Tom Volume 15 Homep Number 2 (38) Июнь June 2009

POCCИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

AРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ARID ECOSYSTEMS

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

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

MOCKBA: Товарищество научных изданий КМК MOSCOW: KMK Scientific Press Ltd.



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

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

ARID ECOSYSTEMS

Vol. 15, No. 2 (38), 2009 JUNE

Journal is founded in January 1995 Issued 4 times per year

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

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

Editorial Board:

B.D. Abaturov, S.-W. Breckle (Germany), M.G. Glants (USA), P.D. Gunin, Zhigang Jiang (China), L.A. Dimeeva (Kazakhstan), I.S. Zonn, R.V. Kamelin, Zh.V. Kuz'mina, G.S. Kust, E. Lioubimtseva (USA), V.M. Neronov, L. Orlovsky (Israel), U. Safriel (Israel), I.V. Springuel (Egypt), A.A. Tishkov, A.A. Chibilev, P. Shafroth (USA), Z.Sh. Shamsutdinov, T.V. Dikariova (*executive secretary*),

Responsibilities for issue: N.M. Novikova*, Zh.V. Kuz'mina*,

Editorial counsil:

R.G. Magomedov (vice-editor-in-chief on organizational questions)**, P.M.-S. Muratchaeva**, M.B. Shadrina*, M.Z. Zalibekova**

*Russia, 119333 Moscow, Gubkina str., 3, WPI RAS Tel.: (499) 135-70-41. Fax: (499) 135-54-15 E-mail: novikova@aqua.laser.ru

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

MOSCOW: KMK Scientific Press Ltd.

2009

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 15, № 2 (38), 2009, июнь

Журнал основан в январе 1995 г. Выходит 4 раза в год

<u>Главный редактор</u> доктор биологических наук, профессор 3.Г. Залибеков**

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

Редакционная коллегия:

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

Ответственные за выпуск: H.M. Новикова*, Ж.В. Кузьмина*

Редакционный совет:

Р.Г. Магомедов (*Заместитель главного редактора по оргвопросам*)**, М.З. Залибекова**, М.Б. Шадрина*, П.М.-С. Муратчаева**

Адреса редакции:

*Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, 3, ИВП РАН Телефон: (499) 135-70-41, Fax: (499) 135-54-15 E-mail: novikova@aqua.laser.ru

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

Москва: Товарищество научных изданий КМК

© Журнал основан в 1995 г.
Издается при финансовой поддержке
Прикаспийского института биологических ресурсов
Дагестанского научного центра Российской академии наук,
Регионального благотворительного фонда им. А.М. Солтанмута
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,

A.M. Soultanmut Regional charitable Foundation 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

Журнал включен в список Реферативных журналов и Базы данных ВИНИТИ. Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory»

The journal is included in the list of abstract journals and database of VINITI. Information about the journal is annually published in the International inquiry system of the «Ulrich's Periodicals Directory»

СОДЕРЖАНИЕ

| Том 15, номер 2 (38), 2009 июнь | |
|---|-------|
| СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ | |
| История последнего Аральского моря | |
| А.А. Свиточ | 5-17 |
| Крупномасштабное картографирование Дауро-Монгольских степей для целей мониторинга | |
| Г.Н. Огуреева, И.М. Микляева, М.В. Бочарников, С.В. Дудов, И. Тувшинтогхтог | 18-27 |
| Динамика численности и биомассы малого суслика (Spermophilus pygmaeus Pall., 1778) в пастбищных экосистемах Калмыкии за 28-ми летний период | |
| С.А. Шилова, Л.Е. Савинецкая, В.В. Неронов | 28-38 |
| ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ | |
| Методы комплексной оценки природных пастбищных экосистем | |
| А.А. Зотов, Н.З. Шамсутдинов, А.А. Хамидов, З.Ш. Шамсутдинов, Н.С. Орловский | 39-51 |
| Дистанционные методы оценки земельных ресурсов Дагестана | |
| Н.В. Стасюк, Е.П. Быкова, М.З. Залибекова, А.К. Саидов | 52-62 |
| Экологический контроль за изменением биотических компонентов степных геосистем в условиях техногенной геохимической аномалии | |
| Е.П. Бессолицына | 63-73 |
| РЕЦЕНЗИИ | |
| Первый определитель птиц Монголии, рецензия на книгу Ш. Болдбаатар «Фотоопределитель монгольских птиц (125 видов)» | |
| Н.В. Лебедева | 74-76 |
| ХРОНИКА | |
| Новые книги | 77-79 |
| К юбилею акалемика Нины Трофимовны Нецаевой | 80 |

CONTENTS

| Vol 15, Number 2 (38), 2009 JUNE | |
|--|---------------------------------------|
| SYSTEMATIC STUDY OF ARID TERRITORIES | |
| History of the last Aral Sea | |
| A.A. Svitoch | 5-17 |
| Large scale mapping of Dauria-Mongolian steppes for monitoring purposes | |
| G.N. Ogureeva, I.M. Miklaeva, M.V. Bocharnikov, S.V. Dudov, I. Tuvshintogkhtog | 18-27 |
| Dynamics of abundance and biomass of the little Ground Squirrel (<i>Spermophilus pygmaeus</i> Pall., 1778) in pastures ecosystems of Kalmykia for the 28-years period | |
| S.A. Shilova, L.E. Savinezkaya, V.V. Neronov | 28-38 |
| SECTORAL PROBLEMS OF ARID LANDS DEVELOPMENT | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · |
| Methods of the integrated assessment of natural pasture ecosystems | |
| A.A. Zotov, N.Z. Shamsutdinov, A.A. Chamidov, Z.Sh. Shamsutdinov, N.S. Orlovsky | 39-51 |
| Remote sensing methods of land resources assessment in Daghestan | |
| N.V. Stasuk, E.P. Bikova, M.Z. Zalibekova, A.K. Saidov | 52-62 |
| Ecological monitoring of the changes of biotic components in steppe geosystems under conditions of a geochemical anomaly | |
| E.P. Bessolitsyna | 63-73 |
| REVIEWS | |
| First guide of the Mongolian birds review of the book «Photo guide to Mongolian birds (125 species)», the author Sh. Boldbaatar | |
| N.V. Lebedeva | 74-76 |
| CHRONICLE | |
| New books | 77-79 |
| To the ubilee of academician Nina Trofimovna Nechaeva | 80 |

— СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =

УДК 551.35:552.5

ИСТОРИЯ ПОСЛЕДНЕГО АРАЛЬСКОГО МОРЯ¹

© 2009 г. А.А. Свиточ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет Россия, 119992 Москва, Воробьевы горы, МГУ, E-mail: palaeo@geogr.msu.ru

Реферат. В истории Аральского моря отмечаются две эпохи - продолжительная предыстория и эпоха существования последнего (до 1961 г.) морского бассейна. Предыстория Арала начинается с позднего плиоцена, когда его котловина заполнялась водами акчагыльского и апшеронского морей, а заканчивается длительным плейстоценовым субаэральным периодом. Палеогеография последнего этапа существования Аральского моря непродолжительна по времени и охватывает только голоцен. В начале отмечается озерно-солоноватоводная стадия. В середине этого периода, в результате прорыва вод Амударьи к Аралу, в котловине образуется обширный опресненный солоноватоводный морской водоем, характеризующийся резкими колебаниями уровня и солености, а также широким распространением моллюсков Cerastoderma glaucum (Cardium edule).

Ключевые слова: Аральское море, история развития, геологическое строение, рельеф, голоцен, палеогеография.

Аральское море, расположенное в глубине Средней Азии, представляет собой конечное звено в цепи внутриконтинентальных водоемов Евро-Азиатского континента. История его развития заметно отличается от других морей условиями осадконакопления и характеризуется резкими изменениями уровня и солености. В последние годы, в связи с экологической катастрофой, интерес к Аралу резко возрос, появилось много публикаций (Aral ..., 2002), посвященных его изучению. Несмотря на это следует признать, что условияформирования водоема изучены недостаточно. Особенно это относится к анализу последовательности палеогеографических событий. В настоящей работе рассматривается естественная история Аральского моря, закончившаяся к 1961 г., когда в результате антропогенного вмешательства уровень моря стал резко падать и Арал практически перестал существовать как единый морской водоем.

Геологическое строение и рельеф

Аральская впадина находится в зоне сочленения меридиональных герцинид Урала и широтных структур Тянь-Шаня. На западе она ограничена докембрийским кристаллическим фундаментом, а на северо-востоке — каледонидами Центрального Казахстана. Осадочный чехол депрессии имеет ярусное строение, по составу он представлен преимущественно карбонатно-терригенными породами мезозоя и кайнозоя, мощностью 3-4 км, дислоцированными в пологие складки, разделенные разрывными нарушениями. В морфологии дна Аральского моря отмечаются три поднятые структуры: Арало-Кызылкумский вал (вал Архангельского), Центрально-Аральское и Восточно-Аральское поднятия.

Стратиграфия верхнеплиоценовых и четвертичных отложений. Верхнеплиоценовые

_

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований (РФФИ) гранты № 08-05-00113 и № 08-05-0014.

(акчагыльские и апшеронские) и четвертичные (голоценовые) отложения представлены осадками морских водоемов, заполнявших непосредственно депрессию Аральского моря.

Разрезы акчагыльских и апшеронских отложений в береговых обрывах Арала немногочисленны и более известны по смежным районам Приаралья. В основании акчагыла залегают мергели, глины, алевриты, кварцевые пески и песчаники кушканатауской свиты, перекрытые песчаниками и глинисто-алевритовыми породами денчизкульской свиты (Геология ..., 1987).

Апшеронские отложения в основании представлены серыми и серо-желтыми песками и песчаниками садыварской свиты (Вишняков, 1978). Большая часть апшерона состоит из алеврито-пелитовых осадков. В районах Малого моря и о. Лазарева установлены детритусовые известняки, а в Сарыкамышской впадине — известковые конгломераты. Суммарная мощность верхнеплиоценовых морских отложений достигает 500 м.

На Арале в настоящее время отсутствуют достоверно датированные нижние и среднечетвертичные отложения. Предполается, что в это время в пределах Арало-Сарыкамышских депрессий, вдоль чинков Устюрта и современной дельты Амударьи, накапливались озерные пестроцветные глины и алевриты (Пинхасов, 1984).

