими температурами в зимний период, жарким летом, незначительным количеством осадков и неравномерным их выпадением, с максимумом в летний период (около 60 %) и минимумом - в зимний (13 %). Средняя сумма осадков (1961-2001 гг.) составила 118.6 мм, а температура воздуха - + 5.3⁰ С. Вегетационный период составляет 150 дней. Годы наблюдений были различными по количеству осадков.

В 1990 г. (влажном) осадков выпало 195 мм, что в 1.6 раза больше многолетней нормы. Они довольно равномерно выпадали в течение всего сезона вегетации с максимумом в июле, что и определило массовое возобновление и хорошее развитие однолетних и многолетних трав. В 2002 г. (засушливом) осадков выпало в 1.5 раза меньше многолетней (78.5 мм). Растения находились в угнетенном состоянии, многие виды находились в состоянии покоя. В 2003 г. (влажном) осадков выпало почти столько же, как и в 1990 г. Однако, из них 47 % выпало в начале вегетации (май), что очень благоприятно отразилось на развитии растений всех биоморф. Различия погодных условий (1990, 2002 и 2003 гг.) проявляются и в различиях влагообеспеченности почв, что непосредственно повлияло на состав, структуру и продуктивность как основных ценозообразователей, так и фитоценозов в целом. Многолетние данные по динамике и продуктивности наиболее типичных и широко распространенных растительных сообществ позволили выявить их биологический потенциал, определить степень их антропогенной нарушенности, разработать систему мер по рациональному использованию и сохранению естественных пастбищ Северной Гоби.

Объекты и методика исследований

Исследования проводились на пустынностепном стационаре сомона Булган в составе Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции. Изучение динамики и продуктивности 2-х эталонных сообществ (уч. 1, 3) велось в течение длительного времени (1970-2003 гг., с перерывами). В 1971 г. был заложен экологический профиль, протяженностью 72 км, где проводились геоботанические наблюдения. В 1972 –1973 гг. определялись и количественные характеристики как основных ценозообразователей, так и сообществ в целом, а затем были продолжены в 1990, 2002-2003 гг. в тех же сообществах остепненных пустынь (1-5) и пустынных степей (6-10) (Казанцева, 1978; 1983; 2003; Гордеева и др., 1980; Пустынные степи..., 1980; 1981). В каждом сообществе

делались подробные геоботанические описания на площади 100 м². Для определения численности и проективного покрытия травянистых растений закладывалось по 10, а продуктивности – 5 площадок в 1 м². У кустарников и настоящих полукустарничков измеряли высоту, наибольший и наименьший диаметр кроны взрослых особей и подростка. При обработке материала рассчитывали площадь проекции кроны, объем надземной части особей и средние значения измеренных и расчетных показателей. Продуктивность доминантов и содоминантов рассчитывали по уравнениям регрессии (Гордеева, Казанцева, 1974). Для оценки степени антропогенной нарушенности растительности применялись критерии, разработанные нами ранее (Казанцева и др., 1992; Методология оценки..., 1993).

Обсуждение результатов

В сообществах экологического профиля выявлено 90 видов из 26 семейств. По числу видов первое место принадлежит семейству *Asteraceae* (20), второе – *Chenopodiaceae* (14), третье – *Poaceae* (11), четвертое – *Fabaceae* (8); они составляют почти 60% видового состава. По данным Ч. Санчира (1983), во флоре равнинной части сомона Булган наиболее широко представлены те же семейства, что и на профиле, но семейство *Chenopodiaceae* занимает здесь третье место. Виды относятся к пяти эколого-фитоценоотическим группам, из них 65% - к пустынно-степной, 14% - степно-пустынной, 12% - пустынной; 8% - степной и 1% - горностепной.

В северной части профиля, в полосе остепненных пустынь, наблюдения проводились в 5-ти сообществах, имеющих достаточно высокое биологическое разнообразие, занимающие значительные площади и являются хорошими пастбищами для верблюдов и мелкого рогатого скота.

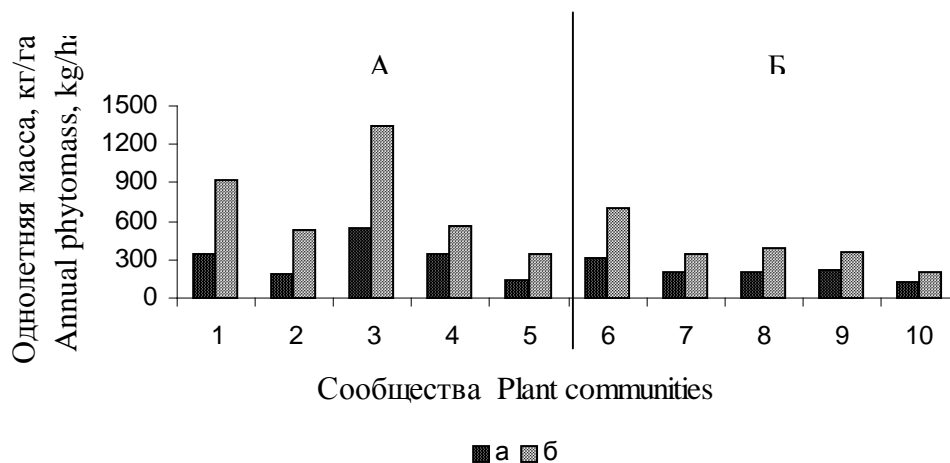


Рис. 1. Средняя многолетняя (а) и максимальная (б) однолетняя масса в сообществах остепненных пустынь (А, 1-5) и пустынных степей (Б, 6-10): 1. *Kalidium foliatum*, *K. gracile* + *Nitraria sibirica*; 2. *Anabasis brevifolia* + *Stipa gobica*, *S. glareosa* + *Cleistogenes songorica*; 3. *Haloxylon ammodendron* + *Salsola passerina* + *Reaumuria songarica*; 4. [*Zygophyllum xanthoxylon*, *Nitraria sibirica*] – *Brachanthemum gobicum* + *Reaumuria songarica*; 5. [*Zygophyllum xanthoxylon*, *Nitraria sibirica*] – *Reaumuria songarica* + *Haloxylon ammodendron* + *Brachanthemum gobicum*; 6. [*Caragana korshinskii*, *C. leucophloea*] – *Ajanía fruticulosa* + *Cleistogenes songorica* + *Stipa glareosa*, *S. gobica* с синузией однолетних солянок; 7. [*Caragana korshinskii*, *C. leucophloea*] - *S. gobica*, *Stipa glareosa* + *Artemisia frigida* + *Cleistogenes songorica*; 8. *Allium polyrrhizum* + *Stipa gobica* + *Cleistogenes songorica* с синузией однолетних солянок; 9. *Stipa gobica* + *Ephedra sinica* + *Artemisia caespitosa* с синузией однолетних полыней; 10. *Stipa gobica* + *Allium polyrrhizum* + *Cleistogenes songorica* с синузией однолетних полыней. **Fig. 1.** Middle (a) and maximal (b) annual phytomass in plant communities of steppe deserts (A, 1-5) and desertified steppes (B, 6-10).

1 (2)¹. Селитрянково-поташниковое (*Kalidium foliatum*, *Kalidium gracile* + *Nitraria sibirica*) сообщество занимает засоленную низину и представляет почти монодоминантное сообщество с доминированием *Kalidium foliatum*, *K. gracile*. Высота 1044 м над у. м. Протяженность сообщества с

¹ Цифры в скобках – номера описаний сообществ, рассмотренных в работе Т.К. Гордеевой и др. (1981).

севера на юг составляет 1 км, с запада на восток – 10 км. Почва остаточо-солончаковая солонцеватая. Содержание гумуса низкое (0.23 - 0.37%).

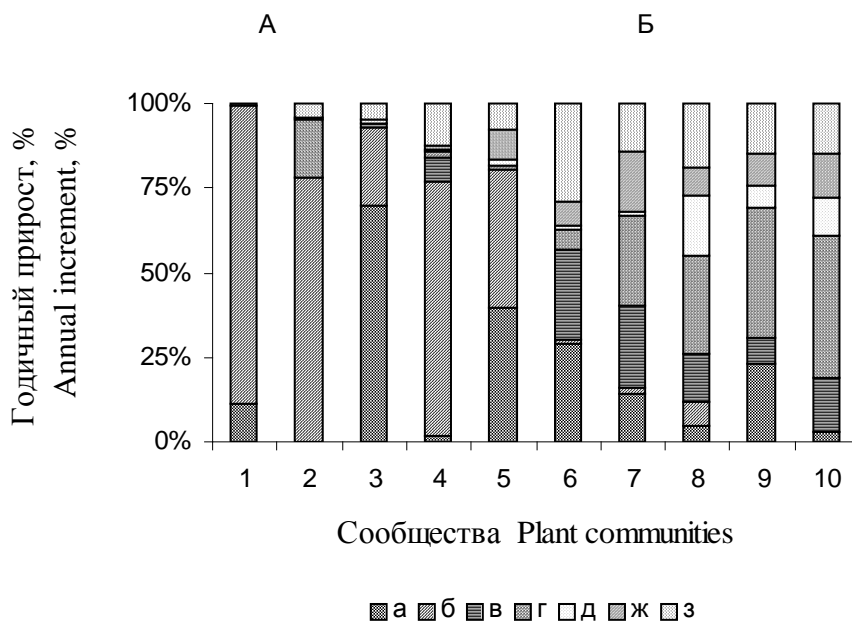


Рис. 2. Участие растений основных жизненных форм в создании годичного прироста. По оси абсцисс – сообщества, обозначения те же, что и на рис. 1. а - кустарники; б - настоящие полукустарнички; в – примитивные полукустарнички; г – злаки; д – луки; ж - разнотравье; з - однолетники. **Fig. 2.** Participation of plants belonging to principal life forms in the annual increment creation. Figures along the abscissa axis mean plant communities as in Fig. 1. а - shrubs; б – genuine dwarf subshrubs; в – primitive dwarf subshrubs; г – grass; д – *Allium sp.*; ж - herbs; з – annual herbs.

Исследуемое сообщество по флористическому составу очень бедное. В 1990 г. отмечено 7 видов. В последующие годы число видов сократилось, так как из-за сильного иссушения почвы отсутствовали травы (табл. 1)². Доминанты сообщества настоящие полукустарнички: *Kalidium foliatum*, *K. gracile*, их жизненное состояние в 2003 г. (влажном) было лучше, чем в предыдущие годы. Линейный прирост однолетних побегов составил 31, а средний диаметр - 85 см. Проективное покрытие и надземная масса были в несколько раз выше в сравнении с 1990 г. (табл. 1). Максимальная величина однолетней массы почти в 3 раза больше средней многолетней (рис. 1). Содоминант - кустарник *Nitraria sibirica*, редкие экземпляры которого распределены по площади мозаично. В 2003 г. *Nitraria sibirica* имела хорошее жизненное состояние, линейный прирост составил 45, а диаметр - 202 см. Участие *Kalidium foliatum*, *K. gracile* в формировании продукции составляет около 90% (рис. 2).

Поташниковые сообщества (будурганники) занимают в Монголии значительные площади бессточных котловин (2%), с валовой урожайностью 500 кг/га (Юнатов, 1950, 1974; Цаценкин, Юнатов, 1951). В 2003 г. их годичный прирост был максимальным и составил 918 кг/га. Доминанты и содоминанты, несмотря на усиливающееся опесчанивание территории, имеют хорошее жизненное состояние и формируют почти 100 % всей продукции сообщества. Выпас слабый.

2 (5). Змеевково-ковыльково-баглуrowое (*Anabasis brevifolia* + *Stipa glareosa*, *S. gobica* + *Cleistogenes songorica*) сообщество занимает наиболее выровненную часть останцово-эрозионно-аккумулятивной равнины. Протяженность по профилю 8 км, высота 1057 м над у.м.

Почва бурая, пустынная, супесчаная на песчано-щебнистом пролювии, карбонаты появляются с 20 см. Поверхность почвы защебнена на 60-70 %. Максимальное количество гумуса (0.34%) отмечено на глубине 7-20 см, в горизонте «В». Число видов варьирует в разные по условиям увлажнения годы, в составе травостоя преобладает - разнотравье (50%; табл. 1). Отсутствуют здесь кустарники и кустарнички. Впервые в 2003 г. отмечены многолетние травы: *Arnebia guttata*, *Astragalus monophyllus*, *Zygophyllum potanii*, а из однолетников - *Agriophyllum pungens*, *Eragrostis minor*, *Erodium tibetanum* и др.

² На рис. 1 показана однолетняя масса: а) средняя - за 1972, 1990, 2002, 2003 гг.; однолетняя – за 2003 г.

Таблица 1. Фитоценотическая характеристика растительных сообществ остепненных пустынь. **Table 1.** Phytocoenotic character of plant communities of deserts steppefied.

Индекс сообщества	Сообщества	Годы	Биоморфы						Всего видов	Проективное покрытие, %	Фитомасса, кг/га ³
			кустарники	полукустарнички	Травы						
					дерновинные	короткокорневищные	стержнекорневые	однолетние			
1 (2)	<i>Kalidium foliatum</i> , <i>K. gracile</i> + <i>Nitraria sibirica</i>	1990	1	2	-	-	1	3	7	6,1	<u>333.0</u> 221.0
		2002	1	2	-	-	-	-	3	3,2	<u>216.0</u> 84.1
		2003	1	2	-	-	-	-	3	18.6	<u>1065</u> 918.0
2 (5)	<i>Anabasis brevifolia</i> + <i>Stipa gobica</i> , <i>S. glareosa</i> + <i>Cleistogenes songarica</i>	1990	-	5	3	1	3	3	15	7,5	<u>183.0</u> 128.7
		2002	-	2	2	1	-	1	6	3,4	<u>55.1</u> 39.9
		2003	-	5	3	2	8	9	27	14.8	<u>603.5</u> 527.1
3 (7)	<i>Haloxylon ammodendron</i> + <i>Salsola passerina</i> + <i>Reaumuria songarica</i>	1990	4	7	2	2	4	3	22	15,8	<u>1008.</u> 391.4
		2002	4	5	2	-	1	1	13	6,7	<u>634.7</u> 80,1
		2003	4	7	2	4	4	1 2	33	30.2	<u>2345.</u> 1341
4 (12)	[<i>Zygophyllum xanthoxylon</i> , <i>Nitraria sibirica</i>] – <i>Brachanthemum gobicum</i> + <i>Reaumuria songarica</i>	1990	2	6	2	2	6	3	21	12,8	<u>638.0</u> 204.1
		2002	2	6	1	1	2	-	12	4,5	<u>290.1</u> 71.0
		2003	2	10	2	4	8	9	35	15.8	<u>751.0</u> 548.7
5 (у ч...3)	[<i>Zygophyllum xanthoxylo</i> . <i>Haloxylon ammodendron</i>] – <i>Brachanthemum gobicum</i> + <i>Reaumuria songarica</i>	1990	4	8	3	2	4	5	26	5.1	<u>362</u> 57.7
		2002	4	7	3	2	1	-	17	5.2	<u>343</u> 66.9
		2003	4	7	3	2	9	1 4	39	11.8	<u>644.9</u> 343

Доминант - настоящий полукустарничек *Anabasis brevifolia*. В 2003 г. у него отмечено прекрасное развитие вегетативных и генеративных побегов. Средняя высота особей была 11, а диаметр – 20 см. В 2002 г. эти параметры были ниже в 2 раза. Многолетние солянки: *Reaumuria songarica*, *Salsola passerina* имеют небольшое проективное покрытие (0.1- 0.3%). Настоящие полукустарнички формируют 78% годового прироста, из них 70% - *Anabasis brevifolia*. Участие в сообществе примитивных полукустарничков чрезвычайно мало.

³ Здесь и в табл. 2 – числитель вся надземная масса, знаменатель – только однолетня (абс. сух. вес, кг/га).

Дерновинные злаки: *Stipa glareosa* и *Cleistogenes songorica* в среднем накапливают 17% однолетней массы. Участие *Allium polyrrhizum* и *A. mongolicum* и других видов разнотравья в составе продукции мало (1.5 %). Однолетние растения *Salsola collina*, *Eragrostis minor* развиваются только во влажные годы и образуют 4 % однолетней массы (рис. 2). *Artemisia scoparia* имела массовое возобновление в 1974 г.⁴, а позже - не отмечена. Максимальная однолетняя масса выявлена в 2003 г., она почти в 3 раза превышала среднюю многолетнюю (рис. 2). Проективное покрытие также увеличилось в 5 раз. Таким образом, за длительный период наблюдений полностью сохранился видовой состав сообщества, доминантов и содоминантов. Потенциальные возможности данного зонального сообщества остепненных пустынь достаточно велики, как и ковыльково-багдуrowого сообщества Заалтайской Гоби (Слемнев и др., 1988).

А.А. Юнатов (1974) отмечает, что ковыльково-багдуrowые остепненные пустыни встречаются чаще всего в Северной Гоби и Гобийском Алтае. Е.И. Рачковская (1977) считает багдуrowую формацию типично петрофитной, приуроченной преимущественно к щебнисто-каменистым почвам подгорных равнин. Выпас на этой территории во все годы наблюдений был слабый.

3 (7). Реомюриево-воробьиносолянково-саксауловое (*Haloxylon ammodendron* + *Salsola passerina* + *Reaumuria songarica*) сообщество расположено на относительно выровненной площади педимента (протяженность по профилю 6 км, высота 1074 м). Почвы бурые солонцеватые. В поглощающем комплексе содержится до 20% натрия. Для этих солонцов характерно наличие карбонатов по всему профилю.

Содержание CaCO_3 достигает 7.7%. Гумус составляет 0.22-0.31%, с максимумом на глубине 6-15 см. Отмечена значительная защебненность галькой (до 60%) и наличие крупнозернистой фракции песка. В сообществе наблюдается варьирование числа видов разных биоморф в засушливые и влажные годы, так как многие гобийские растения обладают способностью вегетировать не ежегодно. Отмечены все основные жизненные формы (табл. 1). Из кустарников широко представлен типично пустынный вид *Haloxylon ammodendron*. В 1972 г. отмечено его хорошее возобновление (Гордеева и др., 1980), а в 1990 г. сохранность подроста этого вида составила 13 %. В 1993 г. вновь наблюдалось массовое возобновление *Haloxylon ammodendron* в большинстве регионов Гоби. К 2002 г. сохранилась молодая (8-10-летняя) популяция саксаула, численность которой составляла 0.14 экз./м², а проективное покрытие – 4 %. В 2003 г. у *Haloxylon ammodendron* проективное покрытие увеличилось в 1.5, а величина однолетней массы - в 4 раза в сравнении 1990 г., и он становится доминантом. По данным Н.И. Бобровской (1998) *Haloxylon ammodendron* на создание 1 г. сухого вещества в остепненной пустыне Северной Гоби, в настоящей и крайнеаридной – Заалтайской Гоби расходует примерно одинаковое количество воды. Это является так же показателем устойчивости саксаула к условиям разных природно-климатических зон.

Из настоящих полукустарничков здесь наиболее представлены многолетние солянки: *Salsola passerina* и *Reaumuria songarica*, их фитоценологические показатели в 2003 г. (влажном) также заметно увеличились. Средний годичный прирост настоящих полукустарничков составил 23 %, а примитивных – 1% (рис. 2). Дерновинные злаки: *Stipa glareosa*, *Cleistogenes songorica* присутствуют единично. У *Allium polyrrhizum* только в 2003 г. было хорошее жизненное состояние, 80% его особей находилось в фазе цветения и плодоношения. Участие видов разнотравья в составе травостоя очень мало. Однолетние растения в сухие годы встречаются единично, во влажные наблюдается их массовое развитие. В 2003 г. отмечено 12 видов, из них наиболее широко представлены солянки – *Bassia dasyphylla*, *Corispermum mongolicum*, *Micropeplis arachnoidea* и злак - *Eragrostis minor*, их масса составила 102 кг/га.

Таким образом, в изучаемом сообществе в связи с массовым возобновлением и хорошим жизненным состоянием популяции *Haloxylon ammodendron* (8-10 лет), он приобретает статус доминанта, а содоминантами становятся *Salsola passerina* и *Reaumuria songarica*. Это сообщество в полосе остепненных пустынь имеет максимальную надземную массу и наибольший биологический потенциал. Выпас на этой территории слабый.

4 (12). Реомюриево-брахантемовое с кустарниками [*Zygophyllum xanthoxylon*, *Nitraria sibirica*] - *Brachanthemum gobicum* + *Reaumuria songarica* сообщество. Оно занимает неширокую полосу перед

⁴ Наблюдения проводились в 1976, 1977, 1990, 2002-2003 гг.

уступом, который является естественной границей между остепненными пустынями и пустынными степями (высота 1090 м, протяженность 2 км).

Почвы солонцевато-солончаковые песчаные бурые пустынные. Содержание гумуса низкое: 0.10 - 0.29 %. Зашебненность поверхности почвы 55-60 %. В изучаемом сообществе отмечены все основные типы жизненных форм. Число видов в засушливые и влажные годы варьирует (табл.1). Участие кустарников как по числу видов, так и величине однолетней массы мало (рис.2). Основную продукцию (70%) накапливает доминант – настоящий полукустарничек *Brachanthemum gobicum*. Многолетние солянки *Salsola passerina* и *Reaumuria songarica* в 1990 г. имели очень низкие показатели в связи с увеличением пастбищной нагрузки в предыдущие годы. Прimitивные полукустарнички накапливают всего лишь 7 % годичной продукции. В 1990 г.⁵ отмечено хорошее развитие *Artemisia xerophytica*, а в 2003 г. - *Oxytropis aciphylla* и *Ptilotrichum canescens*. Дерновинные злаки *Stipa glareosa*, *Cleistogenes songarica* и луки хорошо развивались только во влажные периоды, в сухие они не растут, а постепенно подсыхают. Многолетнее разнотравье представлено небольшим числом видов и их участие в сообществе крайне мало. Однолетние растения: *Corispermum mongolicum*, *Salsola collina* массово появляются только в благоприятные годы. Их проективное покрытие в 2003 г. было 6.5 %, а масса - 152 кг/га.

Таким образом, в данном сообществе так же выявлены значительные флюктуации состава, структуры и продуктивности в связи с разными гидротермическими условиями в годы наблюдений и пастбищной нагрузкой. Здесь менее всего выражены различия максимальной и средней многолетней величины однолетней массы (рис. 1). Это сообщество на территории сомона Булган занимает значительную площадь (9%), особенно в восточной части, где на песчаных наносах *Brachanthemum gobicum* образует почти чистые заросли.

5 (ст. уч. 3). Брахантемово-реомюриево-е с кустарниками [*Zygophyllum xanxoxylon*] – *Reaumuria songarica* + *Haloxylon ammodendron* + *Brachanthemum gobicum* сообщество (стац. уч. 3). Стационарный участок 3 расположен в эрозионно-дефляционной котловине Баян-Дзаг, вытянутой с северо-запада на юго-восток (высота 1100 м). Подробная характеристика климата, почв и растительности данного сообщества приводится в монографии (Пустынные степи..., 1980; 1981). Почва бурая остепненнопустынная. Содержание гумуса не превышает 0.2%. Пополнение почвы влагой происходит в основном за счет стока с окружающей территории (Умаров, Якунин, 1974, 1981). Большое значение имеет степень насыщения влагой за предшествующий осенний период. Наиболее существенны осадки сентября и октября, так как они выпадают на незамерзшую почву. За счет росы в почву поступает 1-3 мм осадков год (Береснева, 1992). Растительность крайне разрежена и распределена неравномерно. Представлены все жизненные формы, кроме деревьев. За период наблюдений (1970-1978 гг.) было выявлено 53 вида, из них 15 однолетников. В 2003 г. отмечено 39 видов, из них 11 однолетников (табл. 1). Не отмечены виды с единичной встречаемостью, такие как *Artemisia gobica*, *Ptilotrichum canescens* и др. Доминант – настоящий полукустарничек *Reaumuria songarica*, в 2003 г. имел самые высокие показатели численности, проективного покрытия и продуктивности; содоминантами являлись кустарник *Haloxylon ammodendron* и настоящий полукустарничек *Brachanthemum gobicum*. В годы с разной обеспеченностью почв влагой наблюдалось варьирование числа видов, проективного покрытия и продуктивности (табл. 1). Максимальная однолетняя масса выше средней многолетней в 2 раза (рис. 1). Участие кустарников и полукустарничков в формировании массы почти равно. Дерновинные злаки *Stipa glareosa*, *Cleistogenes songarica* в засушливые годы (2002) не вегетировали, а в благоприятные накапливают всего лишь 2.5 % продукции. Разнотравье и однолетники создают в сообществе почти равную массу (рис. 2).

С увеличением антропогенной нагрузки (выпас, туризм) и ряда засушливых лет, на этой территории наблюдается иссушение и засоление почв. В этих условиях у псаммофита *Brachanthemum gobicum* ухудшилось жизненное состояние, а у *Haloxylon ammodendron*, *Reaumuria songarica* улучшилось за счет семенного возобновления, которое отмечено во влажные годы (Слемнев и др., 1994). *Reaumuria songarica* является самым эффективным растением в использовании воды на построение 1 г сухого вещества (Бобровская, 1998).

С повышением абсолютных отметок в направлении к горам Гурван-Сайхан, полоса остепненных пустынь сменяется пустынными степями, которые распространены на подгорной

⁵ Из-за повышенной влажности почв в 1990 г., наблюдения проводились на более опесчаненных почвах.

равнине в интервале высот 1200 - 1700 м и имеют протяженность по профилю 36 км. Смена почв и растительности на этой равнине северного макросклона хребта Гурван- Сайхан обусловлена проявлением предгорной гумидности.

6 (13). Ковыльково-змеевково-аяниевое с караганами [*Caragana korshinskii* - *Caragana leucophloea*] - *Ajania fruticulosa* + *Cleistogenes songorica* + *Stipa gobica*, *S. glareosa* сообщество расположено на нижней, выровненной части подгорной равнины и отделено от остепненных пустынь уступом (чинком) с превышением 30-50 м. Протяженность по профилю 14 км, высота 1201-1300 м. Почва бурая, пустынностепная, супесчаная, карбонатная. Отмечено высокое содержание карбонатов (Са). Содержание гумуса в таких почвах незначительно (0.45%). Поверхность почвы покрыта на 70-80% щелнистым панцирем, который в отдельные жаркие дни может нагреваться до 40-60°, в то время как залегающий под ним слой 2-5 см имеет температуру на 10-15° ниже, в связи с теплоизоляционными свойствами панциря от сильного перегрева (Умаров, Якунин, 1974, 1981; Береснева, 1981; Гунин, 1991).

В этом сообществе число видов варьирует по годам. Участие в составе травостоя по числу видов кустарников, настоящих и примитивных полукустарничков постоянно (табл. 2). Многолетние и однолетние травы составляют более 70 % и наблюдается их варьирование по годам (табл. 2). Из кустарников хорошее развитие имеет *Caragana korshinskii*, кустовая форма которой способствует накоплению под куртинами эоловых наносов. В 1990 г. она имела достаточно высокие фитоценотические показатели и хорошее жизненное состояние. В засушливом 2002 г. все показатели этого эдификаторного вида имели тенденцию к резкому снижению. Это косвенно подтверждает увеличение в последние 10-15 лет пастбищной нагрузки и повторяющихся с определенной периодичностью засух. Во влажном 2003 г. у *Caragana korshinskii* увеличилось проективное покрытие в 5, а надземная масса - в 14 раз в сравнении с 2002 г. Участие кустарников в накоплении однолетней массы составляет почти 30 % (рис. 2). Настоящий полукустарничек *Krascheninnikovia ceratoides* имеет небольшое обилие. Примитивные полукустарнички более многочисленны, по характеру побегов и ветвлению они близки к травам (Борисова, 1981). Доминант - *Ajania fruticulosa*, в 2003 г. отмечено ее хорошее жизненное состояние, все особи находились в фазе цветения, средняя высота составила 17, а у некоторых - 30 см. Надземная масса увеличилась в 6 раз в сравнении с 1990 г. Хорошее жизненное состояние было и у *Artemisia xerophytica* и *Artemisia frigida*. Участие примитивных полукустарничков в формировании однолетней массы почти такое же, как у однолетников (рис. 2). В благоприятные годы однолетники *Salsola collina*, *Corispermum mongolicum* формируют 120 - 250 кг/га массы. Периодичность влажных и сухих лет в пустынной степи наблюдается через 3-5 лет. Злаки, луки и разнотравье накапливают всего 14 %. Следует отметить, что участие кустарников в накоплении продукции в сравнении с 1972 г. почти не изменилось (Гордеева и др., 1980). В изучаемом сообществе за последние 10-15 лет усилилась дорожная дигрессия. Вдоль дорог увеличилось участие в составе травостоя алкалоидного вида - *Peganum nigellastrum*, проективное покрытие которого составляет 3-5 %. Сообщества с большим участием в формировании продукции *Caragana korshinskii* (29%) и занимающих значительные площади (7%), позволяет отнести эти сообщества к карагановым пустынным степям. Большое внимание изучению карагановых степей на территории Монголии посвятили А. А Юнатов (1950) и Е.М. Лавренко (1951).

7 (14, ст. уч. 1). Холоднопопынно-змеевково-ковыльковое с караганами [*Caragana leucophloea*, *Caragana korshinskii*] - *S. gobica*, *Stipa glareosa* + *Cleistogenes songorica* + *Artemisia frigida* сообщество распространено на высоте 1301-1400 м. Почвы бурые, пустынностепные, легкого механического состава, содержание гумуса мало (0.45%). Покрытие почвы песчано-щелнистым панцирем составляет от 45 до 70 %.

В этом сообществе отмечена четко выраженная тенденция увеличения видового разнообразия во влажные годы (табл. 2). Из общего числа видов более 70 % приходится на многолетние и однолетние травы. Общее проективное покрытие во влажные и засушливые годы различается в 2-3 раза. *Caragana korshinskii* в данном сообществе распространена на супесчаных почвах и поверхностной опесчаненностью. Жизненное состояние *Caragana korshinskii* в этом сообществе ухудшается. Это связано с сильным выпасом и засушливыми условиями ряда лет. В 2002 г. у 90 % особей караганы светлокорой многолетние и однолетние побеги были скусаны скотом. Средняя высота составила всего лишь 16 см. В 2003 г. линейный прирост был в 2, а надземная масса - в 4 раза выше. Участие кустарников в 2 раза ниже, чем в предыдущем сообществе (рис. 2).

Таблица 2. Фитоценотическая характеристика растительных сообществ пустынных степей. **Table 2.** Phytocoenotic features of plant communities of desertified steppes.

Индекс сообщества	Сообщества	Годы	Биоморфы						Всего видов	Проективное покрытие, %	Фитомасса, кг/га ⁶
			кустарники, кустарнички	полукустарнички	Травы						
					дерновинные	короткокор- невишные	стержнекорневые	однолетние			
6 (13)	[<i>Caragana korshinskii</i> , <i>C. leucophloea</i>] – <i>Ajanía fruticulosa</i> + <i>Cleistogenes songorica</i> + <i>Stipa glareosa</i> , <i>S. gobica</i> с синузией однолетних солянок	1990	2	6	6	2	10	4	30	10.6	$\frac{554.3}{268.3}$
		2002	2	6	6	4	6	-	24	5.3	$\frac{67.7}{47.5}$
		2003	2	6	6	4	13	4	35	23.6	$\frac{957.0}{700.0}$
7 (ст. уч. 1, 14)	[<i>Caragana korshinskii</i> , <i>C. leucophloea</i>] - <i>Stipa gobica</i> <i>S. glareosa</i> , + <i>Artemisia frigida</i> + <i>Cleistogenes songorica</i>	1990	2	6	6	4	7	5	30	10.5	$\frac{363.9}{201.8}$
		2002	2	6	6	3	5	2	24	7.5	$\frac{76.0}{65.0}$
	[<i>Caragana korshinskii</i> , <i>C. leucophloea</i>] - <i>S. gobica</i> , <i>Stipa glareosa</i> + <i>Artemisia frigida</i> с синузией однолетних солянок	2003	2	6	6	5	10	5	34	20.7	$\frac{377.5}{347.1}$
8 (15)	<i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Stipa gobica</i> + <i>Cleistogenes songorica</i> с синузией однолетних солянок	1990	2	6	5	3	8	3	27	11.1	251.8
		2002	2	6	5	1	8	3	25	7.7	47.7
		2003	2	6	5	4	9	6	32	20.1	395.6
9 (16)	<i>Stipa gobica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Artemisia caespitosa</i> с синузией однолетних	1990	1	4	5	3	8	4	25	12.1	227.5
	<i>Stipa gobica</i> + <i>Ephedra sinica</i> + <i>Artemisia caespitosa</i>	2002	1	4	4	1	5	3	18	8.7	114.4
	<i>Stipa gobica</i> + <i>Ephedra sinica</i> + <i>Artemisia caespitosa</i> с синузией однолетних полыней	2003	1	4	5	2	7	7	26	21.1	358.9
10 (17)	<i>Stipa gobica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Cleistogenes songorica</i> с синузией однолетних полыней	1990	1	5	5	3	8	3	25	13.1	152.7
	<i>Stipa gobica</i> + <i>Allium polyrrhizum</i> + <i>Artemisia caespitosa</i> с синузией	2002	1	5	5	2	2	2	17	7.3	48.2
	однолетних полыней	2003	1	5	5	4	5	7	27	15.3	200.3

Из примитивных полукустарничков наиболее представлена *Artemisia frigida*, которая является содоминантом сообщества. Выявлено варьирование ее основных фитоценотических показателей в засушливые и влажные годы. В 2003 г. *Artemisia frigida* имела очень хорошее жизненное состояние, все особи находились в фазе цветения, надземная масса была максимальной за все годы наблюдений и составила 81 кг/га. Ее участие в травостое является важным критерием оценки степени

⁶ Здесь и в табл. 1 в числителе надземная масса, в знаменателе – однолетняя (абс. сух. вес, кг/га).

антропогенной нарушенности пастбищ. Участие настоящих полукустарничков мало (рис. 2). В травостое доминируют эуксерофитные дерновинные злаки *Stipa glareosa*, *S. gobica* (преобладает) и *Cleistogenes songorica* (рис. 2). Увеличение осадков в 1990 и 2003 гг. более чем в 2 раза, по сравнению со среднеемноголетней, благоприятно отразилось на жизненном состоянии большинства видов, особенно ковыльков. Учитывая, что данное сообщество расположено ближе к центру сомона Булган, чем другие сообщества профиля, здесь наблюдается сильный выпас. Более всего его влияние отразилось на содоминанте - *Cleistogenes songorica*. За годы наблюдений отсутствовало возобновление *Cleistogenes songorica*, увеличилось в 2 раза количество старых и стареющих особей в сравнении с данными Т.А. Поповой и др. (1981), Т.И. Казанцевой (2003). Участие *Allium polyrrhizum* и *A. mongolicum* в формировании продукции невелико и полностью зависит от величины и времени выпадения осадков. В связи с ранним выпадением в 2003 г. осадков (май), вегетативные побеги *Allium polyrrhizum* в августе на половину были сухими, у *A. mongolicum* - полностью. Группа разнотравья представлена довольно широким спектром видов, из них большая часть относится к стержнекорневым (табл. 2). За годы наблюдений в составе травостоя возросло в несколько раз участие дигрессивно активного вида - *Convolvulus ammannii* в сравнении с 1990 г. Хорошее жизненное состояние эндемиков и субэндемиков: *Astragalus grubovii*, *A. junatovii*, а так же *Asparagus gobicus*, *Gypsophila desertorum* и *Heteropappus altaius* в отмечено в 2003 г.. Во влажные годы массовое возобновление имеют однолетние солянки: *Salsola collina*, *S. pestifera*. Их участие в составе травостоя по массе значительно (рис. 2). В целом, по сообществу наблюдались флюктуации проективного покрытия и надземной массы в разные по условиям увлажнения годы (табл. 2). В данном сообществе выявлена прямая зависимость величины надземной массы от количества осадков за год (рис. 3).

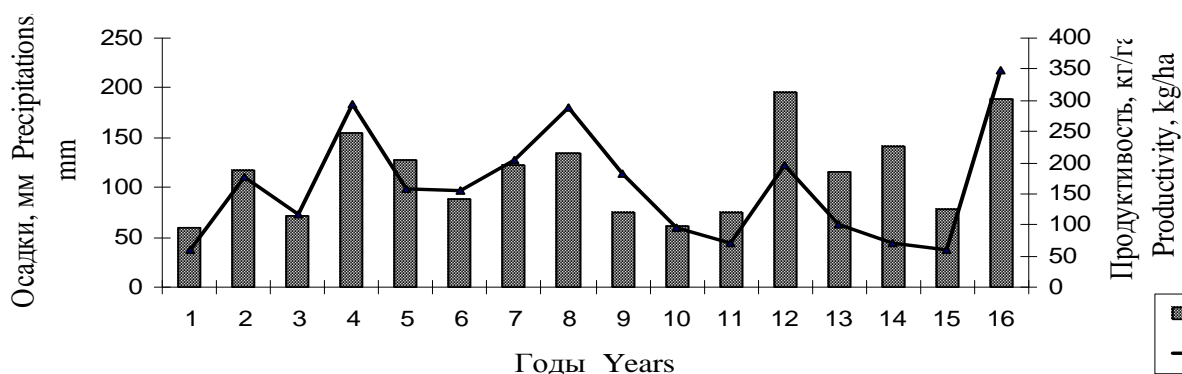


Рис. 3. Динамика надземной массы в холоднополюнно-змеевково-ковыльковом с *Caragana leucophloea* сообществе. **Fig. 3.** Aboveground phytomass dynamics in community with *Caragana leucophloea*. По оси абсцисс – годы: 1 - 1970; 2-1971; 3-1972; 4-1973; 5 – 1974; 6-1975; 7-1976; 8-1977; 10 - 1978; 11 -1988; 12 -1989; 14 -1990; 15-2002; 16-2003.

Таким образом, в изучаемом сообществе за длительный период наблюдений сохранился состав основных ценозообразователей; повысился фитоценотический статус плотнодерновинного эуксерофитного ковылька *Stipa gobica*, а рыхлодерновинного злака *Cleistogenes songorica* – снизился. Значительно увеличилось участие дигрессивно - активных видов: *Artemisia frigida*, *Convolvulus ammannii* и *Peganum nigellastrum*. Однолетние растения имеют массовое возобновление только во влажные годы. В 2003 г. величина надземной массы была такой же, как и на поливе (Слемнев, 1978).

8 (15). Змеевково – ковыльково - луковое (*Allium polyrrhizum* + *Stipa gobica* + *Cleistogenes songorica*) сообщество распространено на высоте 1401-1500 м. Почва бурая, супесчаная, защебнистость 60-80%. Вскипание с поверхности.

Число видов как и в других сообществах профиля существенно увеличивается во влажные годы. Присутствуют все основные жизненные формы (табл. 2). В этом сообществе отмечен кустарничек - *Ephedra sinica*. У настоящего полукустарничка *Krascheninnikovia ceratoides* жизненное состояние

было лучше, а масса выше, чем в рассмотренных сообществах (рис. 2). Из примитивных полукустарничков в сообществе с небольшим обилием (0.1 %) встречается *Artemisia frigida*, впервые появляется *Artemisia caespitosa*. В 2003 г. она прекрасно развивалась, проективное покрытие было в 5, а надземная масса - 1.5 раза выше в сравнении с 1990 г. А участие примитивных полукустарничков в этом сообществе снизилось в сравнении с 1972 г. (Казанцева, 1978). В 2003 г. у *Stipa gobica* отмечено увеличение проективного покрытия в 5, а надземной массы в 8 раз в сравнении с 1990 г. Фитоценотический статус ковылька гобийского за последние 13 лет увеличился, что и позволяет характеризовать этот вид, как наиболее устойчивый и к выпасу, и континентальности климата. Он становится доминантом. Засушливые условия, повторяющиеся с периодичностью в 12 лет, наряду с постоянно высоким пастбищным прессом, привели к снижению фитоценотического статуса *Cleistogenes songorica*. К 2002 г. выявлена партикуляция старых особей, что и привело к увеличению численности. В 2003 г. жизненное состояние *Cleistogenes songorica* было лучше, чем в 1990 и 2002 гг., а надземная масса составила 25 кг/га – это меньше, чем в предыдущие годы, особенно в сравнении с 1972 г. Участие злаков в изучаемом сообществе самое высокое (рис. 2). В 1990 г. (влажном) надземная масса *Allium polyrrhizum* составляла 100 кг/га, а в 2002 г. (засушливом) - лишь 6.6 кг/га. В августе 2003 г. вегетативные побеги подсыхали, а масса снизилась в 4 раза в сравнении с 1990 г. Разнотравье представлено такими видами как: *Convolvulus ammannii*, *Heteropappus altaicus*, *Rheum nanum*, *Scorzonera divaricata*, последние два вида в условиях засухи 2002 г. находились в состоянии покоя. Однолетние растения: *Neopalassia pectinata*, *Salsola collina*, *S. pestifera* накапливают во влажные годы до 19 % массы (рис. 2). В данном сообществе в 2003 г. отмечена максимальная надземная масса, почти 400 кг/га (рис. 1). Оно расположено в 10 км от центра сомона и бригад и менее нарушается животными.