Верхнечетвертичные (конец позднего плейстоцена) и голоценовые отложения широко распространены в пределах Аральской депрессии. Они вскрыты скважинами и обнажаются в разрезах побережий. Среди верхнечетвертичных – голоценовых отложений Аральского моря выделяются две толщи (рис. 1). Нижняя условно относится к континентальным образованиям конца позднего плейстоцена. В основании она сложена шоколадными глинами, перекрытыми песками; вскрытая мощность отложений более 1.5 м. Верхняя – голоценовая толща в нижней части состоит из разнообразных наземноводных осадков белесого или белого цвета (докардиумные слои по (Маев и др., 1983), чередующихся с прослоями глинистых и алевритовых илов, разнозернистых песков, ракуши и гипса). По присутствию разнообразной солоноватоводной и пресноводной малакофауны отложения отнесены к «озерно-солончаковой» стадии Арала (Николаев, 1995), по стратиграфическому положению возраст отложений - раннеголоценовый.

В верхней части (слои с кардиумами; Маев и др., 1983) голоценовая толща представлена разнообразными по лито-фациальному составу морскими осадками мощностью до 5 м и более. Для отложений характерны две особенности: 1 — присутствие многочисленных раковин двустворчатых моллюсков Cerastoderma glaucum (Cardium edule) и 2 — фациальное разнообразие — чередование литологических осадков различного состава, относимых к трансгрессивному и регрессивному состоянию Арала.

Помимо церастодермы, в отложениях установлены другие виды солоноватоводных и пресноводных видов моллюсков, разнообразные фораминиферы, диатомеи, споры и пыльца (Маев и др., 1983).

Среди спор и пыльцы отмечается три различных спектра (Вронский, 1975). Нижний (древнеаральские осадки) характеризуется преобладанием пыльцы травянистых растений – злаков, реже маревых и полыни. В вышележащих отложениях (аральские слои) преобладает пыльца полыни и маревых, обильна пыльца водных и прибрежноводных растений. В верхнем слое (новоаральские осадки) абсолютно доминирует пыльца полыни и маревых и уменьшается количество пыльцы водных растений.

Литологические особенности морских голоценовых отложений отражают колебания уровня моря, изменение солености и состава его вод. Для слойков, отвечающих высокому уровню водоема типичен выдержанный илистый и алеврито-глинистый состав осадков с относительно редкими раковинами солоноватоводных и пресноводных моллюсков. Регрессивные слои осадков более разнообразны по составу и структуре — они более грубые, обычно песчаные, с прослоями и линзами ракуши солоноватоводных либо пресноводных

моллюсков, часто обогащенные растительными остатками, иногда оторфованные, с прослоями гипса, хемогенного и терригенного карбоната.

| | | Страт | играфия | | Мощ- | С ¹⁴ да- | Условия | a a |
|--------------------|---------|--------------|---------------------------------------|---|-------------|--|--|--|
| Bpc | емя | Свита | Слои | Колонка | ность, м | тировки | осадкона- копления | 1 |
| Голоценовое | Поздний | Хорезмийская | Верхние верхние спои с кардиумами) ве | (32322 \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\ | ~1 | 970±140 1590±140 3810±140 4850±90 4958±100 | Морской бассейн с периодическим изменением уровня и солености | 2 3 4 |
| Голоп | Ранний | Xopes | Нижние (докардиумные) | | ~1.5 | , | Мелкие пересыхающие водоемы с резкой сменой солености | ↑ 6 ♥ 7 ★ 9 ↑ 10 |
| Позднечетвертичное | | | | | >1 | | Континен- тальные ус- ловия, пре- обладает субаэраль- ное осадко- накопление | 11 12 |

Рис. 1. Стратиграфическая схема верхнечетвертичных и голоценовых отложений Арала (Маев и др., 1983). 1 – ил глинистый; 2 – ил глинисто-алевритовый;3 – глина; 4 – песок; 5 –гравий; 6 – ракуша морская; 7 – ракуша пресноводная; 8 – торф; 9 – растительные остатки; 10 – гипс; 11 – границы резкие; 12 – границы постепенные. **Fig. 1.** Stratigtaphic subdivision of the upper Quaternary and Holocene sediments of the Aral Sea (Maev et all., 1983). 1 – clayey mud; 2 – clayey-silty mud; 3 – clay; 4 – sand; 5 – gravel; 6 – marine shell debris; 7 – freshwater shell debris; 8 – peat; 9 – plant debris; 10 – gypsum; 11 – sharp contact; 12 – gradual contact.

Современные морские отложения Арала имеют разнообразный лито-фациальный состав — пески, алевриты, глинисто-известковистые илы с разной примесью раковинного и растительного материала. Терригенный материал формировался в основном за счет твердого стока рек. До 1961 г. Амударья и Сырдарья поставляли соответственно около 74 и 8 млн. т/год осадков, процессы абразии берегов привносили еще около 7 млн. т/год. Ежегодное поступление эоловой пыли оценивается в 22 млн. т (Хрусталев и др., 1977), образование биогенного материала составляло более 5 млн. т/год. Активно происходило хемогенное осадконакопление — более 13 млн. т/год (Хрусталев и др., 1977). Площадное распределение современных осадков обусловлено морфологией дна водоема, конфигурацией берегов и гидродинамическим режимом. В прибрежной полосе распространены пески, сменяющиеся при удалении от берега алевритами, а в понижениях — глинисто-алевритовыми илами. В устьевых участках Амударьи и Сырдарьи, в северных заливах и Малом море резко доминируют терригенные образования.

В стратиграфическом отношении голоценовые отложения Аральского моря и его побережий представляют единую толщу близких по строению континентальных и морских осадков, выделяемую нами в хорезмийскую свиту (по древнему названию Аральского моря – хорезмийское; Зонн и др., 2008). В составе свиты без видимых следов крупных перерывов выделяются три слоя осадков. Нижний (докардиумные слои) представлен слоистыми озерносолончаковыми нижнеголоценовыми отложениями. Средний – собственно морские осадки Арала, это – чередование слоев различного литологического состава, обусловленного разнооуровенным состоянием моря, с присутствием раковин *Cerastoderma glaucum*. По радиоуглеродному датированию возраст среднего слоя – вторая половина голоцена. Третий – маломощные современные морские осадки, накапливавшиеся последние несколько сотен лет.

<u>Рельеф дна Аральского моря</u> неровный, ассиметричный. Самые мелководные участки дна располагаются на востоке и юге, наиболее приглубые — на западе. Центральная впадина (Большое море) в целом характеризуется небольшими (10-20 м) глубинами. Ее восточная, мелководная часть к западу понижается и переходит в приглубую котловину с глубинами 20-30 м. Еще западнее в рельефе цепочкой островов (Николая, Наследника, Константина) прослеживается крупное меридиональное поднятие — вал Архангельского. Западнее гряды, вдоль чинков Устюрта, располагается наиболее глубокая — до 68 м впадина дна моря.

<u>Рельеф побережий</u> разнообразный. Северный берег довольно высокий, изрезанный обширными полуостровами на ряд приглубых заливов. Западный прямой, вытянутый вдоль чинков Устюрта, с крутыми обрывами и широкими открытыми бухтами. Восточный берег низменный, песчаный, с множеством островов и небольших извилистых бухт.

На берегах Аральского моря прослеживаются морские террасы, свидетельствующие о высоком уровне моря в прошлом. Впервые они установлены Л.С. Бергом (1908) на отметках около 54.0 м абсолютной высоты. В осадках террасы были обнаружены раковины *Carastoderma glaucum (Cardium edule)*. Позднее А.Л. Яншин (1953) отметил, что террасы, в осадках которых собраны раковины, располагаются на отметках до 62.0-64.0 м абсолютной высоты и даже выше (до 72 м) и объяснил это молодыми тектоническими поднятиями. В дальнейшем террасы на берегах Аральского моря изучались многими исследователями (Вейнсбергс и др., 1072; Маев и др., 1983; Лымарев, 1967 и др.). Они развиты на различных гипсометрических уровнях — от 54 до 80 м абсолютной высоты. Большинством специалистов признается достоверное присутствие на побережьях двух голоценовых террас. Низкая терраса (арало-каспийская (Берг, 1908) или новоаральская (Лымарев, 1967)) установлена на многих участках западного, северного и восточного побережий на отметках 54-55 м абс. высоты. Возраст террасы определяется от середины первого тысячелетия до н. э. до двенадцатого- начала тринадцатого веков новой эры (Хрусталев и др., 1977). По раковинам

моллюсков радиоуглеродный возраст террасы -920 ± 120 (Городницкая, 1978) и 2860 ± 80 (Вайнбергс и др., 1972).

Высокая (древнеаральская; Яншин, 1953) терраса, развитая на абсолютных отметках 58-60 м, распространена реже — достоверно она установлена на юго-восточном, юго-западном и северо-восточном побережьях и по берегам Малого Арала. А.Л. Яншин (1953) по археологическим памятникам определил возраст террасы в 5 тыс. лет. На основании геоморфологических и археологических данных А.С. Кесь (1969) считала возраст террасы — 2.5 тыс. лет.

На дне Аральского моря, в виде подводных аккумулятивных валов, сложенных песками с *Cerastoderma*, выделяются следы регрессивных стадий бассейна (Вайнбергс и др., 1972). Они установлены на глубинах: 44.0-44.5 м; 40.0-41.0 м; и 36.0-36.0 м и, судя по находкам в них *Cerastoderma glaucum*, имеют позднеголоценовый возраст.

История развития Аральского моря

В палеогеографической истории последнего Аральского моря можно выделить две эпохи. Очень длительную (поздний плиоцен-плейстоцен) предысторию, когда Аральская котловина заливалась водами морских позднеплиоценовых бассейнов, впоследствии осушенных и непродолжительную, охватывающую только голоцен — новую эпоху существования современного Арала (табл.).

Предыстория Аральского моря. Предыстория Арала начинается с позднего плиоцена — первого этапа морского обводнения его впадины, во время которого низменные территории Приаралья заполнялись водами акчагыльской и апшеронской трансгрессий Каспия. К этому времени Аральская котловина уже существовала в основных чертах. Ее образование относится к среднему плиоцену (Маев, 2000; Кесь, 1969; Клейнер и др., 1966). В это время в Приаралье, в аридных условиях, активно протекали субаэральные денудационные процессы. В результате дефляции нестойких неогеновых пород к востоку от Устюрта были выработаны системы бессточных впадин. Крупнейшая из них образовалась на месте современного Арала и состояла из нескольких дефляционных котловин, разделенных возвышенностями.

В позднем плиоцене Аральская впадина и смежные с ней низменные территории последовательно заливались водами проникавших сюда из Каспия акчагыльского и апшеронского морей. Это были обширные морские заливы, по своему режиму существенно отличавшиеся от располагавшихся западнее центральных частей позднеплиоценовых бассейнов. Периодически, во время снижения морского уровня, они превращались в систему опресненных или осолоненных разобщенных водоемов. Судя по обедненному составу акчагыльской фауны (Геология ..., 1987) и присутствию в ней пресноводных компонентов, морские заливы были значительно опреснены впадавшими в них речными водами. В отложениях акчагыла установлены две толщи соли суммарной мощностью 85 м (Грамм, 1958), состоящие из минералов мирабилита, галита, астраханита, глауберита и эпсомита, образовавшихся в регрессивную стадию водоема. В это время, после резкого сокращения его площади и увеличении солености до 100-150 г/л, из раствора в начале стал выпадать мирабилит, с увеличением солености до 230-250 г/л – галит, затем астраханит и, наконец, эпсомит (Рубанов, 1980). Процесс акчагыльского хемогенного осадканакопления в целом был непродолжительным и на длительное время прерывался терригенным. В это время на большей части залива происходило накопление глинистых и алевритовых осадков, сменявшихся по периферии водоема песчаными.

Апшеронский бассейн, в отличие акчагыльского предшественника, бывшего типичным морским водоемом сообщавшимся с океаном, представлял собой крупное изолированное солоноватоводное море. Его приаральский залив, судя по присутствию в осадках

Таблица. Палеогеографическая схема истории развития Аральского моря. **Table**. Paleogeographical evolution of the Aral Sea.

| | | Св | сте | ематика тий | собы- | Tp | ансгрес- | | Уро- | 00/0, | |
|----------------------|-------------|----------------|----------|------------------------|------------------|--|------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|---|
| ВРЕ | ВМЯ | Эпоха | 1 | Стадия | Этап | сивно (Т) – регрессивная (Р) ритмика | | С ¹⁴ даты (лет) | моря (абс. выс., м) | Соленость, 0/00 | Палеогеографическая ситуация |
| | | | | | современ- ный | T | | | 53 | 11.3 | Внутриконтиненталь- |
| | | ÷. | | | | P | | МГУ 734 | 43–44 | | ное опресненное бес- |
| | | | | | позд ний | T | 970±140 | | 970±140 53- 53.5 | | ми изменениями уров- |
| E H | Ä | | | ая | | P | макси- маль- ная | МГУ 778 1590±140 | до 30 | | ня и солености, при регрессиях разбивается |
| Ħ | поздний | морского Арала | | морская | сред- ний | Т | | | 54.5 | ~8–9 | на системы соленых и пресных озер. Терри- |
| 0 | | ского | | 7947 | | P | | МГУ 742 3600±140 | 35–40 | | генное и хемогенное осадконакопление. |
| гол | | OW | | | ранний | P T | макси- маль- ная | МГУ 741 4850±90 | до 57 | ~11.3 | Проникновение и рас- селение Cerastoderma glaucum (Cardium edule) |
| | ранний | # 1 | -036000- | солон- чаковая | | | | МГУ 740 4960±100 | | | Система озер, периодически пересыхающих. Активная садка соли. |
| плейс- тоцен | 900 тыс. | В | | континен- тальная | | | , | | | | Осушение, господство субаэральных процес- сов |
| ий плио- цен | | предыстория | морская | апше- ронская | | | | | | | Опресненный залив крупного внутриконтинентального солоноватоводного водоема |
| поздний плио- цен | 3.0 млн | | мор | акча- гыль- ская | | | | | | | Опресненный залив крупного морского водоема, сообщавшегося с океаном |

многочисленных пресноводных остракод (Пинхасов, 1984), был значительно опресненным, при этом соленость воды в Аральской, Хорезмской и Сарыкамышской впадинах была различной (Лымарев, 1967). Считается (Геология, 1987) в позднем плиоцене Амударья и Сырдарья не доносили свои воды до Приаралья. Амударья текла в центральные Кызылкумы, а Сырдарья обводняла районы Голодной степи и Кызылкумов.

Можно заключить — во время первого (позднеплиоценового) морского обводнения в пределах Аральской котловины длительное время (> 3 млн. лет) существовал морской водоем с резко изменчивыми солевым и гидродинамическим режимами, обусловленными: общей динамикой акчагыльского и апшеронского бассейнов, непостоянством впадающих в Аральский залив речных водотоков и колебаниями климата. Несомненно, определенная роль принадлежала и тектоническим движениям, предопределившим как само существование впадины, так и пути проникновения в нее вод позднеплиоценовых морей.

После регрессии апшеронского моря наступает длительный континентальный период, охватывающий весь плейстоцен. В это время в Каспийском море отмечаются три крупные трансгрессии (бакинская, раннехазарская и раннехвалынская) с подъемом воды до +40 м и выше. По долине Узбоя воды хвалынского моря образовывали крупный, далеко выступающий на восток эстуарий, однако в Сарыкамышскую и Аральскую впадины они не проникали. Здесь почти весь плейстоцен существовала преимущественно субаэральная обстановка с господством аридных условий. На осущенном дне Аральского моря, под влиянием эоловых и дефляционных процессов, образовалась система замкнутых котловин, а на его восточной и юго-восточной периферии – массивы грядовых песков (Кесь, 1969). Котловины, по-видимому, изредка заполнялись речными водами и на их месте возникали озера. Судя по наземноводным осадкам лавакской свиты в депрессии Арала они возможно существовали в раннем плейстоцене. Высказано мнение (Геология ..., 1987) о присутствии обширного водоема в Аральской котловине и в среднем плейстоцене. Однако серьезных доказательств о массовом поступлении в раннем-среднем плейстоцене речной воды в Аральскую котловину нет. Амударья в это время по низменным Каракумам впадала в Каспий, накопив там обширное поле песков каракумской свиты. Сырдарья обводняла прилегающие с востока территории хорезмской впадины и кызылординского прогиба и, возможно, периодически достигала Арала (Кесь, 1969). Достоверно установленный переброс среднеазиатских рек в Арал произошло в позднем плейстоцене (Маев, 2000). В начале в Аральскую котловину проникли воды Сырдарьи, позднее на север, к Аралу и Сарыкамышу повернула и Амударья. При этом главный сток Амударьи в это время осуществлялась в Сарыкамышскую впадину, а из нее по долине Узбоя – в хвалынский Каспий. Основное поступление речных вод в Аральскую котловину в основном началось в голоцене, что и привело к возникновению моря.

<u>История последнего Аральского моря.</u> В его развитии выделяются две стадии: озерносолончаковая и морская (Николаев, 1995).

1 — Озерно-солончаковая стадия относится к началу голоцена. Ее нижняя возрастная граница условно проводится по кровле немых верхнеплейстоценовых отложений, а верхняя определяется временем проникновения в Арал моллюска Cerastoderma glaucum (Cardium edule), случившимся около 5 тыс. л. н. По разрезам донных осадков центральной акватории Аральского моря палеогеографическая обстановка этого времени представляется следующим образом. В понижениях рельефа существовали озера разной степени засоления, при пересыхании превращавшиеся в солончаки. Невыдержанный по простиранию состав отложений, среди которых присутствуют гипс и раковины ультраэвригалинных и пресноводных моллюсков, свидетельствует о неустойчивом режиме осадконакопления в периодически пересыхающих водоемах с резко меняющейся соленостью По разрезу докардиумых слоев (озерно-солончаковая стадия) достаточно четко отмечается ритмичное

переслаивание литологических пачек, отвечающих разноуровенному состоянию водоема.

2 — Морская стадия Арала. Непродолжительная (поздний голоцен) история морского Арала характеризуется сложным ходом природных процессов. В первую очередь это выражается в резких колебаниях его уровня и солености, и соответственно, условиями и типом осадконакопления.

Начало образования морского бассейна условно относится к появлению и широкому распространению моллюска Cerastoderma glaucum (Cardium edule). В разрезе отложений это не нашло заметного отражения. Осадки озерно-солончаковой стадии хорезмийской свиты без заметного перерыва сменяются морскими отложениями, сходными по строению и составу. Их отличие заключается в уменьшении вверх по разрезу хемогенных прослоев и появление раковин Cerastoderma glaucum. Загадочное проникновение этого моллюска из Черного моря в Каспий и далее в Аральское море до настоящего времени не нашло убедительного объяснения. В середине голоцена Cerastoderma (Cardium) появился в Каспийском море, не имевшем в то время никакой видимой связи с Азово-Черноморским бассейном. Это начале новокаспийской трансгрессии, как считается специалистами, позднее. Примерно 5.0-4.5 тыс. л. н. Cerastoderma таким нетрадиционным способом проник в Аральское море. Вероятнее всего это связано с заносом моллюсков в личиночной стадии водоплавающими птицами при сезонных миграциях. Известно также, что кардииды в личиночной стадии могут достаточно долго существовать и при неблагоприятных условиях, в том числе и при сильном опреснении, либо осолонении местообитаний. Появление и расселение Cerastoderma glaucum в Арале свидетельствует, что уже в среднем голоцене соленость моря была благоприятной для акклиматизации и широкого расселения этих моллюсков.