9 (16). Дернистопопынно - луково - ковыльковое (*Stipa gobica* + *Allium polyrrhizum* + *Artemisia caespitosa*) сообщество занимает более высокую часть подгорной равнины (высота 1501-1600 м, протяженность 4 км). Почва бурая, пустынно-степная, она находится на границе со светло-каштановыми почвами, защебненность 30-35 %. Максимальное количество гумуса (1.2 %) отмечено в горизонте 1-6 см, а на глубине 50 см оно резко снижается (0.24 %). Увеличение числа видов наблюдается во влажные годы. Кустарники в этом сообществе отсутствуют, присутствует кустарничек *Ephedra sinica*. Многолетние и однолетние травы составляют 80 % всего видового состава сообщества (табл. 2). В 1990 г. отмечена экспансия *Ephedra sinica* из сайров на выравненные участки подгорной равнины (плакоры). Численность в 1990 г. ее на плакоре составила 2.1 экз./м², а в 2002 она увеличилась в 2 раза, а в 2003 составила 3.9 экз./м². Отмечено прорастание побегов *Ephedra sinica* через дерновины *Stipa gobica*, *Cleistogenes songorica*, что подтвердило ранее обнаруженный процесс экспансии *Ephedra sinica* из сайров на плакоры межгорной долины горного массива Гурван-Тэс (Гунин и др., 1994). Надземная масса особей *Ephedra sinica* в засушливом 2002 г. составила почти 50 % массы сообщества и становится содоминантом. Настоящие полукустарнички отсутствуют, из примитивных лучшее развитие во все годы наблюдений отмечено у *Artemisia caespitosa*. Участие полукустарничков в составе травостоя ниже, чем в рассмотренных выше сообществах (6, 7, 8; рис. 2). *Stipa gobica* – доминант, в 2003 г. надземная масса составила 128 кг/га. Пастбищная нагрузка на фоне засух (1987-1990 гг.) привела, как было показано выше, к партикуляции особей *Cleistogenes songorica* и увеличению численности и проективного покрытия в 2002 г. Однако, надземная масса змеевки джунгарской оставалась очень низкой. В 2003 г. жизненное состояние *Cleistogenes songorica* не улучшилось, отсутствовали генеративные побеги, в возрастном спектре преобладали старые и стареющие особи (более 70 %). Участие злаков выше, чем в других сообществах подгорной равнины (рис. 2).

Allium polyrrhizum имеет высокую численность и надземную массу только во влажные годы. Число видов разнотравья уменьшилось, их участие в сложении сообщества мало (рис. 2). Увеличилось участие в составе травостоя дигрессивно - активного вида *Convolvulus ammannii*. Однолетники *Salsola collina* и *Artemisia (Neopalassia) pectinata* произрастают только во влажные годы. Их участие в формировании продукции значительно (рис. 2). Доминирующая роль в этом сообществе принадлежит *Stipa gobica*, а содоминантами являются кустарничек *Ephedra sinica* и настоящий полукустарничек *Artemisia caespitosa*. Общее проективное покрытие, надземная масса во влажные и засушливые годы различается в несколько раз. В травостое на этой части профиля появляется представитель сухих степей *Stipa breviflora* - это одно из самых южных мест ее произрастания. Это свидетельствует уже о переходной (экотонной) полосе от пустынно-степных сообществ к сухим - степным.

Таким образом, в изучаемом сообществе за годы наблюдений нами были выявлены следующие изменения в структуре сообщества:

- усилилась экспансия *Ephedra sinica* из сайров на плакорные выровненные равнины;
- увеличилась фитоценотическая роль примитивного полукустарничка *Artemisia caespitosa*, участие других полукустарничков в составе травостоя мало;
- выявлено уменьшение фитоценотической роли в сообществе *Cleistogenes songorica*, увеличение ее численности происходит за счет партикуляции старых и стареющих особей;
- лидирующее положение в сообществе занимает *Stipa gobica*, численность которой резко возросла за счет нарушения дерновин и частично возникающей партикуляции⁷ в связи с увеличением пастбищных нагрузок и аридности ряда лет.

10 (17). Змеевково - луково - ковыльковое (*Stipa gobica* + *Allium polyrrhizum* + *Cleistogenes songorica*) сообщество занимает самую высокую часть подгорной равнины (высота 1601-1700 м, протяженность 4 км). Уклон местности 6-8°. Почва светло-каштановая легкосуглинистая, на щебнисто-песчаных отложениях (пролювий, делювий), защебненность поверхности почвы 40-70%, а ближе к горам - 70%, из них около 30% составляют крупные камни. Содержание гумуса равно 1.5 %.

Всего выявлено 27 видов, из них 1 кустарничек, 5 примитивных полукустарничков, а 74 % составляют многолетние и однолетние травы (табл. 2). Кустарничек *Ephedra sinica* встречается в сообществе в небольшом обилии. Роль примитивных полукустарничков невелика, и наблюдается тенденция к некоторому увеличению их численности. В 2002-2003 гг. это произошло, в основном, за счет увеличения численности примитивных полукустарничков: *Ajania fruticulosa* и *Artemisia caespitosa*. По видовому составу сообщества № 9-10 имеют высокий коэффициент сходства по Жаккару (около 80 %). Доминирующая роль здесь так же принадлежит *Stipa gobica*, ее численность и величина надземной массы увеличились в 2003 г. в 2 раза. А жизненное состояние рыхлодерновинного злака *Cleistogenes songorica* в сообществе угнетенное, численность увеличилась в 1.4 раза за счет партикуляции стареющих особей, проективное покрытие низкое и оно практически не изменялось. Из разнотравья наиболее представлены: *Iris bungei*, *Scorzonera divaricata* и дигрессивно-активный вид - *Convolvulus ammannii*. Однолетние растения: *Euphorbia humifusa*, *Neopalassia (Artemisia) pectinata* развиваются только во влажные годы. Их масса в 1990 и 2003 гг. была практически одинакова (38 кг/га). Максимальная и средняя величина фитомассы почти в 2 раза ниже, чем в других сообществах подгорной равнины (табл. 2). В этой части подгорной равнины ежегодно пасется большое количество домашних животных. Они стравливают в отдельные годы до 50 % продукции. Выпас сильный, так как вблизи расположена бригада Хавцагайт (на расстоянии 2 км).

Выводы

На разных высотах происходит смена растительности остепненных пустынь и пустынных степей. Исследования проведены так же и на стационарных участках (сообщества 5; 7), где изучалась динамика растительности в течение длительного времени (1970-2003 гг., с перерывами). Выявлен видовой состав, определено участие растений основных жизненных форм в формировании годичного прироста, средняя и максимальная величина общей и однолетней массы. Исследования динамики и продуктивности проводились в 10 сообществах экологического профиля на территории сомона Булган Южно-гобийского аймака. Показано изменение этих показателей в разные по влагообеспеченности годы.

Доминантами и содоминантами растительных сообществ (1-5) остепненных пустынь являются кустарники и полукустарнички, а пустынных степей (6-10) – злаки и примитивные полукустарнички. Во влажные годы (1990, 2003) наблюдается массовое возобновление и формирование значительной массы видами семейства *Chenopodiaceae* в сообществах остепненных пустынь, а в пустынных степях - семейства *Asteraceae*. В сообществах остепненных пустынь устойчивыми видами к засушливым условиям засоления, дефляции и антропогенным нарушениям являются *Reaumiria songarica*, *Anabasis brevifolia*, *Haloxylon ammodendron*. Наблюдается опесчанивание и засыпание песком кустарников и настоящих полукустарничков *Kalidium foliatum*, *K. gracile*, *Nitraria sibirica* в прибрежной части оз.

⁷ Возможно, что увеличение численности особей *Stipa gobica* произошло во влажный 1993 г. (Слемнев и др., 1997).

Улан-нур. Однако, несмотря на значительные изменения факторов внешней среды (опустынивания данной территории) их фитоценотический статус сохранился.

Доминант пустынных степей - эуксерофитный дерновинный злак *Stipa gobica* за последние 10 лет усилил свой фитоценотический статус. У рыхлодерновинного злака – содоминанта *Cleistogenes songorica* жизненное состояние резко ухудшилось. В возрастном спектре *Cleistogenes songorica* увеличилось количество старых и стареющих особей. Засушливые условия ряда лет и увеличение антропогенной нагрузки на этой территории так же способствовали партикуляции особей данного вида.

В сообществах пустынных степей (высота 1500-1600 м) наблюдается экспансия *Ephedra sinica* из сайров на равнинные участки подгорной равнины Гурван-Сайхан.

В 2003 г. (влажном) во всех сообществах профиля наблюдалось очень хорошее развитие растений всех жизненных форм, наибольшее видовое разнообразие и самая высокая продуктивность. Максимальная надземная масса выявлена в сообществе № N3 (7), где отмечено массовое возобновление *Haloxylon ammodendron* и в сообществе № N6 (13) с участием *Caragana korshinskii*. Показана прямая зависимость в сообществах пустынных степей величины надземной массы от суммы осадков за год. На пастбищах остепненных пустынь выпас домашних животных слабый, сильно нарушены небольшие площади вблизи кошар и колодцев. На пустынно-степных пастбищах подгорной равнины с преобладанием злаков, полыней и луков преобладает средний выпас, а сильный - вблизи центра сомона Булган.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Береснева И.А. Погодные условия. Микроклимат // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Л.: Наука, 1981. Ч.2. С. 12-18, 21-23.
2. Береснева И.А. Мезоклиматические ресурсы аридной зоны Азии. Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Спб. 1992. 44 с.
3. Бобровская Н.И. Об эффективности использования воды пустынными растениями Монголии // Бот. журн. 1998. Т.83. №N 9. С. 83-90.
4. Борисова И. В., Попова Т.А., Бувич З.Г. Фенология степных сообществ Монголии // Бот. журн. 1987. Т. 72. №N № 2. С. 177-190.
5. Гордеева Т.К., Казанцева Т.И. Учет динамики надземной массы в пустынно-степных сообществах МНР // Структура и динамика степных и пустынных экосистем. Л. 1974. С. 81 – 84.
6. Гордеева Т.К., Казанцева Т.И., Якунин Г.Н. Основные закономерности распределения растительности (Опорный профиль) // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Л.: Наука. 1980. Ч.1. С. 53-91.
7. Гунин П.Д. Происхождение щебнисто-каменистого "панциря" // Пустыни Заалтайской Гоби. М.: Наука. 1986. С. 21-25.
8. Гунин П.Д. Природные процессы опустынивания аридных экосистем // Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М. 1991. 81 с.
9. Евстифеев Ю.Г., Рачковская Е.И. К вопросу о взаимосвязи почвенного и растительного покрова в южной части МНР // Структура и динамика основных экосистем МНР. Л.: Наука. 1976. С.125-143.
10. Казанцева Т.И. Опыт количественного анализа распределения растений подгорной равнины хр. Гурван – Сайхан (Северная Гоби) // Проблемы освоения пустынь. 1978. № 1. С. 38-42.
11. Казанцева Т.И. Особенности формирования и динамика надземной фитомассы кормовых угодий Северной Гоби (Булган- сомон, МНР). Автореф. дис. ... канд.биол.наук. Л. 1983. 18 с.
12. Казанцева Т.И., Якунин Г.Н., Амаржаргал Б. Пастбищные экосистемы пустынной зоны МНР и оценка их состояния // Экология и природопользование в Монголии. Пушино. 1992. С. 122-133.
13. Казанцева Т.И. Динамика и современное состояние фитоценозов Северной Гоби // Проблемы ботаники на рубеже XX-XXI веков. Тез. докл. XI съезда РБО. СПб. 1998. Т.1. С.257-258.
14. Казанцева Т.И. Естественная и антропогенная динамика растительных сообществ пустынных степей Северной Гоби (Монголия) // Материалы X1 съезда Русского ботанического общества (18 – 22 августа 2003 г., Новосибирск – Барнаул). С. 373-375.
15. Казанцева Т.И., Гунин П.Д., Слемнев Н.Н. Саксауловые сообщества равнин Гоби (Монголия) // Бот. журн. 2003. Т. 88. № 4. С.1-16.

16. *Казанцева Т.И., Гунин П.Д., Бажа С. Н., Слемнев Н.Н.* Динамика и современное состояние экосистем Северной Гоби // Степи Северной Евразии. Материалы третьего междунар. симпозиума. Оренбург. 2003. С. 252 – 254.
17. *Лавренко Е.М.* О мозаичности степных растительных сообществ, связанной с работой ветра и жизнедеятельностью караган // Вопросы географии. Сб. 24. 1951. С. 192- 204.
18. *Лавренко Е.М.* О положении Булган - сомона в системе ботанико-географического районирования Монголии // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Л.: Наука, 1980. Ч. 1. С.7-13.
19. Методология оценки состояния и картографирования экосистем в экстремальных условиях. Пушино. 1993. 202 с.
20. *Попова Т.А., Анисимова К. И., Беспалова З.Г.* Эколого-биолого-морфологическая характеристика представителей основных фитоцено типов // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Л. 1981. Ч.2. С. 173- 202.
21. Пустынные степи и северные пустыни МНР. Л.: Наука. 1980. Ч.1. 259 с.
22. Пустынные степи и северные пустыни МНР. Л.: Наука. 1981. Ч.2. 182 с.
23. *Рачковская Е. И.* Крайнеаридные типы пустынь в заалтайской Гоби // Проблемы экологии, геоботаники, ботанической географии и флористики. Л.: Наука. 1977.С. 99-108.
24. *Рачковская Е. И.* Растительность гобийских пустынь. Спб. 1993. 133 с.
25. *Санчир Ч.* Флора Заалтайской Гоби // Комплексная характеристика пустынных экосистем Заалтайской Гоби (на примере пустынного стационара и Большого Гобийского заповедника). Пушино. 1983. С. 26-28; 92-104.
26. *Слемнев Н. Н.* Влияние полива на растения пустынно-степной зоны МНР // География и динамика растительного и животного мира МНР. М. 1978. С.55- 58.
27. *Слемнев Н. Н., Казанцева Т.И., Якунин Г.Н.* Связь фотосинтеза и первичной биологической продуктивности растений // Пустыни Заалтайской Гоби. Л. 1988. С. 180 – 184.
28. *Слемнев Н.Н., Гунин П.Д., Казанцева Т.И.* К вопросу о естественном семенном возобновлении растений–доминантов в экосистемах пустынной зоны Монголии // Раст. ресурсы. 1994. Т. 30. Вып. 4. С. 1-15.
29. *Слемнев Н.Н., Гунин П.Д., Казанцева Т.И.* Саксаульники Монголии. Сообщение 1. Редкие травяные саксаульники, их строение и особенности развития // Раст. ресурсы. 1977. Т. 33, вып. 3. С. 124 – 139.
30. *Умаров К.У., Якунин Г.Н.* Характеристика бурых пустынно-степных почв Булганского стационара // Структура и динамика степных и пустынных экосистем МНР. Л.: Наука, 1974. С.11-26.
31. *Умаров К.У., Якунин Г.Н.* Почвы // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Л.: Наука, 1981. Ч.2. С. 23-29; 135-143.
32. *Цаценкин И. А., Юнатов А.А.* Естественные кормовые ресурсы МНР: Восточная часть Гоби // Труды Монг. комиссии АН СССР. М. 1951.Т. 40. 350 с.
33. *Юнатов А.А.* Основные черты растительного покрова МНР // Труды Монг. комис. М.- Л. 1950. Вып. 39. 223 с.
34. *Юнатов А.А.* Пустынные степи Северной Гоби в Монгольской Народной Республике. Л.: Наука. 1974. 131 с.

DYNAMICS AND PRODUCTIVITY OF PLANT COMMUNITIES OF BULGAN SOMON

© 2004. T.I. Kazantseva

V.L. Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences.
Prof. Popova str., 2, Sankt – Petersburg, 197376, Russia

Dynamics of vegetation and productivity of 10 communities of stepped deserts and deserted steppes was shown in this work. These communities are widespread and typical. Dynamics of species composition, projective cover; total aboveground mass and annual increment was studied. Dependence of the aboveground mass forming on amount of annual precipitation and ecotope conditions was shown. Participation of general life forms of plant in process of annual mass accumulation was determined. Species composition, value of projective cover and phytomass, conditions of life of dominants and co-dominants gave an opportunity to show communities' resistance for a long period (more than 30 years). The estimation of modern state of natural grassland and degree of anthropogenic degradation was given. In 2003 that was very wet, a plenty of species, including annual plants was recorded. Phytocoenotic indices were maximum during years of investigation.

Reaumiria songarica, *Anabasis brevifolia*, *Haloxylon ammodendron* were strong to drought, salinity, and wind erosion, anthropogenic influence in communities of steppe deserts. For plants *Kalidium foliatum*, *K. gracile*, *Nitraria sibirica* sandization and covering by sand was recorded on Ulan-Nur lake-side.

The xerophytes bunch grass *Stipa gobica* intensified its phytocoenotic state in deserted steppes communities. Loose-bunch grass *Cleistogenes songorica* life state became worse. The age spectrum reflects an increase of old individuals' participation. Particulation was recorded under strong anthropogenic influence. Expansion of *Ephedra sinica* from sair on placor has happened in piedmont part of plain communities. Pasturing press is severe in communities of steppe deserts, moderate in deserted steppe and very strong around ponds, wells, etc.

===== ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ =====

УДК 504.052:631.6 (517.3)

МОНИТОРИНГ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ОАЗИСА ЭХИЙН-ГОЛ В ПУСТЫНЕ ГОБИ НА ЛОКАЛЬНОМ УРОВНЕ*

© 2004. Е.И. Панкова¹, Д.Л. Голованов², Ж. Мандахбаяр³

¹Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 119017, Москва, Пыжевский пер. д.7

²МГУ им. М.В. Ломоносова, Географический факультет,
119992, Москва, Воробьевы Горы, ГЗ

³Институт Географии АН Монголии, Улан-Батор, Монголия

Природные особенности оазисов пустынь Гоби до последнего времени оставались слабо изученными. Первые и единственные до 80-х годов 20-го века сведения об оазисах Заалтайской Гоби и их растительном покрове мы находим в работе Е.М. Лавренко и А.А. Юнатова (Лавренко, Юнатов, 1960).

Более полное представление об этих экосистемах получено в результате работ совместной Советско-Монгольской биологической экспедиции 1970-х – 1980-х гг. (Пустыни Заалтайской Гоби, 1986; Евстифеев, Панкова, Якунин, 1983; Панкова, 1980; Федорова, Панкова, 1980 и др.). В 1977 г. на территории оазиса был создан стационар Советско-Монгольской биологической экспедиции. Научным руководителем работ являлся доктор биологических наук П.Д. Гунин (Пустыни..., 1986).

Впервые в 1977-1978 гг. были проведены детальные комплексные исследования оазиса. Это наиболее крупный природный оазис Заалтайской Гоби, площадь которого около 500 га. Почвенные работы были выполнены Е.И. Панковой и Ж. Мандахбаяр. Было заложено около 100 разрезов, на основе этих материалов были составлены детальные карты оазиса: почвенно-солевая, карта растительного покрова (автор – Федорова И.Т.) и комплексная почвенно-геоботаническая (Приложение 12; Федорова, Панкова, 1980). Карты составлялись в масштабе 1:10000 с использованием аэрофотоснимков июля 1977 г.

Природные условия оазиса Эхийн-Гол

Природные оазисы гобийских пустынь - это своеобразные природные экосистемы, формирующиеся в зонах выклинивания пресных или слабоминерализованных глубинных вод, приуроченных к тектоническим разломам (Пустыни..., 1986). К числу таких оазисов относится и оазис Эхийн-Гол. Он расположен на юге пустынь Монголии на подгорной равнине Цаган-Богдо в зоне транзита в долине сайра Эхийн-Гол на 42⁰ с.ш. и 98⁰ в.д. (рис. 1). Абсолютные отметки около 1000 метров. Он лежит в зоне крайнеаридных пустынь. Территория оазиса представляет собой участок древнеаллювиальной равнины временного потока (сайра) Эхийн-Гол. Она сложена с поверхности лессовидными незасоленными суглинками, возраст которых около 30 000 лет (Пустыни..., 1986). Мощность суглинистых отложений варьирует от 0.5 до 2 - 3.5 м. Они представлены преимущественно средними суглинками с прослоями и линзами легких и тяжелых суглинков, подстилаемых пролювиальными галечниками, а ниже - красноцветными глинами мел-палеогенового возраста. В пределах оазиса с востока на запад проходит серия тектонических разломов, к которым приурочена зона выклинивания родниковых вод. Территория оазиса прорезана сухими руслами, которые на отдельных участках вскрывают соленосные мел-палеогеновые глины, подстилающие четвертичные лессовидные суглинки.

Климат Заалтайской Гоби, на территории которой расположен оазис, резко континентальный, характеризуется малым количеством осадков, сухостью, контрастностью температур. Снежный покров отсутствует. Летняя погода устанавливается в апреле. Средняя годовая температура воздуха +4,4°. Самым теплым месяцем года является июль, среднемесячная температура июля +23,8⁰, абсолютный максимум +37°, самым холодным является январь, средняя температура - 18,2°, абсолютный минимум равен -43,9°. Годовая сумма осадков составляет около 35 мм. Отдельные годы

* Работы выполнены в составе Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции в рамках проекта ЕС «Коперникус-2» «Gobi Desertification» (ЕС contract number ICA-CT-2000-10022).

бывают абсолютно сухими. В летнее время выпадает основное количество осадков. Средняя годовая величина относительной влажности воздуха 55%. Абсолютный максимум скорости ветра равен 19 м/с. Испарение с водной поверхности равно 900-1230 мм (Гунин, Дедков, 1980).

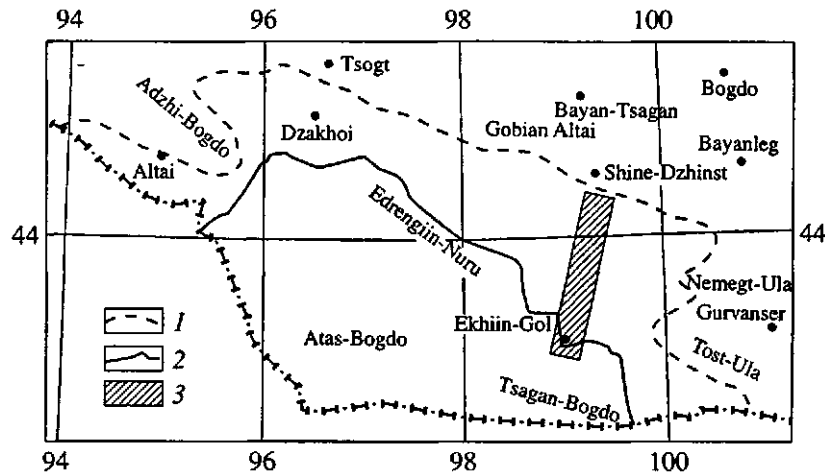


Рис. 1. Схематическая карта Большого Гобийского заповедника и Эхийн-Гольского стационара в Заалтайской Гоби. Границы: (1) Заалтайской Гоби; (2) Большого Гобийского Заповедника; (3) полигона полустационарных наблюдений (Шине-Джинст – Эхийн-Гол – Цаган-Богдо) (4). **Fig. 2.** Schematic map of the Bol'shoi Gobi Reserve and the Ekhiin-Gol Desert Experimental Station in the Transaltai Gobi. Boundaries: (1) Transaltai Gobi; (2) Bol'shoi Gobi Reserve; (3) Study area of the Desert Experimental Station (Shine-Dzhinst—Ekhiin-Gol—Tsagan-Bogdo) (4).

На территории оазиса к серии тектонических разломов приурочена зона выклинивания родниковых вод. В данном районе имеется несколько родников: Наран-Булаг, Их-Булаг, Морьт-Булаг, Мен-Тужигнуур-Булаг. Самый крупный Их-Булаг имеет расход 12.6 л/сек, остальные характеризуются меньшим дебитом. Температура воды в течение года в источниках постоянная (+10°). Минерализация воды около 0.7 г/л, состав преимущественно сульфатно-натриевый, часто с повышенной щелочностью (табл. 1). Грунтовые воды на территории, так же как и родниковые, преимущественно слабоминерализованные (1-5 г/л) сульфатно-натриевого состава часто с повышенной щелочностью. В водах может присутствовать некоторое количество нитратов и боратов (табл. 2).

Почвенно-солевая съемка территории оазиса впервые была проведена летом 1977 г. В результате была составлена почвенно-солевая карта масштаба 1:10000, позволившая отразить все многообразие почв оазиса Эхийн-Гол. Почвенный покров оазиса представлен в основном почвами гидроморфного ряда разной степени засоления и гидроморфизма. Собственно пустынные автоморфные почвы в пределах оазиса имеют ограниченное распространение. Они лишь окружают оазисные земли. В пределах оазиса выделены: лугово-болотные, луговые темноцветные, остаточные луговые такыровидные, пустынные песчаные почвы и солончаки. Последние господствуют на территории оазиса. Растительные сообщества тесно связаны с определенными типами почв (Федорова, Панкова, 1980).

Основные ценозообразователи в оазисе Эхийн-Гол - это кустарники *Tamarix ramosissima*, *Nitraria sibirica*, *N. roborovskii*, *Lycium ruthenicum*, полукустарничек *Reaumuria songorica*, многолетние злаки *Phragmites communis*, *Achnatherum splendens*. К местам непосредственного выклинивания грунтовых вод приурочены густые заросли высокорослого, обильно плодоносящего тростника (до 3 м) с участием в покрове *Hordeum breisubulatum*, *Epilobium palustre* и ряда других влаголюбивых видов. Тростник, являясь эдификатором весьма распространенных в оазисе сообществ, имеет довольно широкий экологический диапазон по отношению к одному из ведущих факторов среды - засолению.

Почва под сообществами из высокорослого тростника полугидроморфная солончаковая суглинистая, подстилаемая тяжелыми глинами. При увеличении засоленности почвы проявляется угнетение сообщества тростника (высота его не более 0.8-1.0 м), он становится малопродуктивным. Это довольно разреженные сообщества (проективное покрытие 12-15%), обедненные флористически. Создификаторами могут быть *Glycyrrhiza uralensis*, *Sophora flavescens*. Единичное участие *Lycium ruthenicum*. Сообщества из среднерослого тростника связаны, как правило, с луговыми солончаками. На злостных солончаках с наиболее высоким засолением формируются сообщества из сильно

угнетенного низкорослого тростника, часто стелющегося и не плодоносящего. Это обычно одновидовые сообщества, иногда создателем является колючий кустарник *Lycium ruthenicum*, который на злостных солончаках часто образует чистые заросли.

Таблица 1. Данные анализа состава грунтовых вод оазиса Эхийн-Гол (1977 г.). **Table 1.** Results of analysis of subsoil water from Ekhiyn-Gol oasis (1977).

Наименование объекта	Глубина взятия образца	Сумма солей мг/л	Щелочность		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻ общая					
			мг/экв/л /% от суммы мг-экв анионов и катионов						
Разрез 8	155	1470.0	Нет	<u>3.20</u> 14.1	<u>8.96</u> 36.7	<u>11.19</u> 49.2	<u>5.47</u> 24.0	<u>1.91</u> 8.4	<u>15.37</u> 67.6
Разрез 1	250	2080.0	-	<u>7.60</u> 22.6	<u>12.04</u> 35.7	<u>14.07</u> 41.7	<u>4.28</u> 12.7	<u>4.29</u> 12.8	<u>25.11</u> 74.5
Разрез 17	150	2897.0	-	<u>9.79</u> 2.3	<u>109.75</u> 25.6	<u>309.40</u> 72.1	<u>33.32</u> 7.8	<u>19.04</u> 4.4	<u>376.58</u> 87.8
Разрез 6	190	2550.0	-	<u>2.80</u> 7.3	<u>12.04</u> 31.4	<u>23.56</u> 61.3	<u>10.95</u> 28.5	<u>4.52</u> 11.8	<u>22.93</u> 59.7
Разрез 51	130	1600.0	-	<u>5.4</u> 21.0	<u>9.18</u> 35.6	<u>11.19</u> 43.4	<u>6.91</u> 26.8	<u>2.37</u> 9.2	<u>16.49</u> 64.0
Разрез 47	70	2372.0	<u>0.40</u> 1.1	<u>2.0</u> 6.8	<u>4.99</u> 14.2	<u>27.74</u> 79.0	<u>16.64</u> 47.4	<u>6.15</u> 17.5	<u>12.34</u> 35.1
Разрез 46	190	5396.0	<u>0.20</u> 0.2	<u>2.6</u> 3.5	<u>11.90</u> 15.2	<u>63.59</u> 81.3	<u>22.41</u> 28.6	<u>7.52</u> 10.1	<u>47.99</u> 61.3
Разрез 4	230	3496.0	<u>0.80</u> 1.4	<u>7.00</u> 12.9	<u>18.05</u> 33.3	<u>28.38</u> 52.4	<u>6.83</u> 12.6	<u>6.61</u> 12.2	<u>40.79</u> 75.2

Большая площадь на территории оазиса занята сообществом с господством *Tamarix ramosissima*. Заросли тамарикса с мертвым покровом встречаются на солончаках часто в комплексе с фрагментами сообществ из *Lycium ruthenicum*, иногда *Reaumuria songarica*. Сообщества из *Tamarix ramosissima* приурочены также к песчаным почвам бугров, распространенных на окраине оазиса.

С лугово-болотными незасоленными почвами, формирующимися вокруг ключей, связаны сообщества *Triglochin maritimum*, *Glaux maritima*, *Halerpestes ruthenica* и рядом других влаголюбивых видов.

В пределах оазиса встречаются разреженные рощи из *Populus diversifolia* с доминированием в травяном покрове *Sophora alopecuroides*. Эти сообщества приурочены к лугово-такыровидным, слабо солончаковатым, практически незасоленным почвам. К числу широко распространенных видов на территории оазиса относится полукустарничек - *Reaumuria songarica*, сообщества которого окружают песчаные бугры по периферии оазиса.

Засоление почв оазиса

Расположение оазиса в пределах Южногобийских пустынь Монголии в зоне выклинивания родниковых вод определяет в качестве основного почвенного процесса засоление, которое, как известно, является одним из главных процессов аридного почвообразования. Нами были получены сведения о засолении всех типов почв, выделенных на территории оазиса Эхийн-Гол (рис. 2, табл. 3). Остановимся более подробно на засолении этих почв.

Лугово-болотные почвы (табл. 3, разр. 47) занимают в пределах оазиса небольшую площадь. Они выделяются отдельными пятнами (0.2-1 га), приуроченными непосредственно к зоне выклинивания родниковых вод, и обрамляют ключи, питающие грунтовые воды. Часто лугово-болотные почвы выделяются в комплексе с луговыми темноцветными почвами. Последние формируются под злаковым покровом, дающим прочную дернину. Среди растительности доминируют *Triglochin maritimum*, *Carex enervis* и другие. Проективное покрытие достигает 90-100% (Федорова, Панкова, 1980). Временами весной на поверхности луговин стоит вода. В верхней части профиля лугово-болотных почв выделяется оторфованный горизонт, ниже идет черная органо-минеральная масса и далее сизый оглеенный горизонт.

Весь профиль водонасыщен, вскипание наблюдается с поверхности до глубины 50 см. Вода вскрывается чаще всего в пределах верхнего метра. Минерализация воды менее 1 г/л. При подсыхании почв на поверхности выступает налет солей. Своеобразной чертой лугово-болотных почв оазиса Эхийн-Гол является торфянистый, часто мерзлотный горизонт, что, в общем, очень редко встречается в гидроморфных почвах пустынь других регионов Азии.

Формирование лугово-болотных оазисных почв связано с постоянным подпитыванием их пресными холодными ключевыми водами, обусловившими развитие обильной растительности, дающей большое количество органических остатков. Специфика условий разложения органики связана с особенностями микроклимата луговин. Постоянно низкая температура ключевой воды (не выше +10°) исключает сильный прогрев почвы даже летом, что в свою очередь исключает процессы минерализации органического вещества.

Зимой на поверхности луговин возникают наледи за счёт вытекания и намерзания ключевых вод. Наледи крайне медленно оттаивают лишь в летнее время, создавая условия для промывки почв от солей.

Таблица 2. Данные анализа состава поверхностных вод оазиса Эхийн-Гол (1977 г.). **Table 2.** Results of analysis of superficial water from Ekhiyn-Gol oasis (1977).

Наименование объекта	Плотный остаток, мг/литр	Щелочность		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺
		CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻ общая					
		мг-экв./л / % от суммы анионов и катионов						
Водохранилище Эхийн-Гол	964.01	<u>0.40</u> 2.5	<u>5.00</u> 31.1	<u>3.84</u> 23.9	<u>6.83</u> 42.5	<u>4.48</u> 27.9	<u>3.20</u> 19.9	<u>8.39</u> 52.2
Вода из основного источника оазиса	712.0	<u>0.20</u> 1.8	<u>2.20</u> 19.7	<u>3.65</u> 32.7	<u>5.12</u> 45.8	<u>1.71</u> 15.3	<u>2.34</u> 20.9	<u>7.12</u> 63.8
Вода из магистрального канала Эхийн-Гол	812.0	<u>0.20</u> 1.5	<u>2.60</u> 20.2	<u>3.46</u> 26.9	<u>6.61</u> 51.4	<u>2.35</u> 18.3	<u>2.34</u> 18.1	<u>8.18</u> 63.8
Из источника у разр. 47 (Нарын-Булаг)	896.0	<i>Нет</i>	<u>1.80</u> 13.2	<u>4.80</u> 35.2	<u>7.04</u> 51.6	<u>1.02</u> 14.1	<u>1.71</u> 12.5	<u>10.01</u> 73.4
Вода источника Эхийн-Гол (питьевая)	728.0	<u>0.20</u> 1.7	<u>2.40</u> 20.7	<u>3.46</u> 29.8	<u>5.55</u> 47.8	<u>2.56</u> 22.1	<u>1.28</u> 11.0	<u>7.77</u> 66.9
Вода из наиболее западного источника	950.0	Нет	<u>2.00</u> 13.4	<u>5.51</u> 37.0	7.38 49.6	<u>3.57</u> 24.0	<u>1.43</u> 9.6	<u>9.89</u> 66.4
Вода из источника Акбулак (разрез 55)	875.0	Нет	<u>2.20</u> 15.7	<u>4.89</u> 35.0	<u>6.90</u> 49.3	<u>3.81</u> 27.2	<u>1.19</u> 8.5	<u>8.99</u> 64.3
Вода поливная производственного участка	804.0	<u>0.20</u> 1.6	<u>2.80</u> 21.8	<u>8.65</u> 28.4	<u>6.19</u> 48.2	<u>2.35</u> 18.3	<u>2.1</u> 16.6	<u>8.36</u> 65.1
Скважина (колодец) Шине-Джинст	565.0	Нет	<u>2.00</u> 22.8	<u>2.24</u> 25.6	<u>4.52</u> 51.6	<u>3.09</u> 35.3	<u>1.38</u> 27.1	<u>3.29</u> 37.6
Вода из вертикальной скважины к югу от оазиса	2268.0	Нет	<u>1.36</u> 3.2	<u>9.20</u> 49.5	<u>18.19</u> 47.3	<u>12.02</u> 32.6	<u>2.66</u> 7.2	<u>22.17</u> 60.2

* Анализы выполнены в лаборатории Почвенного института им. В.В. Докучаева.

Луговые глубокогумусированные почвы (табл. 3, разр. 8) были выделены в пределах тех же луговин оазиса, что и лугово-болотные. Они занимают более дренированные (повышенные) участки около родников. Грунтовая вода в профиле луговых почв обнаруживается на глубине 1.2 – 1.8 м. Эти почвы формируются под густым луговым разнотравьем и выделяются наличием в профиле плотного дернового горизонта, под которым залегают хорошо прогумусированные (более 5% гумуса) и оструктуренные горизонты, идущие до глубины 60-80 см. Средняя и нижняя части профиля сильно оглеены и омергелены, часто содержат большое количество мучнистых карбонатов и плотных карбонатных конкреций (СО₂ карбонатов достигает 9-10%). Луговые почвы часто характеризуются очень небольшим количеством легкорастворимых солей в верхней части профиля и признаками

солонцеватости. В солонцеватых вариантах луговых почв отмечается глыбисто-ореховатая прочная структура, при высыхании профиль почвы рассекается глубокими вертикальными трещинами.

Наиболее характерным процессом, определяющим формирование профиля луговых почв, является активное гумусонакопление. В отличие от лугово-болотных почв, благодаря лучшей дренированности, в луговых почвах создаются оптимальные условия для гумификации органических остатков. Содержание гумуса иногда достигает 10%. В его групповом составе преобладают гуминовые кислоты.

Солончаковый процесс в луговых почвах проявляется слабо. Однако при отсутствии условий для промывки почв от солей (зимних наледей) наблюдается резкое усиление солончакового процесса. Это бывает отчетливо выражено в почвах по краю луговин. Поверхность почвы покрывается сначала налётом, а затем коркой солей. Почва резко уплотняется, появляется острогранно-столбчато-ореховатая структура. На таких землях исчезает луговая растительность, уменьшается приход органического вещества, изменяется процесс гумификации. Главным почвообразовательным процессом становится соленакопление. На первых стадиях соленакопления почвы еще могут содержать высокое количество гумуса и сохранять признаки луговых (разр. 53). Однако это уже реликтовые признаки. Активное соленакопление подавляет все другие процессы и приводит к формированию гидроморфных солончаков.

Гидроморфные оазисные солончаки (разр. 46) на территории оазиса Эхийн-Гол распространены очень широко и являются господствующим типом почв, занимающим до 85% площади. Гидроморфные солончаки различаются по химизму засоления, запасам солей, степени выраженности солончакового процесса. Они формируются под различными солестойкими растительными сообществами, доминантами в которых могут быть *Tamarix ramosissima*, *Lycium ruthenicum*, *Reomuria songarica* и т.д. Но наиболее широко распространены солончаки под разреженными сообществами угнетенного тростника (*Phragmites communis*) (Федорова, Панкова, 1980). Проективное покрытие в этом случае не превышает 7-10%. Часто поверхность солончака бывает практически лишена растительности и покрыта коркой солей. Несмотря на разнообразие свойств гидроморфных солончаков оазиса Эхийн-Гол, они объединяются и рядом общих диагностических показателей. Солончаки формируются на близких (2.2-2.5 м) слабоминерализованных (1-5 г/л) грунтовых водах и обладают четко выраженным солончаковым (грибовидным) профилем с максимумом солей в слое 0-30 см, приуроченном к зоне капиллярной каймы. Количество солей в этом горизонте может достигать 40-60%, т. е. практически это солевые коры. С глубины 1-2 м почвы становятся слабозасоленными или даже незасоленными, что четко отражается в солевых профилях оазисных солончаков.

Таблица 3. Данные анализа водных вытяжек из образцов почв оазиса Эхийн-Гол (1977 г.). **Table 3.** Results of analysis of water extracts out of soil samples from Ekhiyn-Gol oasis (1977).

Глубина, см	Сумма токсичных солей, %	Плотный остаток, мг/л	Щелочность		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
			CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻ общая						
Мг-экв /100 г почвы										
Разрез 47. Лугово-болотные солончаковатые										
30-50	0.19	0.28	нет	0.40	1.02	2.66	0.69	0.39	2.48	0.05
50-100	0.07	0.09		0.30	0.51	0.59	0.20	0.09	1.04	0.03
100-150	0.08	0.09		0.30	0.41	0.69	0.10	0.19	0.96	0.03
170-200	0.07	0.11		0.30	0.41	0.79	0.10	0.19	0.89	0.05
Разрез 8. Луговые темноцветные солончаковатые										
0-10	0.38	0.56		0.90	3.28	4.20	2.31	0.84	4.91	0.32
10-25	0.16	0.28		0.90	1.23	2.20	0.70	0.46	1.97	1.00
25-35	0.07	0.09		0.70	0.67	0.23	0.23	0.23	0.88	0.20
35-50	0.04	0.08		0.80	0.34	0.23	0.23	0.23	0.40	0.20
120-150	0.06	0.13		0.70	0.56	0.81	0.70	0.23	0.72	0.20
Разрез 53. Солончак по луговой темноцветной почве										
0-4	14.8	16.07	нет	3.60	255.36	13.18	19.37	59.51	163.14	28.98
4-20	1.76	2.88		0.90	23.52	19.84	9.86	4.64	21.90	7.24
20-40	1.09	2.06		0.30	10.98	19.14	10.67	1.97	14.40	2.90

Продолжение таблицы 3.

40-60	0.54	1.51		0.60	2.58	18.79	11.37	2.08	5.97	2.00
90-150	0.07	0.20		0.30	0.90	1.86	1.16	0.23	0.80	0.36
Разрез 46. Солончак										
0-3	3.70	5.63	нет	1.00	32.50	51.00	25.26	4.74	50.56	1.94
3-10	42.75	51.89		5.80	65.00	650.00	57.00	4.50	636.70	20.51
10-20	54.90	62.80		1.60	16.25	852.00	25.50	3.00	820.40	6.92
20-40	0.94	2.06		0.60	5.46	23.66	11.60	2.55	11.60	4.20
80-90	0.59	1.64		0.40	3.38	19.72	12.30	1.85	7.02	1.78
150-190	0.17	0.24		0.20	1.01	2.55	0.46	1.63	0.88	0.60
Разрез 4. Солончак										
0-2	18.11	18.62	Нет	0.40	243.75	51.00	18.00	6.00	265.70	4.10
2-7	12.48	14.27		0.50	105.06	106.61	23.36	7.13	180.00	3.85
7-12	22.72	25.45		0.30	218.26	168.93	18.41	4.56	336.26	2.26
12-25	3.50	4.65		0.30	25.30	39.60	12.67	3.76	48.69	1.18
50-80	1.42	1.45		0.70	8.77	11.96	1.67	0.59	20.65	0.43
80-100	0.18	0.21		1.00	0.82	1.34	0.20	0.09	2.65	0.05
150-200	0.21	0.31		0.90	1.82	2.09	0.70	0.34	2.80	0.86
Разрез 44. Такыровидная (остаточно-луговая)										
0-7	0.23	0.38		0.90	2.55	2.56	1.87	0.59	2.83	0.96
7-22	0.19	0.28		0.80	0.82	2.47	0.69	0.69	2.17	0.20
22-40	0.11	0.17		0.70	0.92	0.99	0.39	0.30	1.30	0.20
63-90	0.09	0.11		0.80	0.71	0.39	0.39	0.10	1.22	0.10
120-150	0.25	0.27		0.60	3.06	0.99	0.89	1.66	2.17	0.10
Разрез 40. Песчаная пустынная										
0-2	0.05	0.10	нет	0.20	0.61	0.71	0.60	0.35	0.48	0.04
2-10	0.08	0.11		0.60	0.71	0.48	0.60	0.23	1.04	0.05
10-60	0.20	0.23		0.80	0.71	0.95	0.43	0.44	2.57	0.05
60-100	0.39	0.42		0.60	3.16	2.74	0.48	0.23	5.61	0.05
110-150	0.29	0.32		0.60	2.35	1.79	0.36	0.24	4.13	0.04
Разрез 73. Лугово-такыровидные староорошаемые										
0-15	0.49	0.60		0.50	5.30	3.09	1.31	0.24	7.04	0.15
4-15	0.77	1.02		0.50	3.98	10.20	2.82	0.65	10.96	0.12
15-45	1.67	1.94		0.50	12.85	15.11	3.09	0.60	24.39	0.18
45-100	0.29	0.36		0.40	1.73	3.33	0.60	0.17	4.13	0.05
100-150	0.04	0.95		0.90	5.10	8.46	0.22	0.43	13.70	0.08

По химизму засоления на территории оазиса были выделены хлоридные, сульфатно-хлоридные и сульфатные солончаки, иногда с повышенным содержанием бора (табл. 4). Особенности состава солей в почвах четко увязываются с химизмом засоления питающих их вод. В верхней части профиля солончаков, в горизонтах с очень высоким содержанием нейтральных (хлоридно-натриевых или сульфатно-натриевых) солей нередко отмечается повышенная щелочность. Причину этого явления мы изучали специально на образцах почв оазиса Эхийн-Гол (Панкова, Замана, Воробьева, 1984).