морского Арала испытывал резкие разномасштабные колебания. гипсометрическому положению морских террас на побережьях аккумулятивным формам, составу донных осадков (Маев и др., 1983) и палинологическим материалам (Вронский, 1975) в позднеголоценовой истории Арала устанавливаются четыре трансгрессивных и три разделяющих их регрессивных стадий (Вайнбергс и др., 1972) с колебаниями уровня до 20 м и более. По литологии морских отложений, в кардиумных слоях отмечается пять трансгрессивно-регрессивных этапов – ритмов (Маев и др., 1983). Еще более многочисленная ритмика выделяется по изотопному составу кислорода карбонатов Аральского моря (Николаев, 1995). Во время трансгрессий, когда уровень водоема поднимался до отметок 58 м и выше, происходило накопление тонких алеврито-глинистых отложений, у побережий, обогащенных песчаным материалом гравием и галькой. Соленость воды, за исключением устьевых участков рек, выравнивалась и обычно не превышала 10%, широкое распространение получали эвригалинные солоноватоводные и пресноводные моллюски и остракоды. Вдоль берегов активно протекали абразионные процессы. Следы активного разрушения клифа приурочены к абс. отметкам 56-57 м (Вайнбергс и др., 1972). В стабилизации уровня на низменных берегах формировались аккумулятивные формы рельефа.

В регрессивные эпохи, совпадавшие с жаркими аридными условиями, уровень Арала Mope разбивалось резко падал. мелело на отдельные заполненные высокоминерализованными (до 100% и более) водами озера, либо, в местах впадения рек, на опресненные мелководья – плавни. Литологический состав регрессивных осадков весьма разнообразный. Они имеют преимущественно песчано-алевритовый хемогенный (гипс, мирабилит и др.) состав с линзами ракуши. Интересно присутствие в разрезе прослоев торфа. Один из них, содержащий множество раковин пресноводных моллюсков (Armiger, Limnaea, Anisis, Planorbis и др.) установлен в центральной котловине и соответствует максимальной регрессивной эпохе Арала. Выполненные по нему палеогеографические реконструкции

(Хрусталев и др., 1977) свидетельствуют, что в максимум регрессии, когда уровень Арала упал до абс. отметок 30-32 м, его центральная котловина представляла собой обширные плавни, протянувшиеся далеко к югу и сообщавшиеся с западной котловиной двумя проливами. Соленость воды в плавнях не превышала нескольких промилле. В это время в изолированном Малом море активно накапливались хемогенные отложения, а на побережьях существовали солончаковые ландшафты. В настоящее время на осушенном дне Аральского моря активно протекают субаэральные процессы, сходные по характеру с теми, которые уровнях в голоцене, при низких что позволяет реконструировать отмечались палеогеографическую обстановку прошлых регрессивных эпох. Тогда происходило активное образование очагов дефляции, формировались соровые солончаки, озерно-болотные угодья и крупные массивы барханных песков. Климат ухудшался, увеличивалась его контрастность и засушливость, учащались пыльные бури и суховеи, во время которых вместе с пылью, с обсохшего дна моря, на окружающее побережье, выносились сульфаты и хлориды, происходило активное засоление грунтов.

В общих чертах в голоценовой истории морского Арала отмечаются три крупных трансгрессивных этапа. Ранний этап — древнеаральский (Хрусталев и др., 1977) или раннеаральский (Маев и др., 1983) был самым продолжительным (~4.9-3.6 тыс. лет назад) и высоким по положению уровня моря, достигавшего отметок 56-57 м абс. высоты, с соленостью, судя по составу пресноводных (*Dreissena polymorpha obtusicarinata*, *D. caspia pallasi*, *Limnaea auricularia*, *Planorbis sieversi*) и солоноватоводных (*Cerastoderma glaucum*) моллюсков близкой к современной (до 1961 г.).

Средний этап — аральский (Хрусталев и др., 1977) или древнеаральский (Маев и др., 1983) отмечался во временном интервале 3.0-1.6 тыс. лет назад, уровень моря достигал 54.5 м, а соленость составляла 8-9‰, что привело к обеднению видового состава моллюсков с увеличением среди них эвригалинных видов (*Hypanis minima, Theodoxus pallasi* и др.).

В поздний (новоаральский) этап (1.5-1.0 тыс. лет назад) море трансгрессировало до отметок 53.0-53.5 м и, судя по преобладанию в его осадках солоноватоводных видов моллюсков имело соленость в пределах 8-12% (Зонн и др., 2008).

Крупные трансгрессивные этапы Арала разделялись регрессивными эпохами, возраст которых по радиоуглеродным датам и положение уровня моря определяются соответственно как: 3610 ± 140 тыс. л. н. и \sim 40-35 м абс. высоты; 1590 ± 140 и \sim 40-41 м; 970 ± 140 и \sim 43-44 м (Маев и др., 1983).

По палинологическим данным (Вронский, 1975) в голоценовой истории Арала для трансгрессивных эпох прослеживается увеличение увлажненности климата, фиксируемое наличием в спектрах среди пыльцы травянистых растений повышенного содержания злаков, а среди спор — папоротника, присутствием пыльцы водных и прибрежно-водных растений и заметным участием пыльцы древесных растений. При этом намечается тенденция последовательного уменьшения влажности климата для более молодых эпох.

Сравнительный анализ колебания уровней Аральского и Каспийского морей показывает различное во времени сочетание их уровенных позиций, часто несовпадающих по знаку (рис. 2). Особенно отчетливо это проявляется при сравнении избербашской регрессии Каспия с древнеаральской трансгрессией Арала, а также пика туралинской трансгрессии Каспия с регрессией Арала до отметок 40.5 абс. м. По радиоуглеродным датам начало морского Арала совпадает с началом избербашской регрессии Каспия, а последующее регрессивное падение уровня с трансгрессивными пиками Каспия. Отмеченное однозначно свидетельствует о разных причинах голоценовой ритмики Каспия и Арала. Основная роль в колебаниях уровня Каспия принадлежит соотношению поступления речных вод и испарения, а для Арала решающим был сам факт поступления в депрессию воды крупнейших среднеазиатских рек — Амударьи и Сырдарьи. Образование и эволюция этих речных систем,

начиная с конца палеогена, происходили в условиях активных тектонических поднятий, а в плио-плейстоцене — неоднократных горных оледенений в верховьях водосборов и чередования плювиальности и аридности в средних и нижних частях речных водосборов (Кесь и др., 1980). Для водного режима рек была характерна резкая смена направления течения, обусловленная множеством причин. Однако главным фактором было громадное количество влекомого реками осадочного материала, загромождавшего речные русла и вынуждавшего реку искать новые пути стока, мигрируя по огромной площади среднеазиатских пустынь.

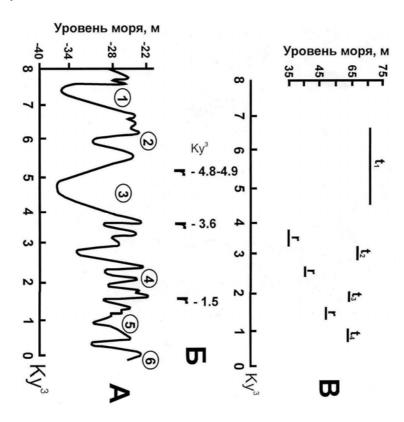


Рис. 2. Схема колебаний уровней Аральского и Каспийского морей. А — Уровень новокаспийской трансгрессии Каспия: 1 — желандинская регрессия, 2 — гоусанская трансгрессия, 3 — избербшская регрессия, 4 — туралинская трансгрессия, 5 — александрбайская регрессия, 6 — поздняя трансгрессия. Б — радиоуглеродные датировки Арала (Николаев, 1995): t — трансгрессии, r — регрессии. В — колебания уровня Арала; трансгрессивные стадии: t_1 — древнеаральская, t_2 — новоаральская, t_3 —первая современная, t_4 — вторая современная; t_4 — регрессивные стадии.

Fig. 2. Sea-level oscillations in the Aral and Caspian seas. A – New Caspian transgressive sea-levels of the Caspian Sea: 1 – Zhelandy regression; 2 – Gousany transgression; 3 – Izberbash regression; 4 – Turali transgression; 5 – Aleksander-Bai regression; 6 – ancient transgression. \overline{b} – Radiocarbon datings of the Aral sea deposits (Nikolaev, 1995): t – transgressions; r – regressions. B – Aral sea-level oscillations. Transgressive stages: t_1 – ancient Aral; t_2 – New Aral; t_3 – first recent; t_4 – second recent; r – regressive stages.

Заметное поступление речных вод Амударьи и Сырдарьи в Арал отмечается с конца позднего плейстоцена. В начале этой эпохи в юго-восточную часть Аральской депрессии по руслу Жанадарья потекли воды Сырдарьи. В это время Амударья еще впадала в Хорезмийское озеро, а после его заполнения повернула на запад, в Сарыкамышскую впадину, и при повышении уровня в озере до отметки +58 м начался сток воды по долине Узбоя в хвалынский Каспий. Обводнение Сарыкамышской впадины сопровождалось периодическим сбросом по Акчарьинскому руслу части вод Амударьи и в Аральскую

котловину, а устойчивое поступление в Арал основной массы вод этих рек произошло в голоцене, тогда и началось образование Аральского моря. Когда в депрессию постоянно поступали только воды Сырдарьи, там существовали сильно минерализованные озера, заполнявшие западную и центральную ее части. Постоянный приток вод Амударьи по Акчарьинской дельте (II начало I тысячелетия до н. э. (Шнитников, 1983), а по радиоуглеродному анализу около 4.5 тыс. л. н.; Николаев, 1995) в Арал привел к образованию морского бассейна, существовавшего до наших дней.

Побережье Аральского моря изобилует памятниками материальной культуры. Вдоль дельтовых проток и озер Амударьи и Сырдарьи установлены многочисленные стоянки первобытного человека, развалины античных и средневековых построек. Самые древние из них — стоянки неолитических охотников и рыболовов — обнаружены вокруг присарыкамышской дельты Амударьи. В IV-III тысячелетии до н. э. древний человек активно селился в песках вокруг акчадарьинской дельты и на склонах окружающих возвышенностей. Во время максимальной — древнеаральской (по Яншин, 1953) трансгрессии Аральского моря на его берегах располагались стоянки кельтеминарской культуры, позволившие отнести эту эпоху к III тысячелетию до н. э.

Считается (Шнитников, 1983), что во время высокого положения уровня Арала в дельтах впадавших в него рек древний человек стал развивать орошаемое земледелие. В VI-V вв. до н. э., когда в Хорезме возникло рабовладельческое государство, в системе Амударьи резко увеличилось ирригационное строительство, достигшее наибольшего расцвета в первые века н. э. В это время в Приаралье оросительные системы располагались на площади 3.5-3.8 млн. га. Около 1500-1600 лет до н. э., происходило резкое падение уровня Арала до отметок 30 м и более и отмечался кризис орошаемого земледелия. Новый расцвет ирригационного строительства отмечается в VII-VIII в. н. э. и вновь падает в результате нашествия монголов и походов Тимура. Защитные дамбы в дельте Амударьи были разрушены, река вновь повернула в Сарыкамышскую впадину и возобновился сток по Узбою в Каспий. В очередной раз воды Амударьи стали полностью поступать в Арал к началу XVIII в., Сарыкамышское озеро пересохло и превратилось в солончаковую пустыню.

Заключение

В палеогеографии Аральского моря отмечаются две разномасштабные эпохи развития (табл.), во время которых Аральская котловина представляла собой морские бассейны, разделенные длительным (весь плейстоцен) континентальным перерывом, во время которого море исчезало, и на его обсохшем дне активно протекали субаэральные процессы. Первая эпоха — это длительная (поздний плиоцен-плейстоцен) предыстория современного Арала. В позднем плиоцене уже существовавшая впадина Арала последовательно заливалась водами акчагыльской и апшеронской трансгрессий Каспия, с образованием обширных значительно опресненных морских заливов.

Вторая, непродолжительная по времени, эпоха последнего Аральского моря выделяется в голоцене. В ее начале (озерно-солончаковая стадия) Арал представлял собой систему разнообразных по гидрохимическому составу водоемов, периодически пересыхавших и превращавшихся в солончаки. С середины голоцена, благодаря обильному стоку вод Амударьи, повернувшей в сторону Арала, его котловина заполнилась водой и превратилась в солоноватоводный морской бассейн, заселенный моллюсками *Cerastoderma glaucum* (*Cardium edule*), испытывавший разномасштабные по времени и размаху (до 20 м и более) колебания уровня

Изменения солености морского Арала, судя по литологии отложений, их изотопии и составу, содержащихся в них ископаемых остатков (моллюсков, остракод, фораминифер и

диатомей), составляли от единиц до десятков промилле.

Голоценовая история Аральского моря несомненно обусловлена множеством причин: климатических. гидрологических, тектонических, антропогенных. Тектоническая составляющая выражается в деформации террас и донного рельефа. Антропогеновый фактор, сыгравший решающую роль в современной экологической катастрофе Арала, в эпоху неолита, бронзы и античных культур, несомненно, частично перераспределял речной приток в Арал. Особенно значимым, но не решающим, он был в средневековье. Главная роль принадлежала гидрологическому (Вайнбергс и др., 1972; Хрусталев и др., 1977) и климатическому (Рубанов, 1991; Маев, 2000; Кесь, 1969) факторам. Климат регулировал водность речных потоков и, главное, количество испарения с акватории моря – основного расхода вод Арала, определявшего ритмику колебания уровня моря. Гидрологическому фактору – речному стоку Сырдарьи и, особенно, Амударьи – несомненно принадлежит основная роль в заполнении водой Аральской котловины, возникновении и существовании там опресненного морского бассейна. Это случилось в самом начале второй половины голоцена, когда Амударья, образовав Присарыкамышскую и Акчадарьинскую дельты, прорвалась с юга к Аралу и начала формировать Приаральскую дельту и заполнять водой занятую озерами депрессию Арала (Кесь, 1969).

Естественная история последнего Аральского моря, начавшаяся около 4.8 тыс. лет назад, катастрофически быстро, всего за несколько десятилетий, прекратилась. После 1960 г. бассейн распался на два соленых водоема и начался его новый, антропогеновый, этап.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Берг Л.С. 1908. Аральское море //Известия Туркестанского Русского географического общества. Т. 5. С.-Петербург. 580 с.
- Вайнбергс И.Г., Ульст В.Г., Розе В.К. 1972. О древних береговых линиях и колебаниях уровня Аральского моря // Вопросы четвертичной геологии. 8. С. 69-89.
- Вишняков А.С. 1978. Геология подземных вод неогеновых отложений равнинных территорий Узбекистана. Ташкент: Фан. 115 с.
- Вронский В.А. 1975. Голоценовая история Аральского моря по палинологическим данным //История озер и внутриконтинентальных морей аридной зоны. Т. 4. Ленинград. С. 64-68.
- Геология Аральского моря. 1987. Ташкент: Фан. 247 с.
- Городницкая М.Л. 1978. О террасах Аральского моря // Геоморфология. № 1. С. 46-55.
- Грамм М.Н. 1958. Об акчагыльских и апшеронских отложениях в низовьях Амударьи //Доклады АН СССР. Т. 120. № 1. С. 859-862.
- Зонн И.С., Гланц Н.Г. 2008. Аральская энциклопедия. М.: Международные отношения. 251 с
- Кесь А.С. 1969. Основные этапы развития Аральского моря // Проблемы Аральского моря. М.: Наука. С. 160-172
- Кесь. А.С., Андрианов В.В., Итина М.А. 1980. Динамика гидрографической сети и изменение уровня Аральского моря //Колебания увлажненности Арало-Каспийского региона в голоцене. М.: Наука. С. 185-197
- Кирюхин Л.Н., Кравчук В.П., Федоров П.В. 1960. Новые данные о террасах Аральского моря //Известия АН СССР. Сер. география. № 1. С. 68-72
- Клейнер Ю.М., Кравчук В.Н. 1966. О древних террасах Аральского моря// Известия Высших учебных заведений. Сер. геология. разведка. № 19. С. 45-57.
- Лымарев В.Н. 1967. Берега Аральского моря внутреннего водоема аридной зоны. Ленинград: Наука. 252 с.
- Маев Е.Г. 2000. Происхождение котловины и рельеф Аральского моря // Вестник МГУ.

СВИТОЧ 17

- Сер. география. С. 57-62.
- Маев Е.Г., Маева С.А. 1983. Разрез донных отложений центральной части Аральского моря // Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое. Т. 2. С. 133-143.
- Маев Е.Г., Маева С.А., Николаев С.Д. 1983. Новые данные по голоценовой истории Аральского моря// Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое. Т. 2. С. 133-143.
- Николаев С.Д. 1995. Изотопная палеогеография внутриконтинентальных морей. М.: ВНИРО. 125 с.
- Пинхасов Б.И. 1984. Неоген-четвертичные отложения и новейшая тектоника Южного Приаралья и Западных Кызылкумов. Ташкент: Фан. 115 с.
- Рубанов И.В. 1991. История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал. Ленинград: Наука. С. 259-267
- Рубанов И.В. 1980. Геологические и исторические свидетельства колебания уровня Арала // Колебания увлажненности Арало-Каспийского региона в голоцене. М.: Наука. С. 204-209.
- Хрусталев Ю.П., Резников С.А., Туровский Д.С. 1977. Литология и геохимия донных осадков Аральского моря. Ростов-на-Дону. 154 с.
- Шнитников А.В. 1983. Арал в голоцене и природные тенденции его эволюции// Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое. Т. 2.. М.: МГУ. С. 106-118.
- Яншин А.А. 1953. Геология Северного Прикаспия // Материалы к познанию геологического строения СССР. Москва. 370 с.
- The Aral Sea: Selected Bibliography Noosphere. 2002. Moscow. 231 p.

HISTORY OF THE LAST ARAL SEA

2009. A.A. Svitoch

Moscow state M.V. Lomonosov university, Geographical faculty
Russia, 119992 Moscow, Vorobievy gory, MSU, E-mail: palaeo@geogr.msu.ru

Abstract. The history of the Aral Sea has two epochs – prolonged background and epoch of existence of the last (up to 1961) sea basin. The Aral background begins from the Late Pliocene, when its basin was filling up by the Ackchagyl and Apcheron sea waters, and finishes by the lengthy Pleistocene subareal period. Paleogeography of the last stage of the Aral Sea existence is not prolonged and covers only Holocene. At first, the limno-brackishwater stage is recognized. In the middle of this period, as a result of bursting Amu-Daria waters to the Aral Sea, the large desalinate marine reservoir is formed here, characterizing by abrupt oscillations of level and salinity and also wide spreading of mollusks *Cerastoderma glaucum (Cardium edule)*

Keywords: The Aral sea, history of development, geological structure, relief, holocene, palaeogeography

= СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =

УДК 581.5: 528. 94 (517.3)

КРУПНОМАСШТАБНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДАУРО-МОНГОЛЬСКИХ СТЕПЕЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА

© 2009 г. Г.Н. Огуреева, И.М. Микляева, М.В. Бочарников, С.В. Дудов, И. Тувшинтогхтог

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, E-mail: ogur02@yandex.ru Россия, 119992 Москва, Ленинские горы, МГУ, географический факультет

Реферат.Выявлены ценотическое разнообразие сухостепных экосистем и закономерности их распространения в мелкосопочниках Восточной Монголии (стационар Тумэн-Цогт). Проведена оценка их современного состояния и составлена крупномасштабная карта актуальной растительности стационара (М. 1: 200 000).

Ключевые слова: степные экосистемы, ценотическое разнообразие, картографирование, мониторинг, фитокатены, динамика растительности.

Ценотическое разнообразие степных экосистем природно-территориальных комплексов находится в постоянной динамике, связанной с изменением природного потенциала территории, интенсивностью и длительностью антропогенного воздействия. Их современное состояние является показателем хода и направленности сукцессионных процессов в связи с изменениями окружающей среды, а также уровнем развития социально-экономических отношений в обществе. Выбор объективных критериев оценки современного состояния степных экосистем, анализ в процессе мониторинга происходящих в них изменений, выявление современных тенденций и прогноз их дальнейшего развития, представляют интерес с общенаучных позиций изучения степей и необходимы для разработки рекомендаций по их сохранению.