Наиболее четко особенность строения солевых профилей отражена на картах послойного засоления. На них отчетливо видно, насколько сильнее засоление верхних почвенных горизонтов по сравнению с засолением второго метра почвенного профиля.

Полученные результаты позволили определить природу щелочности почв оазиса и установить, что высокая щелочность здесь часто связана не с содой, а с другими соединениями, в частности, с бором и с солями органических кислот. Высокое содержание бора было зафиксировано и в водах, и в почвах оазиса.

Наряду с почвами явно гидроморфного ряда (луговыми солончаками) в оазисе были выделены полугидроморфные (лугово-пустынные) и автоморфные - остаточно-гидроморфные (такыровидные) почвы. Эти почвы занимают очень небольшую площадь, однако именно они используются под орошение на территории оазиса.

Автоморфные (остаточно-гидроморфные) такыровидные почвы (разрез 44) обладают наибольшим плодородием среди почв оазиса. Эти почвы обычно слабосолончаковые (практически незасоленные), формируются на лессовидных суглинках. Эти почвы не испытывают в настоящее время воздействия грунтовых вод. Однако в их профиле обнаруживаются ржавые точки, отчетливо

выражены прогумусированные поверхностный и погребенные горизонты, хорошая оструктуренность и другие признаки, указывающие на бывшее высокое увлажнение этих почв и протекавший ранее луговой процесс. В настоящее время почвы подвергаются опустыниванию, свидетельством чего служат иссушенный профиль, несколько осветленная корка, в нижней части которой прослеживается чешуйчатость сложения. Профиль почв относительно слабо прогумусирован, лишь в верхних горизонтах содержание гумуса достигает 2%, часто в профиле отмечается погребенный гумусовый горизонт. По-видимому, в настоящее время происходит активная минерализация органических остатков и потеря гумуса.

Своеобразием рассматриваемых такыровидных почв является их слабое засоление (табл. 3). Этот факт, по нашему мнению, заслуживает особого внимания. Он свидетельствует о том, что в настоящее время активное соленакопление может протекать в оазисе лишь при близком залегании грунтовых вод, следовательно, никакие другие источники солей не способны привести в условиях кайнеаридного климата за тысячи лет к значительному засолению почв. Подобный вывод может быть распространен и на окружающие оазис пустынные почвы.

Пустынные песчаные почвы (разр. 40) и слаборазвитые сайровые почвы, характеризующие днища сухих русел водотоков (сайров), а также крайнеаридные пустынные почвы на территории оазиса имеют ограниченное распространение. Песчаные и крайнеаридные почвы окружают оазис и формируются в переходной зоне между оазисом и пустыней. Песчаные почвы, как правило, содержат в своем профиле некоторое (обычно небольшое) количество легкорастворимых солей. Песчаные бугры формируются около кустов, корни и ветки которых задерживают песок, переносимый ветром. Именно с эоловым наносом, по-видимому, связано и засоление песчаного материала (табл. 3).

Крайнеаридные пустынные почвы также, как правило, содержат в своем профиле некоторое количество солей. Гипотеза процесса засоления крайнеаридных почв, формирующихся на незасоленных пролювиальных отложениях, была рассмотрена нами ранее (Панкова, 1986; 1992).

Происхождение солей в этих почвах, если они формируются на незасоленных отложениях, также как и в пустынных песчаных почвах, мы связываем с эоловыми процессами и дальнейшим перераспределением их в профиле почв.

Слаборазвитые почвы днищ сухих сайров (временных водотоков) в большинстве своем не засолены, за исключением тех случаев, когда по сайрам выносятся засоленный наилок, либо когда в мелких низинах в русле сайра застаивается вода, которая, испаряясь, оставляет на поверхности почвы некоторое количество солей.

Таблица 4. Результаты анализа состава природных вод оазиса Эхийн-Гол (2001 г.). **Table 4.** Results of analysis of natural waters from Ekhiyn-Gol oasis (2001).

Наименование объекта	Плотный остаток, мг/литр	Щелочность		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺
		CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻					
		мг-экв./л / % от суммы анионов и катионов						
Водохранилище Эхийн-Гол	1167	<u>0</u> 0	<u>5.2</u> 15.4	<u>5.5</u> 16.3	<u>6.1</u> 18.4	<u>4</u> 11.9	<u>1.4</u> 4.2	<u>11.41</u> 33.8
Вода из источника Акбулак (разрез 55)	1019	<u>0</u> 0	<u>2.2</u> 7.7	<u>4.5</u> 15.8	<u>7.49</u> 26.2	<u>3</u> 13.5	<u>0.8</u> 2.8	<u>70.47</u> 36.7
Из источника у разр. 47 (Нарын-Булаг)	817.6	<u>0</u> 0	<u>4.7</u> 12.7	<u>6.1</u> 16.3	<u>7.74</u> 20.9	<u>4.7</u> 12.7	<u>1.6</u> 4.3	<u>72.25</u> 33.0
Вода источника Эхийн-Гол (питьевая)	693.4	<u>0</u> 0	<u>2.2</u> 10.7	<u>4.1</u> 20.0	<u>3.85</u> 18.8	<u>2.2</u> 10.8	<u>0.6</u> 3.0	<u>7.44</u> 36.3
Вода поливная производственного участка	753.1	<u>0</u> 0	<u>2.2</u> 11.1	<u>2.6</u> 13.1	<u>5.00</u> 25.2	<u>2.4</u> 12.1	<u>0.6</u> 3.0	<u>6.97</u> 34.9

Особое место среди оазисных почв гобийских пустынь занимают *орошаемые почвы оазиса*. Далеко не во всех оазисах Гоби развито орошение; оазис Эхийн-Гол является одним из немногих. В 1968 г. здесь создана сельскохозяйственная опытная станция (Панкова, Якунин, Мандахбаяр, 1980). Здесь возделываются различные овощные культуры (лук, помидоры, огурцы, дыни, арбузы и др.). В задачу наших исследований входило изучение земельного фонда и мелиоративного состояния

орошаемых земель, а также обобщение накопленного опыта по орошению почв и выяснение перспектив развития орошаемого земледелия в оазисе.

Освоение земель оазиса Эхийн-Гол началось в 1969 г. с создания производственного участка. Производственное поле - наибольший по площади массив орошения оазиса – расположено на наиболее плодородных в оазисе такыровидных, незасоленных или слабозасоленных почвах пылевато-суглинистого состава, подстилаемых в третьем метре гравийно-галечниковыми отложениями. В наиболее северной части поля наблюдается подстиление лёссовидных суглинков засоленными красноцветными глинами. Как было показано выше, такыровидные почвы обладают относительно хорошей прогумусированностью верхней части почвенного профиля, уплотненностью подпахотного слоя, четко выраженным утяжелением механического состава во втором полуметре почвенного профиля и наличием погребенного гумусового горизонта. Каких-либо значительных скоплений гипса или легкорастворимых солей в профиле почв не отмечено. Почвы содержат до 2.5% гумуса в пахотном горизонте, что для почв пустынной зоны – немалая величина. В 1977 г., т.е. через 8 лет после начала освоения, орошаемые почвы характеризовались отсутствием засоления, т.е. вторичное засоление на территории оазиса практически не проявилось.

Заканчивая характеристику засоления почв оазиса Эхийн-гол, полученную на основе исследований 1977-1978 гг., следует подчеркнуть, что в пределах оазиса в это время господствовали очень сильно засоленные почвы – злостные гидроморфные солончаки, которые занимали более 80 % территории оазиса. Наряду с солончаками были выделены незасоленные (или слабосолончаковатые) луговые темноцветные и лугово-болотные почвы. Среди практически незасоленных почв были выделены такыровидные автоморфные почвы на лёссовидных суглинках. Именно эти почвы были в 1977 г. объектом орошения. Локально среди незасоленных орошаемых почв выделялись вторичные солончаки (Приложение 12), однако участие их в почвенном покрове было очень небольшое.

Характеристика засоления почв оазиса по материалам обследования 2001 г.

Повторные обследования оазиса Эхийн-Гол были проведены летом 2001 г. Работы выполнялись Д.Л. Головановым и Ж. Мандахбаяр. Задачей работы была повторная почвенно-солевая съемка оазиса для выявления изменения засоления почв и причин их определяющих. В качестве исходных материалов были использованы почвенная и геоботаническая карты оазиса 1977-1978. Обе карты масштаба 1: 10000.

Таблица 5. Изменение уровня грунтовых вод в оазисе Эхийн-Гол по данным режимных наблюдений. **Table 5.** Subsoil water table's change in Ekhiyn-Gol oasis.

Год наблюдения	Глубина в метрах			
	Скважина №1	Скважина №2	Скважина №3	Скважина №4
1985	5.22	7.01	3.73	1.99
1986	5.28	7.07	3.76	1.95
1987	5.21	7.01	3.71	1.28
1989	5.36	7.17	3.85	2.05
1990	5.39	7.21	3.91	2.07
1991	5.45	7.29	3.96	2.09
1992	5.50	7.34	4.01	2.13
1993	5.52	7.37	4.04	2.15
1994	5.56	7.37	4.08	2.18
2001	5.70	7.55	4.20	-

Для решения поставленной задачи было сделано 75 сравнительно-ботанических описаний, заложено и описано около 30 почвенных разрезов, одна траншея, отобрано и проанализировано 260 образцов. Отбирались также поверхностные и грунтовые воды. В наблюдательных скважинах замерялся уровень грунтовых вод, была использована также архивная информация об уровне грунтовых вод за период 1985-2001 гг. В полевых условиях проведено определение суммарного засоления почв и минерализации поверхностных и грунтовых вод по электропроводности (Голованов, Мандахбаяр, 2002).

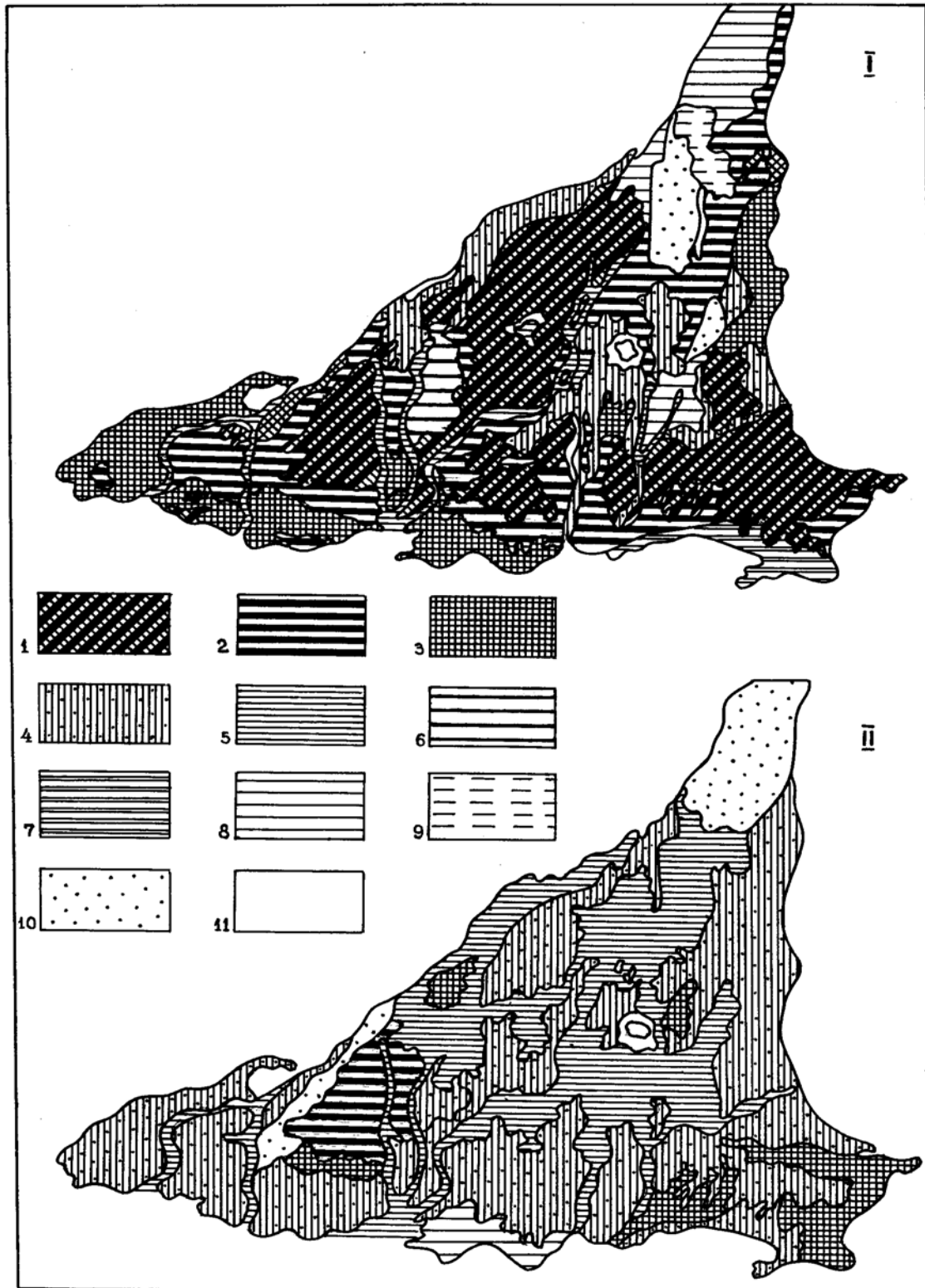


Рис. 2. Засоление почв оазиса Эхийн-Гол на глубинах 0-100 см (I) и 100-200 см (II) по результатам почвенно-солевой съемки 1977 года. Содержание Na в водной вытяжке (мг-экв на 100 г почвы): **1.** > 75. **2.** 35-75. **3.** 12-35. **4.** 6-12. **5.** 2-6. **6.** <2. **7.** Преобладает 35-75, участками > 75. **8.** Преобладает 6-12, участками > 12-35. **9.** Преобладает 12-35, участками 2-6. **10.** Преобладает 2-6, участками 6-12. **11.** Не обследованные территории. **Fig. 3.** Pickling of soils in Ekhiyn-Gol oasis at the depths 0-100 cm (I) and 100-200 cm (II) according to results of soil-salt studies in 1977. Natrium contents in water extraction: **1.** > 75. **2.** 35-75. **3.** 12-35. **4.** 6-12. **5.** 2-6. **6.** <2. **7.** Mainly 35-75, locally > 75. **8.** Mainly 6-12, locally > 12-35. **9.** Mainly 12-35, locally 2-6. **10.** Mainly 2-6, locally 6-12. **11.** Territories not investigated.

Сопоставление климатических показателей последних лет и данных о климате семидесятих годов свидетельствует о том, что принципиальных изменений климата за прошедшее время не наблюдалось. В то же время, результаты обследования источников обводнения оазиса позволили констатировать появление нового родника на его юго-восточной окраине. Грунтовые воды по-прежнему характеризуются низкой минерализацией и преимущественно хлоридно-сульфатным составом, иногда с повышенной щелочностью (табл. 4).

Режимные наблюдения за уровнем грунтовых вод (табл. 5) свидетельствуют о том, что в период 1985-2001 гг. наблюдалось стабильное понижение уровня грунтовых вод на 50 см, т.е. на 3-4 см в год. Растительный покров за прошедший период сильно изменился: сократились площади, занятые тростником и луговыми ассоциациями, увеличились площади, занятые солеустойчивыми видами. Растительность явно испытывает сильнейшую пастбищную дигрессию.

Полевые обследования территории оазиса и сопоставление состояния отдельных контуров, выделенных на карте 1977 г., с состоянием на 2001 г., позволили установить некоторые изменения в свойствах почв и, в том числе, в их засолении (табл. 6).

Таблица 6. Данные анализа водных вытяжек из образцов почв оазиса Эхийн-Гол (2001 г.). **Table 6.** Results of analysis of water extracts out of soil samples from Ekhiyn-Gol oasis (2001).

Глубина, см	Сумма токсичных солей, %	Плотный остаток, мг/л	Щелочность		Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺
			CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻					
Мг-экв /100 г почвы									
Разрез 47. Лугово-болотные солончаковатые									
0-1	79.5	80.5	0	1.25	375.00	299.10	43.0	25.0	606.0
1-2	58.8	58.85	0	0.00	200.00	490.70	3.0	1.0	686.7
2-10	5.53	5.55	0	0.00	29.0	40.5	12.5	1.5	55.5
10-20	0.72	0.75	0	0.30	4.20	5.85	1.6	0.2	8.2
20-30	0.42	0.45	0	0.10	2.00	3.63	1.1	0.1	4.4
30-40	0.25	0.27	0	0.25	1.4	2.61	0.1	0.2	3.7
40-45	0.46	0.49	0	0.00	9.4	1.39	1.1	0.5	9.2
75-80	0.17	0.19	0	0.00	1.2	0.91	0.5	0.1	1.5
100-110	0.23	0.24		0.00	0.4	2.63	0.3	0.1	2.6
Разрез 8. Луговые темноцветные солончаковатые									
0-3	2.63	2.81	0	0.73	22.97	19.32	8.57	5.55	28.9
3-20	0.38	0.41	0	0.46	1.91	3.88	1.20	0.42	4.63
20-30	0.22	0.23	0	0.27	0.96	2.44	1.10	0.15	2.42
50-60	0.11	0.12	0	0.81	0.22	0.56	0.30	-	1.29
70-80	0.10	0.11	0	0.77	0.25	0.44	0.15	0.15	1.16
90-100	0.11	0.12	0	0.65	0.43	0.68	0.17	0.13	1.46
Разрез 46. Солончак									
0-1,5	6.3	6.63	0	0.60	50.0	52.40	16.30	2.30	84.40
1,5-10	57.5	58.8	0	6.25	95.0	595.7	23.00	1.00	672.9
10-20	58.3	59.0	0	3.25	60.0	733.5	34.00	1.00	761.70
20-30	2.50	2.75	0	0.7	9.90	30.40	12.90	1.80	26.30
40-50	2.42	2.44	0	0.6	7.50	23.90	9.90	1.30	20.08
60-70	1.83	2.09	0	0.4	2.50	20.80	12.0	0.30	10.40
90-100	1.31	1.57	0	0.5	5.40	23.20	13.40	2.10	13.60
Разрез 4. Солончак									
0-2	30.90	31.30	0	8.0	356.0	160.4	9.20	4.00	511.20
2-8	26.40	26.83	0	4.0	249.0	188.8	20.0	23.50	398.30
8-10	76.2	78.42	0	11.0	377.5	388.1	110.0	29.0	667.60
10-18	2.22	2.90	0	0.7	15.90	22.30	13.8	2.60	22.50
20-30	1.96	2.37	0	0.75	11.10	21.90	12.70	1.90	19.15
40-50	0.97	1.02	0	1.10	4.60	9.70	2.0	0.90	12.50
90-100	0.24	0.25	0	1.00	1.50	2.90	0.5	0.20	4.70
Разрез 53. Солончак по луговой темноцветной почве									
0-5	22.91	23.13	0	0.88	295.6	42.0	11.0	21.00	306.48
5-10	7.68	7.94	0	0.39	49.7	36.00	12.47	7.55	67.07
20-30	2.13	2.32	0	0.25	8.11	25.36	9.37	1.83	22.52

Продолжение таблицы 6.

40-50	1.57	1.63	0	0.46	9.50	15.32	3.0	1.47	20.81
50-60	1.15	1.17	0	0.73	8.32	9.28	1.05	0.70	17.21
90-100	1.59	0.61	0	0.42	3.03	6.00	1.10	0.62	7.73
Разрез 44. Такыровидная (остаточно-луговая)									
0-2	0.34	0.39	0	0.92	1.33	3.62	2.57	0.42	2.88
2-10	1.30	1.31	0	0.71	5.55	13.78	7.86	1.35	10.83
10-20	0.48	0.50	0	1.18	2.93	2.91	1.25	0.46	5.31
20-40	1.32	0.34	0	0.94	2.14	2.15	1.20	0.32	3.71
60-70	0.14	0.15	0	1.13	1.06	0.98	0.89	0.35	1.93
70-80	0.15	0.17	0	0.45	0.91	1.17	0.72	0.29	1.52
90-100	0.10	0.12	0	0.30	0.56	0.74	0.70	0.34	0.56
Разрез 40. Песчаная пустынная									
0-2	0.06	0.12	0	0.25	1.42	2.01	0.3	0.42	2.96
2-10	0.07	0.14	0	0.80	0.96	2.16	0.45	0.28	3.39
10-60	0.09	0.36	0	0.30	3.43	1.36	0.3	0.36	4.43
60-100	0.28	0.36	0	0.90	4.11	1.42	0.42	0.26	5.77

Резко изменилось засоление контура лугово-болотной незасоленной почвы, в пределах которого был заложен разрез 47. В 2001 г. в пределах этого контура был обнаружен злостный солончак с очень высоким содержанием солей в верхнем 10-сантиметровом слое (табл. 6). Причиной этого является, по-видимому, уменьшение дебита воды в источнике и отсутствие зимних наледей, которые ранее обеспечивали природную промывку почв. Однако этот процесс нельзя считать повсеместным в пределах оазиса. Так, контур с разрезом 8 (луговая темноцветная) остался практически слабозасоленным, и только в пределах корки (0-3 см) было выявлено засоление и обнаружено явление слабого осолонцевания, что ранее проявлялось в меньшей степени. Резко возросло засоление почв в контуре бывших луговых почв, где располагался разрез 53 – солончак по луговой темноцветной почве. В 2001 г. было зафиксировано резкое увеличение засоления этой почвы. Степень засоления сильно возросла, сформировался хлоридно-натриевый злостный солончак (табл. 6). Приведенные факты свидетельствуют о том, что в пределах оазиса прогрессирует засоление луговых ранее незасоленных или слабозасоленных почв.

Сравнение засоления почв контуров, выделенных в 1977-1978 гг. как гидроморфные солончаки (разр. 4; 46 и др.) и почв этих же контуров в 2001 г. подтвердило наличие очень высокого засоления хлоридного и сульфатно-хлоридного (разр. 4) и сульфатного с высоким значением рН (разр. 46). В целом можно констатировать, что засоление этих контуров не претерпело каких-либо существенных изменений за прошедшие 30 лет. Большая неоднородность засоления почв, относящихся к солончакам, не позволила выявить каких-либо существенных отличий в их засолении. Сопоставление засоления такыровидных почв (разр. 44) также не выявило особых изменений в засолении этих почв, хотя некоторая тенденция к увеличению засоления наблюдается.

Наибольший интерес представляет сопоставление засоления орошаемых полей. По данным 1977-1978 гг. на территории оазиса орошалось около 20 га. Причем орошались главным образом такыровидные, исходно незасоленные почвы. В пределах этих контуров засоление проявлялось локально в северной части оазиса, где было обнаружено относительно близкое подстилание лессовидных суглинков красноцветными засоленными мел-палеогеновыми отложениями. В 2001 г. площадь орошаемых земель сократилась почти в 10 раз. В результате обследования было установлено, что на орошаемых землях и на заброшенных после орошения залежных землях произошло существенное усиление засоления почв. Оно проявилось как на землях, орошаемых минерализованной водой (участки расположены у южной границы оазиса), так и на землях в пределах оазиса, полив которых проводился пресной родниковой водой. Развитие вторичного засоления при этом можно связать с поступлением солей из глубоких горизонтов, где было зафиксировано наличие соленосных пород.

Выводы

1. Мониторинг засоления почв оазиса Эхийн-гол (по материалам обследования 1977-1978 и 2001 гг.) позволил констатировать, что на основной территории оазиса, занятой солончаками, резкого изменения засоления почв за прошедший период не зафиксировано. Вполне вероятно, что это связано

с большой неоднородностью засоления оазисных солончаков и недостаточным объемом информации, собранной во второй цикл обследования.

2. Установлена разнонаправленность процессов засоления в разных контурах и почвах оазиса, связанная с изменением обводненности территории (появлением новых родников, сокращением дебита ранее существующих, а также со строительством второго водохранилища и другими причинами антропогенного характера).

3. Усиление засоления произошло на территории, ранее занятой луговыми и лугово-болотными незасоленными или слабозасоленными почвами (район разреза 47), а также на землях орошаемых и залежных. Причины возрастания засоления могут быть связаны как с природными факторами (сокращение обводненности оазиса), так и с антропогенными (изменение стока ключевых вод, сокращение объема намерзающей воды зимой в период образования наледей).

4. Проявление вторичного засоления почв на орошаемых землях определяется локальным подстилением лессовидных суглинков засоленными породами, являющимися источником солей. В ряде случаев при поливе почв минерализованными водами из скважин также проявляется активный процесс вторичного засоления.

5. Возможно, что выявленная тенденция усиления засоления связана с дигрессией растительности за счет перевыпаса, наблюдаемого на территории оазиса. Перевыпас приводит к появлению земель, практически лишенных растительного покрова, что в свою очередь может привести к усилению физического испарения с поверхности почвы и тем самым способствовать активизации процессов засоления на территории оазиса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голованов Д.Л., Мандахбаяр Ж. Устойчивость почвенного покрова оазисов Гоби к разнотипным воздействиям // Тез. докл. Всероссийской конфер. «Устойчивость почв и почвенного покрова к природным и антропогенным воздействиям». М. 2002. С. 148-149.
2. Гунин П.Д., Дедков В.П., Дедкова Н.А. Радиационно-тепловой баланс и основные черты микроклимата // Проблемы освоения пустынь. 1980. № 2. С. 48-62.
3. Евстифеев Ю.Г., Панкова Е.И. Особенности засоления почв пустынной зоны Монгольской Народной Республики // Проблемы освоения пустынь. 1984. № 1. С. 21-33.
4. Евстифеев Ю.Г., Панкова Е.И., Якунин ГН. Почвенный покров Заалтайской Гоби. Пушино. 1983. С. 17-21.
5. Комплексная характеристика пустынных экосистем Заалтайской Гоби. Сборник научных трудов. Пушино. 1983. 114 с.
6. Лавренко Е.М., Юнатов А.А. Природные оазисы в пустыне Заалтайской Гоби МНР // Вопросы эволюции, биогеографии, генетики и селекции. М.: АН СССР. 1960. С. 33-45.
7. Панкова Е.И. Почвы оазисов южногобийских пустынь МНР (на примере оазиса Эхийн-гол) // Проблемы освоения пустынь. 1980, № 5. С.62-73.
8. Панкова Е.И. Засоление почв Монголии // Почвоведение. 1986, № 10. С. 11-19.
9. Панкова Е.И. Генезис засоления почв пустынь. М. 1992. 137 с.
10. Панкова Е.И., Якунин ГН, Мандахбаяр Ж. Опыт и перспективы освоения земель Эхийн-Гольского оазиса // Проблемы освоения пустынь. 1980. № 2. С 88 - 95.
11. Панкова Е.И., Замана С.П., Воробьева Л.А. О природе щелочности почв оазисов южногобийских пустынь Монголии // Почвоведение. 1984. № 12. С. 95-101.
12. Пустыни Заалтайской Гоби. Природные условия, экосистемы и районирование. М.: Наука, 1986.
13. Федорова И.Т. Растительность восточной части Заалтайской Гоби // Проблемы освоения пустынь. 1980. № 2. С. 46-57.
14. Федорова И.Т., Панкова Е.И. О связи растительности и почв (на примере оазиса Эхийн-Гол) // Геоботаническое картирование. Л.: Наука. 1980. 128 с.
15. Golovanov D.L., Mankhbayar J. The results of investigation on soils of Ekhiin-gol oasis in trans Altai Gobi of Mongolia // International conference "Geographical Study of Central Asia and Mongolia": Extended abstracts. Ulaanbaatar, 2002. P. 129-131.

**MONITORING OF THE SOIL SALINITY IN EKHIN-GOL OASIS WITHIN THE GOBI DESERT
AT LOCAL LEVEL****© 2004. Ye.I. Pankova¹, D.L. Golovanov², J. Mandakhbayar³**¹ *V.V. Dokuchaev Soil Science Institute. 119017 Moscow, Pyzhevskiy, 7*² *Moscow State University. 119899 Moscow, Vorobjevy Gory.*³ *Institute of Geography MAS, Ulaanbaatar, Mongolia*

The oases occupy only about 0.1% of the total desert area in Mongolia. However they are of great importance for the life and biodiversity in deserts. By this reason, it is necessary to organize a constant control (monitoring) over the environmental state of oasis ecosystems. As a rule, the natural oases in Gobi deserts of Mongolia are formed within the zones of fresh or slightly saline ground water outcrop confined to tectonic breaking. The object of the research is Ekhin-Gol as the greatest oasis in Trans-Altai Gobi. To study the environment of this oasis in detail, an experimental station was organized by Soviet-Mongolian biological expedition (under the guidance of G.D. Gunin) in 1977. As a result, the salinity was proved to be a limiting factor of soil fertility. Parallel with non-saline soils the solonchaks, characterizing by intensive salt accumulation, are found to be dominant here. The detail soil map and the map of soil salinity were compiled; under study was a specificity of salinity and the trend in the development of salt processes in different soil types. The detail map of the plant cover was compiled as well. The materials, obtained in the course of studies during 1977-1979, served as a basis for repeated studying the oasis in 2001. It may be concluded, that the lands of Ekhin-Gol oasis suffered from essential degradation processes: the plant cover revealed a change showing the features of vegetation digression; the groundwater level was also changed, some water springs disappeared, at the same time new springs occurred. The main attention was paid to soil salinity. The hearths of the secondary salinity among the former non-saline soils and the reasons of their formation have been identified. Thus, the monitoring of soil salinity together with that destined to control plant cover should be very important for controlling oasis ecosystems' evolution in Gobi deserts.

===== ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ =====

УДК 504.052:631.6 (517.3)

ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПУСТЫННЫХ СТЕПЕЙ МОНГОЛИИ (НА ПРИМЕРЕ СОМОНА БУЛГАН)*

© 2004. Д.Л. Голованов¹, Т.И. Казанцева², И.А. Ямнова³

¹ Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова
119899 Москва, Воробьевы горы, МГУ, Географический факультет,

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН,
197376 Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 2

³ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 119017 Москва, Пыжевский пер., 7

Работы по оценке изменений состояния почвенного покрова Булган-сомона Южно-гобийского аймака проводились в августе 2002 и 2003 гг. полустационарным и маршрутным методами. В качестве исходных материалов использовались дистанционные материалы разных сроков наблюдений, а также материалы предыдущих почвенных и почвенно-геоботанических обследований 1971-72 и 1992 гг. (Рубцова, Андроников, 1980; Гордеева и др., 1980; Якунин, 1992). Все современные наблюдения и материалы предыдущих лет обследования привязывались к космическому снимку Landsat за август 2002 г.

Полустационарные исследования повторяли многолетний профиль, пересекающий основные геоморфологические и почвенно-биоклиматические районы Булган-сомона. Профиль ориентирован с юга на север от гор Гурван-Сайхан через подгорную равнину к бессточной котловине озера Улан-Нур (рис. 1; Приложение 14). На ключевых точках профиля закладывались опорные разрезы, проводились морфологические описания почвенных профилей и погоризонтный отбор образцов. Образцы отбирались на определение содержания гумуса, гранулометрического состава, величины и характера засоления – основных индикаторов процессов опустынивания почв: дегумификации, засоления, опесчанивания. Маршрутные наблюдения охватили восточную и западную часть сомона, что позволило выявить направленность процессов деградации почвенного покрова не только в основных высотных почвенно-биоклиматических поясах, в различных геоморфологических позициях территории, но и при разном характере и интенсивности антропогенного воздействия. В наиболее представительных позициях дополнительно закладывались разрезы, проводилось их описание и отбор образцов. Непосредственно в поле определялась минерализация воды из колодцев, скважин, тектонических разломов и суммарное засоление почв (TDS) по электропроводности.

Почвенно-геоботанические особенности Булган-сомона Южногобийского аймака

Почвенный покров пустынных степей Монголии отличается ярко выраженной спецификой, обусловленной многообразием форм рельефа, особенностями климатических условий, а также своеобразными геологическим строением и растительным покровом.

Сложность и разнообразие форм рельефа зоны пустынных степей очевидна: здесь встречаются волнистые и холмисто-увалистые равнины, горные хребты с подгорными равнинами и низкие горы, мелкосопочки и отдельные останцы, тектонические депрессии, котловины выдувания и ровные поверхности.

Климат отличается резкой континентальностью, аридностью, резкими суточными колебаниями температуры, что находит отражение в растительном и почвенном покрове.

Особенность зоны пустынных степей заключается в том, что на этой территории широко распространены почвообразующие породы в основном легкого гранулометрического состава – делювиально-пролювиальные отложения, представленные песчано-галечниковыми и песчано-щебнистыми наносами.

* Работа выполнена при финансовой поддержке проектов: ЕС Contract Number ICA CT-2000-10022; РФФИ № 02-04-48854.

Своеобразен растительный покров пустынных степей, обусловленный характером рыхлых или плотных пород и представленный ковыльковыми, ковыльково-змейковыми, солянково-ковыльковыми и другими сообществами. Также широкое распространение в полосе остепненных пустынь на почвах легкого гранулометрического состава получили кустарники и полукустарнички (парнолистник и караганы) - *Zygophyllum xanthoxylon*, *Reaumuria songarica*, *Brachanthemum gobicum*, а на подчиненных элементах рельефа на сцементированных или перевеянных бугристых песках - нитрария и саксаул (*Haloxylon ammodendron*, *Nitraria sibirica*).

На территории сомона Булган в полосе остепненных пустынь широкое распространение имеют сообщества:

25 (2)¹ Селитрянково-поташниковое (*Kalidium foliatum*, *K. gracile* + *Nitraria sibirica*) сообщество. Почва солончак солонцеватый глинистый. Высота над ур. м. – 1044 м.

24 (5) Змейково-ковыльково-баглуговое (*Anabasis brevifolia* + *Stipa gobica*, *S. glareosa* + *Cleistogenes songarica*) сообщество. Почва бурая остепненно-пустынная (палево-бурая) супесчаная на песчано-щебнистом пролювии. Высота – 1057 м.

26 (7) Многолетнесолянково-саксауловое (*Haloxylon ammodendron* + *Salsola passerina* + *Reaumuria songarica*) сообщество. Бурая остепненно-пустынная (палево-бурая) солончаковая суглинистая. Высота – 1074 м.

23 (12) Реомюриево-брахантемовое с кустарниками ((*Zygophyllum xanthoxylon*, *Nitraria sibirica*) – *Brachanthemum gobicum* + *Reaumuria songarica*) сообщество. Бурая остепненно-пустынная (палево-бурая) солонцеватая песчаная. Высота – 1090 м.

Ст.уч.3 (Баян-Дзаг) Брахантемово-саксаулово-реомюриево с кустарниками ((*Zygophyllum xanthoxylon*, *Nitraria sibirica*) – *Reaumuria songarica* + *Haloxylon ammodendron* + *Brachanthemum gobicum*) сообщество. Почва бурая (палево-бурая) остепненно-пустынная солонцевато-солончаковая. Высота – 1100 м.

В полосе пустынных степей:

21, 22 (13) Ковыльково-ксерофитнопопынно-аяниевое с кустарниками ((*Caragana korshinskii*, *C. leucophloea*) – *Ajania fruticulosa* + *Artemisia xerophytica* + *Stipa glareosa*, *S. gobica*) сообщество. Почва бурая пустынно-степная, супесчаная, карбонатная. Высота – 1201-1300 м.

13, 14, 15 (14). Змейково-холоднопопынно-ковыльковое с кустарниками ((*Caragana korshinskii*, *C. leucophloea*) – *Stipa glareosa*, *S. gobica* + *Artemisia frigida* + *Cleistogenes songarica*) сообщество. Почва бурая пустынно-степная, легкого механического состава, с небольшим содержанием гумуса (0,45% в горизонте 16-22 см). Высота – 1301-1400 м.

16 (15) Змейково-ковыльково-луковое (*Allium polyrrhizum* + *Stipa gobica* + *Cleistogenes songarica*) сообщество. Почва бурая пустынно-степная, супесчаная. Высота – 1401-1500 м.

17 (16) Дернистопынно-эфедрово-ковыльковое (*Stipa gobica* + *Ephedra sinica* + *Artemisia caespitosa*) сообщество. Почва переходная от бурой пустынно-степной к светлокаштановой. Высота – 1501-1600 м.

В полосе опустыненных степей:

18 (17) Дернистопынно-луково-ковыльковое (*Stipa gobica* + *Allium polyrrhizum* + *Artemisia caespitosa*) сообщество. Почва светлокаштановая легкосуглинистая. Высота – 1501-1600 м.

19 Аяниевое злаковое с кустарниками и полукустарничками ((*Caragana leucophloea*, *Eurotia ceratoides*) – *Stipa gobica*, *S. breviflora*, *S. krylovii* + *Ajania fruticulosa*) сообщество. Почва светлокаштановая карбонатная. Высота – 1734 м.

В полосе горных сухих степей:

27 Разнотравно-злаковое с кустарниками и полукустарничками ((*Caragana leucophloea*, *Eurotia ceratoides*) – *S. krylovii*, *Agropyron cristatum*, *Stipa gobica*, *Artemisia frigida*, *Koeleria cristata*, *Scorzonera capito*) сообщество. Почва горнокаштановая. Высота – 1762 м.

Итак, специфика рельефа, климатических условий, а также своеобразный характер растительности определяют особенности почвенного покрова пустынных степей, доминирующим типом которого являются бурые пустынно-степные почвы, разделенные предыдущими исследователями (Н.А. Ногина, Ю.Г. Евстифеев, Е.И. Рачковская, и др.) на два подтипа. Это - 1) собственно бурые пустынно-степные почвы, развитые под пустынными степями и 2) бурые остепненно-пустынные почвы (палево-бурые), характерные для остепненных пустынь. Кроме бурых

¹ Цифры в скобках соответствуют сообществам, рассмотренным в работе Т.И. Казанцевой в этом же сборнике.

пустынно-степных почв в этой зоне встречаются почвы каштанового типа, а также засоленные почвы. Ландшафты зоны пустынных степей широко распространены в Южно-Гобийском аймаке Монголии и на исследуемой территории хозяйства Булган-сомон. Вся территория сомона Булган по А.А. Юнатову (1974) относится к зоне пустынных степей. Ю.Г.Евстифеев, Е.И. Рачковская (1991) относят эти территории к подзоне остепненных пустынь. В пределах этой территории выделено три района: I – равнинный район остепненных пустынь, II – район подгорной наклонной равнины пустынных степей, III – горный район северных склонов хребта Гурван-Сайхан (Рубцова, 1978).

Основные виды антропогенного воздействия на почвенный покров Булган-сомона

Основными видами антропогенного воздействия на почвенный покров экосистем Гоби Булган-сомона являются: выпас, автотранспорт, селитебная нагрузка, локальное орошение, заготовка топлива (саксаула; Методы..., 1990). В последние годы к традиционным видам антропогенного воздействия добавилась и рекреационная нагрузка, вызванная заметным развитием туризма. Булган-сомон представляет особый интерес для туристов не только в связи с археологическими и палеонтологическими памятниками (палеолитическими стоянками и находками здесь останков динозавров), но и благодаря живописным природным объектам, таким, например, как урочище Баяндзаг или базальтовые массивы с россыпями халцедона. Выходы пресных артезианских вод по разломам на контакте массива Гурван-Сайхан и подгорной равнины использовались раньше только для организации водопоя многочисленных выпасаемых стад, в настоящее время они используются и для обустройства кемпингов зарубежных туристов. Таким образом, развивается конкуренция между различными видами хозяйственного использования территории. В связи с нахождением на территории Булган-сомона полезных ископаемых, в частности нефти и полиметаллов, эта конкуренция будет усиливаться.

Антропогенное воздействие не только провоцирует, но и значительно усиливает естественные процессы опустынивания почвенного покрова подзоны пустынных степей и остепненных пустынь: водную и ветровую эрозию, дегумификацию, засоление, в некоторых случаях - опесчанивание или отакиривание почв. Особенно ярко все вышеназванные процессы проявляются в многолетние периоды и засушливые годы (включая 2002 г.). 2003 г. оказался аномально прохладным и влажным. По-видимому, в Южной Гоби закончился засушливый период и начался новый - влажный - многолетний цикл. Наряду со сменой сухих периодов влажными средней продолжительностью 10-12 лет, по результатам многолетних полевых и дендрохронологических исследований в Монголии обнаруживается 50-60-летний цикл увлажнения (Слемнев, Гунин, 2000).

Полустационарные исследования 2003 г. проводились на заложенном в 1972 г. экологическом профиле, пересекающем территорию Булган-сомона с юга на север, от горного хребта Гурван-Сайхан до депрессии Улан-Нур, охватывая три природных района: горный, район подгорной равнины и равнинный. По мере продвижения с юга на север и с падением абсолютных высот соответственно происходит смена подзон: горных сухих степей на светло-каштановых почвах; пустынных степей на бурых пустынно-степных почвах и остепненных пустынь на бурых остепненно-пустынных почвах (см. рис. 1 в статье Панковой и др. в настоящем номере журнала).

Почвенный покров горного района представлен горно-каштановыми почвами, с сильно защебненной поверхностью, слабо развитым профилем. Нередко гумусовые горизонты оказываются сильно нарушенными до горизонта V_{Ca} (точки 27 и 19).