Объект и методы исследований

Рассмотрены сухие степи Восточной Монголии на примере стационара Тумэн-Цогт, расположенного в средней части бассейна р. Керулен, степи которого находятся под наблюдением уже более 60 лет (Экосистемы..., 1995). В рельефе территории преобладают пологоволнистые холмисто-увалистые равнины, поверхность которых осложнена мелкосопочниками (до 1350 м н. у. м.), останцами и западинами. Климат резко континентальный: лето короткое, теплое (средняя температура июля +20°С), зима холодная, продолжительная, практически бесснежная (средняя температура января –20°С); годовое количество осадков 235-240 мм, их максимум приходится на вторую половину июля – август; из каждых пяти лет два-три бывают засушливыми. Весной возможны затяжные бураны, гололед, вызывающие падеж скота.

Детальное обследование растительности и крупномасштабное картографирование степей стационара в 2008 г. проводилось во время пешеходных и машинных маршрутов с использованием космических снимков. Изучались связи степей с природными условиями территории в ряду сопряженных географических фаций — фитокатен — от местного водораздела к днищу пади. Была заложена серия фитокатен (всего 16); составлены

⁻

¹ Авторы выражают благодарность сотрудникам Ботанического института Монгольской академии наук Л. Жаргалсайхану и М. Мунгунчимеду, принимавшим участие в совместном обследовании степей стационара в составе Российско-Монгольской экспедиции РАН и МАН в 2008 г.

стандартные геоботанические описания степных сообществ соответствующих участков фитокатен (168 полных геоботанических описаний), с помощью GPS приемников устанавливались координаты каждого описания, которые включены в единую базу данных стационара. Проведено крупномасштабное картографирование растительности для выявления связей сообществ с ландшафтной структурой территории.

Результаты и их обсуждение

Степи стационара по ботанико-географическому районированию относятся к Восточномонгольской подпровинции, Монгольской провинции степей Евразии (Лавренко, 1970).

В составе растительного покрова степей Восточной Монголии участвуют сухие дерновиннозлаковые, разнотравно-дерновиннозлаковые богаторазнотравно-И дерновиннозлаковые степи на каштановых почвах, распределение которых хорошо согласуются с природными особенностями территории. В травяном покрове доминируют ковыли: $Stipa krylovii^2$, центральноазиатский вид, S. grandis — маньчжурско-дауромонгольский, S. sibirica с широким евроазиатским ареалом. Из мелкодерновинных злаков представлены: змеевка, тонконог, типчак, житняк (Cleistogenes squarrosa, Koeleria cristata Festuca lenensis, Agropyron cristatum), из корневищных — маньчжурско-дауро-монгольский вид вострец китайский (Leymus chinensis). В составе степных сообществ характерно участие караган: Caragana stenophylla, восточномонгольского C. microphylla, восточномонгольского видов (Юнатов, 1950; Лавренко и др., 1991).

Степная растительность стационара неоднократно находила отражение на крупномасштабных картах (Волкова, 1988; Экосистемы..., 1995), которые дают представление о состоянии степных экосистем примерно с 20-летним интервалом.

На современном этапе проведено повторное картографирование растительности стационара (М 1: 200 000). Карта отражает актуальный растительный покров, находящийся под многовековым воздействием выпаса скота (рис. 1). Разнообразие природных растительных комплексов, закономерности их распространения и динамика раскрывают современный экологический потенциал территории. В легенде карты выделение картографируемых подразделений осуществляется c учетом фитоценотических, флористических, экологических и географических критериев. Естественное типологическое разнообразие степей дано на основе эколого-морфологической растительности. В структуре легенды заложен эколого-географический отражающий связи степей с ландшафтными особенностями территории. Наиболее крупные подзаголовки легенды отражают связи растительности степей с соответствующими крупными подразделениями рельефа. Выделяются равнинные поверхности 940 м н. у. м.), низкие мелкосопочники с пологими склонами и выположенными шлейфами сопок (940-1200 м) и высокие мелкосопочники с крутыми эрозионно-расчлененными склонами (1000-1400 м).

Классы формаций раскрывают основные особенности растительного покрова степей разных высотных уровней. Дальнейшая дифференциация степей проведена в соответствии с положением растительных сообществ в пределах фитокатен, характерных для каждого высотного уровня. В качестве основных картографируемых категорий в легенде выступают группы ассоциаций и ассоциации; каждый выдел легенды сопровождается перечнем характерных видов (рис. 1).

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2009, том 15, № 2 (38)

.

 $^{^2}$ Латинские названия растений приводятся по И.А. Губанову «Конспект флоры Внешней Монголии (сосудистые растения)». М.: Изд-во «Валанг», 1996. 136 с.

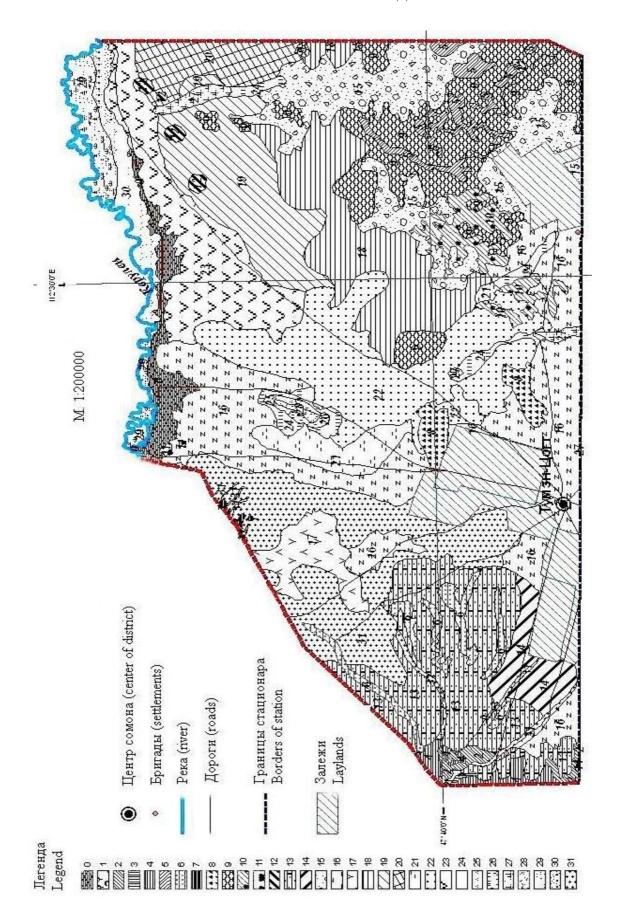


Рис. 1. Карта растительности стационара Тумэн-Цогт (легенда к карте на следующей странице). Fig. 1. Map of vegetation of Tumen-Tzogt (legend to a card on the following page).

ЛЕГЕНДА к рис. 1: І. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВЫСОКИХ МЕЛКОСОПОЧНИКОВ (1100-1350 м) Богаторазнотравно-дерновиннозлаковые степи

- 1. Заросли **кустарников** (Betula fusca, Dasiphora fruticulosa) в сочетании с **петрофитноразнотравными** (Pulsatilla bungeana, P. turchaninovii, Sedum aizoon, Potentilla leucophilla, Gentiana decumbens, Dendrathema zavadskii, Adenophora stenanthina, Artemisia sericea, Filifolium sibirica) сообществами с Cotoneaster melanocarpa.
- 2. Заросли кустарников (Armeniaca sibirica, Amygdalus pedunculata, Spiraea aquilegifolia) в сочетании с ковыльно (Stipa sibirica, S. baicalensis)—осоково (Carex pediformis)—богаторазнотравными (Clematis hexapetala, Schizonepeta multifida, Stellera chamaejasme, Adenophora gmelinii) и петрофитноразнотравными степями.
- 3. Экспозиционные сочетания злаково (Stipa baicalensis, S. sibirica, Festuca lenensis, Koeleria cristata)—осоково (Carex pediformis)—богаторазнотравных (Phlomis tuberosa, Galium verum, Thalictrum minus, Filifolium sibiricum, Adenophora stenanthina, A. gmelinii, Hemerocalis minor, Lilium pumilum, Stellera chamaejasme, Allium senescens, Iris dichotoma, Rhaponticum uniflorai) степей.
- 4. Злаково (Bromopsis inermis, Stipa sibirica)—осоково (Carex pediformis)—богаторазнотравные (Sanguisorba officinalis, Polygonum divaricatum, Clematis hexapetala, Crepis sibirica, Thalictrum minus, Allium senescens, Phlomis tuberosa, Campanula glomerata) степи с Dasiphora fruticulosa.
- 5. Серия **петрофитноразнотравно** (Orostachys spinosa, Polygonum angustifoltum, Pulsatilla bungeana, Chamaerhodos altaica, Sibbaldianthe adpressa)—**пижмово** (Filifolium sibiricum)—**осоково** (Carex korshinskyi)—**ковыльнных** (Stipa krylovii, S. baicalensis, S. sibirica) сообществ.
- 6. Сочетания **петрофитноразнотравных** (Gypsophila dahurica, Iris dichotoma, Cymbaria dahurica, Schizonepeta multifida, Ptilotrichon canesens) и **пижмово** (Filifolium sibiricum)—**ковыльных** (Stipa grandis, S. sibirica, S. baicalensis) степей.