На подгорной равнине со светло-каштановыми и бурыми почвами антропогенная нагрузка также велика, в результате чего происходит снижение содержания гумуса (точки 16-23). Интенсивный выпас привел к сведению растительности и развитию процессов опустынивания. Выражением этого процесса явилось образование в почвах хорошо морфологически выраженного коркового горизонта, что позволило отнести бурые пустынно-степные почвы окрестностей сомонного центра (точка E-25) к другому типу – палево-бурым.

Изменение почвенного покрова под влиянием выпаса

Нарушенность почв под влиянием выпаса оценивалась по тем же критериям, что и при обследовании территории Булган-сомона в начале 1990-х годов, для сопоставимости результатов обследования (Методология..., 1993).

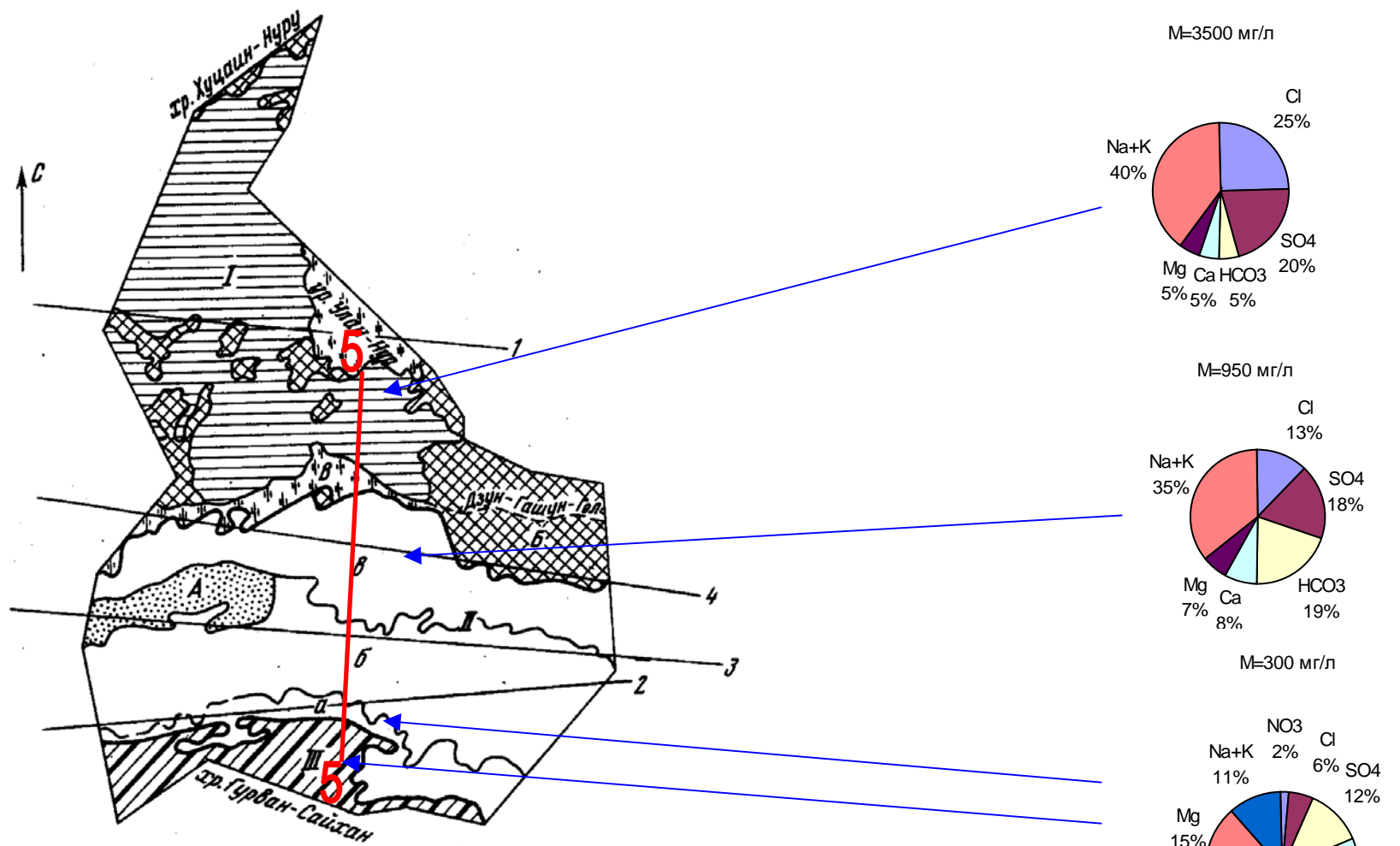


Рис. 1. Основные природные районы сомона Булган. **Fig. 1.** Main natural regions of Bulgan sum. I - равнинный район остепненных пустынь, II - район подгорной наклонной равнины пустынных степей: а - высокого уровня, б - среднего уровня, в - низкого уровня; III - горный район северных склонов хребта Гурван-Сайхан. А - пески; Б - низкогорные и мелкосопочные массивы, В - бессточные впадины. 1,2,3,4 - линии почвенно-геоморфологических профилей 1972-1990 гг. исследований, 5 - линия почвенно-геоботанического профиля; М - минерализация (мг/л) и ионный состав (экв-%) вод колодцев и родников.

Определялась, прежде всего, нарушенность морфологических признаков поверхностных горизонтов почв. При этом учитывались: процент нарушенности поверхности следами животных; глубина следов; наличие скотобойных троп; состояние и уплотнение верхних горизонтов, включая горизонт «В»; мощность профиля; обогащение песком и щебнем поверхности почв; наличие песчаных бугорков у растений; превышение дернин над современным уровнем почв.

Устойчивость пустынных почв к выпасу определяется механическим составом. Почвы легкого состава (супесчаные и песчаные) нарушаются под действием выпаса сильнее, чем почвы суглинистого состава. В суглинистых почвах сильнее проявляется уплотнение.

Для пустынь Монголии были приняты следующие критерии нарушенности почв выпасом (Методы оценки и картографирования, 1990; Методология..., 1993):

Ненарушенные или почти ненарушенные экосистемы - почвенный профиль не нарушен, на поверхности почвы встречаются следы животных, занимающие менее 5% от площади экосистемы (Фон – 0).

Слабо нарушенные - смещен щебнистый панцирь, нарушен верхний надкорковый горизонт, в песчаном эоловом наносе заметны следы животных, нарушения локальные, не более 10% площади (1-ая степень антропогенной нарушенности).

Средне нарушенные - нарушены верхние надкорковый и корковый горизонты на площади 10-20%, следы животных на почвах легкого механического состава доходят до глубины 3 см, корковый горизонт выражен слабо, дернинки растений могут выступать над поверхностью на 1-2 см, у растений накапливается песок мощностью 1-2 см (2-ая степень антропогенной нарушенности).

Сильно нарушенные - нарушены корковый и подкорковый горизонты, они, как и песчаный нанос, перемешаны, корка не выражена, наблюдается слабое уплотнение верхних горизонтов. На склонах гор и мелкосопочников - скотобойные тропы, слабая линейная эрозия. На почвах легкого механического состава проявляется дефляция с накоплением песчаного материала у кустов растений. Такие нарушения могут быть распространены на площади 20-25% (3-ья степень антропогенной нарушенности).

Очень сильно нарушенные (сбой) - нарушена верхняя часть профиля до горизонта «В», профиль уплотнен, перемешан, генетические признаки в нарушенных горизонтах не выражены, поверхность обогащена щебнем и крупным песком. На выровненных поверхностях наблюдается дефляция, на наклонных - плоскостная и линейная эрозия. Такие нарушения проявляются локально у колодцев, родников, кошар и вблизи населенных пунктов (4-ая степень антропогенной нарушенности).

Полевые маршрутные и полустационарные исследования подтвердили ранее выявленные закономерности зависимости степени нарушенности почвенно-растительного покрова в результате выпаса от удаленности разных типов административно-хозяйственных центров.

Таблица. Зона влияния различных административно-хозяйственных центров. **Table.** The zone of impacts exerted by different administrative-economic centers.

Административно-хозяйственный центр	Степень нарушенности почв и радиусы зоны влияния (км)			
	очень сильная	сильная	средняя	слабая
Сомонный (районный)	0,5	5	10	15
Бригадный	0,3	3	5	10
Колодцы, юрты, кошары	0,1	1	3	5

Наиболее сильные изменения наблюдаются в радиусе до 5 км вокруг сомонного центра Булган. Отчуждение фитомассы в результате перевыпаса привело к снижению содержания в почвах гумуса, более отчетливому проявлению коркового горизонта, его осветлению и переходу почв из одного типа в другой (бурых пустынно-степных в палево-бурые остепненно-пустынные).

Пастбищная дигрессия и дегумификация.

Сохраняется сильная нарушенность почв вокруг бригадных центров, в особенности на границе подгорной равнины и горного массива Гурван-Сайхан. Здесь, на северных склонах гор формируется тропинчатый микрорельеф, свидетельствующий о сильной нагрузке. На подгорной равнине, на светлокаштановых и каштановых почвах активно проявляются свежие формы линейной эрозии.

Здесь же на подгорной равнине активно протекают процессы дегумификации, связанные не только с механическим нарушением поверхностных горизонтов, но и с отчуждением фитомассы из биологического круговорота.

Сравнение литературных данных и выборочного опробования содержания гумуса верхних горизонтов почв показало, что наиболее сильно процессы дегумификации затронули преимущественно светло-каштановые и бурые пустынно-степные почвы подгорной равнины. Значительно уменьшилось содержание гумуса в бурых пустынно-степных почвах в окрестностях сомона Булган (точка E25), где также отмечается высокая степень нарушенности растительного покрова по геоботаническим данным (рис. 2). Этот факт совместно с яркой морфологической выраженностью коркового горизонта, позволяет говорить о прогрессирующем опустынивании.

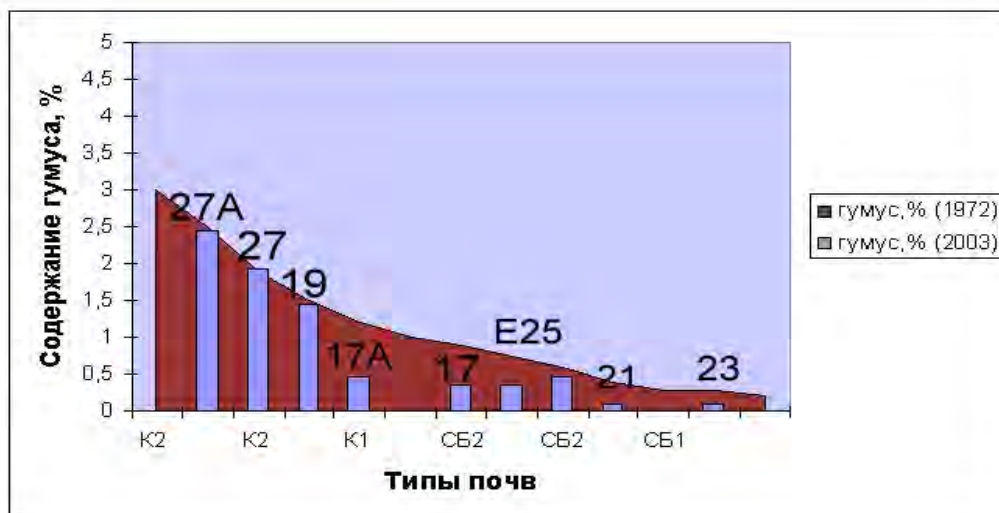


Рис. 2. Изменение содержания гумуса в почвах ключевых участков почвенно-геоботанического профиля за 30 лет. 19 – номера ключевых участков профиля; K1 – типы почв. **Fig. 2.** Changes in the humus content of soils within the key areas for 30 years. 19 – numbers of key areas within the sequence; K1 – soil types.

Вторичное засоление.

Для оценки современного состояния засоления почв было проведено предварительное исследование экспресс-методом – кондуктометрически - измерение содержания легкорастворимых солей в разных типах почв, различающихся по степени засоления. В результате было выделено три группы почв, дифференцированных по содержанию солей в почвенном профиле.

Было исследовано 11 разрезов разных типов почв, которые разбились по содержанию солей на три группы. В первую группу попали солончаки разного генезиса – как сформировавшиеся в естественном понижении – днище бывшего озера Улан-Нур, так и генетически связанные с испарением слабоминерализованных грунтовых вод в местах разломов и выходов вод на поверхность. Во второй группе оказались почвы, засоленные в меньшей степени - солончаковые (содержащие соли в верхних горизонтах профиля – в слое 0-30 см) и солончаковатые, содержащие соли в профиле глубже 30 см. Это палево-бурые и бурые пустынно-степные почвы, содержанию солей в своем профиле они обязаны эоловому переносу. К третьей группе относятся абсолютно незасоленные палево-бурые почвы.

Изменения почвенного покрова в сильной степени происходят в местах концентрации домашних животных: вокруг источников в горах и, особенно, в сайрах в северной (пустынной) части сомона.

В последнем случае, наряду с механическими нарушениями почв, происходит повышение минерализации воды в колодцах, что приводит к засолению сайровых почв, причем количество контуров засоленных почв по сравнению с картами 1973 и 1992 значительно увеличилось. Кроме того, концентрация домашних животных вокруг колодцев приводит при сильном выпасе к «зааргаливанию» поверхности, повышению содержания органических и минеральных форм азота в грунтовых водах а, местами, к сульфидизации.

Зааргаливание, сульфидизация

Особой разновидностью очень сильного нарушения почв является формирование новых типов почв или почвоподобных объектов в местах длительного содержания скота - загонов, зимников и др. Отчуждение фитомассы на обширных площадях пастбищ приводит к размыканию биокруговорота, снижению содержания гумуса в почвах, их постепенной деградации. Вокруг зимников, наоборот,

поступление органического вещества на поверхность почв в виде навоза («аргала» по-монгольски) превышает интенсивность его деструкции, и в результате формируются почвы, получившие рабочее названия «аргалоземы» (в новой классификации почв России - «фимостраты»). Их подразделение на виды может производиться по аналогии с природными органическими почвами (торфяно-глеевых, торфяных) по мощности органогенных горизонтов и их зольности. В процессе полевого обследования Булган-сомона нами были описаны подтипы аргалоземов как переходные к другим типам почв, как правило, слаборазвитых: аргало-сайровые, аргало-песчаные, аргало-литоземы, аргало-солончаки. Были описаны морфологически очень своеобразные вторично-засоленные сульфидизированные («тиониковые») аргало-сайровые почвы.

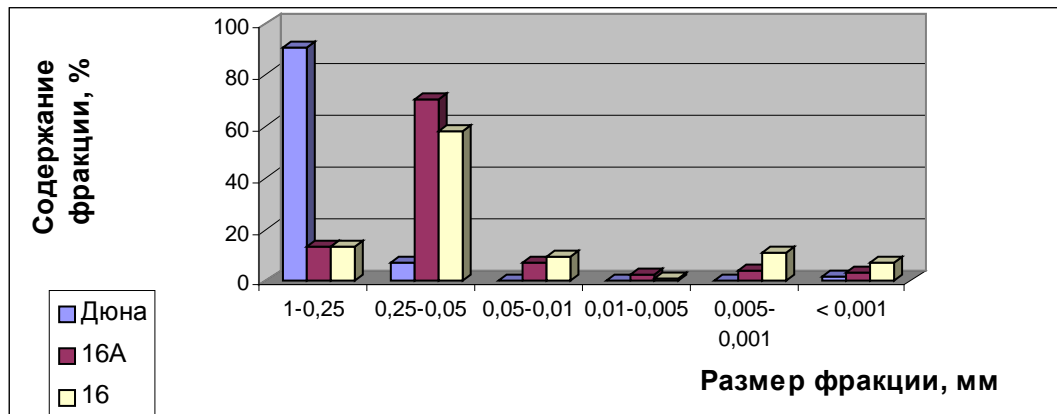
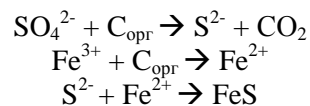
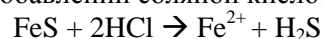


Рис. 3. Гранулометрический состав поверхностных горизонтов почв, подверженных опесчаниванию. «Дюна» - бархан серповидной формы Тугрэг. 16 - эталонный участок подспутникового наблюдения на подгорной равнине вне загородки (подверженный выпасу), 16А - заповедный участок. **Fig. 3.** Texture of the surface horizons in soils suffered from sand-formation. "Dune" - a crescent-shaped barchan of Tugreg. 16 - a control area suffered from grazing in piedmont plain (out of fence), observed by satellite; 16А - an area of reservation.

Для проявления этого процесса необходимы два условия: повышенное содержание органических веществ и засоление, в основном сульфатное (а также хлоридно- и гидрокарбонатно-сульфатное). В этом случае при близком залегании грунтовых вод деструкция органического вещества происходит в анаэробных условиях, где вместо глеевой формируется восстановительная сероводородная обстановка:



Морфологически это находит проявление в угольно-черном цвете почвенных горизонтов и характерном запахе сероводорода при добавлении соляной кислоты:



Опесчанивание.

В северной части сомона в подчиненных позициях широко развиты песчаные массивы, формирующиеся по периферии солончаков. В некоторых случаях здесь образуются барханы серповидной формы, хорошо различимые на снимках. На вершине одного из барханов (дюна Тугрэг) отобран образец («дюна»). В составе гранулометрических фракций преобладает крупнопесчаная (1 – 0,25 мм) – до 90%. На подгорной равнине - бэле – наблюдается опесчаненность верхних горизонтов бурых пустынно-степных и каштановых почв. В засушливые годы ветро-песчаные потоки глубоко проникают по сайрам из остепненных пустынь в пустынные степи. Наиболее ярко этот процесс проявляется на заповедных участках, огороженных сеткой от проникновения домашних и диких животных. Внутри загороженного участка накапливается песчаный нанос более 10 см, состоящий из песка и растительного детрита. Размер песчаных фракций в этом случае более мелкий – 0,25-0,05 мм, ее содержание на заповедном участке достигает почти 70%. Вне загородки – менее 60%, хотя здесь эта фракция преобладающая. Судя по размеру песчаных частиц на барханах песчаные частицы остаточные (более крупные и тяжелые), на подгорной равнине - вновь принесенные (рис. 3).

Изменение почвенного покрова под влиянием орошения.

Несмотря на то, что орошаемые участки занимают незначительные площади (лишь доли процента от общей площади Булган-сомона), преобразования почв при этом виде воздействия носят наиболее радикальный характер. При орошении изменяются водный и тепловой режимы почв (орошение проводится холодными артезианскими водами), происходит механическая турбация поверхностных горизонтов; кроме того, орошение сопровождается отчуждением продукции, а в некоторых случаях - внесением удобрений. Все это приводит к формированию антропогенно-измененных почв, отличающихся от природных аналогов на уровне подтипа, а при высокой контрастности изменений - даже новых антропогенных типов почв.

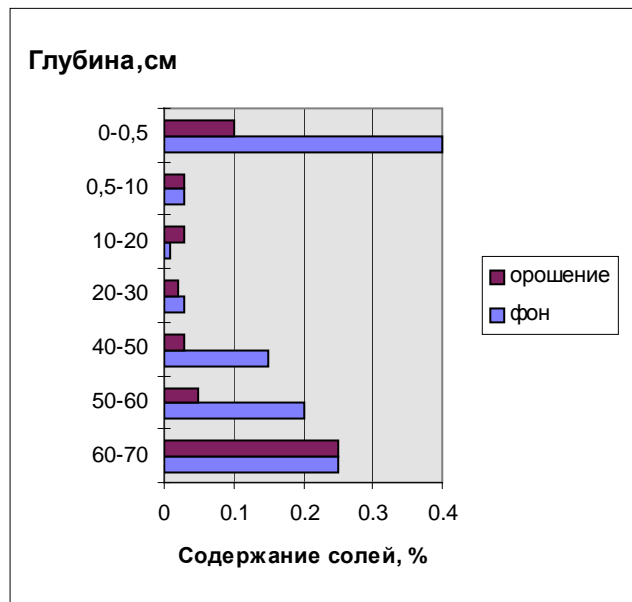
Характер антропогенных изменений орошаемых почв зависит как от свойств самих почв, от минерализации и химизма оросительных вод, так и от технологии орошения. В Южной Гоби применяется традиционный вид орошения - по бороздам, нередко приводящий к подъему уровня грунтовых вод, что сопровождается вторичным заболачиванием и засолением.

Для оценки происходящих изменений в большинстве водопроявлений кондукто-метрическим методом в полевых условиях определялась минерализация вод. По результатам лабораторных анализов можно сделать вывод, что наблюдается вполне удовлетворительная сходимость полевых и лабораторных определений суммарной минерализации природных вод. Расхождения возрастают с увеличением суммарного содержания растворенных солей. В то же время большинство проб артезианских вод Булган-сомона - пресные, с гидрокарбонатно-кальциевым составом солей. Такие воды, как правило, не вызывают вторичного засоления.

С увеличением минерализации грунтовых вод изменяется и их состав. Сначала он становится гидрокарбонатно-сульфатно-натриевым, а затем хлоридно-сульфатно-натриевым. Такие воды мало пригодны для орошения, ограниченно пригодны для использования домашними животными (исключение составляют верблюды) и практически непригодны для питьевого водоснабжения.

На периферии орошаемых участков, где возможно проявление вторичного засоления, закладывались почвенные разрезы и в полевых условиях, кондуктометрически оценивалось содержание солей.

На большинстве крупных массивов орошения Булган-сомона вторичное засоление морфологически не проявляется. Полевые экспресс-определения содержания солей по почвенному профилю свидетельствуют о том же.



В результате орошения и весенних промывок профиль орошаемой почвы оказался практически отмыт от солей (содержание солей до глубины 50 см не превышает 0,1%), в то время как в профиле фоновой почвы содержание солей составляет 0,2-0,4% (рис. 4), что позволяет отнести ее к средней степени засоленной почве.

Рис. 4. Распределение солей по почвенному профилю фоновой и орошаемой почвы (пос. Булган-Сайхан).
Fig. 4. Salt distribution throughout the profile of natural and irrigated soil Bulgan-Saikhan village.

Потенциальные объекты «Красной книги почв» Монголии

В пределах Булган-сомона встречаются уникальные почвенные и шире – ландшафтные объекты, достойные особой охраны, а в перспективе – отнесения к Красной книге почв Булган-сомона, территории Южно-Гобийского аймака, а возможно, и всей Монголии. Речь идет о луговых и болотных почвах, формирующихся на выходах пресных холодных артезианских вод, приуроченных к разломам на подгорной равнине хребта Гурван-Сайхан.

Многие из таких источников используются на орошение, но о необходимости сохранения части природных источников для водопоя диких животных упоминалось ранее (Гунин, 1990).

Экологическое значение источников не ограничивается использованием водой только лишь как ресурсом. Уникальные болотные ландшафты сохранили со времен последнего оледенения реликтовую северную флору, нуждающуюся в режиме особой охраны. В торфяных залежах записана еще не расшифрованная история голоцена Гобийских полупустынь. По-видимому, являются реликтовыми и пылеватые суглинистые малокарбонатные отложения, окружающие болота вокруг источников. И, несомненно, реликтовыми и занимающими весьма ограниченную площадь, являются болотные (торфяно-глеевые) и лугово-болотные почвы этих уникальных местообитаний.

Наиболее сохранившийся объект такого рода обнаружен к юго-западу от центра сомона на абсолютной высоте 1843 метра. Здесь по периферии болота вскрыта луговоболотная почва с мощной (15 см) и плотной дерниной и слегка оглеенным гумусовым горизонтом мощностью почти 50 см. Ниже вскрывалась оглеенная сизовато-светло-серая с охристыми пятнами слоистая пылевато-среднесуглинистая лишенная щебня почвообразующая порода.

Сохранению этого комплексного реликтового местообитания способствовали как удаленность от населенных пунктов, так и изоляция от сайров, берущих начало в массиве Гурван-Сайхан.

Более нарушенные участки болот встречаются у источников вблизи орошаемых массивов. Их охрана возможна, но и более сложна.

Выводы

1. Основными видами антропогенного воздействия на почвенный покров Булган-сомона, характерными в целом для пустынно-степных областей Монголии, являются: выпас, автотранспорт, селитебная нагрузка, локальное орошение, заготовка саксаула на дрова. В последние годы усиливается также рекреационная нагрузка.

2. Все эти виды хозяйственной деятельности в большей степени сказались на светло-каштановых и бурых пустынно-степных почвах подгорной равнины и особенно вблизи сомонного центра. Дегумификация и опесчанивание позволяют говорить о развитии здесь антропогенного опустынивания.

3. Своеобразным локальным, но очень сильным изменением почв является процесс их «зааргаливания» с формированием специфических новых типов и подтипов почв – «аргалоземов», аргало-сайровых, аргало-песчаных почв и аргало-солончаков.

4. В результате перевыпаса в сайрах вокруг источников расширяются площади засоленных почв. В сочетании с зааргаливанием это приводит к сульфидизации.

5. Орошение занимает в пределах сомона ограниченные площади. Для орошения используются пресные гидрокарбонатно-кальциевые артезианские воды, что на фоне легкого гранулометрического состава почв не приводит к вторичному засолению почв.

6. Нуждаются в особой охране (занесении в «Красную книгу почв») реликтовые болотные и лугово-болотные почвы, локально сохранившиеся у артезианских источников при значительном удалении от населенных пунктов (10-15 км).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордеева Т.К., Казанцева Т.И., Якунин Г.Н. Основные закономерности распределения растительности (опорный профиль) // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Л.: Наука, 1980. С. 53-97.
2. Гунин П.Д. Экология процессов опустынивания аридных экосистем. М.: ВАСХНИЛ. 1990.
3. Евстифеев Ю.Г., Рачковская Е.И. Закономерности пространственной дифференциации пустынных экосистем // Пробл. Освоения пустынь. 1991. № 3 /4. С. 36-48.
4. Методология оценки состояния и картографирования экосистем в экстремальных условиях // Биологические ресурсы и природные условия Монголии. Т. XXXVIII. Пуццино: Пуццинский Научный центр РАН, 1993. 202 с.
5. Методы оценки и картографирования современного состояния пустынных экосистем. Улан-Батор, 1990. 51 с.
6. Почвенный покров основных природных зон Монголии. М.: Наука, 1978. 274 с.
7. Рубцова Л.П. Почвенный покров госхоза Булган-сомон // Почвенный покров основных природных зон Монголии. М.: Наука, 1978. С. 182-272.
8. Рубцова Л.П., Андроников В.Л. Почвенный покров и почвы // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Л.: Наука, 1980. С.28-45.

9. Слемнев Н.Н., Гунин П.Д. Функционирование экосистем Гоби в Монголии // Растительные ресурсы. 2000. Т. 36. Вып. 2. С. 24-43.

10. Юнатов А.А. Пустынные степи северной Гоби в МНР. Л.: Наука. 1974. 132 с.

NATURAL AND ANTHROPOGENIC DEGRADATION OF THE SOIL COVER IN DESERT STEPPES OF MONGOLIA (ON THE EXAMPLE OF BULGAN-SOMON)

© 2004. D.L. Golovanov¹, T.I. Kazantseva², I.A. Yamnova³

¹ Moscow State University. 119899 Moscow, Vorobjevy Gory.

² V.L. Komarov Botanical Institute. 197376 St.-Peterburg, Popov Str., 2

³ V.V. Dokuchaev Soil Science Institute. 119017 Moscow, Pyzhevskiy, 7

The subject of this paper is to show changes in the soil cover within the desert steppes in the South-Gobi province of Mongolia (Bulgan-somon). The results of soil-geobotanical investigations carried out in 1970s, 1990s as well as in 2002 and 2003 within the framework of Russian-Mongolian Complex Biological Expedition are compared.

It is worth to note, that the natural processes of desertification in the subzone of desert steppes and semideserts - water and wind erosion, loss of humus, secondary salinity, sanding and takyр formation - are not only provoked by but are highly increasing due to human activities such as grazing, traffic and transport, local irrigation, fuel production and recreation loads.

The pasture load is widespread practically over the vast area of Bulgan-somon. The light-chestnut and brown desert-steppe soils of piedmont plains reveal the greatest changes. Loss of humus and sanding serve as an evidence of the development of the human-induced desertification. The soils are locally changed to a considerable extent due to the peculiar process of argal-formation. As a result, new specific types and subtypes of soils are formed, the so-called "argalozems" (in Mongolian language: argal – manure). Overgrazing in temporary river-beds (sayrs) proves to be a cause of extending the areas covered by saline soils around the water sources. Being combined with the process of argal-formation it leads to the soil sulphidisation. For irrigation of restricted areas the fresh hydrocarbonate-calcium artesian waters are used. Due to this fact the fine-textured soils do not suffer from the secondary salinity. The relict swamp and meadow-swamp soils, locally occupying the areas near artesian sources at a distance from settlements are needed to be an object of special conservation.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПУСТЫННЫХ СТЕПЕЙ МОНГОЛИИ НА ГРАДИЕНТЕ УВЛАЖНЕННОСТИ ЭКОТОПОВ*

© 2004. Н.Н. Слемнев¹, Ж. Санжид², Ц. Хонгор², Ш. Цоож²

¹Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 197376

С.-Петербург, ул. проф. Попова, 2

²Институт ботаники АНМ, 210351 Улан-Батор, пр. Жукова, 77

Климат Монголии, особенно ее пустынных территорий, характеризуется значительными флуктуациями количества и динамики выпадения осадков. Эти флуктуации проявляются в неодинаковой сумме осадков по годам и в приуроченности их максимума к разным сезонам вегетации. Так, по данным метеостанции Даланзадгад в Северной Гоби, с 1936 г. по настоящее время годовое количество осадков колебалось от 37 до 290 мм. В Заалтайской Гоби в районе пос. Эхийн-Гол только за одни сутки 15 марта 1993 г. выпало 45 мм осадков, что в 1.3 раза превысило среднюю многолетнюю норму за 19 лет наблюдений метеостанции (Слемнев, Гунин, 2000). Между тем известно, что от 60 до 80 % годовой суммы осадков в Гоби приходится на летние месяцы, а более 90% - на период с мая по сентябрь (Пустыни..., 1986). Положительные или отрицательные климатические аномалии существенно сказываются на функционировании растительных сообществ. Чередование дефицита влаги в почве с оптимальным ее содержанием ведет к изменению строения растительных сообществ, фитоценотического статуса видов, хода возобновления и возрастного состояния ценопопуляций, динамики и величины урожайности и пр. Именно в результате ранневесенней климатической аномалии в Заалтайской Гоби в 1993 г. зарегистрировано массовое семенное возобновление саксаула зайсанского и ильинии Регеля на плакорах (щелнисто-галечниковых гаммадах) крайнеаридных пустынь. Подобные местообитания были лишены поселений высших растений на протяжении не менее 40 лет (Гунин и др., 2003).

В задачу настоящей работы входило исследование масштабов и направленности изменений в растительном покрове экосистем Гоби на фоне природного градиента увлажнения почвогрунтов и его расширения за счет дополнительной влагозарядки.

Объекты и методы исследований

Работа проводилась на стационарном участке Талын Хотос в поясе пустынных степей на северной подгорной равнине хр. Гурван-Сайхан в 8 км к востоку от сомона Булган Южно-Гобийского аймака (44° 07' 37" с.ш., 103° 21' 22" в.д., 1440 м над у.м.). Участок представляет собой огороженную в 1992 г. площадку размером 50x70 м. В августе 2001 г. эта площадка вошла во вновь огороженную площадь размером 100x110 м. Внутри последней с восточной стороны обваловали две трансекты со сторонами 2.5x20 м. В одну из них (вариант П) наплывом внесли 80 мм влаги, во вторую (вариант ПН) – 60 мм вместе с растворенной аммиачной селитрой из расчета 210 кг/га по действующему веществу. Влагозарядку в том же объеме в обе трансекты проводили также весной и осенью 2002 г. без минеральной подкормки. Влажность почвы послойно через 10 см определяли гравиметрическим методом только на выпасаемом контроле. Во все сроки наблюдений надземную фитомассу в вариантах учитывали на 4 метровых площадках. В 2002 г. численность и размеры (высота, диаметр) особей кустарника терескена серого *Eurotia ceratoides* учитывали на площадях 750 и 800 м² соответственно в контрольном и старом с 1992 г. заповедном вариантах. Для каждой особи рассчитывали площадь проекции кроны (S), приравненной к кругу, и объем – произведение S на высоту. Сухую надземную фитомассу средней особи в вариантах определяли по уравнению линейной регрессии: $y = 1010.2x$, где y – фитомасса, г; x – объем, м³. Уравнение построено по 5 модельным особям кустарника с диапазоном варьирования их объема от 0.008 до 0.115 м³ и массы от 6.5 до

* Работы выполнены в составе Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции в рамках проекта ЕС «Коперникус-2» «Gobi Desertification» (ЕС contract number ICA-CT-2000-10022).

116.2 г. (рис. 1). Измерения других биометрических показателей растений и фитоценологических параметров осуществляли согласно общепринятой полевой методологии.

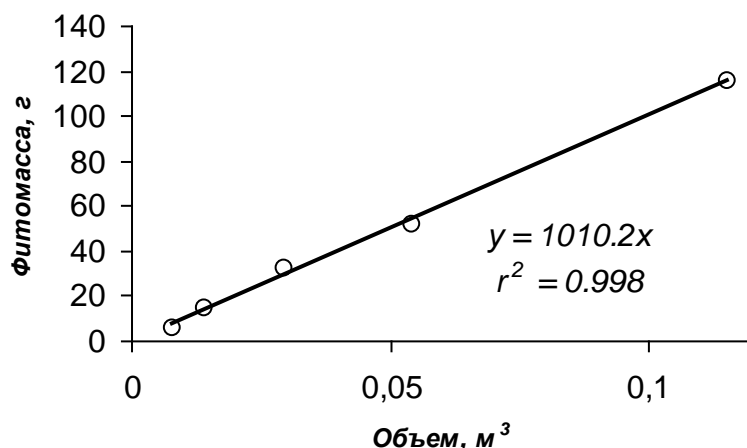


Рис. 1. Связь сухой надземной фитомассы с объемом модельных особей *Eurotia ceratoides* на участке Талын Хотос. **Fig. 1.** Dry over-ground phytomass in relation to the volume of model plants of *Eurotia ceratoides* in Taliin Hotos area.

Результаты исследований

2002 и 2003 гг. являются ярким примером упомянутых выше флуктуаций количества выпадающих осадков. 2002 г. относится к ряду острозасушливых лет (табл. 1). При традиционно засушливой весне в летние месяцы (июнь-август) выпало всего 27.1 мм осадков, что в 2.5 раза меньше средней многолетней нормы в эти месяцы за 41 год работы метеостанции. Больше того, 17.7 мм осадков в июле выпало в виде ливневого дождя в один день 6 числа. Однако эта влага не оказала заметного влияния на продукционный процесс у растений, что видно из динамики надземной фитомассы сообществ в контроле и на новом заповедном участке (рис. 2). Ливневые осадки, как правило, в подавляющем объеме с плакоров на подгорной равнине плащевым и сайровым стоком перемещаются в депрессии. Хорошо же промоченный поверхностный слой почвы (табл. 2) моментально высох из-за высокой температуры воздуха в июле (табл. 1).

Таблица 1. Количество осадков и среднемесячная температура воздуха по данным метеостанции Булган-Сайхан (2000-2003гг.). **Table 1.** Precipitation and air temperature per month on data of Bulgan-Sayhan meteorological station (2000-2003).

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма
Осадки, мм													
2000	3.0	2.5	0.0	7.1	18.2	15.1	14.7	65.1	0.3	3.9	1.6	1.0	132.5
2001	1.2	1.3	5.0	0.3	8.2	14.4	10.1	7.7	11.6	21.8	4.6	2.4	88.6
2002	0.0	0.0	6.2	3.7	9.1	5.4	17.7	4.0	16.9	11.4	2.0	2.1	78.5
2003	3.3	1.9	0.8	10.1	78.2	17.4	34.1	20.0	-	-	-	-	165.8
Температура, °C													
2000	-16.8	-9.6	-0.1	7.7	16.3	22.4	25.8	20.5	16.7	3.6	-6.7	-8.1	
2001	-13.1	-7.7	0.0	8.2	15.7	22.3	25.2	22.9	17.2	7.5	-2.1	-15.6	
2002	-9.1	-5.0	0.1	6.6	16.2	23.4	25.8	24.7	14.8	4.1	-4.9	-13.8	
2003	-13.0	-8.9	1.6	6.7	13.9	20.4	21.9	-	-	-	-	-	

Примечание. Прочерк означает отсутствие данных.

Несмотря на острозасушливую весну в 2002 г. начало вегетации растений в контроле и на новом заповедном участке обеспечила почвенная влага на глубине 30-50 см (табл. 2). Эта влага запаслась и сохранилась благодаря мощной осенней (сентябрь-октябрь) атмосферной влагозарядке в 2001 г. (табл. 1). В отличие от июльского, ливневый дождь 21 августа, гораздо меньшей интенсивности (около 8-10 мм на участке) и последующие слабо морозящие дожди привели к существенному повышению влажности почв и продуктивности растений. В начале сентября в сравнении с

предыдущим сроком влажность почвы возросла более, чем в 5 раз, а продукция надземной фитомассы в 2.6 и 2.1 раза, соответственно в контрольном и новом заповедном вариантах (табл. 2, рис. 2). Сохранению влаги в этот период способствовало резкое снижение температуры воздуха. С другой стороны, низкая температура, особенно в ночное время, тормозила рост растений.

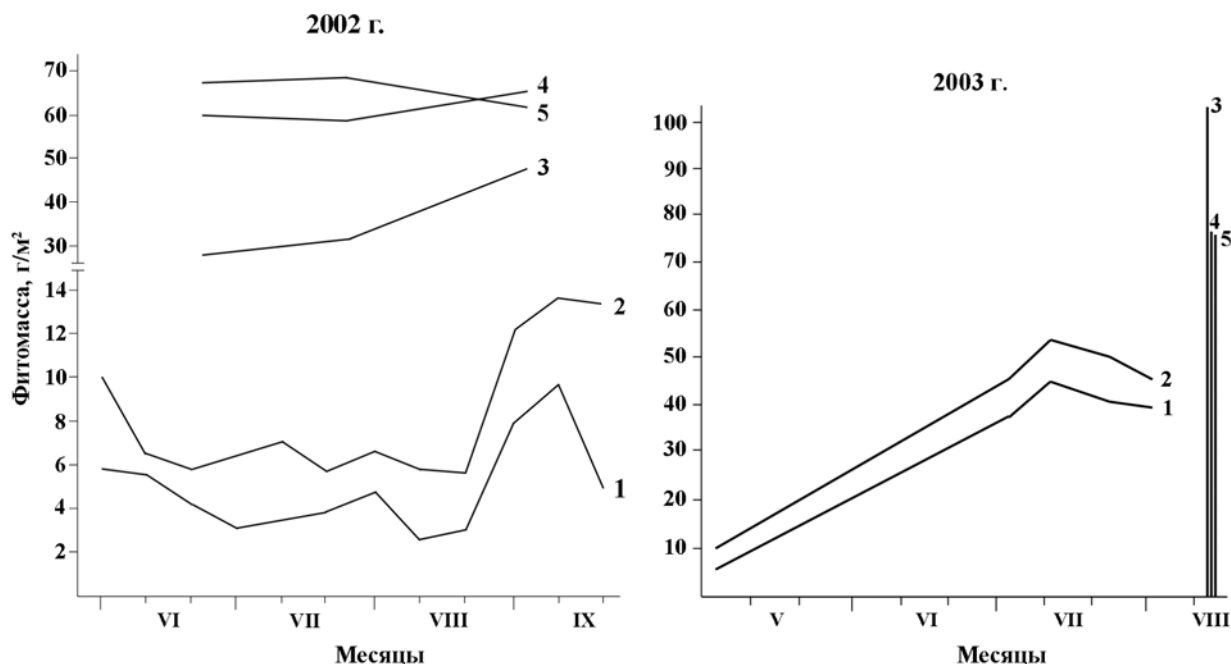


Рис. 2. Динамика сухой надземной фитомассы в вариантах сообществ пустынной степи на участке Талын Хотос в 2002 и 2003 гг. 1 – контроль, 2 – заповедный с 2001 г., 3 – заповедный с 1992 г., 4 – полив, 5 – полив с азотом.
Fig. 2. Dynamics of dry phytomass in the different plant communities of desert steppe in Taliin Hotos area in 2002-2003. 1 – control; 2 – conserved since 2001; 3 – conserved since 2001; 4 – watering; 5 – watering + nitrogen input.

Динамика надземной зеленой фитомассы в рассматриваемых вариантах в 2002 г. имела идентичный характер (рис. 2). Во все сроки наблюдений ее величины в новом заповедном варианте в 1.4-2.8 раза превышали таковые в контроле. Наибольшая разница наблюдалась при наивысшем дефиците влаги в почве (11 августа) и в конце вегетации (21 сентября), когда на пастбище пригнали скот. Это обстоятельство позволяет предполагать, что разница в продуктивности между вариантами обусловлена не только отторжением фитомассы в контроле, тем более что летом скот возле участка не пасли. По-видимому, в значительной степени разницу можно объяснить большей влажностью почв в загородке за счет меньшего испарения влаги с ее поверхности. Однако этот вопрос требует дополнительных исследований.

В отличие от рассмотренных вариантов, динамика надземной фитомассы в опытных трансектах в 2002 г. практически не выражена. В вариантах с поливом и азотом минимальные величины показателя отличались от максимальных не более чем на 10% (рис. 2). Различия с контролем за вегетационный период варьировали от 8 (3 сентября) до 15-18 крат (23 июня и 25 июля).

Динамика продуктивности в старом заповедном варианте у растений-доминантов и характерных видов более выражена (рис. 2). Заметное увеличение здесь фитомассы в начале сентября обусловлено хорошим развитием однолетней солянки *Salsola pestifer* (32% от суммарной величины) после ливневого дождя 21 августа. Успешное развитие солянки связано также с формированием мощного (от 5 до 23 см толщиной) мелкобугристого песчаного плаща. Процесс опесчанивания участка начался с тех пор как осенью 2001 г. не очень густая изгородь из гладкой проволоки местными сотрудниками была заменена на густую сетку. В результате у основания изгороди образовались высокие валы из ветоши и мелкозема, которые способствовали осаждению песка внутри участка при ветропесчаных поземках. Соответственно срокам наблюдений продукция надземной фитомассы в данном варианте была выше, чем в контроле в 6-8 раз.

В связи с длительным заповедыванием естественной растительности особый интерес представляет развитие популяций *Eurotia ceratoides*. Этот кустарник является одним из основных

кормовых растений для верблюдов, а в осенне-зимне-весенний период и в засушливые годы служит резервным кормом для всех видов диких и домашних животных.

Таблица 2. Динамика влажности почвы (%) по горизонтам в контрольном варианте на участке Талын Хотос в 2002 и 2003 гг. **Table 2.** Dynamics of soil moisture (%) along horizons in control area of Taliin Hotos in 2002-2003.

2002 г.

Горизонт, см	1.VI	11.VI	1.VII	11.VII	21.VII	1.VIII	11.VIII	20.VIII	1.IX	11.IX	21.IX
0-10	3.2	0.6	0.8	5.9	1.5	1.8	1.2	0.5	7.3	3.1	4.7
10-20	4.3	3.5	1.6	3.0	2.1	2.5	2.2	1.1	7.3	6.2	6.2
20-30	4.2	4.2	3.2	2.9	2.3	1.9	2.3	1.5	6.5	6.8	6.6
30-40	5.4	4.2	4.3	4.7	2.6	2.9	2.4	1.8	7.3	6.6	6.7
40-50	5.0	3.1	4.5	3.6	4.3	4.1	2.2	1.6	8.0	6.5	4.9
Среднее	4.4	3.1	2.9	4.0	2.6	2.6	2.0	1.3	7.3	5.8	5.8

2003 г.

Горизонт, см	7.V	3.VI	11.VI	21.VI	1.VII	9.VII	24.VII	2.VIII
0-10	9.7	7.6	4.3	4.5	4.9	5.6	1.1	4.8
10-20	8.6	10.0	6.9	5.2	4.4	5.2	3.8	5.4
20-30	12.3	9.9	8.3	5.4	5.3	4.4	4.0	5.3
30-40	10.6	9.4	7.1	5.9	5.4	4.7	3.9	4.1
40-50	5.4	5.4	3.9	6.2	4.8	4.8	4.3	3.2
Среднее	9.3	8.5	6.1	5.4	5.0	4.9	3.4	4.6

При заповедывании высота и диаметр средней особи *E. ceratoides* увеличились по отношению к контролю соответственно в 2.7 и 1.7 раза, а надземная фитомасса – в 7 раз; численность особей на единице площади, напротив, в 1.6 раза уменьшилась. Соответственно, в сравнении со средней особью, разница между вариантами по общей надземной фитомассе в 2002 г. составила только 4 раза (табл. 3). Снижение численности терескена при заповедывании может быть связано с отпадом части мелких и слабых особей в результате конкуренции за ресурсы среды (главным образом за влагу) с мощно развитыми до опесчанивания дерновинами ковылька гобийского *Stipa gobica*, змеевки джунгарской *Cleistogenes songorica*, лука многокорешкового *Allium polyrrhizum*. С другой стороны, не исключена возможность увеличения численности кустарника в контроле за счет вегетативного размножения. На примере других пустынных и пустынно-степных кустарников и полукустарничков известна их способность к вегетативной подвижности при пастбищной дигрессии и длительной засухе (Гунин и др., 1993; Слемнев и др., 1997; Микляева и др., 2002).

Таблица 3. Количественная характеристика популяций *Eurotia ceratoides* в контроле и заповедном (с 1992г.) варианте на участке Талын Хотос в 2002 г. **Table 3.** Quantitative parameters of *Eurotia ceratoides* populations in the control and reserved (1992) areas of Taliin Hotos in 2002.

Число особей	Средняя особь					Популяция		
	высота, м	диаметр, м	площадь проекции кроны, м ²	объем, м ³	надземная фитомасса, г	численность, экз./м ²	надземная фитомасса, кг/га	проективное покрытие, %
Контроль (750 м ²)								
264	0.09	0.14	0.019	0.0020	2.034	3520	7.2	0.67
Заповедный с 1992 г. (800 м ²)								
177	0.24	0.24	0.052	0.0138	13.941	2212	30.8	1.15

Примечание. В скобках – размер учетной площади.

В 2003 г. только с января по 25 августа в районе исследований выпало 165.8 мм осадков (табл. 1), что в 1.5 раза больше средней многолетней нормы. Из этой суммы 88.3 мм или 53% выпало в апреле-мае, т.е. произошло смещение максимума осадков на раннюю весну. По этим фактам 2003 г. можно рассматривать как эталон положительной климатической аномалии.

В начале дождливого мая благодаря низкой испаряемости и незначительного расхода воды на транспирацию влажность почвы была очень высокой, особенно в горизонтах от 20 до 40 см (табл. 2). Далее вместе с интенсивным ростом и развитием растений запасы влаги в слое 10-40 см стали

синхронно и стремительно снижаться. Однако в июле в период максимального роста растений уровень влажности почвы в этом слое стабилизировался и даже стал немного расти за счет периодически выпадавших дождей. Характер динамики влажности почвы и биологической продуктивности (рис. 2) свидетельствует о том, что условия увлажнения в 2003 г. были близки к оптимальным. Влага в корнеобитаемом горизонте почвы не была истощена, поскольку ее послонные запасы во все сроки наблюдений варьировали в очень узком диапазоне и не достигли критических значений (категория труднодоступной влаги около 2-3%) даже к моменту накопления максимума фитомассы – 11 июля (рис. 2). Подтверждением тому является также относительно стабильный уровень содержания влаги в горизонте 40-50 см. По-видимому, эта влага растениями практически не использовалась.

Подобная климатическая ситуация привела к феноменальным результатам. В контроле максимальная продукция фитомассы составила 45.1 г/м², что почти в 5 раз превышает таковую в засушливом 2002 г. В новом заповедном варианте величина показателя ненамного больше, чем в контроле – 54.2 г/м² (рис. 2). Такая высокая урожайность трав в обоих вариантах обусловлена не только интенсивным ростом дерновинных видов-доминантов *Stipa gobica*, *Allium polyrrhizum*, *Cleistogenes songorica*, но и успешным развитием *Convolvulus ammannii* и *Salsola pestifer*, суммарная доля которых в биомассе составила 32%. Наиболее мощное развитие особей *S. pestifer* было в опытных трансектах и в опесчаненном заповедном участке. В варианте с поливом при максимальном урожае трав 77 г/м² ее доля составила 17.4% (13.4 г/м²), в то время как в азотном варианте выросла до 39.6% - 30.4 г/м² при общей продукции фитомассы 76.7 г/м². В опесчаненном заповедном варианте солянка по проективному покрытию заняла половину территории участка. Фитомасса ее составила 81.4 г/м² или 78.6% от суммарной величины показателя. Столь высокая доля солянки в двух последних вариантах обусловлена не только ее мощным развитием, но также и тем, что синюзия вида представлена двумя-тремя разновозрастными популяциями.

Обсуждение результатов

При анализе основных характеристик растительных сообществ в 5 вариантах на участке Талын Хотос в 2002 и 2003 гг. обращает на себя внимание небольшая разница по продуктивности в сухой и влажный годы в поливном и азотном вариантах. В остальных вариантах разница варьирует от 2 (старый заповедный участок) до 4 и 5 раз (новый заповедный участок и контроль) (рис. 2). По доле участия в обоих вариантах в 2003 г. фитомасса дерновинных растений была в 1.5 раза, а многолетних трав в 3 раза меньше, чем в 2002 г. Напротив, в 2003 г. была намного больше масса малолетников (соответственно вариантам П и ПН в 2 и 5 раз). Не исключая в качестве причины подобных отличий между годами острую конкуренцию за ресурсы среды между перечисленными группами растений, данную ситуацию можно объяснить следующими обстоятельствами. В 2003 г. вегетация растений началась в конце апреля, а максимальная величина надземной фитомассы в контроле и новом заповедном участке зарегистрирована 11 июля (рис. 2). К моменту учета продуктивности в экспериментальных вариантах (14 августа)² вегетация практически завершилась. По крайней мере, в середине августа фенологический аспект был осенним. Навески фитомассы с укосных площадок у *Stipa gobica* и *Allium polyrrhizum* с поливного варианта содержали 25 и 37% сухих ветошных побегов, а с азотного – соответственно 57 и 58%. Иными словами, данные 2003 г. по надземной фитомассе в опытных вариантах не являются максимальными. На самом деле разница должна быть более значительной. Условия для начала вегетации в 2002 и 2003 гг. были неравными. Перед вегетацией 2002 г. было проведено 2 влагозарядковых полива – предыдущей осенью и текущей весной по 80 (П) и 60 (ПН) мм. Примерно такое же количество осадков выпало в мае 2003 г. Однако осенью 2002 г. также проведена влагозарядка. Поэтому величину продуктивности в 2003 г. должны определять запасенная с осени дополнительная влага и летние дожди. В этом году их выпало на 44 мм больше, чем в 2002 г. (табл. 1).

О том, что урожайность трав на опытных трансектах в период максимального развития сообществ в 2003 г. была намного выше, чем в 2002 г. свидетельствуют различия по линейным

² Разовый учет продуктивности на опытных трансектах в середине августа проводили руководствуясь данными многолетних стационарных исследований пустынных степей, согласно которым максимальная продукция надземной фитомассы в сообществах формируется в позднелетне-осеннее время (Пустынные степи ..., 1981).

ростовым показателям растений-доминантов (табл. 4). В сравнении с предыдущим годом в 2003 г. у *Stipa gobica* в поливном варианте средние значения диаметра дерновины, численности и высоты вегетативных побегов увеличились в 1.4-2.4 раза. В азотном варианте разница была еще больше – в 2.4-3 раза. Подобные различия наблюдались также у *Allium polyrrhizum* и *Cleistogenes songorica*, но в отличие от *Stipa gobica*, у этих видов наиболее мощное развитие дерновин было в варианте с поливом.

Таблица 4. Средние величины биометрических показателей у растений доминантов в варианта опытов на участке Талын Хотос в 2002 и 2003гг. **Table 4.** Average values of biometrical parameters in dominant plant species for experiments in Taliin Hotos area in 2002-2003.

Вариант	Диаметр дерновины, см		Вегетативные побеги			
			численность, экз./дерн.		высота, см	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
<i>Stipa gobica</i>						
Контроль	4.5	8.4	18.2	29.4	4.9	12.3
Заповедный с 2001г.	5.5	7.2	18.0	36.5	4.8	15.4
Заповедный с 1992г.	8.6	8.8	17.7	17.5	13.9	21.2
Полив	6.5	13.3	28.2	66.5	14.1	19.5
Полив с азотом	5.5	16.7	25.5	75.4	9.7	23.6
<i>Allium polyrrhizum</i>						
Контроль	5.6	8.2	31.2	64.5	6.3	8.5
Заповедный с 2001г.	6.8	12.6	40.1	141.0	6.6	15.3
Заповедный с 1992г.	8.7	7.5	17.6	21.2	13.8	15.4
Полив	7.4	14.3	35.0	171.2	11.2	18.4
Полив с азотом	7.9	13.2	62.3	156.2	11.6	16.5
<i>Cleistogenes songorica</i>						
Контроль	7.4	7.8	15.1	24.2	2.1	3.8
Заповедный с 2001г.	7.7	8.7	19.2	54.3	1.2	5.6
Заповедный с 1992г.	13.3	12.1	14.5	17.5	5.5	5.3
Полив	7.4	10.2	13.0	66.2	5.9	6.1
Полив с азотом	7.2	9.1	31.2	50.5	5.9	5.3

Примечание. Измерения проводили на трансектах размером 1x10 м.

Не максимальные также и данные по продуктивности дерновинных растений для старого заповедного участка. Доля ветошных побегов у *Stipa gobica* достигает 74, а у *Allium polyrrhizum* 38% от массы укосов. Однако здесь ситуация гораздо сложнее. Из-за прогрессирующего опесчанивания поверхности участка буквально за 2 года активно развивается процесс деградации коренного сообщества. Он выражается, прежде всего, в элиминации *Cleistogenes songorica* как из числа доминантов, так и вообще из состава сообщества. Под песчаным чехлом деградируют не только особи змеевки джунгарской, но и дерновины *Stipa gobica* и *Allium polyrrhizum*. Во влажный год в сравнении с сухим у этих видов размеры дерновин не изменяются или уменьшаются, тогда как в остальных вариантах они увеличиваются. Не растет численность побегов на дернину и вообще она наименьшая среди других вариантов (табл. 4). В этой связи следует подчеркнуть, что у дерновинных растений увеличение продуктивности во влажные годы обеспечивается в большей степени за счет интенсивного новообразования вегетативных побегов, нежели за счет их линейного роста.

По градиенту увлажненности экотопов изменяются не только биометрические показатели растений и их интегральный параметр – первичная биологическая продуктивность. Изменяются также и кажущиеся более стабильными структурные характеристики фитоценозов: флористический состав, количественные соотношения видов и пр. Опосредованно по этим характеристикам можно судить об экологической обстановке в экосистеме, о конкурентных отношениях между видами, их жизнестойкости и устойчивости.

В ходе двухлетних исследований на участке Талын Хотос выявлен полный флористический состав. В засушливом 2002 г. флора сосудистых растений участка исчислялась 45 видами разных жизненных форм. Во влажном 2003 г. список увеличился до 66 видов. Из этого следует, что в засушливые годы в состоянии покоя может находиться 21 вид растений или фактически третья часть флористического состава. 9 видов из этого числа (43%) - малолетники, которые развиваются

спорадически только во влажные годы. Однако в сухие годы покоятся растения и других жизненных форм, в том числе 4 полукустарничка, по одному виду из групп дерновинных и корневищных растений, 2 вида стержнекорневых и 3 вида корнеотпрысковых растений. Единичное проникновение в равнинную пустынную степь настоящего пустынного элемента парнолистника розового *Zygophyllum rosovii* и хвойника китайского *Ephedra sinica* (горностепной вид) свидетельствуют о длительном периоде засухи в этом регионе (Гунин и др., 1993).

Заповедывание и расширение градиента увлажненности почвогрунтов на самом деле привело к существенным трансформациям в строении растительных сообществ, в частности, к изменению фитоценологических позиций видов. В первый засушливый год заповедывания (2002) в новом огороженном участке успешно развивался корнеотпрысковый *Convolvulus ammanii* (26% по массе против 6% в контроле). Этот вид вытеснил из состава доминантов *Cleistogenes songorica*, долевое участие которого в фитомассе снизилось более чем вдвое (с 12 до 5%). На второй год заповедывания при оптимальной влажности почвы фитоценологический статус обоих видов не изменился. Аналогичная смена позиций этих же видов зарегистрирована и в контроле во влажный 2003 г. Больше того *Convolvulus ammanii* в иерархии доминантов занял второе место, потеснив при этом *Allium polyrrhizum*.

В вариантах с поливом и азотом основным доминантом оказался *Allium polyrrhizum*, так как трансекты были заложены в невидимой невооруженным глазом микропотыжине. Здесь в 2002 г. существенных изменений в составе сообществ не произошло, хотя по отношению к контролю долевое участие *Convolvulus ammanii* также возросло. Кардинальные изменения в строении сообществ произошли на второй год полива. При благоприятных условиях увлажнения в обоих вариантах немногочисленные экземпляры *C. ammanii* находились в угнетенном состоянии. В таком же состоянии были и дерновины *Cleistogenes songorica*. Депрессивное состояние обоих видов можно интерпретировать острой конкуренцией между видами за ресурсы среды и главным образом за влагу. Активное и мощное развитие лука и ковылька, а затем и *Salsola pestifer* не оставляло шансов для роста других растений. Долевое участие этих видов в надземной фитомассе составило 92% в поливном и 88% в азотном вариантах.

Из других особенностей функционирования сообществ на градиенте увлажнения следует отметить хорошее развитие при повышении влагообеспеченности экотопов полукустарничков *Artemisia caespitosa* и *Ptilotrichum canescens* и корнеотпрыскового травянистого многолетника *Heteropappus altaicus*.

В опесчанном заповедном участке развивается сукцессионный процесс. В текущей фазе еще присутствуют плотнодерновинные растения. Кажется успешным распространение *Carex stenophylloides*. Однако продолжение этой фазы непредсказуемо, поскольку песчаный тип рукотворной интразональной экосистемы на равнине в полосе пустынных степей ранее мы не изучали.

Таким образом, в аридных условиях Гоби такие мелиоративные мероприятия как заповедывание и особенно полив являются кардинальными средствами моделирования флуктуационных изменений структуры, жизненного состояния и устойчивости пустынных степей. Эти аспекты функционирования экосистем, равно как выявление с помощью полива и удобрений фотосинтетического и продукционного потенциалов фитоценозов (Слемнев, Гунин, 2000) относятся к фундаментальным, теоретическим проблемам экологии и ботаники. Что касается практического выхода постановки опытов с заповедыванием, поливом и удобрениями, то в этом направлении важно оценить эффективность того или иного мелиоративного мероприятия.

Первые опыты с поливом естественной растительности в пустыностепной полосе Гоби были начаты в 1976 г. (Слемнев, 1978). Затем в течение еще 7 лет (включая 2002-2003 гг.) опыты были продолжены. В них исследовали разные способы, дозы и сроки орошения. В табл. 5 все варианты опытов нормированы по коэффициенту использования дополнительной влаги ($K_{идв}$). Судя по результатам первых лет постановки опытов, наиболее успешными были осенние и весенние влагозарядковые поливы: $K_{идв}$ 4.4 кг/мм в 1980 г. и 3.5 кг/мм в 2002 г., против 2.2 кг/мм в 1976 г. и 1.6 кг/мм в 1982 и 1987 гг. при периодических поливах. В баглугово-ковыльковой пустынной степи особенно эффективными оказались повторные поливы в следующем году. За счет интенсивного роста всех растений и новообразования вегетативных побегов у дерновинных трав в 1988 г. $K_{идв}$ в поливном и азотном вариантах удвоился по отношению к предыдущему году. Отсутствие подобной реакции на второй год полива (1983) в ковыльково-баглуговой остепненной пустыне объясняется ее положением

на пологонаклонной подгорной равнине. В таких условиях значительная часть поливной влаги теряется за счет внутрпочвенного стока. В наших опытах на второй год их постановки (2003) $K_{идв}$ в вариантах увеличилось ненамного. По-видимому, величины коэффициентов могли быть выше, если бы учет продуктивности был проведен в момент максимального развития травостоя в середине июля, а не в середине августа на фазе завершения вегетации растений.

Таблица 5. Продуктивность сухой надземной фитомассы и коэффициент использования дополнительной влаги ($K_{идв}$) в разных вариантах полива и внесения минеральных удобрений. **Table 5.** Productivity of dry phytomass and index of additional moisture using (I_{amu}) for different variants of water and mineral supply.

Экосистема, район исследования (автор)	Год	Способ и доза полива, мм	Фитомасса, кг/га		$K_{идв}$, кг/мм
			контроль	полив	
Холоднополынно- змеевково-ковыльковая пустынная степь, Северная Гоби (Слемнев, 1978)	1976	Периодичный, дождевание - 120(12 x 10)	98	360	2.2
Ковыльково-баггуровая остепненная пустыня, Заалтайская Гоби (Слемнев и др., 1983; Слемнев, 1988)	1980	Влагозарядковый, дождевание - 3 (20+10)	117	250	4.4
	1982	Периодичный, дождевание - 110 (50+20+20+20)	58	240	1.6
	1983	Периодичный, дождевание - 160(50+40+30+30+10)	153	390	1.5
Баггурово-ковыльковая пустынная степь, Гобийский Алтай (Слемнев, Гунин, 2000)	1987	Периодичный, дождевание - 130(40+40+20+10+20)	62	268	1.6
		Периодичный, дождевание - 100(40+20+20+20)+40 кг/га NH_4NO_3 по д.в.	62	374	3.1
	1988	Периодичный, наплыв - 160(40+40+40+40)	135	657	3.3
		Периодичный, наплыв - 160(40+40+40+40)+40 кг/га NH_4NO_3 по д.в.	135	1145	6.3
	Периодичный, наплыв - 120(40+40+40)+25 кг/га суперфосфата по д.в.	135	507	3.1	
Змеевково-луково- ковыльковая пустынная степь, Северная Гоби (настоящее исследование)	2002	Влагозарядковый, наплыв - 160(80+80)	96	658	3.5
		Влагозарядковый, наплыв - 120(60+60)+210 кг/га NH_4NO_3 по д.в.	96	683	4.9
	2003	Влагозарядковый, наплыв - 80 Влагозарядковый, наплыв (азотный вариант) - 60	451 451	770 767	4.0 5.3

На основании многолетних опытов и анализа результатов исследований для улучшения пастбищ пустынных степей Гоби и повышения их урожайности рекомендуем следующие практические мероприятия.

1. С экономических позиций самым дешевым приемом является заповедывание неограниченных территорий степи. Независимо от продолжительности заповедывания этот прием способствует стабилизации структуры сообществ, улучшению водно-физических свойств почв и повышению продуктивности пастбищ в 2 раза и более. Огороженные участки можно использовать для периодического выпаса скота и поддержания молодняка в особо критических ситуациях.

2. Полив естественной растительности относится к наиболее радикальному, но и более дорогому средству повышения урожайности трав, поскольку орошаемые площади должны быть обязательно огорожены. Как показали исследования, наивысший эффект приносит влагозарядковый полив. К основным условиям его проведения относятся: достаточно высокая норма полива (от 60 до 100 мм) и

исключительно низкая скорость внесения влаги - не более 5-10 мм в час. Сроки полива - поздняя осень и ранняя весна, т.е. времена года, когда испарение влаги с поверхности почвы минимальное.

3. В острозасушливые периоды вегетации (при длительном отсутствии осадков) результат влагозарядковых поливов периодически можно поддерживать орошением небольшими дозами по 10-15 мм через 2-3 дня.

4. Азотные удобрения лучше вносить при осенней влагозарядке. Разовая норма может составлять от 60 до 80 кг/га по д.в. При повторном внесении азота эта норма может быть сокращена вдвое. Наши опыты в Гобийском Алтае показали, что реакция растений на подобную мелиорацию проявляется сизозеленым фоном трансекты на протяжении 6-8 лет после прекращения опытов.

5. По-видимому, неплохим средством повышения эффективности орошения может быть поверхностное внесение аргала (сухой навоз). Запасы этого органического удобрения в Гоби достаточно велики. Подобное удобрение широко применяется на орошаемых землях в оазисах Гоби.

Заключение

В работах 50-60-х годов прошлого века отмечалась чрезвычайно низкая урожайность пастбищ пустынных степей – не более 0.5-2 ц/га (Юнатов, 1954, 1974; Калинина, 1974). В ходе непрерывных исследований на гобийских стационарах Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции в 70-80-х годах того же века самые большие значения годичной продукции фитомассы также не превышали уровня 0.5-3 ц/га (Пустынные степи..., 1981; Казанцева, Даважамц, 1988). Из материалов настоящего исследования очевидно, что величина максимального урожая для пустынно-степных экосистем намного больше.

Известно, что работы 50-х годов были нерегулярными. Тем не менее, данные 50-80-х годов позволяют предполагать, что этот период был в целом засушливым в пределах векового или полувекового цикла (Гунин и др., 2003). Именно при такой экологической обстановке настоящие пустынные элементы (*Zygophyllum rosovii*, *Rheum nanum*?) могли поселиться на плакорах в пустынной степи.

В связи с 20-кратным варьированием продуктивности на градиенте увлажненности экотопов (табл. 5) возникает также вопрос о скрытых резервах ее дальнейшего повышения. При перманентных оптимальных условиях увлажнения дерновины *Stipa gobica* способны разрастаться как в центростремительном (в случае партикуляции), так и в центробежном направлениях. Подобная тенденция зарегистрирована в опытах с поливом. Численность побегов на дерновину 66-75 экз. (табл. 4) составляет лишь половину той величины, которая получена нами в других опытах с поливом и удобрениями (Слемнев, Гунин, 2000). Резервом для повышения продуктивности может быть также разрастание полукустарничков и кустарника *Eurotia ceratoides*, в том числе и за счет накопления многолетней фитомассы. И, наконец, главным резервом стабилизации продукционного процесса является семенное возобновление и вегетативное размножение растений. Эта важнейшая проблема выпала из долгосрочных научно-исследовательских программ.

К ведущим факторам стабилизации или оптимизации продукционного процесса относятся конкурентные отношения между видами. По мере оптимизации условий увлажнения экотопов по результатам наших исследований самым конкурентно слабым видом оказался *Cleistogenes songorica*. К тому, что змеевка неустойчива к вытаптыванию и опесчаниванию, она не способна выдержать конкуренцию вначале с вегетативноподвижными *Convolvulus ammannii* и *Heteropappus altaicus*, а впоследствии при оптимальной (возможно супероптимальной в опытах с поливом) увлажненности и с плотнодерновинными растениями. С другой стороны, при разрастании последних не выдерживает с ними конкуренции и выпадает из числа содоминантов и *Convolvulus ammannii*. В тоже время, разрастание дерновин *Stipa gobica* не может быть неограниченным из-за внутривидовой конкуренции.

В заключение следует отметить, что результаты двухлетних исследований показали чрезвычайную подвижность биометрических и фитоценологических параметров растительных сообществ в непрерывно изменяющейся экологической обстановке. Поэтому для закрепления сделанных выводов и допущений необходимо продолжение этих глубоко информационных полевых работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гунин П.Д., Слемнев Н.Н., Казанцева Т.И., Радзиминский П.З., Амаржаргал Б. Об экспансии *Ephedra sinica* Stapf в горных экосистемах Гоби (Монголия) // Раст. ресурсы. 1993. Т.29. Вып. 3. С. 7 - 21.
2. Гунин П.Д., Слемнев Н.Н., Цоож Ш. Семенное возобновление растений-доминантов в экосистемах пустынной зоны Монголии: динамика популяций подроста // Бот. журн. 2003. Т.88. №3. С. 1 - 17.
3. Казанцева Т.И., Даважамц Ц. Продуктивность фитоценозов степей и пустынь МНР // Природные условия, растительный покров и животный мир Монголии. Пушино. 1988. С. 242 - 256.
4. Калинина А.А. Основные типы пастбищ Монгольской Народной Республики. Л. 1974. 185 с.
5. Микляева И.М., Гунин П.Д., Бажга С.Н. Новые данные о вековой динамике пастбищных экосистем Монголии // Биогеография / Матер. Моск. центра Русск. геогр. общ-ва. 2002. Вып. 10. С. 41-53.
6. Пустыни Заалтайской Гоби. Природные условия, экосистемы и районирование. М. 1986. 207 с.
7. Пустынные степи и северные пустыни Монгольской Народной Республики. Ч.2. Стационарные исследования (Булган сомон). Л. 1981. 259 с.
8. Слемнев Н.Н. Влияние полива на растения пустынно-степной зоны МНР // География и динамика растительного и животного мира МНР. М., 1978. С. 55 - 59.
9. Слемнев Н.Н. Экологические аспекты фотосинтеза и продуктивности растений Гоби // Пустыни Заалтайской Гоби. Характеристика растений-доминантов. Л. 1988. С. 135 - 187.
10. Слемнев Н.Н., Болд Д., Казанцева Т.И., Федорова И.Т., Якунин Г.Н. Опыт повышения продуктивности пастбищ остепненных пустынь Заалтайской Гоби // Бот. журн. 1983. Т.68. №11. С. 1533 - 1538.
11. Слемнев Н.Н., Гунин П.Д. Функционирование пустынных экосистем Гоби в Монголии // Раст. ресурсы. 2000. Т. 36. Вып. 2. С. 24 - 43.
12. Юнатов А.А. Кормовые растения пастбищ и сенокосов Монгольской Народной Республики // Тр. Монг. комиссии. М.- Л. 1954. Вып. 56. 351 с.
13. Юнатов А.А. Пустынные степи Северной Гоби в Монгольской Народной Республике. Л. 1974. 132 с.

THE FEATURES OF DESERTIFIED STEPPES DEVELOPMENT IN MONGOLIA AT THE GRADIENT OF ECOTOPES' MOISTENING

© 2004. N.N. Slemnev¹, D. Sanjid², Ts. Khongor², Sh. Tsooj²¹Botanical Institute of RAS, 197376, Saint-Petersburg, Prof. Popova str., 2²Botanical Institute of MAS, 210351 Ulaanbaatar, Djukov pr., 77

Mongolian climate, particular in its desert territories, has considerable fluctuations in amount and dynamics of precipitations. The aim of our investigation was to find scales and trends of vegetation cover changes in Gobi desert over background of the natural moisture gradient and its expansion by means of irrigation. The investigations were carried out at the stationary plot Taliin Khotos in the belt of desertified steppes on the northern plain close to Gurban-Saykhan mountain range (Bulgan somon, Northern Gobi). The variants and size of the plots were as the following: conserved since 1992 – 0.35 ha, conserved since 2001 – 0.75 ha; watering (1) and watering + nitrogen input (2) were made along transects 2.5 * 20 m. Water charging was carried out in autumn 2001 and spring and autumn 2002. In variant (1) water doze for one time was 80 mm; in variant (2) – 60 mm and 210 kg NH₄NO₃. The peculiarities of the vegetation cover were studied in their dynamics during 2002-2003; both of them present vividly years of climatic anomalies. Since May to August 2002 quantity of precipitation was 36 mm (2.5 times lesser than normal), and in 2003 – 150 mm (1.7 times more than normal). The data concerning projective cover and productivity of aboveground phytomass in various plant communities are shown in the table.

Table. Projective cover and productivity of vegetation in the research plots.

Year	Control	Conserved since 2001	Conserved since 1992	Watering	Watering + nitrogen
2002	11/96	13/135	19/474	22/658	21/683
2003	19/451	25/542	65/1036	30/770	45/767

Note. Projective cover (%) is before the slash, phytomass (kg/ha) is after the slash.

At the gradient of ecotopes' moistening all the other qualitative and quantitative parameters of growth, development and structure of plant communities vary in similarly wide range. Up to one third and more of the community's floristic composition of desertified steppes can be in inactive condition under the drought. Out of this number about a half belongs to monocarpic herbs. However, in dry years other life forms of plants can rest: dwarf subshrubs, sod forming, rhizome, soboliferous polycarpic herbs. Conserving and hydrological regime varying lead to considerable changes of phytocoenotic positions of species. Sod forming dominant plants *Stipa gobica* and *Allium polyrrhizum* are the most stable under any ecological conditions. Phytocoenotic position of other species varies widely under contrast moistening conditions and depends on their competition power. This and other results of our investigations allow us to conclude that in arid Gobi conditions conservation, watering and fertilization are the cardinal means for modeling and prognosis of fluctuational changes of structure, living condition and stability of plant communities inhabiting desertified steppes.

Редакция журнала «Аридные экосистемы» и Секция «Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием» научного Совета Отделения общей биологии РАН сердечно поздравляют ученого - пустыноведа Елизавету Алексеевну Востокову с юбилеем и желают ей крепкого здоровья, счастья и новых творческих успехов!

ЕЛИЗАВЕТА АЛЕКСЕЕВНА ВОСТОКОВА



Елизавета Алексеевна Востокова – доктор географических наук, профессор, заслуженный работник геодезии и картографии России – в 1993 г. награждена золотой медалью им. Циолковского за выдающиеся достижения в области изучения и использования космической информации. Является Почетным членом Русского географического общества.

Елизавета Алексеевна широко известна в России и за ее пределами как основатель метода ландшафтной индикации и как крупнейший специалист по дистанционным методам изучения земной поверхности, экологическому картографированию и по проблеме опустынивания.

Научное творчество Елизавета Алексеевны сочетает талант исследователя с незаурядным трудолюбием, трудоспособностью, высокой требовательностью к себе, поразительной скромностью и постоянной причастностью ее жизни и работы к современным научно-практическим проблемам. Всего за всю научную деятельность Е.А. Востоковой опубликовано около 400 работ. Среди них уже ставшие классическими монографии по индикационным методам исследований «Геоботанические методы поисков подземных вод в засушливых областях Советского Союза» (1961), «Основы индикационной геоботаники» (1961), «Введение в индикационную геоботанику» (1962) и др., написанные как лично, так и в соавторстве с коллегами - известными учеными Викторovým Сергеем Васильевичем, Вороновым Анатолием Георгиевичем, Вышивкиным Дмитрием Дмитриевичем и др. Елизавета Алексеевна стала одной из первых применять дистанционные методы и основное содержание ее исследований в этом направлении отражено в монографиях: «Использование аэрокосмических фотоснимков при гидрогеологических исследованиях в пустынях» (1980), «Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды» (1982) и др.

Елизавета Алексеевна обладает удивительным даром увлеченности и это, наряду с энциклопедическими научными знаниями и умением щедро делиться ими, притягивает к ней молодых исследователей. Ею подготовлены более двух десятков кандидатов и докторов наук, написано учебное пособие «Ландшафтная экология» (2000, совместно с П.Д. Гуниным).

В настоящее время Елизавета Алексеевна является ведущим научным сотрудником в Лаборатории экологии аридных территорий Института проблем экологии и эволюции РАН. Она ежегодно выезжает для сбора полевых материалов в Монголию и Бурятию и ее современные публикации посвящены этому региону: «Охрана экосистем Внутренней Азии» (1998, совместно с П.Д. Гуниным и Е.Н. Матюшкиным), готовится к печати коллективная монография «Экосистемы бассейна Селенги».

Editorial board of the journal "Arid ecosystems" and Section "Problems of arid ecosystems and combat against desertification" Scientific council Department of general ecology Russian Academy of Sciences congratulate heartily the Elisaveta Alekseevna Vostokova on her anniversaries and wish sound health, happiness and new creative successes!

ELISAVETA ALEKSEEVNA VOSTOKOVA

Elisaveta Alekseevna Vostokova – doctor of geographic sciences, professor, Honored Geodesy and Cartography's worker of Russia – in 1993 was rewarded with gold medal named after Tsiolkovskiy for the outstanding achievements in investigations and applications of cosmos information. She is an honored member of Russian Geographic Society, is widely known in Russia and beyond the boundaries as a founder of landscape indication method and as outstanding specialist in remote sensing land exploration, ecological cartography and problems of desertification.

Elisaveta Alekseevna's scientific creation combines explorer abilities with outstanding diligence, high demand to her own work, striking modesty and permanent participation of her life and activities to modern science and practical problems.

During her scientific life Vostokova has published about 400 works, including "Indication methods for ground water search in arid regions of the USSR" (1961), "The bases of indication geobotany" (1961), "Introduction into indication geobotany" (1962), and other monographs written both by herself and with co-authors, known scientists: Viktorov S.V., Voronov A.G, Vyshyvkin D.D., which have become basic among indication concept publications. Elisaveta Alekseevna is among those who first use remote sensing methods and main results of her investigations in this field are shown in monographs: "Aerial – space images application in desert hydrological investigations"(1980), "Mapping on the base of space images and environment protection" (1980) etc.

Elisaveta Alekseevna has an amazing gift of enthusiasm that along with her encyclopedic knowledge and ability attracts young scientists. She has supervised more than 20 PhD theses and together with Gunin P.D. published textbook "Landscape ecology" (2000).

Nowadays Elisaveta Alekseevna is leading scientific worker in the Laboratory of arid territories' ecology in the Evolution Problems Institute of RAS. Every year she takes part in expeditions to Mongolia and Buryatia and her latest publications are devoted to this region: "Preservations of Inland Asia ecosystems" (1998 with Gunin P.D. and Matiushkin E.N.), and collective monograph "Selenga basin ecosystems» is preparing to publication.

ЮБИЛЕИ

АГАДЖАН ГЕЛЬДЫЕВИЧ БАБАЕВ
(к 75-летию со дня рождения)



Исполнилось 75 лет со дня рождения и 55 лет научной, педагогической и общественной деятельности одному из ведущих пустыноведов и организаторов науки Агаджану Гельдыевичу Бабаеву.

А.Г. Бабаев родился 10 мая 1929 г. в Туркменистане (г. Мары). В 1949 г. окончил географический факультет Туркменского государственного университета имени А.М. Горького. Будучи студентом и аспирантом, участвовал в работе многих комплексных экспедиций, возглавляемых такими крупными географами и пустыноведами, изучавшими природные условия пустыни Каракумы в связи с их освоением, как М.П. Петров, В.Н. Кунин, И.П. Герасимов, Б.А. Федорович, Н.Т. Нечаева, С.Ю. Геллер, В.А. Ковда. Агаджан Гельдыевич - достойный и благодарный ученик этих замечательных учёных, перенявший от них беззаветную преданность науке, беспредельную любовь к природе пустыни и неодолимое желание изучать закономерности формирования и развития песчано-пустынных ландшафтов.

В 1953 г. в Ленинградском государственном пединституте им. А.И. Герцена А.Г. Бабаев защитил кандидатскую диссертацию и до 1959 г. занимался педагогической деятельностью в должностях доцента, зав. кафедрой географии Туркменского госуниверситета им. А.М. Горького, не прекращая изучения песчаных массивов Средней Азии. Результаты многолетних исследований песков Туркменистана легли в основу докторской диссертации А.Г. Бабаева «Приоазисные пески Туркменистана и их хозяйственное освоение», защищённой в 1968 г. в Институте географии АН СССР.

С 1960 г. он 40 лет возглавлял Институт пустынь в г. Ашхабаде и с этого времени полностью посвятил себя организации научных исследований пустынь СССР, развёртыванию международных научных связей по проблеме пустынь и собственным исследованиям по этой проблеме.

А.Г. Бабаев, как один из крупнейших учёных-пустыноведов мира, осуществлял руководство рядом международных проектов по линии ЮНЕП, ЮНЕСКО, ФАО, ЭКА и других организаций системы Организации Объединённых Наций.

Результаты его многолетних исследований изложены в более чем 300 публикациях, в частности в таких фундаментальных работах как «Оазисные пески Туркменистана и пути их освоения» (1973), «Пустыни СССР вчера, сегодня, завтра» (1977), «Опыт борьбы с опустыниванием в СССР» (1981), «Опыт СССР в освоении пустынь и борьбе с опустыниванием» (1984), «Облесение пустынь» (1985), «Пустыни» (из серии «Природа мира» (1986), «Проблемы освоения пустынь» (1995), «Проблемы освоения аридных земель» (на англ. яз., 1996), «Проблемы пустынь и опустынивания в Центральной Азии» (на англ. яз., 1999) и др. В них разработаны теоретические положения сельскохозяйственного и промышленного освоения пустынных территорий страны, изложен новый подход к охране пустынных экосистем, их рациональному использованию, дана оценка современного состояния процессов опустынивания аридных территорий.

Многогранна научная и общественная деятельность А.Г. Бабаева: с 1965 г. он член-корреспондент Академии наук ТССР, с 1970 г. - профессор, 1975 г. - академик АН Туркменистана; с 1976 г. - член-корреспондент Академии наук СССР (РАН); с 1975 г. он в течение 17 лет - президент АН Туркменистана. Он также является иностранным членом Российской Академии естественных наук; Почётным членом Академии ноосферы Российской Федерации, Действительным членом Исламской Академии наук, Нью-йоркской академии.

Со дня основания в 1967 г. и до 2000 г. Агаджан Гельдыевич главный редактор научного журнала

«Проблемы освоения пустынь».

А.Г. Бабаеву в 1979 г. присвоено почётное звание «Заслуженный деятель науки и техники Туркменистана», в 1981 г. присуждена Государственная премия СССР в области науки и техники. Он лауреат международных премий им. А. Карпинского (Германия) и им. Дж. Пила (США).

У Агаджана Гельдыевича много учеников и последователей. Более 30 человек защитили под его руководством докторские и кандидатские диссертации.

Сердечно поздравляя Агаджана Гельдыевича со славным юбилеем, учёные-пустыноведы желают ему успехов в науке, здоровья, счастья и многих лет плодотворного труда.

AGADJAN GELDYEVIKH BABAEV
(toward 75 anniversary)

A.G. Babaev was born on the 10-th of May in 1929 in Turkmenistan. In 1949 he graduated from Geography department of the Turkmenistan State University. Being a student and Ph-D student, he took part in many geographical expeditions under guidance such great Russian geographers as M.P. Petrov, V.N. Kunin, I.P. Gerasimov, B.A. Fedorovich, N.T. Nechaeva, S.Yu. Geller, V.A. Kovda. Agadjan Geldievich is a worthy pupil of those famous researchers. He took over their devotion to science and love to nature of deserts.

In 1953 A.G. Babaev defended his Ph-D thesis and till 1959 taught students in the Turkmenistan State University studying at the same time sand areas of Middle Asia. The results of long-term investigations of deserts made up the base of his Doctoral thesis “Turkmenistan sands surrounding oasises and their management” (defended in 1968).

Since 1960 he was for 40 years the head of Institute of Deserts in Ashgabat and devoted himself completely to organizing scientific researches in desert lands of USSR. A.G. Babaev also has lead some international projects in the frame of UNEP, UNESCO, FAO, EKA and other organizations of UNO.

His scientific findings A.G. Babaev published in more than 300 works where theoretical foundations of agricultural and industrial management of deserts, a new approach to their protection are presented and a valuation is made for contemporary state of desertification processes in arid territories.

Since 1964 A.G. Babaev is a member of Turkmenistan Academy of Sciences, since 1970 – professor, since 1975 – academician of Turkmenistan Academy of Sciences, and since 1976 - a member of Soviet (Russian) Academy of Sciences. He is also a member of international scientific academies.