ІІ. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НИЗКИХ МЕЛКОСОПОЧНИКОВ (950-1050 -1150 м)

Разнотравно-дерновиннозлаковые степи

- 7. Серия **петрофитноразнотравно** (Orostachys spinosa, Cymbaria dahurica, Sedum aizoon, Oxytropis oxyphylla, Filifolium sibiricum)—**злаково** (Koeleria crisata, Festuca lenensis, Leymus chinensis, Agropyron cristatum)—**ковыльных** (Stipa grandis, S. krylovii, S. sibirica,) сообществ.
- 8. Карагановые (Caragana microphylla) петрофитноразнотравные (Filifolium sibiricum, Bupleurum scorzonerifolium, Dontostemon integrifolia, Cymbaria dahurica, Adenophora gmelinii) сообщества в сочетании с разнотравно (Polygonum angustifolium, Saussurea salicifolia, Medicago ruthenica, Serratula centauroides)—змеевково—вострецово (Cleistogenes squarrosa, Leymus chinensis)—ковыльными (Stipa grandis, S. krylovii, S. sibirica) степями.
- 9. **Карагановые** (Caragana stenophylla, C. microphylla) **петрофитноразнотравно** (Orostachys spinosa, Veronica incana, Thymus gobicus, Cymbaria dahurica, Sibbaldianthe adpressa, Dianthus versicolor, Phlomis tuberosa)—**осоково** (Carex korshinskyi, C. pediformis) **злаково** (Cleistogenes squarrosa, Leymus chinensis, Koeleria cristata)—**ковыльные** (Stipa sibirica, S. grandis, S. krylovii).
- 10. Заросли **кустарников** (Armeniaca sibirica, Spiraea aquilegifolia. Caragana stenophylla) в сочетании с **петрофитноразнотравно** (Filifolium sibiricum, Asparagus dahurica, Lespedeza dahurica, Rhaponticum uniflorum, Arenaria capilliformis, Dianthus versicolor, Chamaerhodes altaica)— **ковыльными** (Stipa krylovii, S. sibirica) степями с Ephedra sinica
- 11. Серия петрофитноразнотравно (Orostachys spinosa, O. malacophylla, Sedum aizoon, Potentilla leucophylla, Shizonepeta multifida, Arenaria capillaris, Veronica incana, Oxytropis filiformis, Arctogeron gramineum)—осоково (Carex pediformis)—типчаково (Festuca lenensis, Agropyron cristatum)—ковыльных (Stipa grandis, S. sibirica, S. krylovii) сообществ (степей-убрать) в сочетании с древесно-кустарниковыми сообществами с участием ильма (Ulmus pumila).
- 12. Серия петрофитноразнотравно (Orostachys spinosa, Shizonepeta multifida, Arenaria capillaris)—осоково (Carex korshinskyi)—ковыльно (Stipa krylovii, S. sibirica)—злаковых (Festuca lenensis, Koeleria cristata, Agropyron cristatum) сообществ с участием Dasiphora fruticulosa, Caragana microphylla, C. stenophylla.
- 13. **Пижмово** (Fifolium sibiricum)—**злаково** (Leymus chinensis, Cleistogenes squarrosa, Koeleria cristata)—**ковыльно** (Stipa grandis, S. sibirica, S. baicalensis)—**богаторазнотравные** (Gypsophila dahurica, Clematis hexapetala, Saposhnikovia divaricata, Iris dichotoma, Lespedeza dahurica, Haplophyllum dahuricum, Thalictrum squarrosa).
- 14. Экспозиционные сочетания карагановых (Caragana microphylla, C. stenophylla) разнотравно (Gypsophilla dahurica, Filifolium sibiricum, Stellera chamaejasme, Bupleurum scorzonerifolium, Artemisia commutata, Saposhnikovia divaricata, Polygonum divaricatum)—злаковых (Koeleria crisata, Festuca

lenensis, Leymus chinensis, Agropyron cristatum) степей.

- 15. **Карагановые** (Caragana microphylla) **богаторазнотравно** (Clematis hexapetala, Polygonum divaricatum, Adenophora stenathina, Rhaponticum uniflorum, Allium senesens, A. leucocephalum, Lespedeza dahurica, Medicago ruthenica, Thymus dahuricus)—**осоково** (Carex pediformis)—**злаково** (Poa attenuata, Koeleria cristata, Cleistogenes squarrosa, Agropyron cristatum)—**ковыльные** (Stipa sibirica, S. grandis, S. krylovii).
- 16. **Разнотравно** (Saposhnikovia divaricata, Bupleurum scorzonerifolium, Allium senescens, A. tenuisimum, Haplophyllum dahuricum, Filifolium sibirica, Cymbaria dahurica, Sibbaldianthe adpressa)—**злаково** (Leymus chinensis, Koeleria cristata, Cleistogenes squarrosa)—**ковыльные** (Stipa grandis, S. krylovii) степи с участием Ephedra sinica и Caragana microphylla.
- 17. **Разнотравно** (Iris dichotoma, Gypsophylla dahurica, Sanguisorba officinalis, Scabiosa comosa, Polygola sibirica, Polygonum divaricatum)—ковыльные (Stipa grandis, Stipa sibirica).
- 18. **Карагановые** (Caragana microphylla) **разнотравно** (Gypsophila dahurica)—**злаково** (Leymus chinensis, Koeleria cristata, Agropyron cristatum, Festuca lenensis)—**ковыльные** (Stipa sibirica, S. grandis, S. krylovii) степи с участием эфедры
- 19. **Карагановые** (Caragana microphylla, C. stenophylla) **разнотравно** (Artemisia frigida, Bupleurum scorzonerifolium, Cymbaria dahurica, Iris tenuifolia, Amblynotus rupestris, Schizonepeta multifida, Potenilla acaulis, Medicago ruthenica, Allium odorum, A. senescens, A. bidentatum,)—**злаково** (Cleistogenes squarrosa, Leymus chinensis, Agropyron cristatum, Festuca lenensis)—**ковыльные** (Stipa grandis, S. krylovii, S. sibirica).
- 20. **Разнотравно** (Serratula centauroides, Bupleurum scorzonerifolium)—**полынно** (Artemisia frigida)—**прутняково** (Kochia prostrata)—**злаково** (Koeleria cristata, Agropyron cristatum, Festuca lenensis)—**ковыльные** (Stipa krylovii).
- 21. **Разнотравно** (Potentilla tanacetifolia, Serratula centauroides, Allium anisopodium, Saposhnikovia divaricata, Artemisia frigida, Kochia prostrata)—злаково (Koeleria cristata, Cleistogenes squarrosa, Agropyron crtstatum)—ковыльные (Stipa grandis, S. sibirica, S. krylovii) степи с Caragana microphylla.

III. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ РАВНИН

Дерновинно- и корневищнозлаковые степи

- 22. **Разнотравно** (Serratula centauroides, Euphorbia discolor)—**луково** (Allium senescens, A. anisopodium, A. odorum, A. tenuissimum, A. bidentatum)—**ковыльные** (Stipa grandis, S. krylovii, S. sibirica, Cleistogenes squarrosa, Leymus chinensis) степи с Caragana microphylla.
- 23. **Карагановые** (Caragana microphylla) **разнотравно** (Potentilla acaulis, Serratula centauroides)—**полынно** (Artemisia frigida)—**осоково** (Carex korshinskyi, C. duriuscula)—**змеевково**—ковыльные (Cleistogenes squarrosa, Stipa krylovii, S. sibirica, Koeleria cristata).
- 24. **Вострецово–змеевково–ковыльные** (Stipa grandis, S. krylovii) степи с Ephedra sinica.

Растительность депрессий

- 25. **Разнотравно** (Saussurea salicifolia, Serratula centauroides)—ковыльно (Stipa grandis, S. krylovii)—вострецовые (Leymus chinensis) степи.
- 26. **Полынно** (Artemisia sieversiana)—**ирисово** (Iris lacteae)—**вострецовые** (Leymus chinensis, Puccinellla tenuiflora) степи с Polygonum divaricatum и Achnatherum splendens.
- 27. Микропоясный ряд: **полоса** такыра с солянками (Suaeda corniculata, Hordeum brevisubulatum)—**полоса** галофитноразнотравных разреженных сообществ (Artemisia anethifolia, Saussurea amara)—**полоса** разнотравно-вострецовых сообществ (Iris lactaea, Thermopsis lanceolata).
- 28. Комплекс галофитноразнотравно (Limonium flexuosum, Saussurea amara с участием Polygonum divaricatum)—злаково (Hordeum brevisubulatum, Puccinellla tenuiflora)—вострецовых и сведковых (Suaeda corniculata, S. prostrata, Bassia dasyphylla) сообществ

IV. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПОЙМ

- 29. Серийный ряд лугово-степной: **разнотравные** (Artemisia mongolica, Sanguisorba officinalis, Inula britanica, Potentilla anserina) **злаковые** (Agrostis mongolica, Hordeum brevisubulatum) **вострецовые** (Leymus chinensis) сообщества.
- 30. Серийный ряд луговой: разнотравные (Melilotus officinalis, Sanguisorba officinalis, Halerpestes salsuginosa) хвощево-злаковые (Equisetum arvense, Agrostis mongolica, Hordeuum brevisubulatum, Puccinella tenuiflora) луга.
- 31. **Полынно** (Artemisia frigida)—**разнотравно** (Phlomis tuberosa, Sanguisorba officinalis, Cnidium salinum)—**злаковые** (Leymus chunensis, Stipa baicalensis, Koeleria cristata) степи.

Общие черты современного растительного покрова степей стационара. Анализ положения степных сообществ в пределах фитокатен, отражающих высотные пределы распространения и экспозиционные различия степей, позволил выявить некоторые закономерности современного распределения степных сообществ в соответствии с природными особенностями территории стационара (табл.). С вершинными поверхностями мелкосопочников связано распространение петрофитноразнотравно-злаковых степей с участием, как правило, кустарников (Betula fusca, Cotoneaster melanocarpa, Potentilla fruticosa) – по наиболее высоким вершинам и (Armeniaca sibirica, Amygdalus pedunculata, Spiraea aquilegifolia) – по вершинам низких мелкосопочников, иногда с участием групп невысоких деревьев ильма (Ulmus pumila). В составе серийных сообществ характерно присутствие петрофитного разнотравья (Pulsatilla bungeana, P. turchaninovii, Sedum aizoon Polygonum angustifolium, Potentilla leucophylla, Gentiana decumbens, Dendranthema zavadskii, Arenaria capillaris, Veronica incana, Orostachys malacophylla, O. spinosa, Thymus gobicus, Cymbaria daurica), при этом значительная часть видов характерна для петрофитных серий и высоких, и низких мелкосопочников. Видовая насыщенность петрофитноразнотравных степей составляет в среднем для высоких мелкосопочников 50-55, для низких - 30-35 видов/100 м².

Для средних транзитных частей фитокатен высоких мелкосопочников характерны экспозиционные сочетания богаторазнотравно (Phlomis tuberosa, Galium verum, Thalictrum minus, Filifolium sibiricum, Adenophora stenanthina, A. gmelinii, Hemerocallis minor, Lilium pumilum, Stellera chamaejasme, Allium senescens, Iris dichotoma, Gentiana decumbens, Rhaponticum uniflora) — осоково (Carex pediformis) — злаковых (Stipa baicalensis, S. sibirica, Festuca lenensis, Koeleria cristata) степей с различным участием разнотравья на склонах разных экспозиций. Видовая насыщенность степных сообществ отличается высокими показателями — 45-50 видов/100 м².