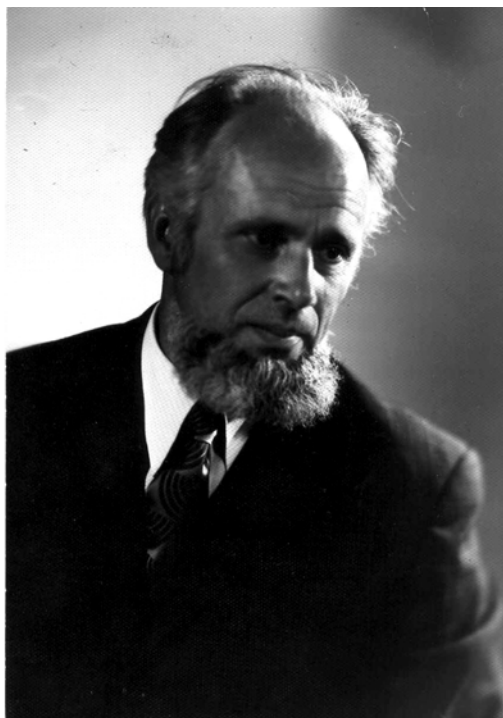
In 1967 – 2000 Agadjan Geldievich was a redactor-in-chief of scientific magazine “Problems of deserts management”.

A.G. Babaev is a laureate of international prize named after A. Karpinsky (Germany) and J. Peel (USA). He has many disciples. More than 30 people defended under his leadership their thesis.

Scientists congratulate Agadjan Geldievich with his glorious anniversary and wish him success in science, good health, happiness and long years of fruitful work.

ЛИР ВАСИЛЬЕВИЧ ЖИРНОВ

(к 75-летию со дня рождения)



Исполнилось 75 лет известному российскому зоологу, крупному специалисту в области экологии копытных, охотоведения, охраны природы и заповедного дела, а также медицинской биологии, доктору биологических наук Лиру Васильевичу Жирнову.

Лир Васильевич родился 7 мая 1929 г. в пос. Камешково Владимирской области и в 1936 г. переехал с родителями в Москву.

В 1951 г. закончил биолого-химический факультет Московского педагогического городского института им. Потёмкина, где его учителями были такие известные учёные-зоологи как А.Г. Банников, С.И. Огнев, С.С. Туров. После окончания Института 6 лет работал в противочумной системе в Казахстане и Таджикистане, а в 1957 г. по приглашению А.Г. Банникова выезжает в Калмыкию для изучения сайгаков. По итогам трёхлетних круглогодичных наблюдений за этими животными были получены уникальные материалы, на базе которых Л.В. Жирновым в 1961 г. была успешно защищена кандидатская диссертация, а в 1963 г. с его участием вышла первая монография «Биология сайгака», в 1967 г. переведенная на английский язык.

С 1965 по 1978 гг. Лир Васильевич занимается проблемой охраны редких видов в качестве зав. сектором охраны редких млекопитающих в лаборатории охраны природы и заповедного дела при Президиуме АН СССР, а затем при Минсельхозе. В этот период он принимает активное участие в подготовке двух изданий «Красной Книги СССР», как редактор и составитель очерков по редким млекопитающим.

С 1979 по 1985 гг. заведовал кафедрой зоологии в Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, где читал курс лекций по зоологии и охране природы.

Л.В. Жирнов - неутомимый путешественник. Кроме многочисленных и длительных полевых работ на бескрайних просторах России, Средней Азии и Казахстана он много работал также в Монголии и Китае. Так, с 1977 по 1982 гг. он участвовал в работе по международному проекту «ЮНЭП» в образовании самого крупного в Евразии Большого Гобийского заповедника в Монголии. По результатам работы была издана на русском и английском языках (в соавторстве с В.О. Ильинским) монография «Большой Гобийский заповедник - убежище редких животных пустынь Центральной Азии» (М., 1985, 1986 гг.)

В 1986 г. Л.В. Жирнов защитил докторскую диссертацию «Копытные аридных зон Евразии».

С 1985 по 1989 гг. работал заместителем директора по науке ВНИИ охраны природы МСХ СССР, где курировал научное направление по охране экосистем животного и растительного мира.

С 1989 г. по настоящее время работает в должности ведущего научного сотрудника в лаборатории экологии аридных территорий ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН.

Перу Лира Васильевича принадлежат фундаментальные работы в области теоретической и практической зоологии, методологии и практики работы противочумных станций, комплексного изучения биологии, экологии, этологии и географии крупных промысловых млекопитающих, разработки основ заповедного дела. Изданные монографии, посвящённые сайгаку и другим редким животным Евразии, являются настольной книгой для всех специалистов, разрабатывающих биологические основы сохранения отдельных видов крупных млекопитающих. У него много учеников и последователей, успешно защитивших кандидатские диссертации.

Жирнов Л.В. неоднократно представлял российскую науку на конгрессах и симпозиумах за рубежом: Финляндия (1967), Индия (1969), Франция (1972, 1987, 1991), Канада (1972), США (1977), Чехословакия (1978), Польша (1987), Швеция (1988), Германия (1993), Монголия (1974, 1979, 1981 и др.).

Большую работу Лир Васильевич проводит и на поприще научно-общественной деятельности. Он - член научно-технического Совета Ассоциации «Росохотрыболовсоюза», межведомственной комиссии по сохранению сайгака Минсельхоза РФ, член секции по редким млекопитающим при Минприроде РФ.

В 2002 г. Л.В. Жирнову присвоено звание «Заслуженный работник охотничьего хозяйства России».

Свой юбилей Лир Васильевич встречает на гребне творческих поисков, за которыми - новые планы и перспективы. Коллеги и друзья желают дорогому юбиляру успешного осуществления этих планов, крепкого здоровья, неиссякаемого оптимизма, а также экологического процветания всех объектов его научных исследований.

LIR VASILIEVICH ZHIRNOV (toward 75 anniversary)

L.V. Zhirnov was born on the 7-th of May in 1929 in Vladimir district and 7 years later moved with his parents to Moscow.

In 1951 he graduated from Biological-Chemical department of Moscow Pedagogical Institute where his teachers were well-known zoologists A.G. Bannikov, S.I. Ognev, S.S. Turov. Then L.V. Zhirnov during 6 years worked at anti-plague system in Kazakhstan and Turkmenistan, and in 1957 came to Kalmyk Republic to study antelope saiga. Having received unique data on these animals, L.V. Zhirnov in 1961 successfully defended Ph-D thesis, and in 1963 with his partition a monograph "Antelope saiga biology" was published (English edition 1967).

In 1965 –1978 Lir Vasilievich worked at solution of rare species protection problems as a chief of a sector in the Laboratory of nature conservation. During that period he actively worked at "Red Book of USSR" redacting and composing articles on rare mammals.

Since 1979 till 1985 L.V. Zhirnov headed Zoology department in Moscow Agricultural Academy and read lectures on zoology and nature conservation.

L.V. Zhirnov is a tireless traveler. Beside of many long field studies in Russia, Middle Asia and Kazakhstan he worked in Mongolia and China. For instance, in 1977-1982 he took part in working out the international project UNEP to create the Big Gobi nature reserve, which is the biggest in Eurasia.

In 1986 L.V. Zhirnov defended Doctoral thesis "Ungulate animals of arid zone of Eurasia".

In 1985 - 1989 L.V. Zhirnov worked as a director deputy in All-Soviet Institute of nature conservation where supervised studies on conserving ecosystems, animals and plants.

Since 1989 up to now he is a senior researcher in Laboratory of ecology of arid territories, Institute for Problems of Ecology and Evolution RAS.

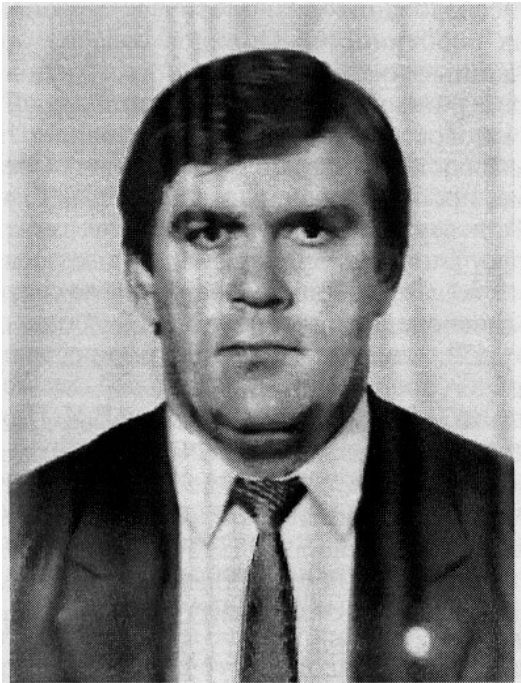
Lir Vasilievich has fundamental works in the field of theoretical and applied zoology; methodology and practice of anti-plague stations; complex study of biology, ecology, ethology and geography of big trade mammals; fundamentals of nature conservation. His monographs about antelope saiga and other endangered Eurasian animals are reference books for specialists working out biological principles for protection of different species of big animals.

L.V. Zhirnov many times represented Russian science abroad. He visited Finland (1967), India (1969), France (1972, 1987, 1991), Canada (1972), USA (1977), Czechoslovakia (1978), Poland (1987), Sweden (1988), Germany (1993), and Mongolia (1974, 1979, 1981).

Lir Vasilievich also carries out social activity. He is a member of the scientific council of the Russian Hunting Fishing Union; of committee for antelope saiga protection under Russian Ministry of Agriculture; of section on rare mammals under Ministry of Nature Conservation.

Colleagues and friends wish L.V. Zhirnov to successfully realize his creative plans, have good health and optimism as well as ecological prosperity for all objects of his scientific researches.

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ПЬЯНКОВ
(31 марта 1954 г. – 1 февраля 2002 г.)



1 февраля 2002 г., во время очередной научной командировки в Германию, на 48-м году жизни скончался выдающийся фитофизиолог, доктор биологических наук, профессор Владимир Иванович Пьянков. Владимир Иванович ушел из жизни на пике своей научной карьеры, в самом расцвете творческих сил.

В.И. Пьянков родился 31 марта 1954 г. в г. Первоуральске Свердловской области в семье рабочего. В 1971 г. окончил среднюю школу. Уже в школьные годы у него не было сомнений относительно своей будущей профессии. В 1976 г. В.И. Пьянков с отличием окончил биологический факультет Уральского госуниверситета и поступил в очную аспирантуру на кафедру физиологии растений к профессору А.Т. Мокроносову. С этой кафедрой была тесно связана вся его последующая жизнь. Здесь он прошел путь от ассистента до профессора, заведующего кафедрой.

По результатам исследований в Арктике в 1982 г. В.И. Пьянков защитил кандидатскую диссертацию на тему «Действие температуры на фотосинтез и метаболизм углерода у растений разных климатических зон». Уже в

ранних работах прослеживается основное направление его будущей научной деятельности – изучение физиологических принципов экологического и климатического распределения растительности.

В 1980-е гг. В.И. Пьянков организует исследования по влиянию климатических факторов на физиологические процессы растений в аридных районах СССР – пустынях Каракумы (1977, 1984-1986, 1992) и Кызылкумы (1985-1988), заповеднике «Тигровая балка» (1985-1989). В эти годы он активно изучал физиологические и биохимические особенности и географическое распространение C_4 -растений. Другим направлением было исследование физиологических механизмов адаптации C_3 -растений к засухе, засолению и высоким температурам.

Результатом многолетних исследований растений разных ботанико-географических зон стала разработка комплексного подхода к решению проблемы экологической дифференциации растений, основанного на анализе структурно-функциональных признаков фотосинтетического аппарата. Эти фундаментальные идеи нашли свое отражение в докторской диссертации «Роль фотосинтетической функции в адаптации растений к условиям среды».

Основываясь на физиологических данных, В.И. Пьянков предложил схему освоения растениями экстрааридных территорий Евразии за последние 50 млн. лет. Его работы можно расценивать как существенный вклад в уточнение датировки происхождения C_4 -синдрома в ходе глобального эволюционного процесса.

В это же время он приступает к развитию теории функциональных типов растений. Современная разработка надвидовой схемы классификации растений (типология Раменского-Грайма) по функциональным вариантам их адаптации к экстремальным условиям окружающей среды является главной научной заслугой профессора В.И. Пьянкова.

В 1990-е гг. В.И. Пьянков активно включился в решение проблем, связанных с глобальными изменениями природной среды и климата, используя богатый арсенал теории функциональных типов растений. Им была предложена иерархическая система функциональных типов бореальной зоны на основе их морфологии в сочетании со структурно-биохимическими показателями

фотосинтетического аппарата. Разнообразие этих типов изучалось В.И. Пьянковым в ходе экспедиций 1993 и 1999-2001 гг. на Бурято-Монгольском трансекте протяженностью около 1500 км.

В последние годы своей жизни Владимир Иванович вплотную подходит к выяснению физиологических оснований надвидовой классификации видов по типам экологических стратегий и эволюционной адаптации к климатическому стрессу. Одним из выдающихся результатов его научной деятельности стало создание уникальной базы данных структурно-функциональных показателей фотосинтетического аппарата растений Северной Евразии, аналогов которой нет в мире.

Владимир Иванович был ученым международного класса. Он как никто другой ощущал глубокое внутреннее единство естествознания, его интернациональный характер. В.И. Пьянков неоднократно выступал в качестве научного руководителя региональных групп в международных проектах. В частности, он руководил уральской группой специалистов, ответственных за исследования в области физиологии растений по проекту «Исследование и мониторинг процессов деградации с использованием дистанционных методов исследований и геоинформационных систем», при поддержке V Рамочной Программы «INCO-Copernicus-2».

Большое внимание В.И. Пьянков уделял подготовке специалистов по биологии растений. В пору его заведования кафедрой Уральского госуниверситета было подготовлено 7 кандидатских диссертаций и десятки дипломных работ.

Все, кого судьба сводила с этим замечательным человеком, глубоко скорбят о его безвременной кончине. Его короткая, но яркая жизнь являет собой пример высокой гражданственности, мужественного и беззаветного служения Родине и науке.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ В.И. ПЬЯНКОВА:

1. Пьянков В.И. Анализ температурной зависимости фотосинтеза близкородственных видов растений арктических и умеренных широт // Экология. 1980. № 3. С. 37-41.
2. Пьянков В.И., Вахрушева Д.В. Пути первичной фиксации CO₂ и C₄ растений семейства маревых аридной зоны Средней Азии // Физиология растений. 1989. Т. 36. С. 228-238.
3. Пьянков В.И., Мокроносов А.Т. Основные тенденции изменения растительности Земли в связи с глобальным потеплением климата // Физиология растений. 1993. Т. 40. С. 515-531.
4. Pyankov V. I., Ivanova L.A., Lambers H. Quantitative Anatomy of Photosynthetic Tissues of Plant Species of Different Functional Types in a Boreal Vegetation // Inherent Variation in Plant Growth. Physiological Mechanism and Ecological Consequences / Eds. Lambers H. et al. Leiden: Backhuys Publ. 1998. P. 71-87.
5. Пьянков В.И., Иванов Л.А. Структура биомассы у растений бореальной зоны с разными типами экологических стратегий // Физиология растений. 2000. Т. 48. С. 3-10.
6. Edwards G.E., Franceschi V.R., Ku M.S.B., Voznesenskaya E.V., Pyankov V. I., Andreo C.A. Compartmentation of Photosynthesis in Cells and Tissues of C₄ Plants // J. Exp. Bot. 2001. V. 52. P. 577-590.
7. Пьянков В.И., Иванов Л.А., Ламберс Х. Характеристика химического состава листьев растений бореальной зоны с разными типами экологических стратегий // Экология. 2001. № 4. С. 243-251.
8. Pyankov V., Black C., Stichler W., Ziegler H. Photosynthesis in *Salsola* Species (Chenopodiaceae) from Southern Africa Relative to their C₄ Syndrome Origin and their African-Asian Arid Zone Migration Pathways // Plant Biol. 2002. V. 4. P. 62-69.

PYANKOV VLADIMIR IVANOVICH (31 March 1954 – 1 February 2002)

1st February 2002, during his latest scientific mission to Germany a great plant physiologist, professor Vladimir Ivanovich Pyankov died. He was at the peak of his scientific career.

V.I. Pyankov was born on the 31st of March in 1954 in Pervouralsk (Sverdlov district) into a worker's family. In 1971 he graduated from a secondary school, and as early as in his school years V.I. Pyankov had no doubts about his future profession. In 1976 he graduated from the Department of Biology at the Ural State University and became a Ph-D student of the Department of Plant physiology. His teacher was famous

physiologist professor A.T. Mokronosov. V.I. Pyankov connected his whole life with this Department, passing way from assistant to professor.

In 1982 V.I. Pyankov defended his Ph-D thesis “Temperature influence on photosynthesis and carbon metabolism of plants in different climate zones”. Even in his earliest works one could see the basis of his future scientific interest – studying physiological principles of ecological and climatic plants distribution.

In 1980s V.I. Pyankov organized research works to study influence of climatic factors on physiological processes of plants in arid lands of USSR such as Karakum (1977, 1984-1986, 1992) and Kyzylkum deserts (1985-1988), “Tigrovaya balka” natural reserve (1985-1989). During those years he actively studied physiological and biochemical features and geographical distribution of C₄-plants. Another point was investigation of adaptive physiological mechanisms of C₃-plants to drought, salinity and high temperatures.

The result of long-term studying of plants from different botanical-geographic zones was development of complex approach to resolve the problem of plants ecological differentiation based on analysis of structure-function features of photosynthetic apparatus. These fundamental ideas have found their reflex in V.I. Pyankov’s doctoral thesis “The role of photosynthetic function in plants adaptation to the environment”.

Having take physiological data as the base, V.I. Pyankov proposed the scheme of acclimating by plants extra-arid Eurasian territories for the last 50 million years. His works may be appreciated as a considerable contribution into specifying origin time of C₄-syndrome in the course of global evolution process.

That time V.I. Pyankov started to develop a theory of functional types of plants. Modern approach to the above-species scheme of plants classification (typology of Ramenskiy – Grime) according to functional variants of their adaptations to extreme conditions is the main scientific merit of V.I. Pyankov.

In 1990s V.I. Pyankov joined activities about the solution of problems connected with global changes of environment and climate using rich arsenal of the theory of functional types of plants. He proposed the hierarchical scheme of functional types of boreal zone on the base of their morphology together with structural-biochemical peculiarities of photosynthetic apparatus. The diversity of these types was studied by V.I. Pyankov in expeditions in 1993 and 1999-2001 along Buriat-Mongolian transect 1500 km.

In the last years of his life Vladimir Ivanovich worked at physiological foundations of above-species plants classification by types of ecological strategies and evolutionary adaptation to climatic stress. One of outstanding results of his scientific activity is creation of the unique database of structure-function exponents of photosynthetic apparatus of plants inhabiting Northern Eurasia. It has no analog in the world.

V.I. Pyankov was a scientist of international level. He as no one felt deep unity of natural sciences, their international character. Vladimir Ivanovich many times was a leader of regional research groups in international projects. In particular, he directed Ural research group that was responsible for investigations in the field of plant physiology according to the project “Studying and monitoring of degradation processes using distant methods and geo-informatics systems” under V Frame Program “INCO-Copernicus-2”.

V.I. Pyankov paid serious attention to education of specialists – plant biologists. When he headed the Department of plant physiology at the Ural State University there were written 7 Ph-D. thesis’s and some tens of diploma works.

All who was familiar with this remarkable person are grieving deeply over his premature decease. His short but bright life gives us an example of courageous and unselfish service for his homeland and science.

ПОТЕРИ НАУКИ

НИКОЛАЙ ГАВРИЛОВИЧ ХАРИН
(7 сентября 1926 г. – 5 мая 2004 г.)



В
В

Ушёл из жизни известный исследователь пустынь, доктор биологических наук, профессор, академик Академии наук Туркменистана Николай Гаврилович Харин.

Николай Гаврилович родился 7 сентября 1926 г. селе Долисичи Суражского района Брянской области семье фельдшера. В 1951 г. он окончил Брянский лесохозяйственный институт, и с тех пор вся его трудовая деятельность была направлена на разработку дистанционных методов изучения растительного покрова.

Н.Г. Харин прошёл курс аспирантуры в Лаборатории аэрометодов АН СССР в Ленинграде, где под руководством крупного учёного Н.Г. Келля сформировался большой коллектив специалистов, занимающихся изучением природных ресурсов на основе аэрометодов. Работал в Институте леса и древесины СО АН СССР в Красноярске, где организовал лабораторию аэрометодов и картографии.

С 1964 г. он полностью переключился на изучение среднеазиатских, а затем и других пустынь мира. Н.Г. Харин организовал в Институте пустынь

АН Туркменистана лабораторию дистанционных методов, которая стала признанным центром по изучению аридных территорий с помощью новейших средств космического земледения.

Своими учителями он всегда считал таких крупных учёных-пустыноведов как М.П. Петров, Н.Т. Нечаева, Л.Е. Родин. Особенно тесно он сотрудничал с М.П. Петровым, в соавторстве с которым опубликовал свои первые словари терминов по пустыням мира.

Хорошее знание нескольких иностранных языков позволило ему в 1995 г. завершить по заданию ЮНЕП работу по составлению четырехязычного словаря терминов по опустыниванию. Кроме того, им опубликовано несколько других словарей, в том числе четырехязычный словарь терминов по дистанционным методам и французско-русский словарь терминов по опустыниванию. Всего же им опубликовано более 280 научных статей и монографий на русском и английском языках.

Н.Г. Харин разработал ряд оригинальных методов тематического картографирования, в том числе фенологического. Следующим его научным направлением было изучение и картографирование процессов опустынивания с применением космических методов. Под его руководством в 1985 г. составлена карта опустынивания аридных территорий СССР, а затем и некоторых других пустынь мира.

Всеобщее признание получила международная деятельность Н.Г. Харина. В 1978-1980 гг. он успешно работал в почвенно-экологической экспедиции в Ливии. Там он разработал оригинальную методику составления экологической карты, а также под его руководством были составлены детальные геоботанические карты на аридные территории этой страны. Результаты этих работ по Ливии были опубликованы в нескольких коллективных монографиях, изданных в Триполи в 1980 г.

Затем было много экспедиций и в другие страны, также связанные с проблемой опустынивания. В 1989-1990 гг. Н.Г. Харин руководил экспедициями в Мали, где были составлены карты и разработаны рекомендации по борьбе с опустыниванием. В 1984 г. он был в Китае, в 1986-1987 гг. работал в Монголии, в 1989 г. в качестве эксперта ЮНЕП посетил Мавританию.

Н.Г. Харин объездил много стран мира, успешно выступая с докладами на международных

симпозиумах, конференциях и конгрессах, а также с лекциями в различных университетах и на Международных учебных курсах.

С 1984 г. он руководил Проектом № 4 Международной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ), с 1992 г. принимал непосредственное участие в разработке Международной конвенции по борьбе с опустыниванием в качестве эксперта Комитета ООН по её подготовке.

С июля 1996 года до последних дней жизни Н.Г. Харин работал в должности Главного научного сотрудника в Центре по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, где продолжал активно заниматься аридной тематикой. За этот период Н.Г. Хариным был опубликован ряд обобщающих работ, посвященных дистанционным методам исследования в различных регионах мира: Центральной и Средней Азии, Прикаспии, Северной Африки и др.

Николай Гаврилович осуществлял большую научно-педагогическую работу. Под его руководством защищено 15 кандидатских и 2 докторские диссертации.

Н.Г. Харин в течение многих лет являлся заместителем главного редактора журнала «Проблемы освоения пустынь», был членом Научного совета по проблеме пустынь.

В преддверии 60-летия Победы необходимо отметить, что Николай Гаврилович с 1943 по 1945 гг. служил в рядах Красной армии и участвовал в боях на 3-м Белорусском фронте, где получил тяжёлое ранение. Он награждён орденом отечественной войны I степени, медалями «За отвагу», «За Победу над Германией» и др.

Светлая память о Николае Гавриловиче Харине навсегда сохранится в душах и умах всех, кто его знал.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ Н.Г. ХАРИНА:

1. Лесохозяйственное дешифрирование аэроснимков. М.: Наука., 1965. 140 с.
2. Дистанционные методы изучения растительности. М.: Наука. 1975. 132 с.
3. Дистанционные методы и охрана природы пустынь. М.: Наука. 1980. 101 с.
4. Сезонные явления природы. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 136 с. (в соавторстве с А.А. Курильцевой и И.Г. Грингофом)
5. Degradation of the Drylands of Asia. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Japan, 1999. 81 p. (в соавторстве с R. Tateishi и H. Harahsheh)
6. Опустынивание засушливых земель прикаспийского региона. Ростов-на-Дону, 2000. 89 с. (в соавторстве с Г.М. Борликовым, В.А. Банановой и Р. Татейши)
7. Vegetation Degradation in Central Asia under the Impact of Human Activities. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London, 2002. 182 p.
8. Monitoring of Seasonal Changes of Vegetation by NOAA/AVHRR Data. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Japan, 2002. 143 p. (в соавторстве с R. Tateishi)
9. Glossary of Terms on Desertification. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Japan, 2002. 405 p. (в соавторстве с R. Tateishi)
10. Degradation of the Drylands of Northern Africa. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Japan, 2002. 87 p. (в соавторстве с R. Tateishi, P. Gunin и Hussam Al-Bilbisi)

NIKOLAY GAVRILOVICH KHARIN

(7 September 1926 – 5 May 2004)

Deceased Nikolay Gavrilovich Kharin – renowned researcher, Doctor of Sciences, professor, academician of Turkmenistan Academy of Sciences.

N.G. Kharin was born 7 September 1926 in Bryansk district. In 1951 he graduated from Bryansk Institute of Forestry and since that all his activity was aimed at working out distant methods of vegetative cover research.

Since 1964 N.G. Kharin has completely devoted himself studying deserts of the world. At the Desert Institute in Turkmenistan he found the Laboratory of distant methods, which became a center to study arid territories using modern cosmic means.

Among his teachers he always considers such great Russian scientists as M.P. Petrov, N.T. Nechaeva, L.E. Rodin.

Good knowledge of foreign languages allowed N.G. Kharin to complete in 1995 composition of the four-language terminological dictionary on desertification according to UNEP request. He also wrote several

dictionaries on distant methods. In the whole, he published more than 280 articles and monographs in Russian and other languages.

N.G. Kharin worked out some original methods for thematic cartography including mapping of desertification with help of satellite data. In 1985 under his guidance a map showing desertification of arid lands in USSR was made.

International activity of Nikolay Gavrilovich has won overall appreciation. In 1978-1980 he successfully worked in Livia where invented an original method for ecological mapping. Results of soil and geobotanical studying in Livia were published in Tripoli as several collective monographs.

After that N.G. Kharin visited many countries as a member or a leader of scientific expeditions: Mali (1989-1990), China (1984), Mongolia (1986-1987), and Mauritania (1989, as a UNEP expert). He made reports at different conferences and wrote lectures abroad.

Since 1984 N.G. Kharin managed Project N 4 of the International UNESCO program "Man and Biosphere". Being an expert of UNO committee, he worked on the International convention for combat desertification.

The last years of his life N.G. Kharin was senior researcher at the Center for Problems of Forest Ecology and Productivity RAS where continued actively to study arid lands.

Nikolay Gavrilovich was not only a scientist, but also a teacher. Under his scientific guidance about 20 people defended their thesis.

ИТОГ МНОГОЛЕТНИХ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПУСТЫНЯХ ТУРАНА

© 2004. Н.М. Новикова

Институт водных проблем РАН

119991 Москва, ул. Губкина 3, каб. 419; Россия, novikova@aqua.laser.ru

Рецензия на книгу «Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области)». Под редакцией Е.И. Рачковской, Е.А. Волковой, В.Н. Храмова. СПб., 2003, 424 с.+38 цв. вкл.

Выход в свет монографии, характеризующей современное состояние растительного покрова пустынь Казахстана и Средней Азии (Турана) и освещающей закономерности его формирования, динамики на территории, занимающей около 2 тыс. км², и включающей бореальные и субтропические типы равнинных и горных пустынь, представляет собой важный этап в развитии ботанической географии. В основу монографии положены оригинальные материалы, собранные по единой методике во время более чем пятидесятилетних исследований международным авторским коллективом, включившем авторитетных ученых – геоботаников из различных республик бывшего Советского Союза: Н.И. Акжигитову (Институт ботаники АН Республики Узбекистан); Л.Я. Курочкину, Г.Б. Макулбекову, Н.П. Огарь, Е.И. Рачковскую (Институт ботаники и фитоинтродукции Министерства образования и науки Республики Казахстан); И.Н. Сафронову, Е.А. Волкову, В.Н. Храмова (Ботанический институт РАН им. В.Л. Комарова, Россия); и из Германии - З-В. Брекле, Г. Винклера, В. Вухрера. Изданию монографии предшествовал выход в 1995 году «Карты растительности Казахстана и Средней Азии», разработанной тем же составом авторского коллектива из республик СНГ. Анализ содержания этой карты и послужил основой при написании многих разделов монографии и представлен в ней в виде аналитических карт и картометрических материалов.

Монография состоит из введения, заключения и трех частей: «Растительность равнин» (140 стр.), «Растительность гор и предгорий» (32 стр.) и «Ботанико-географическое районирование» (31 стр.). В конце книги в качестве самостоятельного раздела помещено изложение основных положений монографии на английском языке (184 стр.). В связи с этим в книге все подрисуночные подписи и легенды к картам продублированы на английском языке. Это существенно расширяет географию научной аудитории, которая может ознакомиться и воспринять это серьезное издание. Книга богато иллюстрирована и содержит 35 аналитических карт, 63 рисунка, 82 цветных фотографии, 13 таблиц, 454 библиографических ссылки. Издание книги поддержано Федеративной Республикой Германия в рамках проекта GTZ CCD.

Монография помимо фактологического и аналитического содержания ценна тем, что здесь в процессе выполнения исследований, составления карты и анализа ее современными методами ГИС технологий, были сформулированы важные теоретические представления современной геоботаники: подтверждено определение пустынного типа растительности, данное в более ранних работах Е.И. Рачковской (1993; 1995) как «...объединения растительных сообществ с доминированием гиперксерофильных, ксерофильных микро- и мезотермных растений различных жизненных форм, преимущественно полукустарничков, полукустарников, кустарников, полудеревьев»; обосновано выделение и охарактеризованы основные структурные элементы растительного покрова - фитоценохоры: комплексы, серийные, экологические и эколого-динамические ряды, а также совокупности и сочетания указанных единиц и участки с гомогенным растительным покровом – фитоценомеры; пересмотрено ботанико-географическое деление территории, предложена иерархическая структура, и единицы дифференциации, обусловленные сочетанием зональных, региональных, исторических и современных локальных факторов на равнинах и высотной поясности - в горах.

Вся рассмотренная территория пустынь Средней Азии и Казахстана отнесена к Сахаро-Гобийской пустынной области, которая подразделяется на равнинную часть, относящуюся к Ирано-Туранской подобласти и горную, входящую в состав Центральноазиатской подобласти. Ирано-Туранская подобласть разделяется на 3 равнинные провинции: Северо-Туранскую, Южно-Туранскую

и Джунгарскую. Провинции подразделяются на *подпровинции*. При выделении этих единиц большое значение имеют палеогеографические факторы, современный климат и орография. Провинции и подпровинции делятся на широтные *полосы* (подзоны), смена растительности которых обусловлена сменой гидротермических условий с севера на юг. В пределах подзон выделяются низшие единицы районирования – *округа и районы*, растительность которых определяется в первую очередь геоморфологическими, геологическими и почвенными различиями.

Ботанико-географическое районирование растительного покрова исследуемых горных территорий, аналогичное выполненному для равнинной Ирано-Туранской подобласти, сделано с ревизией предыдущих работ и разнится некоторыми отличиями в понимании иерархических единиц, уточнении некоторых границ и отнесении территорий к иным единицам в иерархической системе. Выделены следующие иерархические единицы: 5 горных *провинций* – Джунгаро-Северотяньшаньская в пределах суббореальных пустынь, Горносреднеазиатская и Горноцентральноазиатская в пределах суббореально-субтропических пустынь и Копетдаг-Хорасанская и Северогиндукушская – в зоне субтропических пустынь. Горные провинции подразделяются на подпровинции в зависимости от типа поясности растительности (единая колонка поясов, единый формационный состав), орографии (горные хребты, высокогорные плато, предгорные равнины), размерности. Всего выделено 16 горных подпровинций и 2 подгорных. Внутри поясов выделены подпояса.

Книга дает представление о современных теоретических позициях российско-казахстанской школы ботанической географии и отражает ее достоинства и недостатки. Среди достоинств следует отметить четкую разработанность иерархической системы фитоценозов, ее экологичность и «телескопичность». Основной картируемой единицей на картах всех масштабов остается ассоциация. Однако обычно достоинства в виде своего продолжения имеют недостатки и основным недостатком на данный момент является отсутствие четкой системы ценомеров, которая должна лежать в основе выделения ценозов. Т.е. все-таки необходимо в настоящее время сосредоточить усилия на том, чтобы создать единую классификацию растительности для пустынной территории Турана и Казахстана.

Весьма ценным является то, что авторский коллектив не только понимает место своего научного вклада в изучение растительного покрова этого пустынного региона, но и отдает себе отчет в том, что предстоит еще сделать, и перечень предстоящих задач нашел отражение в заключении к монографии. Среди первоочередных указаны задачи продолжения изучения географических закономерностей распределения растительности с составлением картографических моделей в более крупном масштабе – от 1:1000000 до 200000, совершенствование ботанико-географического районирования, в особенности – наиболее мелких единиц; требует уточнения ряд ботанико-географических рубежей, в частности – между южнотуранскими и субтропическими пустынями, расположенными на территории Ирана и Афганистана и др., актуальны обзоры-монографии по отдельным пустынным формациям, среди перспективных выделено развитие ареалогии видов и др.

Следует сказать, что геоботанические исследования и картографические представления-модели растительного покрова, разрабатываемые авторским коллективом, имеют не только теоретическую ценность. Они востребованы в настоящее время в связи с необходимостью решения природоохранных проблем как из-за активного освоения этих территорий, так и для организации экологической сети охраняемых территорий одновременно на всей территории.

RESULTS OF THE GEOBOTANICAL INVESTIGATIONS WITHIN THE TURAN DESERT REGION

© 2004. N. M. Novikova

*Water Problems Institute of Russian Academy of Sciences
119991 Moscow, 3 Gobkin str., office 419; Russia*

About the book: Botanical geography of Kasakstan and Middle Asia (desert region) – St. Petersburg, 2003. 424 p. +38 colour inserts.

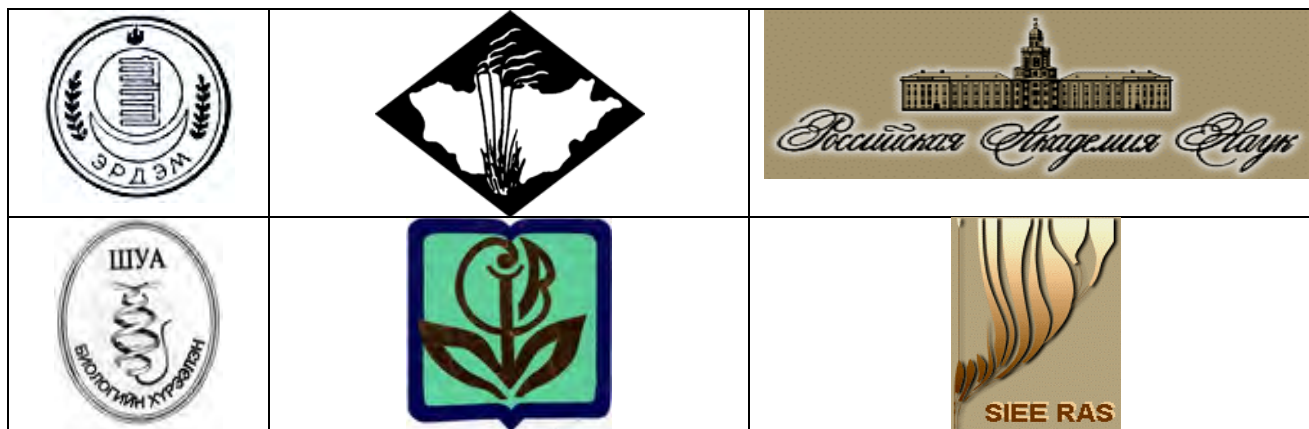
The authors of this book are international group of the scientists from Former Soviet Union and Germany. They are the famous geobotanists of the world: N.I. Akdigitova - from Uzbek Republic, L.Ya. Kurochkina, G.B. Makulbekova, N.P. Ogar, E.I. Rachkovskaya – from Kazakhstan, I.N. Safronova, E. A. Volkova, V.N.

Khramsov – from Russia and S.-W. Brekle, G. Winkler W. Wucherer, and for a long time (more than 50 years) they have worked within the Turan desert plains and mountains. This monograph summarizes the phytogeographical knowledge achieved by the end of XX century. There are modern data on botanical geography, ecology and typology of the basic plant communities of desert and mountain areas of Kazakhstan and Middle Asia. The regularities of zonal desert vegetation on the plains and altitudinal vegetation structure in the mountains are shown in the book. Much attention is paid to complicated spatial structure of the vegetation cover as well as to ecological correlations between the vegetation and environment. It is of great importance to compile actual vegetation cover maps where the contemporary state of both natural and secondary communities should be reflected. For this purpose succession relations and tendencies of development of communities, caused by various factors of anthropogenic pressure were studied and described as well as the restoration successions. All this information was reflected at the Map of vegetation cover of Central Asia and Kazakhstan which was published in 1990. A new botanical-geographic regionalization and map are proposed in the book. The following subordinate system of units is applied: region or zone, subregion, province, subprovince, subzone (strip). All the area of study belongs to the Sahara Goby region. Within this area are divided two subregions: plain part – Iran-Turan and mountain territories, which belong to Central Asian subregion. Iran-Turan subregion includes northern deserts (steppified deserts or desert with grasses), middle (typical) and southern with dominance of ephemerals and ephemeroïds. Iran-Turan subregion is divided into 3 plain provinces: North Turan, South Turan and Dzungar and every one includes subprovinces. The next level is the latitudinal *strips* (subzones), where vegetation is stipulated by alteration of hydrothermic conditions from north to south. The lowest units of subdivision are okrugs and rayons, where the features of vegetation depends of originality of geomorphologic, geologic soil conditions. The work is important for development of rational strategy of vegetation cover conservation and is intended for ecologists, biologists, geographers as well as for lecturers and students. The monograph is published in Russian and in English. It contains 35 analytical maps, cartometric materials and is illustrated by photographs. Fig.63, Col. phot. 82, Tab.13, Bibl. 454. publication of this book was supported by the Federative Republic of Germany through the GTZ CCD-Project which supports the realization of the UNO Convention to Combat Desertification (CCD) at a global scale.

ПЕРВОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ЭКОСИСТЕМЫ МОНГОЛИИ И ПРИГРАНИЧНЫХ РЕГИОНОВ СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН:
ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ»

5-9 сентября 2005 г.
Улан-Батор, Монголия



Организаторы конференции:

Академия Наук Монголии и Российская Академия Наук,
в сотрудничестве с Министерством Природы и Окружающей Среды Монголии
и Фондом Науки и Технологии Монголии

Научный комитет:

Сопредседатели:

акад. Т. Галбаатар (Монголия),
акад. Д.С. Павлов (Россия)

Члены комитета:

акад. А. Дулмаа (Монголия), акад. Г.В. Добровольский (Россия), акад. А. Болд (Монголия),
акад. Д. Доржготов (Монголия), акад. Н. Ульзийхутаг (Монголия), акад. Ц. Жанчив (Монголия), акад.
Хан Ксингуо (КНР), д-р Жанг Шявлей (КНР), акад. О. Шагдарсурэн (Монголия), чл.-корр. Р.В.
Камелин (Россия), чл.-корр. Ю.В. Гамалей (Россия), чл.-корр. В.М. Корсунов (Россия), д.б.н. В.Т.
Ярмишко (Россия), д.г.н. Е.А. Востокова (Россия), д.б.н. Л.В. Жирнов (Россия), д.б.н. Е.И. Рачковская
(Казахстан)

Организационный комитет:

Сопредседатели:

д.б.н. П.Д. Гунин (Россия), д.б.н. Ч. Дугаржав (Монголия),
д.б.н. Ю.Ю. Дгебуадзе (Россия) и к.б.н. Ш. Цоож (Монголия)

Члены комитета:

д.б.н. Б.Д. Абатуров, д.б.н. И.А. Банникова (Россия), д.г.н. Б. Даш (Монголия), д.б.н. Б.Б. Намзалов
(Россия), д.б.н. Б. Дашням (Монголия), д.с.-х. н. Ж. Цогтбаатар (Монголия), д.б.н. Н.П. Огарь
(Казахстан), д.б.н. Ма Кипинг (КНР), д-р Ц. Абудувайли (КНР), д.б.н. Х. Цохуу (Монголия), д.б.н.
Жибин Жанг (КНР), к.б.н. В.Ф.Куликов (Россия), к.б.н. А.А. Луцкеина (Россия), к.г.н. А.В. Прищепа
(Россия), к.б.н. Л. Амгалан (Монголия), к.б.н. Е.А. Волкова (Россия), к.б.н. Б. Лхагвасурэн (Монголия),
к.б.н. Б. Цэцэг (Монголия), к.б.н. Р. Самьяа (Монголия), к.б.н. С.Н. Бажа (Россия), к.б.н. Ю.И.
Дробышев (Россия), Т.М. Агапкина (Россия)

Ученые секретари:

к.б.н. Н.И. Дорофеев (Россия) Тел./факс +7 (095) 953-07-13 E-mail: pgunin@online.ru
к.б.н. Ч. Доржсурэн (Монголия) Тел./факс +976 (11) 45-18-37. E-mail: ibot@mongol.net

Цели конференции:

- Оценить современное состояние экосистем и биологических ресурсов Монголии
- Выявить тренды развития природной среды в связи с антропогенной деятельностью на приграничных территориях Монголии, России, Казахстана и Китая
- Провести анализ современных процессов функционирования основных типов экосистем Центральной Азии

Главные темы:

- Биологическое разнообразие и биологические ресурсы
- Оптимизация использования и сохранение биологических ресурсов
- Динамика экосистем и современные сукцессионные процессы
- Животные и растения как наиболее уязвимые компоненты экосистем
- Антропогенное воздействие на окружающую среду и загрязнение экосистем
- Биологические инвазии чужеродных видов
- Дистанционное зондирование и экологическое картографирование
- Природные и социально-экономические аспекты деградации и опустынивания
- Трансформация традиционного природопользования в современный период

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ

5 сентября – регистрация участников конференции, открытие конференции, пленарная сессия, торжественный ужин

6 сентября – работа по секциям, стендовые доклады

7 сентября – работа по секциям, дискуссия, закрытие конференции, торжественный ужин

8-9 сентября – экскурсии

РЕГИСТРАЦИОННАЯ ФОРМА

Фамилия	
Имя	
Адрес	
Место работы	
Телефон/факс	
E-mail	
Название доклада	
Форма представления доклада	

Заявки на участие в конференции принимаются до 1 января 2005 г. по электронной почте.

Информация о формате материалов для публикации, а также об условиях проживания будет выслана во втором циркуляре конференции.

INTERNATIONAL CONFERENCE

«ECOSYSTEMS OF MONGOLIA AND FRONTIER AREAS OF ADJACENT COUNTRIES: NATURAL RESOURCES, BIODIVERSITY AND ECOLOGICAL PROSPECTS»

September, 5-9, 2005. Ulaabaatar, Mongolia

Main Themes:

- Biological diversity and biological resources
- Optimization of use and conservation of biological resources
- Dynamics of ecosystems and modern seral processes
- Animal population and vegetation as a vulnerable components of ecosystems
- Man impact on environment and pollution of ecosystems
- Biological invasion of alien species
- Remote sensing and ecological mapping
- Natural and socio economic aspects of degradation and desertification
- Transformation of traditional nature management in modern times

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Статьи, направляемые в журнал «Аридные экосистемы», должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Статьи должны содержать сжатое и ясное изложение современного состояния вопроса, описанные методики исследования, изложение и обсуждение полученных автором данных. Статья должна быть озаглавлена так, чтобы название соответствовало ее содержанию.

2. Статьи, поступающие для публикации, обязательно должны иметь направление от учреждения, в котором выполнена данная работа.

3. Объем статьи не должен превышать 15 страниц текста. Размер текстового поля для формата страницы А4 170 x 245 мм должен иметь поля 2,5 см сверху и снизу, 2 см – справа и слева. Статью печатать на компьютере в программе Word for Windows через 1,5 интервала. Для заголовка статьи предлагается использовать шрифт Baltica № 14, для основного текста - Baltica № 11, или любой другой близкий по строению шрифт. Величина абзационного отступа основного текста статьи должна составлять 0,7 см. Текст набирается без переносов с использованием стандартного разделения между словами, равного одному пробелу. Страницы нумеровать в верхнем правом углу листа.

4. Статьи представляют в двух экземплярах. В левом верхнем углу первой страницы рукописи следует проставить соответствующий содержанию индекс УДК. После заголовка ставятся инициалы и фамилии авторов, на следующей строке следует указать название организации с полным почтовым адресом (почтовый индекс, страна, город, улица, дом, почтовый ящик, E-mail (если есть) и т.д.). Все страницы рукописи с вложенными таблицами (следующий лист после первой ссылки на таблицу) должны быть пронумерованы. Отдельно следует приложить аннотацию, переведенную на английский язык объемом 3-5 стр. при объеме статьи 10-15 стр. и 2-3 стр. при объеме статьи 5-10 стр.

5. Таблицы должны представляться в минимальном количестве (не более 3-4 таблиц), каждая таблица на отдельном листе. Объем таблиц не более 1 машинописной страницы. Не допускается повторение одних и тех же данных в таблицах, графиках и тексте статьи. К таблицам должны быть даны названия. Все таблицы должны быть набраны в табличной форме Word for Windows.

6. Число иллюстраций должно быть минимальным (не более 2-3 рисунков). Каждая иллюстрация должна иметь на обороте порядковый номер, фамилию автора и заглавие статьи (писать только карандашом). Для рисунков и фотографий дается общая нумерация. В соответствующих местах текста статьи даются ссылки на рисунки, на полях рукописи указывается их номер. Названия таблиц и рисунков должны быть представлены как на русском, так и на английском языках.

Размер авторских оригиналов чертежей должен соответствовать намеченному размеру иллюстраций в журнале. Рисунки представляются в двух экземплярах вычерченными тушью, а также в виде четких фоторепродукций. Следует максимально сокращать пояснения на полях рисунка, переводя их в подписи. Карты должны быть выполнены на географической основе ГУГК – это должны быть контурные или бланковые карты. Фотографии должны быть контрастные, на белой глянцевой бумаге, хорошо проработанные в деталях, в двух экземплярах. Все необходимые на фотографиях пояснения следует делать только на втором экземпляре. первый экземпляр фотографии не должен иметь никаких дефектов: чернильных пятен, надписей, изломов, следов от скрепок, трещин и т.д. Наклеивать фотографии на бумагу или картон не разрешается.

7. Список цитируемой литературы следует оформлять в соответствии с ГОСТом 7.1 – 76 «Библиографическое описание произведений печати». Работы располагаются в алфавитном порядке, по фамилиям авторов. Сначала идут работы на русском языке, затем – на иностранных языках. Отдельные работы одного и того же автора располагаются в хронологической

последовательности. Для журнальных статей указываются фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год издания, том, номер (выпуск), страницы; для книг - фамилии и инициалы авторов, название книги, город, издательство, год издания, общее количество страниц. Допускаются только общеизвестные сокращения. В тексте, в квадратных скобках, указывается фамилия автора и год издания работы, на которую дается ссылка. Все приведенные в статье цитаты должны быть выверены по первоисточникам. Указание в списке литературы всех цитируемых в статье работ обязательно. Список литературы пронумеровать и печатать на отдельной странице.

8. Редакция просит авторов использовать единицы физических величин, десятичные приставки и их сокращения в соответствии с проектом государственного стандарта «Единицы физических величин», в основу которого положены единицы Международной системы (СИ).

9. Направляемая в редакцию статья должна быть подписана автором с указанием фамилии, имени и отчества, полного почтового адреса, места работы и телефонов. При наличии нескольких авторов статья подписывается всеми авторами.

10. Корректурa авторам не высылаеtся.

11. Отклоненные статьи авторам не возвращаются.

12. Материалы – 2 экземпляра статьи и дискета (3,5'') – при пересылке просим тщательно упаковать в твердой папке.

13. Рукописи не редактируются, дискеты и рукописи не возвращаются.

14. Материалы, оформленные не по правилам, не могут быть опубликованы.

По всем вопросам просим обращаться в редакционную коллегию.

Наши адреса: 119991, Москва, ул. Губкина, 3, ИВП РАН.

Тел.: (7095) 135-70-41

Факс: (7095) 135-54-15

E-mail: Nina M. Novikova <novikova@aqua.laser.ru>

Janna Kouzmina <tugai@gol.ru>, <jannaKV@yandex.ru>

367025, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 45

Тел. 67-60-66, 67-09-83

E-mail: <ahmad@iwt.ru>, <dncran@iwt.ru>.

**ПРИНИМАЮТСЯ ЗАЯВКИ НА
РЕКЛАМУ ОТ КОММЕРЧЕСКИХ
ОРГАНИЗАЦИЙ**

GUIDELINES TO AUTHORS

All articles submitted to the journal "Arid ecosystems" must satisfy the following conditions.

1. Articles are to contain short and clear review of the modern state of the problem, described methods, review and discussions of results received by author. Title of article must reflect its content.

2. Articles, submitted to the journal must have recommendation letter from the Institution in which the work had been done.

3. The volume of article must not exceed 15 pages. Article must be done in the program Word Windows with 1,5 line spacing. For the page A4 170x245 mm the top, bottom margins must be 2.5 cm, right and left - 2 cm. For the title of article we propose to use font Baltica ¹ 14, for the main body of text - Baltica ¹ 11 or some other similar font. First line spacing must be 0.7 cm. Text flow must be without hyphenations with standard break between words equal to one break. Pages must be numbered in pencil in the lower left corner of page.

4. Articles must have two copies. In the upper left corner of the first page author must write index UDK. After the title there must be initials and surname of author, next line must contain **name of organization with full postal address (index, country, city, street, building, zip code, E-mail, etc.)** All pages of article with tables (the next page after reference) must be numbered. Besides, the annotation in English - 3-5 pages if article is 10-15 pages and 2-3 pages, if article is 5-10 pages - must be added.

5. Article must contain minimum tables (not more than 3-4), each on separate page. Table must be not more than 1 typewritten page, repeating of data in tables, figures and text is not desirable. Tables must contain footnotes. All tables must be written in Word for Windows.

6. Articles must contain minimum illustrations (not more than 2-3 pictures). Each illustration must have on the other side the number (written in pencil) (pictures and photographs must be numbered in the same sequence), surname of author, name of article. Captions for pictures and photographs must be done on separate page in Russian and in **English** (with surname of author and title of article). In corresponding places of the article there must be cross-references for illustrations, on the margins the number of illustration must be mentioned. **Captions of tables and pictures should be submitted both in Russian and in English.**

The scale of original figures is to be the same of those published in the journal. Pictures are to be done in black Indian ink or they must be clear reproductions in two copies. Minimum notes on margins are recommended. All necessary explanations must be done in footnotes. Maps must be done on the geographical base of Main Department of Geodesy and Cartography - contour or blank maps. Photographs must be sufficiently contrast on white glossy paper, clear in details in two copies. All necessary explanations for photographs must be done on the second copy. The first copy of photograph mustn't have any defects: ink spots, signs, breaks, traces of clips, cracks, etc. It is forbidden to stick photographs on paper or cardboard.

7. Cited literature is to be listed in alphabetic order, according to the authors' surnames. Russian works first and then foreign works. Separate works of the same author are to be listed in chronological order. For journal articles must be mentioned: surname and initials of authors, name of article, name of journal, year, volume, number (issue), pages; for books - surname and initials of authors, name of book, city, publication house, year, total pages number. Only common abbreviations are allowed. In text in square brackets author must mention the surname of cited author and year of edition. All citations must be verified with the original. All cited works must be mentioned in the list of publications. List of publications must be numbered and must begin from the separate page.

8. We ask authors to use conventional physical units, decimal endings and all abbreviations in accordance with the State standard "Physical units" based on the SI system.

9. Submitted article must be signed by author with indication of his surname, name and father name, the whole postal address, place of work and telephone number. If there are many authors, they all must sign the article.

10. Corrected articles are not sending to author.

11. Rejected articles are not returned to authors.

12. Materials - 2 copies of article and **diskette (3.5")** are recommended to be carefully packed for mailing.

13. Articles are not edited, diskettes and articles are not returned.

14. Articles prepared incorrectly cannot be published.

For information please address the editorial staff.

Our addresses: 119991, Moscow, Gubkina st., 3, WPI RAS.

Tel.: (7095) 135-70-41

Fax: (7095) 135-54-15

E-mail: Nina M. Novikova <novikova@aqua.laser.ru>

Janna Kouzmina <tugai@gol.ru>, <jannaKV@yandex.ru>

367025, Mahachkala, Gadjeva st. bld. 45

Tel.: 67-60-66, 67-09-83.

E-mail: <ahmad@iwt.ru>, <dncran@iwt.ru>.

**APPLICATIONS FOR ADVERTISEMENT
FROM COMMERCIAL ORGANIZATIONS
ARE WELCOME**

ПРИЛОЖЕНИЯ

APPENDIXES

Приложение 1. Appendix 1: ХАРИН, ТАТЕИШИ

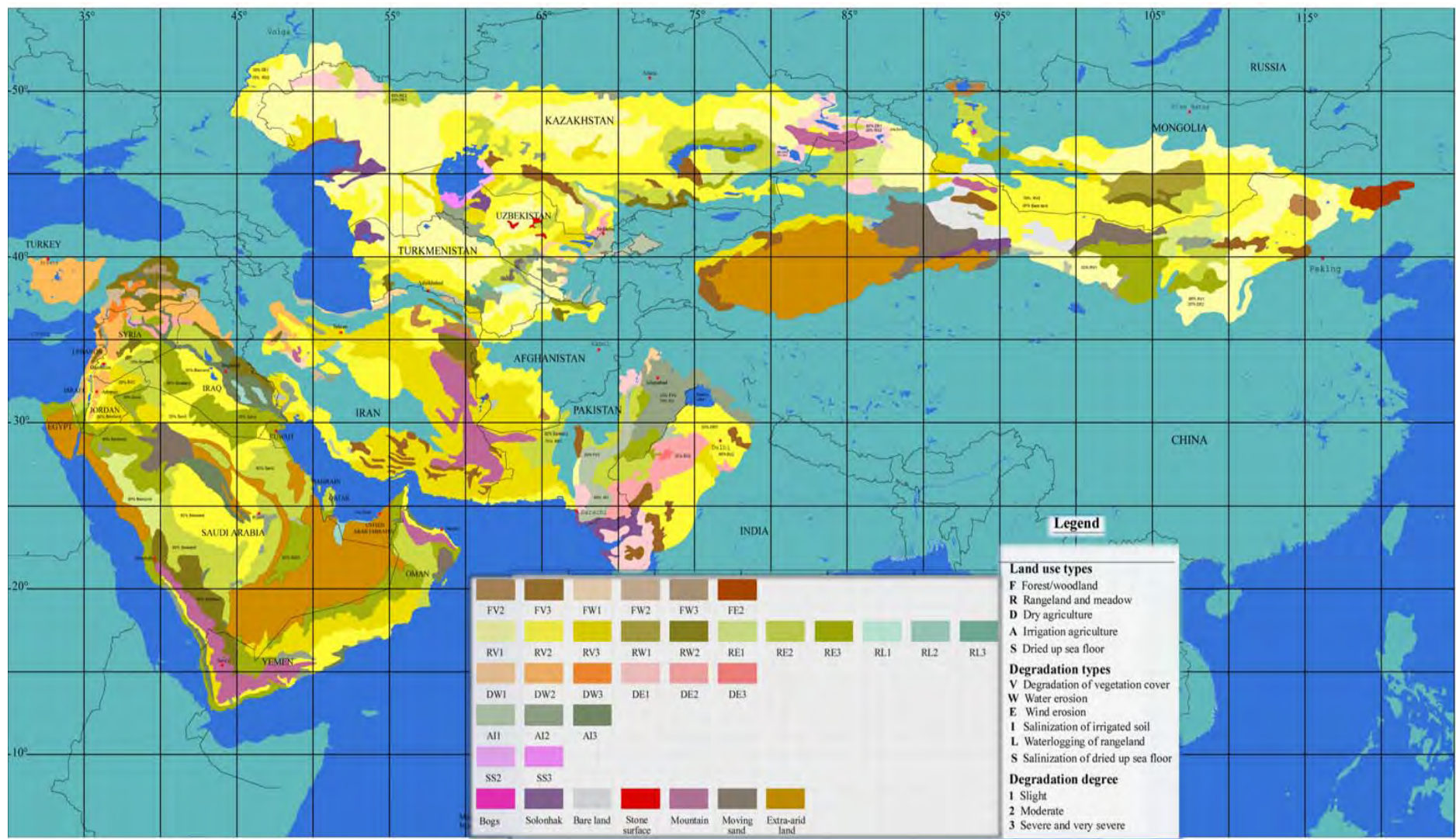


Рис. 1. Карта деградации засушливых земель Азии (Kharin et al., 1999).

Fig. 1. Map of Asian drylands degradation (Kharin et al., 1999).

Приложение 2. Appendix 2: ГУНИН и др.

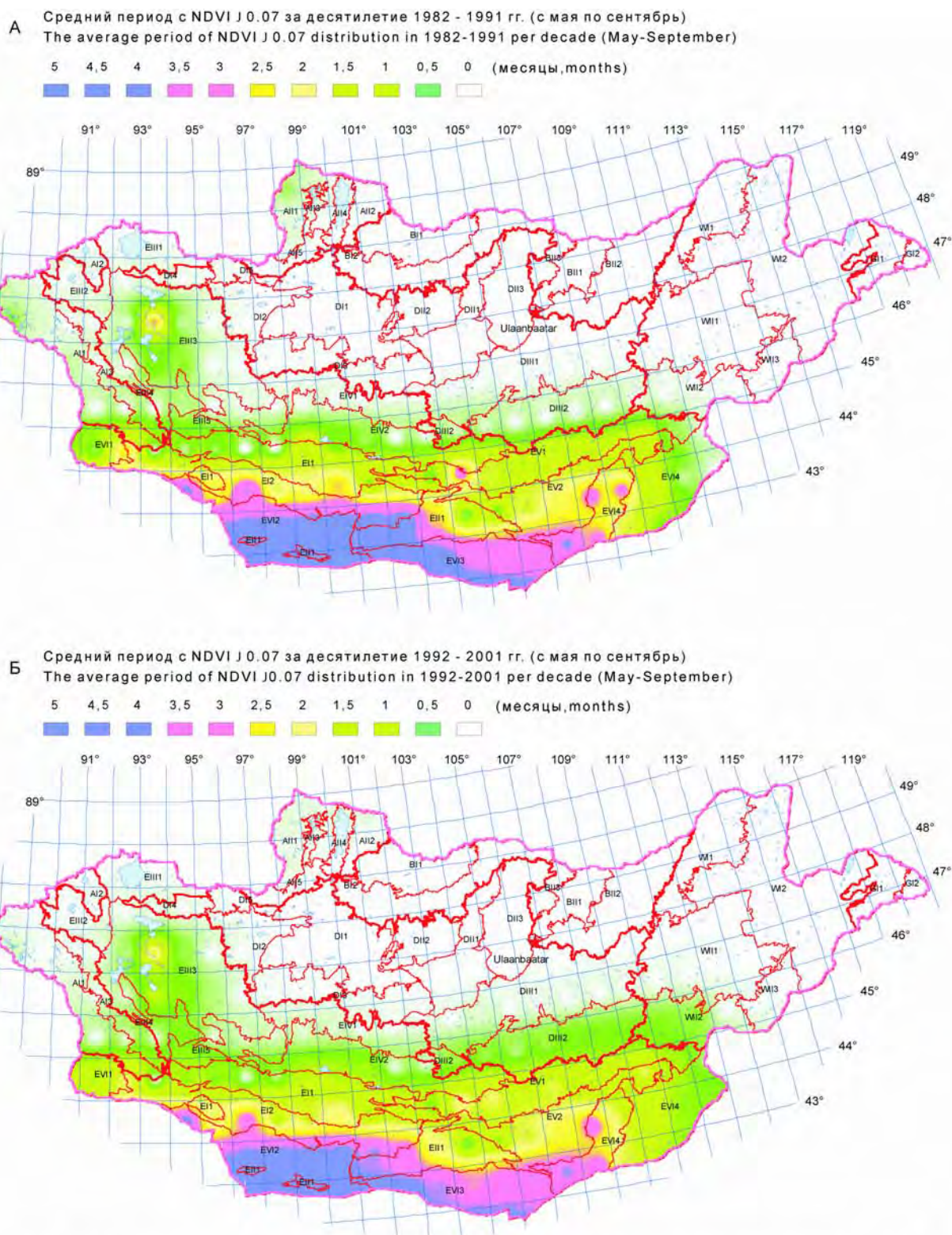
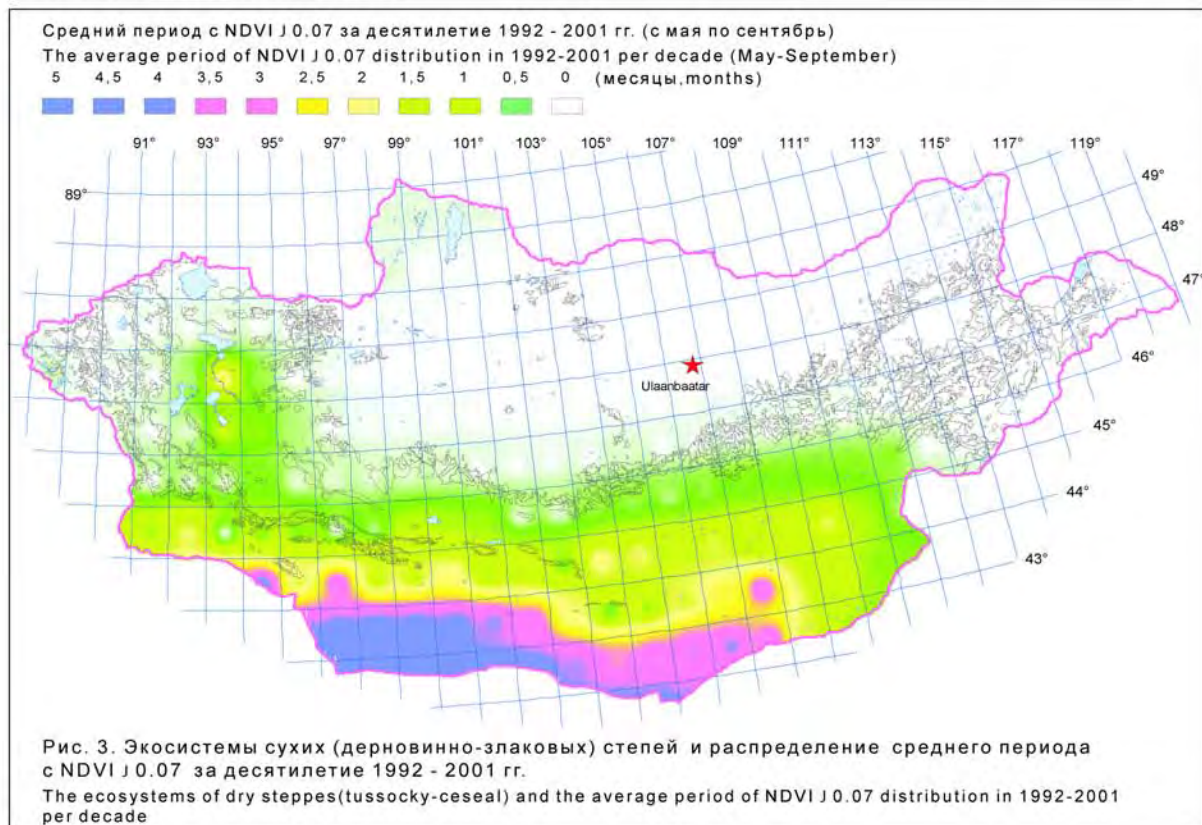
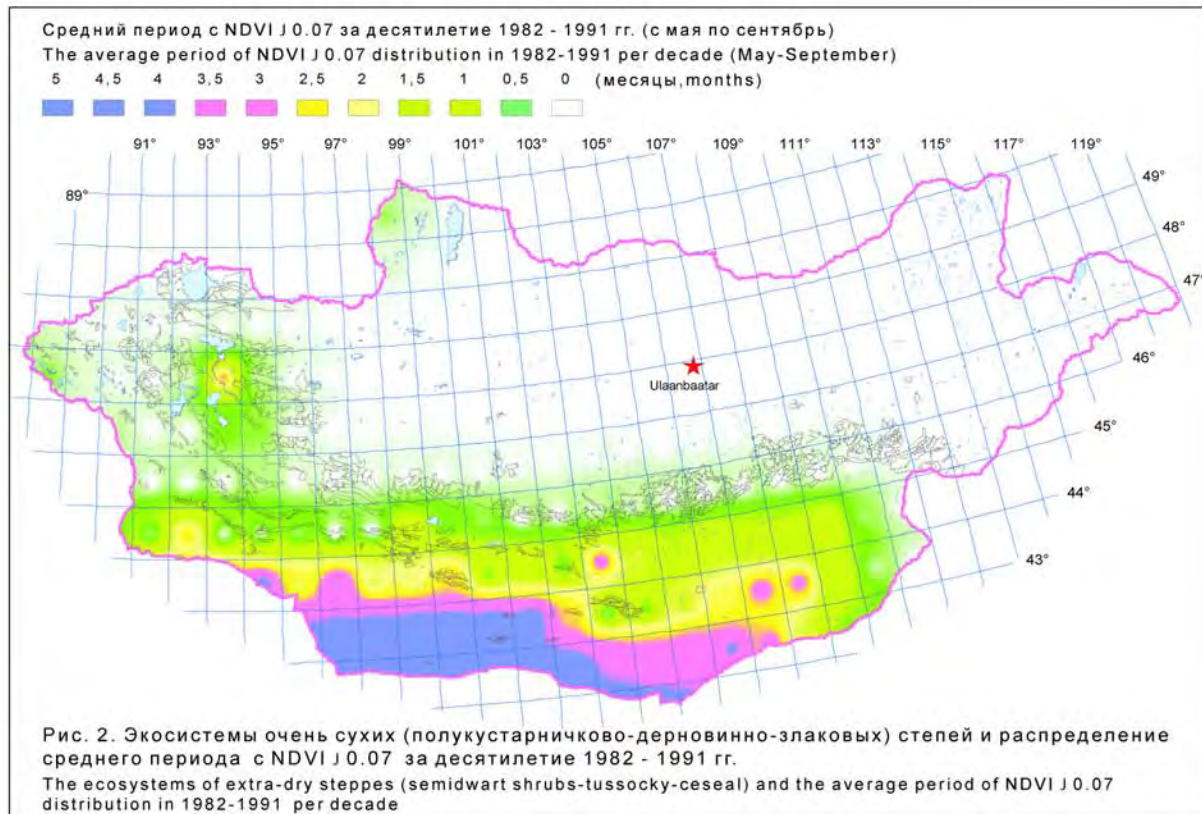
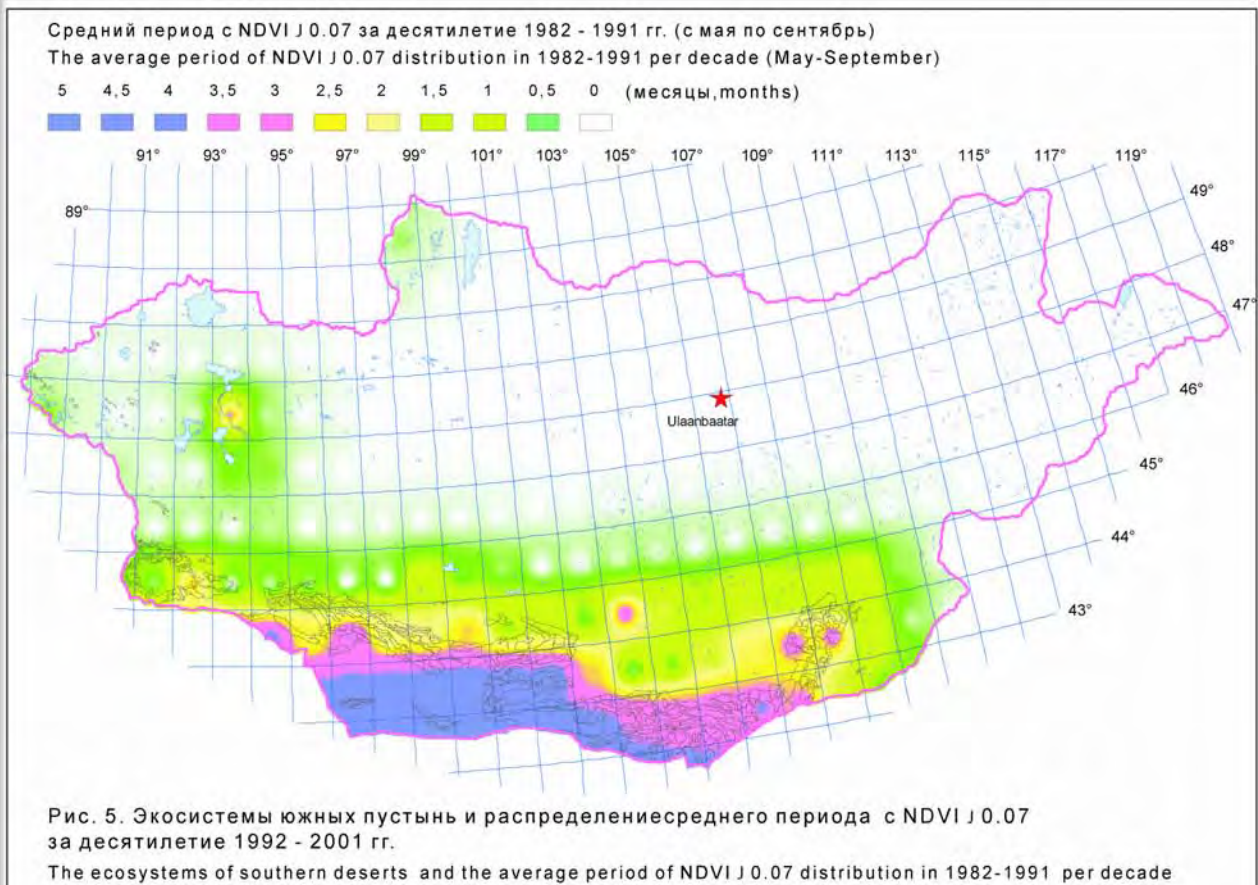
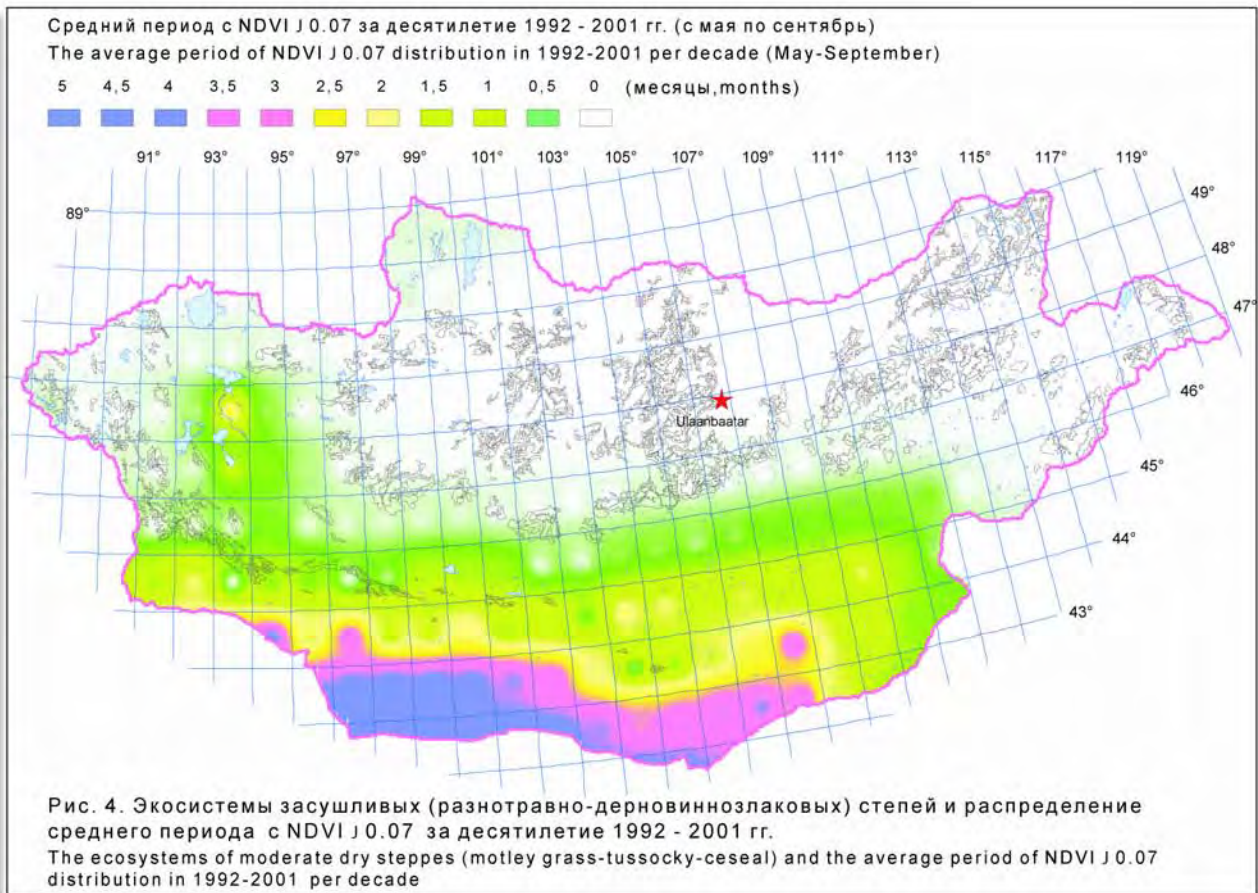


Рис. 1. Ландшафтно-экологическое районирование Монголии и распределение среднего периода с NDVI $J 0.07$ за два десятилетия: 1982 - 1991 гг. (А, вверху) и 1992 - 2001 гг. (Б, внизу)
The landscape-ecological zoning of Mongolia and the average period of NDVI $J 0.07$ distribution in 1982-1991 and 1992-2001 per decade

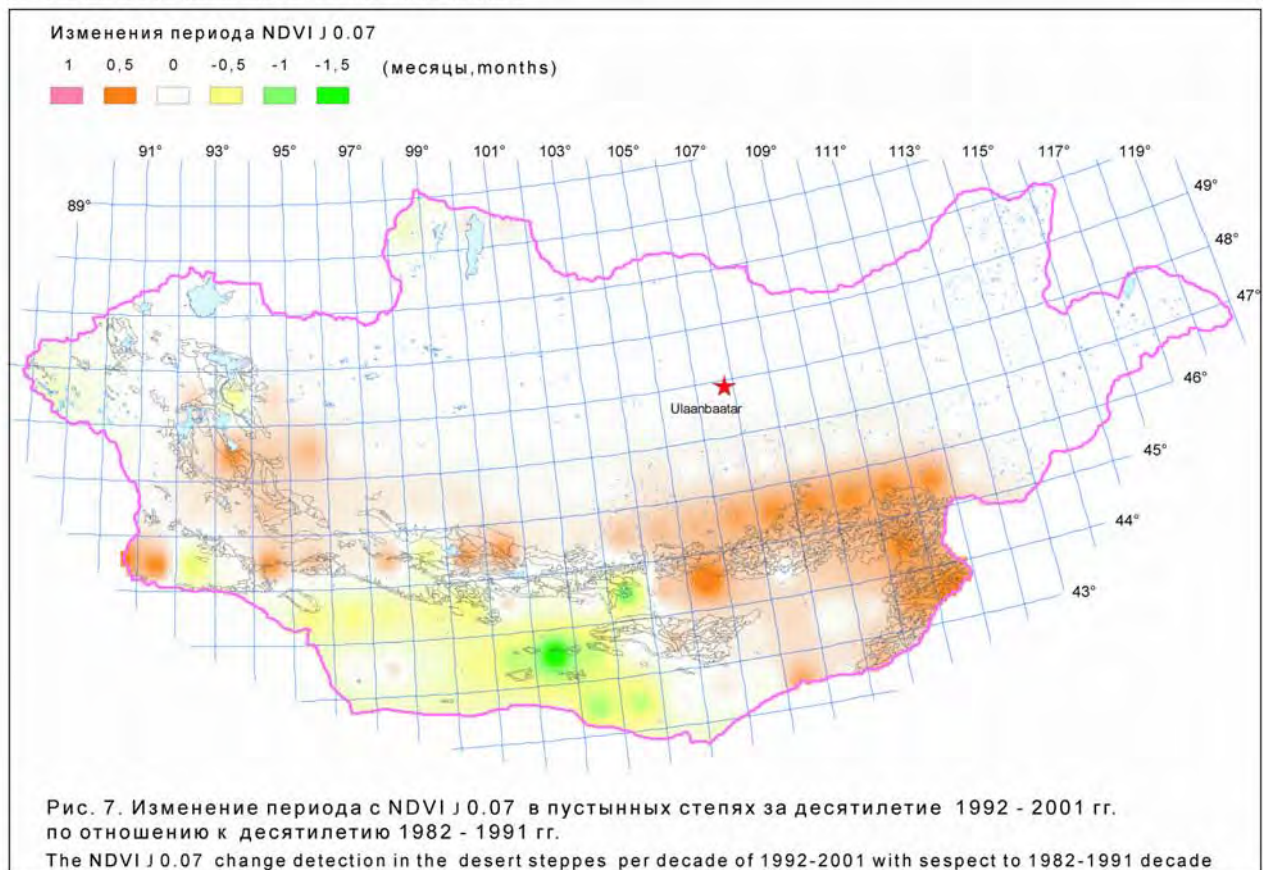
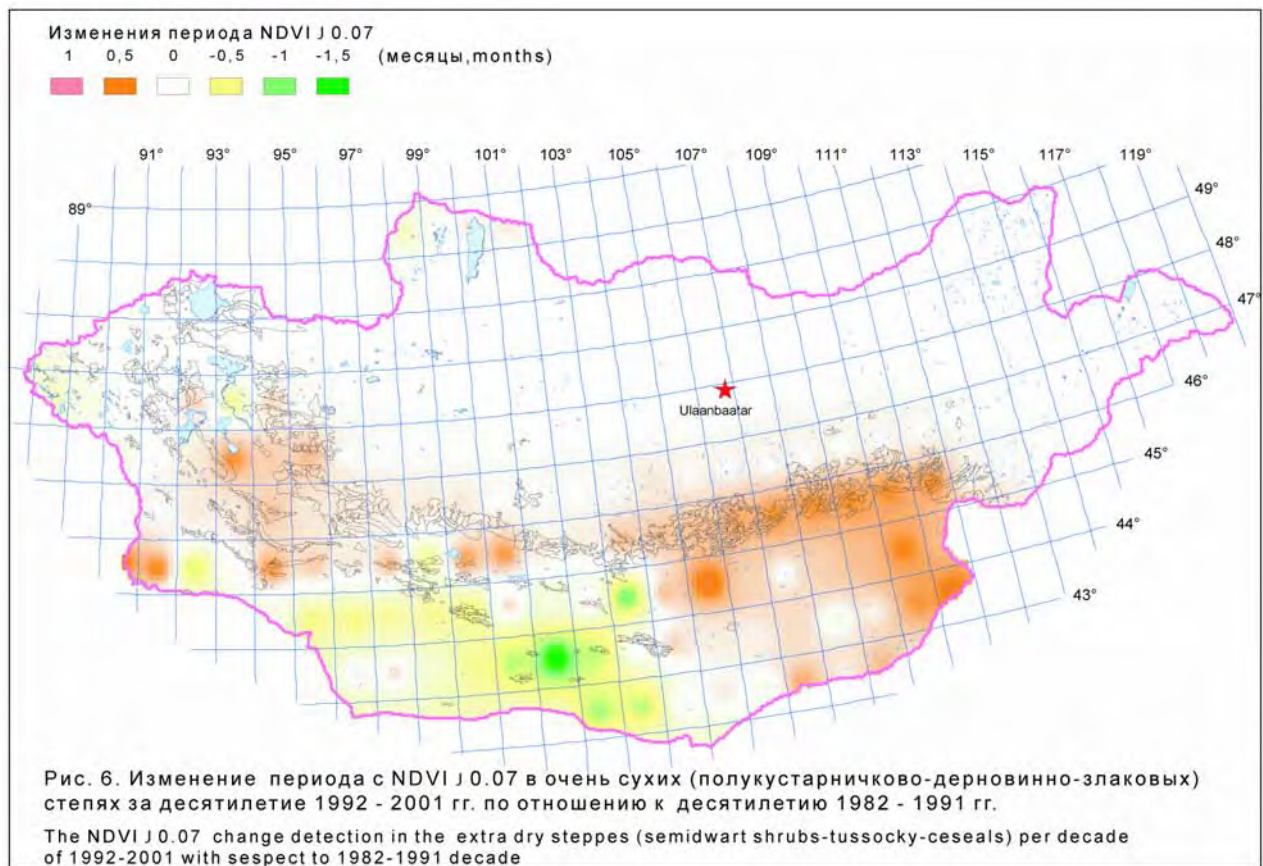
Приложение 3. Appendix 3: ГУНИН и др.



Приложение 4. Appendix 4: ГУНИН и др.



Приложение 5. Appendix 5: ГУНИН и др.



Приложение 6. Appendix 6: МИКЛЯЕВА и др.

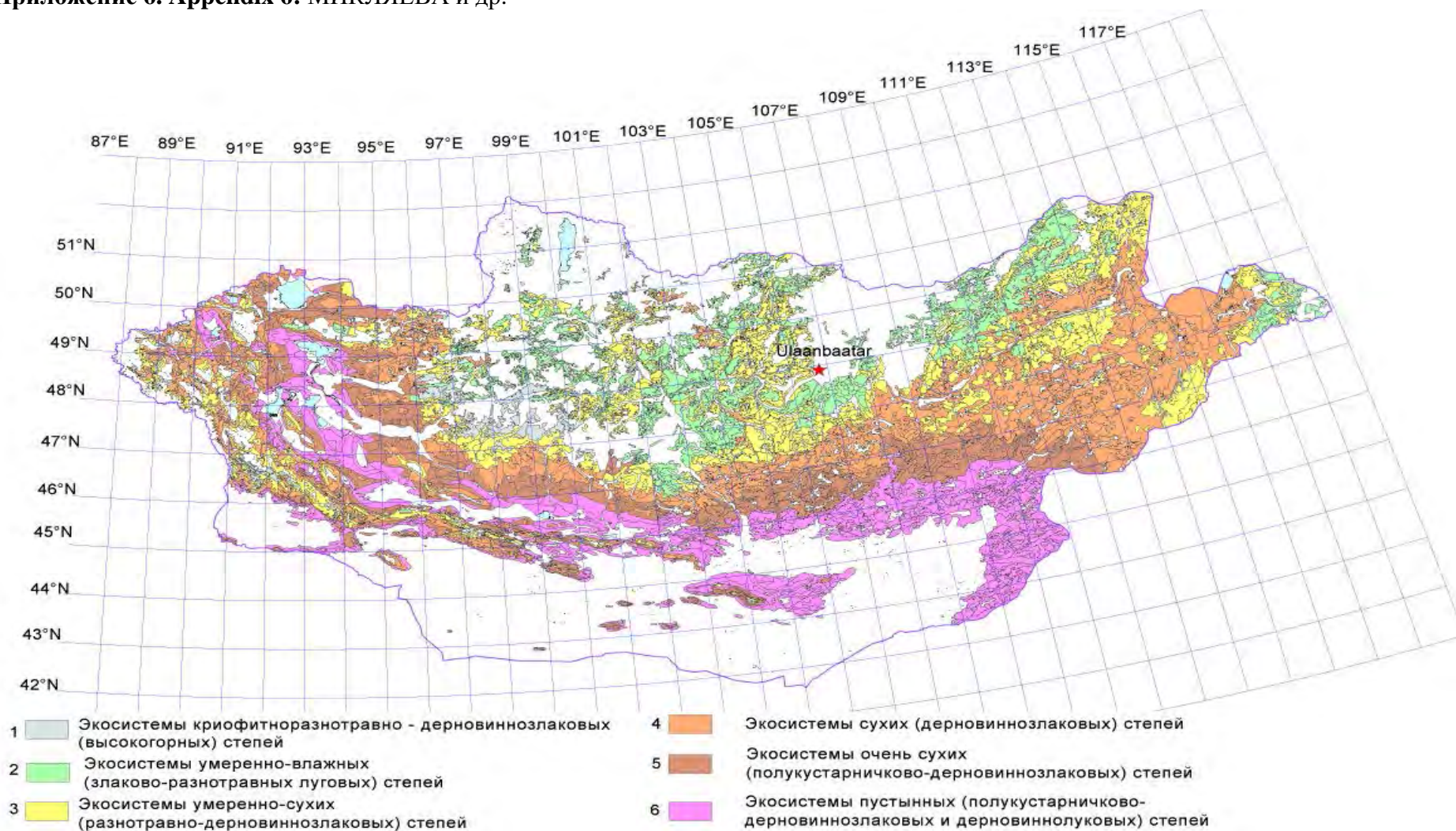
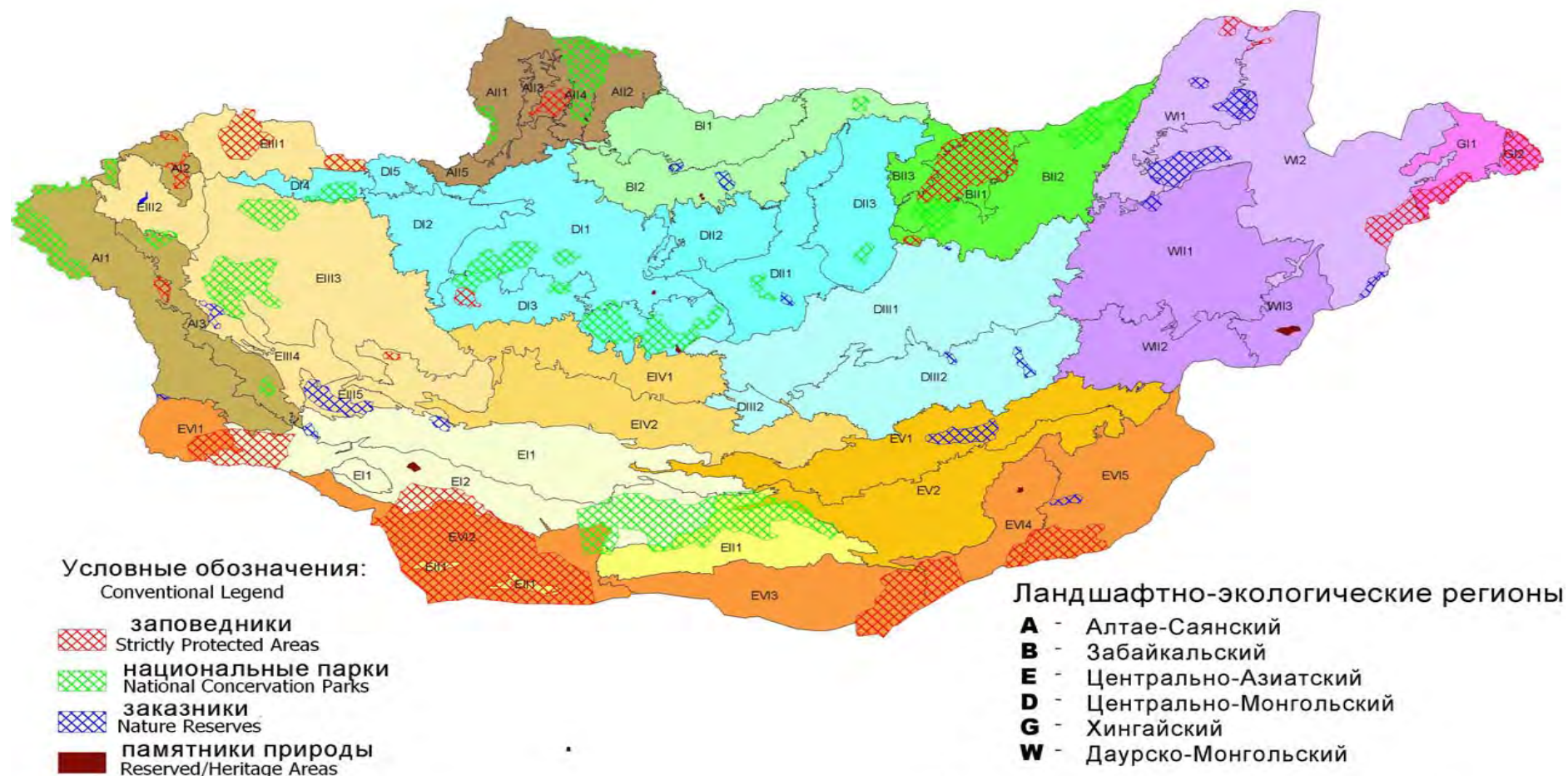


Рис. 1. Распространение степных экосистем Монголии. **Fig. 1.** The steppe ecosystems distribution in Mongolia. 1 – Ecosystems of cryophyte-motley grass-tussock cereals (alpine) steppes. 2 - Ecosystems of moderate wet (cereal-motley grass meadow) steppes. 3 - Ecosystems of moderate dry (motley grass-tussock) steppes. 4 - Ecosystems of dry (tussock cereal) steppes. 5 - Ecosystems of extra dry (semi shrub- tussock cereal) steppes. 6 - Ecosystems of semi desert (semi shrub-tussock-onion) steppes.

Приложение 7. Appendix 7: ЖИРНОВ и др.



(дифференциация регионов на области дана в таб.2)

Рис. 1. Распространение ООПТ по ландшафтно-экологическим регионам Монголии. **Fig. 1.** The SPA distribution by landscape-ecological regions of Mongolia. Landscape-ecological regions: A – Altai-Saiyan; B – Transbaikalian; E – Central-Asian; D – Central-Mongolian; G – Khingai; W – Dauria-Mongolian (for the region differentiation see table 2).

Приложение 8. Appendix 8: ВОСТОКОВА и др.

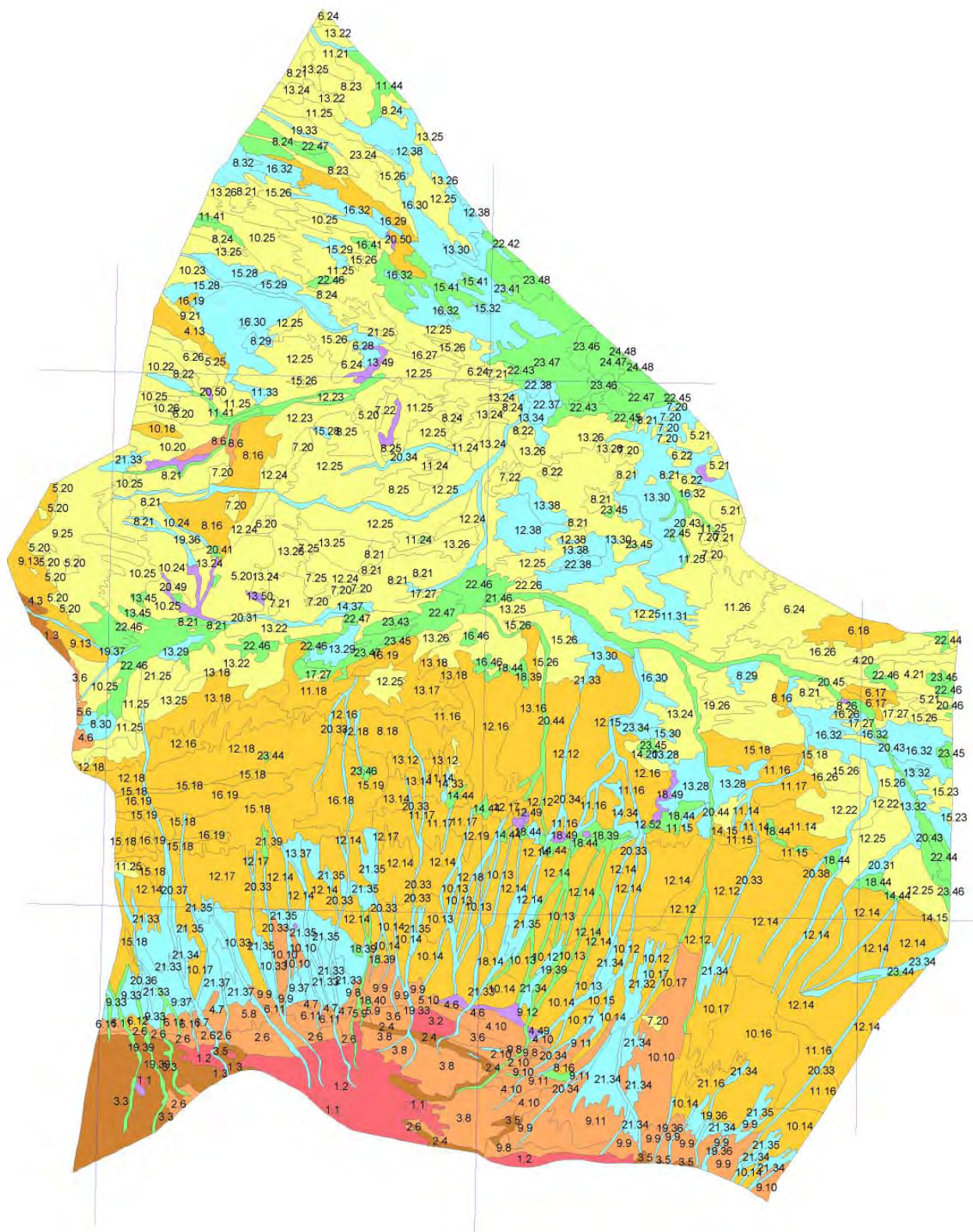


Рис. 1. Карта экосистем сомона Булган Южно-Гобийского аймака.
Fig. 1. Ecosystems of Bulgan somon, South Gobi aimag.

Приложение 9. Appendix 9: ВОСТОКОВА и др.

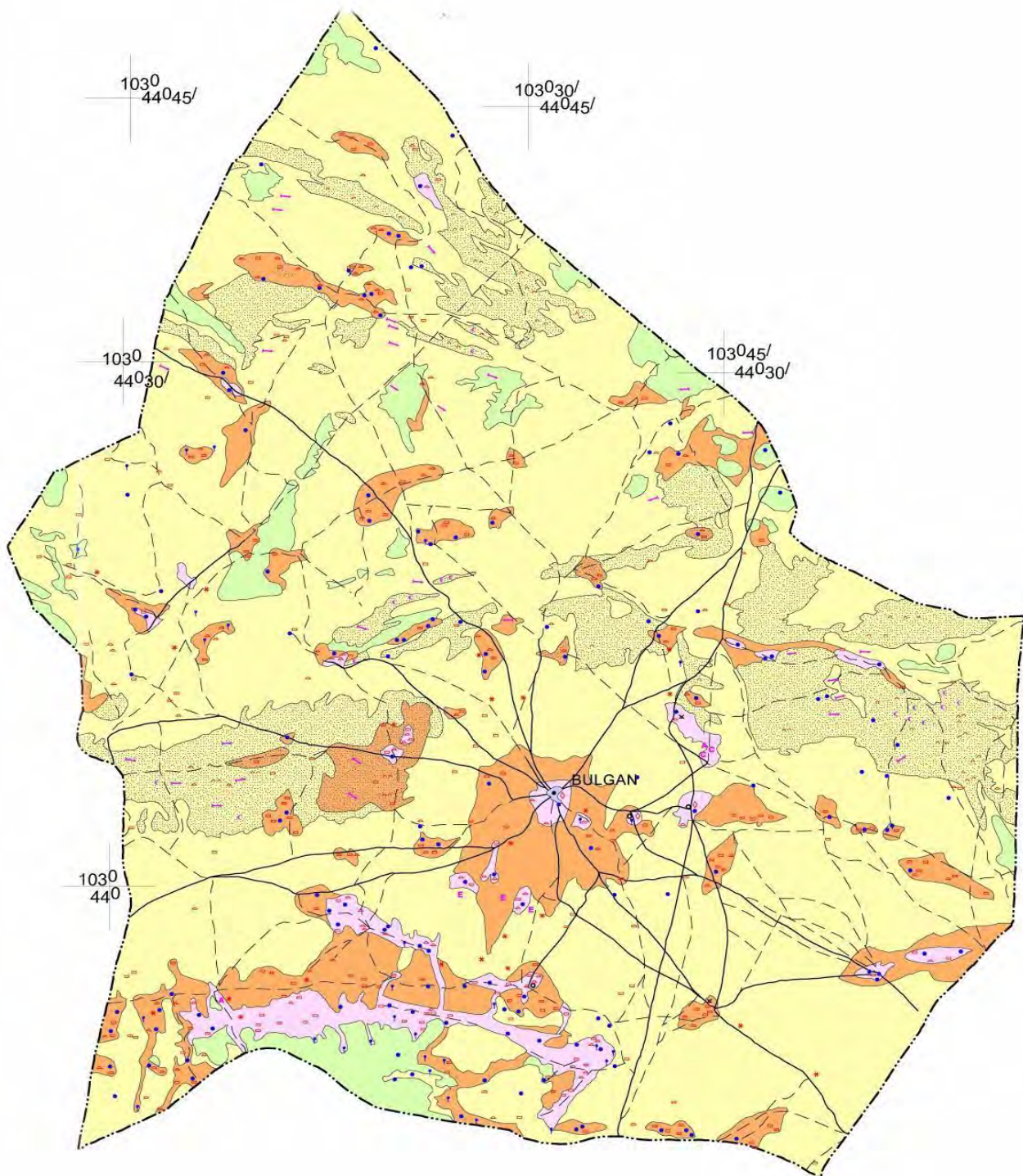


Рис. 2. Карта процессов деградации и опустынивания экосистем сомона Булган.

Fig. 2. The degradation/desertification processes in ecosystems of Bulgan somon, South Gobi aimag.

Приложение 10. Appendix 10: ВОСТОКОВА и др.

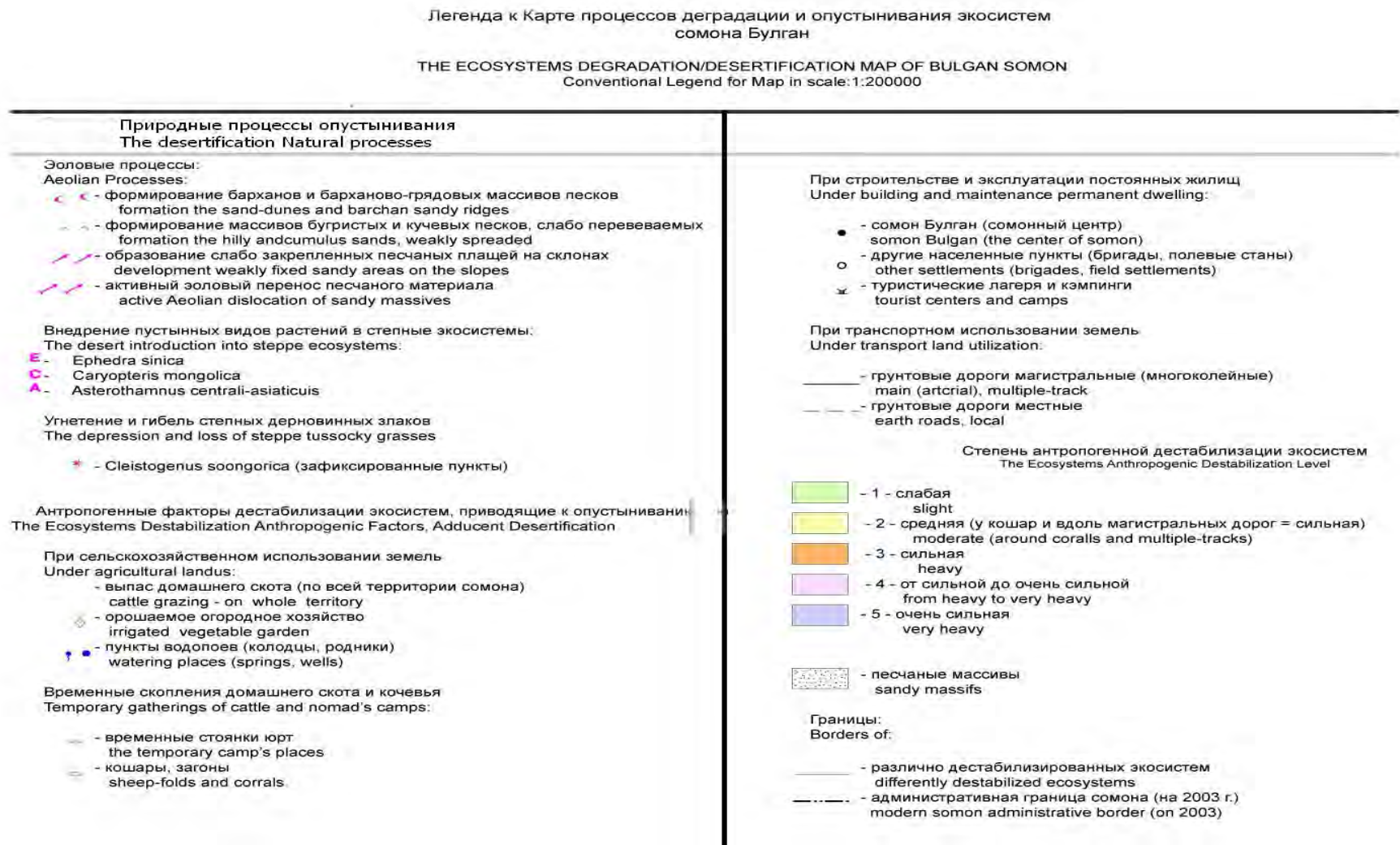


Рис. 3. Легенда к Карте процессов деградации и опустынивания экосистем сомона Булган.

Fig. 3. The legend to the Map of degradation/desertification processes in ecosystems of Bulgan somon, South Gobi aimag.

Приложение 11. Appendix 11: БАЯРЖАРГАЛ, КАРНИЭЛИ

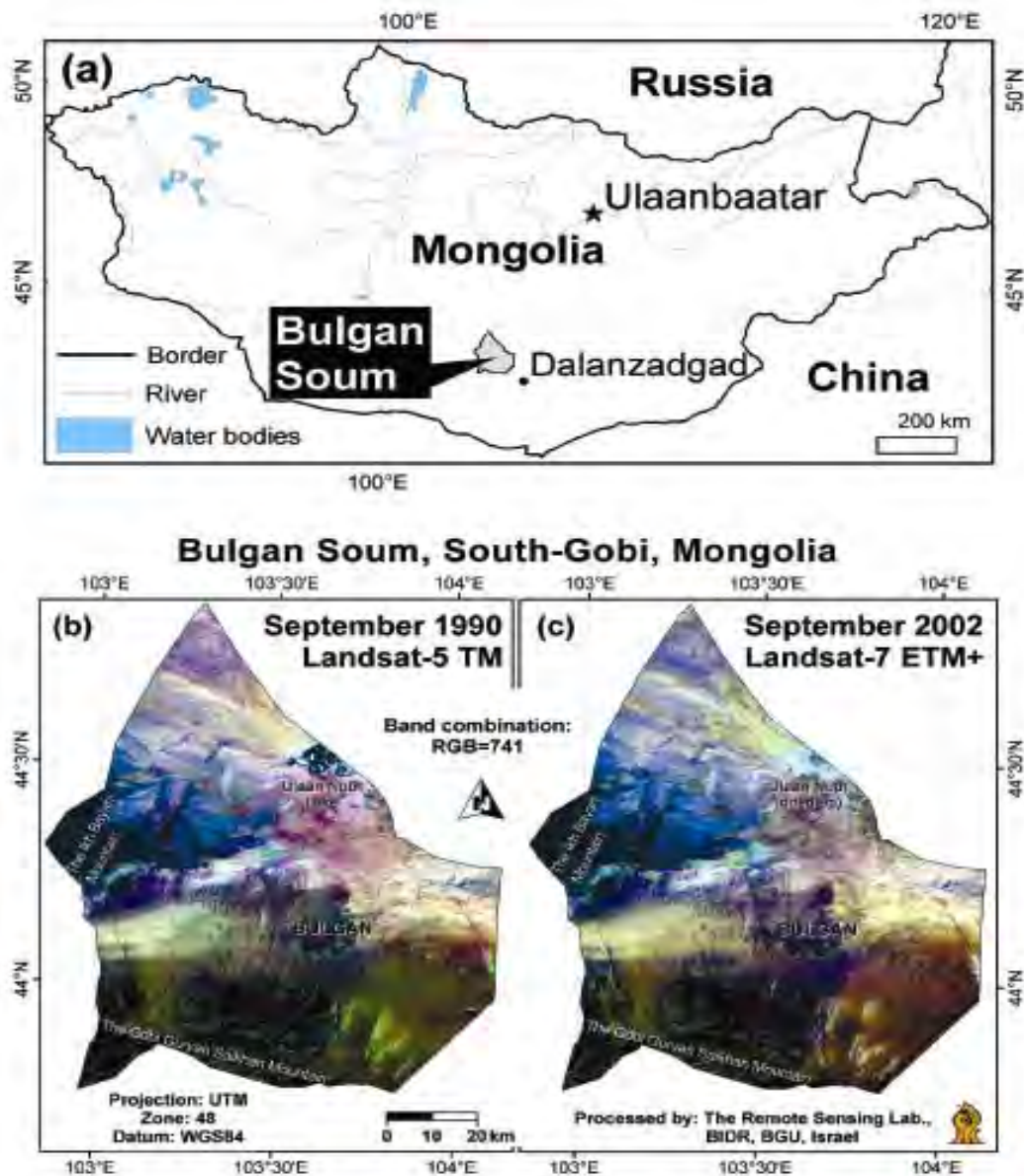


Рис. 1. Сомон Булган. (а) Карта расположения; (в) Снимок Ландсат-5 ТМ (1990 г.); (с) Снимок Ландсат-7 ЕТМ+ (2002 г.). Синтез каналов: К, З, Г = 7,4,1.

Fig. 1. Bulgan Soum. (a) Location map; (b) Landsat-5 TM, 1990; (c) Landsat-7 ETM+, 2002. Band combination: R,G,B = 7,4,1.

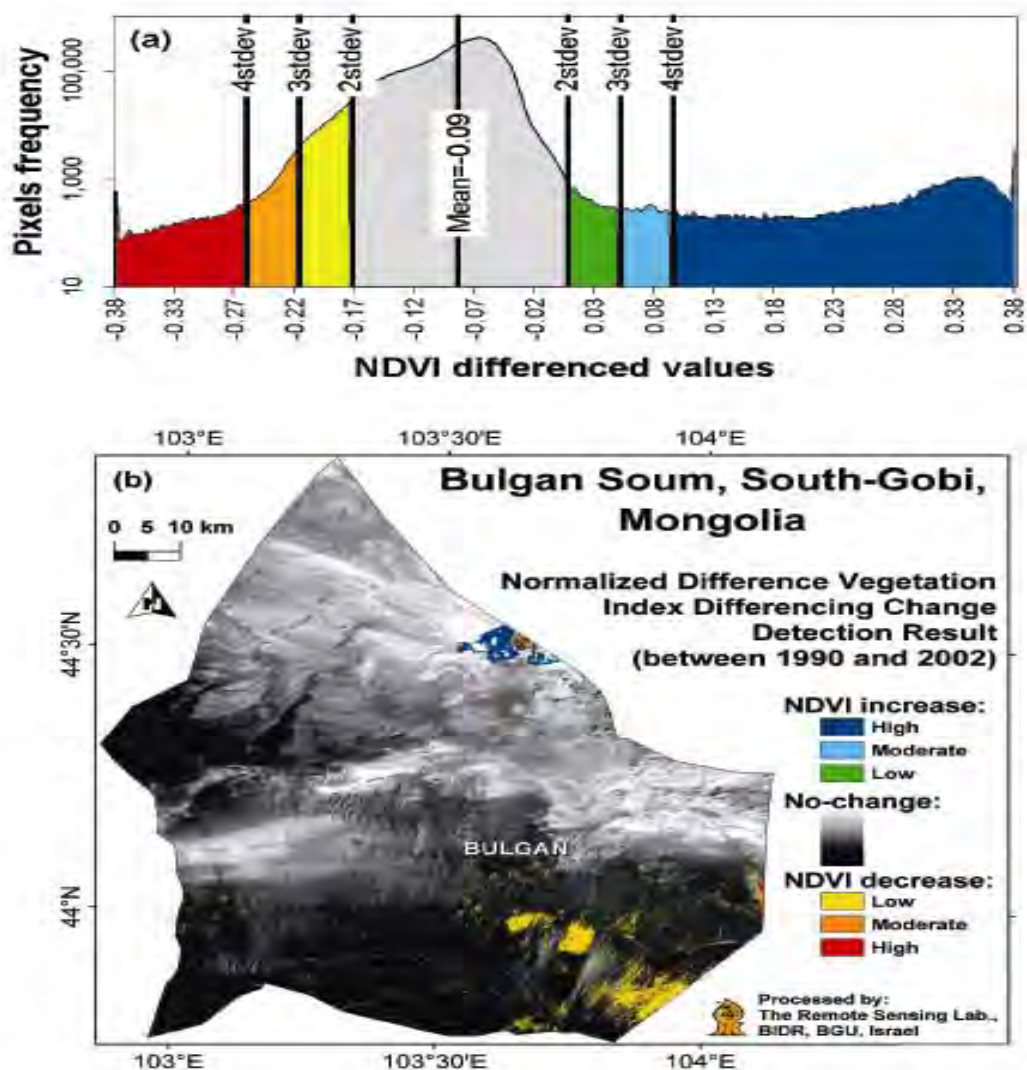
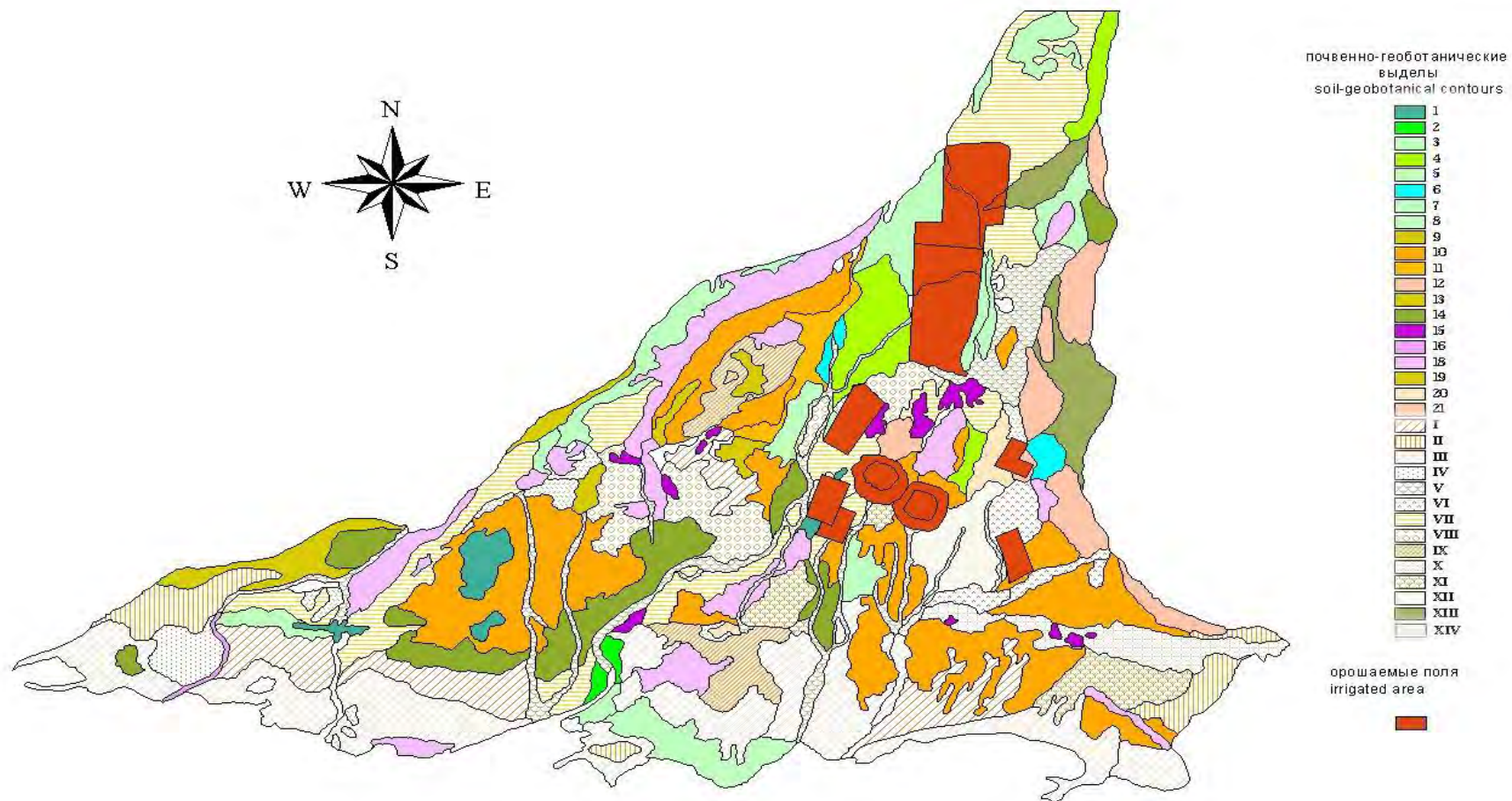


Fig. 3. (a) Frequency histogram of NDVI change differencing image. Significant changes of NDVI values are highlighted in color ranges with interval of one standard deviation, no-changes are shown as gray tones within threshold of 2 standard deviations around the mean; (b) Changes of land cover from 1990 to 2002 for the Bulgan Soum obtained by the NDVI differencing change detection method. Change types are in color range from blue to red, and superimposed on the red band of the Landsat-5 TM in 1990.






















Рис. 3. (а) Частотная гистограмма изменений NDVI. Большие изменения значений NDVI ярко выделяются в цветовом ряду интервалом в одно стандартное отклонение, отсутствие изменений показано серым цветом в пределах порога двух стандартных отклонений от среднего значения; (в) Картина изменений почвенного покрова сомона Булган с 1990 по 2002 гг., полученная методом определения дифференцирующего изменения NDVI. Типы изменений в цветоряде от голубого до красного наложены на красную ленту Ландсат-5 ТМ в 1990 г.

Приложение 13. Appendix 13: ПАНКОВА и др.



Почвенно-геоботаническая карта оазиса Эхийн-Гол (по Федоровой, Панковой, 1980).
Soil-geobotanical map of Ekhiin-Gol oasis (after Federova, Pankova, 1980).

Приложение 13. Appendix 13: ПАНКОВА и др.

№ выдела Index	Растительные сообщества Plant communities	Типы почв Soil types	Засоление- Salinity*	
			степень degree	химизм chemical type
Луговые - Meadow				
1	 Carex enervis+ Hordeum brevifolium	Луговая слабо-солончаковая Meadow low-solonchak	$\frac{1}{1}$	$\frac{Cl-SO_4}{SO_4}$
2	 Carex enervis+Triglochin maritima+ Halerpestes ruthenica	Лугово-болотная слабо-солончаковая Meadow-swamp low-solonchak	$\frac{1}{1}$	$\frac{SO_4}{SO_4}$
Галофитные - Halophyte				
3	 Разреженные рощи с Populus diversifolia	Солончак гидроморфный прогрессивно засоляющийся – Solonchak crusty	$\frac{6}{2}$	$\frac{Cl}{SO_4}$
4	 Populus diversifolia-Sophora alopecuroides	Лугово-такыровидная слабосолончаковая Meadow-takyr low-solonchak	$\frac{3}{1}$	Преимущественно – Mainly Cl
5	 Tamarix ramosissima-Lycium ruthenicum	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{5}{2}$	Преимущественно – Mainly Cl
6	 Tamarix ramosissima-Lycium ruthenicum+Sophora alopecuroides	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{4-5}{2}$	Преимущественно – Mainly Cl
7	 Tamarix ramosissima- Nitraria roborovskii	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{4}{1-2}$	Преимущественно – Mainly Cl
8	 Tamarix ramosissima- Lycium ruthenicum+ Reaumuria soongorica	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{4}{1-2}$	Преимущественно – Mainly Cl
9	 Tamarix ramosissima- Phragmites communis	Слаборазвитая сайровая оазисная Weak developed soils of sair in oases	$\frac{1}{1}$	Преимущественно – Mainly Cl
10	 Lycium ruthenicum+ Phragmites communis	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{6}{4}$	$\frac{Cl}{SO_4}$
11	 Lycium ruthenicum+ Leymus secalinus	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{6}{4}$	$\frac{SO_4}{SO_4}$
12	 Lycium ruthenicum+ Glycyrrhiza uralensis+ Phragmites communis	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{6}{1}$	$\frac{Cl}{SO_4}$
13	 Lycium ruthenicum+ Sophora alopecuroides	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{3}{1}$	$\frac{Cl}{SO_4}$
14	 Заросли Lycium truncatum	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{5}{2}$	$\frac{SO_4}{SO_4}$
15	 Монодоминантные сообщества Reaumuria soongorica	Солончак отакыранный – Solonchak takyrous Такыровидная сильносолончаковая Takyrlike strong solonchak	$\frac{5}{2}$ $\frac{3}{1}$	$\frac{SO_4}{SO_4}$ $\frac{Cl}{Cl}$
16	 Монодоминантные сообщества Leymus secalinus	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{6}{1-4}$	$\frac{SO_4}{SO_4}$
17	 Заросли Achnaterum splendens	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{3}{2}$	$\frac{Cl}{Cl}$
18	 Сообщества низкорослого (Low growth) Phragmites communis+ Lycium ruthenicum	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{6}{4}$	$\frac{Cl}{SO_4}$
19	 Сообщества среднерослого (Medium growth) Phragmites communis	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{4}{2}$	$\frac{Cl}{Cl}$
20	 Сообщества высокорослого (High growth) Phragmites communis	Солончак гидроморфный Solonchak hydromorphic	$\frac{4}{2}$	$\frac{SO_4}{SO_4}$
Псаммофитные - Psammophyte				
21	 Haloxylon ammodendron+ Tamarix ramosissima- Calligonum mongolicum	Песчаная пустынная Sandy desert soil (Arenosols)	$\frac{2}{1}$	Преимущественно – Mainly Cl

*Степень засоления: 1-слабое; 2-среднее; 3-сильное; 4-очень сильное; 5-чрезвычайно сильное; 6- чрезвычайно сильное с солевыми корами. В числителе – засоление в слое 0-100 см, в знаменателе – 101-200 см. The degree and chemical type of salinity: 1 – low; 2 – moderate; 3 – strong; 4 – very strong; 5 – severe; 6 – severe with salt crusts (0-100 cm / 101-200 cm).

Сочетания сообществ – Complexes of the communities: I – 11 + 21; II – 7 + 16; III – 11 + 13; IV – 11 + 9; V – 11 + 9 + 16; VI – 11 + 16; VII – 16 + 8; VIII – 16 + 11; IX – 11 + 19; X – 11 + 14; XI – 14 + 18; XII – 1 + 17; XIII – 10 + 21; XIV – 12 + 6.

Легенда к почвенно-геоботанической карте оазиса Эхийн-Гол. Legend for the map of Ekhiin-Gol oasis.

Приложение 14. Appendix 14: ГОЛОВАНОВ и др.

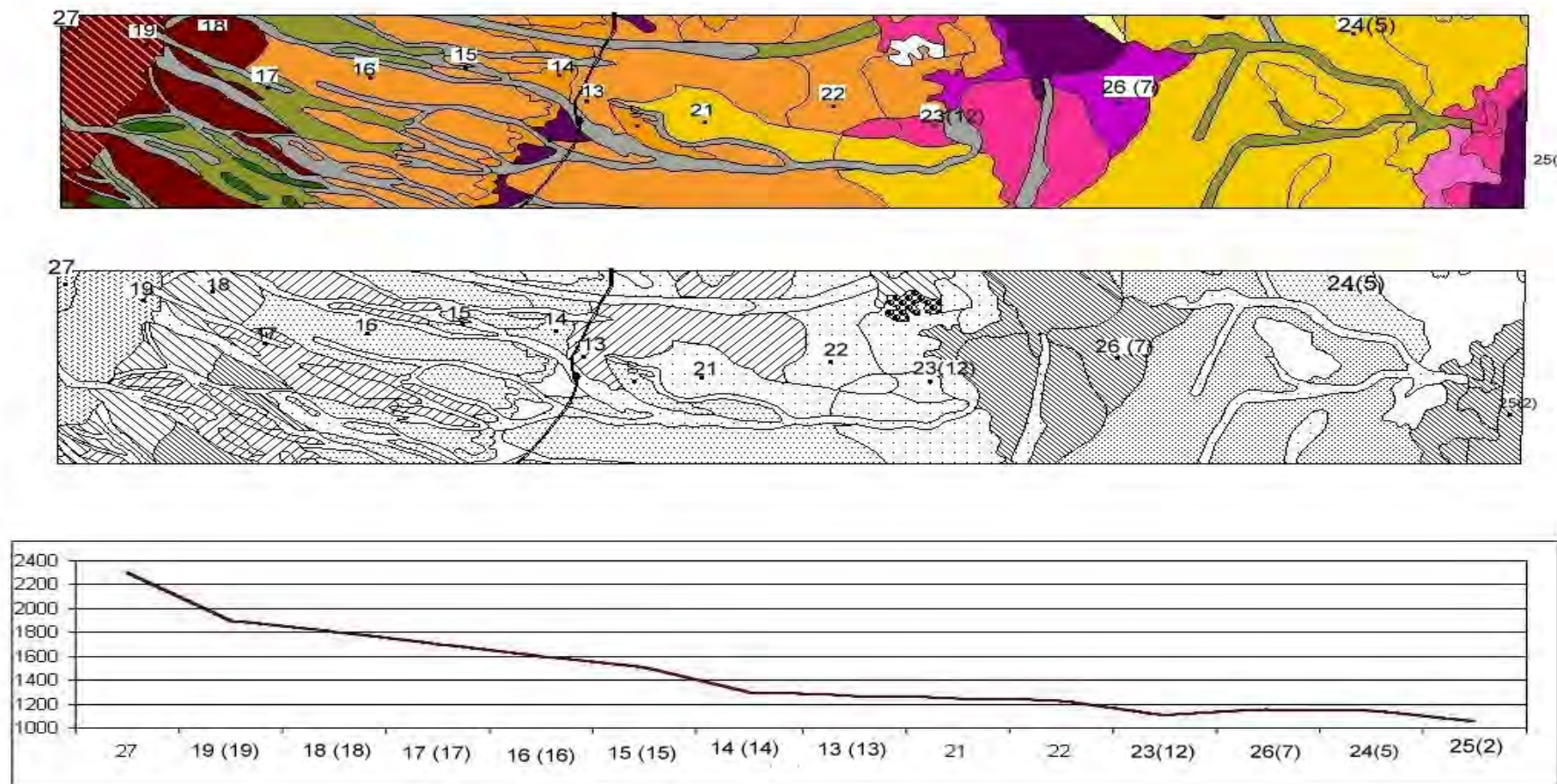


Рис. 2. Комплексный почвенно-геоботанический профиль многолетних полустационарных исследований сомона Булган.

Fig. 2. Complex sequence of long-term soil-geobotanical studies in Bulgan-somon (at a reduced scale of 1: 200 000).

А – фрагмент почвенной карты; В - гранулометрический состав почв; С - высотный профиль (м н.у.м.). А – soil map; В – texture of topsoil; С – absolute level profile. 14 – номера площадок почвенно-геоботанических описаний 2003 г., в скобках – 1972-1990 гг. 14 – the numbers of soil-geobotanical descriptions made in 2003; inside the brackets are data for 1972-1990.

Условные обозначения

Почвы

	0 Нелочвенные образования
	3 Горные светлокаштановые
	5 Горные бурые пустынно-степные щебнисто-каменистые
	7 Светлокаштановые
	11 Бурые пустынно-степные
	13 Бурые пустынно-степные эродированные
	15 Бурые пустынно-степные с золовым наносом
	16 Бурые остепленно-пустынные
	18 Бурые остепленно-пустынные эродированные
	20 Бурые остепленно-пустынные с золовым наносом
	21 Солонцы солончаковатые
	22 Солонцы корковые
	23 Солончаки луговые
	24 Солончаки
	26 Сайрово-бурые
	27 Сайрово-бурые солонцеватые
	29 Сайрово-бурые солончаковатые
	33 Русла сайров

Текстура

	0
	1 Песчаный
	2 Супесчаный
	3 Супесчаный и песчаный (частая смена)
	4 Супесчаный и легкосуглинистый опесчаненный
	5 Легкосуглинистый опесчаненный
	7 Суглинистый опесчаненный

Почвы на плотных породах

	8 на сланцах
	9 на базальтах

Soils

	Non-soils
	Mountain light chestnut soils
	Mountain brown-desert steppe soils
	Light chestnut soils
	Brown desert-steppe soils
	Eroded Brown desert-steppe soils
	Brown desert-steppe soils with aeolian deposit
	Pale-brown semidesert soils
	Eroded Pale-brown semidesert soils
	Pale-brown semidesert soils with aeolian deposit
	Solonchakous solonets
	Crusty solonets
	Meadow Solonchaks
	Solonchaks
	Calcic Fluvisols
	Solonetsic Fluvisols
	Salic Fluvisols
	Calcic Fluvisols ("Says")

LEGEND

Texture of topsoils

	Sand
	Loamy sand
	Sand and loamy sand
	Sandy loam and loamy sand
	Loamy sand and sandy loam
	Sandy loam

Soils on the hard rocks

	Shales
	Basalt

25 numbers of soil sampling points

(2) numbers of geobotanic associations

Легенда к почвенно-геоботаническому профилю многолетних полустационарных исследований сомона Булган.

Legend to the Complex sequence of long-term soil-geobotanical studies in Bulgan-somon