В межсопочных понижениях и падях развиты более увлажненные варианты богаторазнотравно (Sanguisorba officinalis, Polygonum divaricatum, Clematis hexapetala, Crepis sibirica, Thalictrum minus, Allium senescens, A. bidentatum, Phlomis tuberosa, Campanula glomerata, Iris dichotoma, Scabiosa comosa, Polygala sibirica) — осоково (Carex pediformis) — злаковых (Bromopsis inermis, Stipa sibirica, S. grandis) степей, местами со значительным участием Potentilla fruticosa. Видовая насыщенность составляет около 40 видов/100 м².

Для низких мелкосопочников характерны экспозиционные сочетания разнотравно (Filifolium sibiricum, Stellera chamaejasme, Bupleurum scorzonerifolium, Artemisia commutata, Saposhnikovia divaricata, Gypsophila davurica, Polygonum divaricatum) — вострецоводерновиннозлаковых (Leymus chinensis, Koeleria crisata, Festuca lenensis, Agropyron cristatum) и разнотравно — ковыльных (Stipa grandis, S. krylovii, S. sibirica) степей с участием караган (Caragana microphylla, C. stenophylla) по средним более выположенным частям фитокатен. С нижними аккумулятивными частями склонов (940-950 м) связано распространение наиболее сухих вариантов разнотравно (Potentilla tanacetifolia, Serratula centauroides, Allium anisopodium, Saposhnikovia divaricata, Haplophyllum davuricum, Artemisia frigida, Kochia prostrata) — дерновиннозлаково (Koeleria cristata, Cleistogenes squarrosa, Agropyron crtstatum) — ковыльных (Stipa grandis, S. sibirica, S. krylovii) степей с небольшим участием Caragana microphylla. На участках с гемипсаммофитными условиями в составе степей часто встречается Ephedra sinica.

Разнотравно-дерновиннозлаковые степи наиболее широко распространены на территории стационара, составляя основу его растительного покрова. Они представлены разнообразными вариантами, различающимися по доминированию видов злаков. Средняя видовая насыщенность этих степей составляет 30-35 видов/100 м².

Для равнинных поверхностей (на высотах 920-940 м.), перекрытых шлейфом

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2009, том 15, № 2 (38)

Таблица. Положение степных сообществ в пределах фитокатен. **Table.** The position of steppe ecosystems in the limit of phytocatenes.

| | | | | A | | В |
|--|---|---|--------|-----|--|---|
| Растительные сообщества (абс. высоты, м) | 1 | 2 | 1 1 | I 2 | | |
| 1. Заросли кустарников в сочетании с петрофитноразнотравными степями (1250-1300) | | | | | | |
| 2. Заросли кустарников злаково-осоково-разнотравные в сочетании с петрофитноразнотравными степями (1200-1250) | | | | | | |
| 3. Экспозиционные сочетания злаково-осоково-богаторазнотравных степей (1100-1250) | | | | | | |
| 4. Злаково-осоково-богаторазнотравные (1000-1200) | | | | | | |
| 5. Серия петрофитноразнотравно-пижмово-осоково-ковыльных степей (1150-1200) | | | | | | |
| 6. Сочетания петрофитноразнотравных и пижмово-ковыльных степей (1100-1150) | | | | | | |
| 7. Серии петрофитноразнотравно-ковыльных сообществ (1050-1150) | | | | | | |
| 8. Карагановые петрофитноразнотравно-разнотравно-злаково-ковыльные (1050-1134) | | | | | | |
| 9. Карагановые петрофитноразнотравно-осоково-злаково-ковыльные (1000-1080) | | | | | | |
| 10. Заросли кустарников петрофитноразнотравно-ковыльные (1050-1113) | | | | | | |
| 11. Серия петрофитноразнотравно-осоково-типчаково-ковыльных степей с древесно-кустарниковыми сообществами ильма (980-1010) | | | | | | |
| 12. Серия петрофитноразнотравно-осоково-злаковых степей (965-1005) | | | | | | |
| 13. Пижмово-злаково-ковыльно-богаторазнотравные (1042-1072) | | | | | | |
| 14. Экспозиционные сочетания карагановых разнотравно-злаковых степей (1000-1050) | | | | | | |
| 15. Карагановые богаторазнотравно-осоково-ковыльные (950-1090) | | | | | | |
| 16. Разнотравно-злаково-ковыльные (930-980) | | | | | | |
| 17. Разнотравно-ковыльные (1020-1030) | | | | | | |
| 18. Карагановые эфедрово-разнотравно-злаково-ковыльные (962-1030) | | | | | | |
| 19. Карагановые разнотравно-злаково-ковыльные (922-975) | | | | | | |
| 20. Разнотравно-полынно-прутняково-крыловскоковыльные (930-980) | | | | | | |
| 21. Разнотравно-злаково-ковыльные с участием караганы (940-960) | | | | | | |
| 22. Разнотравно-ковыльно-луковые (928-950) | | | | | | |
| 23. Карагановые полынно-осоково-змеевково-ковыльные (900-930) | | | | | | |
| 24. Вострецово-змеевково-ковыльные (917-930) | | | | | | |
| 25. Разнотравно-ковыльно-вострецовые (920-927) | | | | | | |
| 26. Полынно-ирисово-вострецовые (900-910) | | | | | | |
| 27. Микропоясный ряд: полоса такыра с солянками – полоса галофитноразнотравных сообществ – полоса разнотравно-вострецовых | | | | | | |
| сообществ (900-920) 28. Комплекс галофитноразнотравно-вострецовых и сведковых | | | | | | |
| сообществ (890-915) 29. Серийный ряд: разнотравные – полевицевые - вострецовые | | | | | | |
| сообщества (870-880) 30. Серийный ряд: разнотравные - хвощево-полевицевые сообщества | | | | | | |
| (880-890) 31. Полынно-разнотравно-злаковые (950-1000) | | | | | | |
| эт. полыппо-разнотравно-злаковые (ээо-тооо) | | | | | | |

Примечание: A – мелкосопочники (I – высокие, II – низкие; 1 – верхние части склонов, 2 – нижние части склонов); B – равнины; B – депрессии. **Note:** A – hummocks (I – high, II – low; 1 – upper parts of slopes, 2 – lower parts of slopes); B – plains; B – depressions.

полигенетических склоновых отложений, характерны разнотравно (Serratula centauroides, Euphorbia discolor, Artemisia frigida) — злаково (Cleistogenes squarrosa, Leymus chinensis) — ковыльно (Stipa grandis, S. krylovii, S. sibirica) — луковые (Allium senescens, A. anizopodium, A. odorum, A. tenuissimum, A. bidentatum) степи с участием караганы (Caragana microphylla). Их видовая насыщенность — около 30 видов/100 м². Варианты сухих вострецово (Leymus chinensis)—змеевково (Cleistogenes squarrosa)—ковыльных (Stipa grandis, S. krylovii) степей окаймляют депрессии (917-930 м) с комплексами галофитноразнотравно (Limonium flexuosum, Suaeda corniculata, Saussurea amara, Iris lactea)—злаково (Leymus chinensis, Hordeum brevisubulatum, Puccinellia tenuiflora) сообществ с Achnatherum splendens на солончаках. Это наиболее бедные в флористическом отношении сообщества степей. Видовая насыщенность сухих степей составляет 25-30 видов/100 м², галофитных сообществ по засоленным депрессиям всего порядка 20 видов/100 м².

Долинный комплекс р. Керулен включает разнотравно (Sanguisorba officinalis, Inula britanica, Melilotus officinalis, Halerpestes salsuginosa, Potentilla anserina)—злаковые (Agrostis mongolica, Hordeum brevisubulatum, Leymus chinensis) луга поймы (30-35 видов/100 м²) и караганово-ковыльные степи террас. По долинам временных водотоков с выраженным русловым днищем распространены хододнополынно (Artemisia frigida)—ковыльные (Stipa sibirica, S. krylovii) с Caragana microphylla сообщества.

Природное ценотическое разнообразие степей в значительной степени снивелировано. Современный растительный покров практически везде представлен модифицированными сообществами, многие них являются стадиями дигрессионных сукцессий, сформировавшихся в результате постоянного (сезонного или круглогодичного) выпаса лошадей, крупного и мелкого рогатого скота. Флористическое богатство разнотравнодерновиннозлаковых степных сообществ заметно снижается с увеличением антропогенной нагрузки от 30-35 видов/на 100 м^2 до 12-15, иногда до 7-8 видов на последних стадиях пастбищных сбоев. Общее проективное покрытие травостоя в нарушенных сообществах составляет 10-20%, истинное покрытие (задернение) не превышает 3-5%. В таких сообществах, как правило, возрастает роль караган (Caragana microphylla, C. stenophylla), число которых может достигать 50-100 и более особей на 100 м², при средней высоте кустов 10-15 см. Во многих местах отмечается активное развитие эфедры с обилием от 4 до 20 особей на 1 м^2 .

Чередование сухих и влажных лет в многолетнем цикле развития степей приводят, как известно, к флуктуациям травяного покрова. Климатическая обстановка последних лет (засухи 2006-2007 г., весенние заморозки и дожди в начале лета 2008 г.) способствовали массовому развитию однолетних сорных растений, которые преобладают во всех типах степей с интенсивным выпасом. 2007 год, предшествующий году обследования степей стационара (2008 г.), был экстремальным по количеству осадков за вегетационный период (май-август), когда по данным ближайшей к стационару метеостанции г. Ундерхан (47° 19' с. ш., 110° 38' в. д.; высота 1035 м) их сумма составила всего 59 мм, в 2006 г. – 100.6 мм, тогда как в 2005 г. зафиксировано 277 мм, в 2008 г. – 160.9 мм, при этом в последний год около 40% осадков выпало за июнь месяц (www.rp5.ru). Именно, режим осадков и их количество способствовали массовому развитию однолетних видов, которые повсеместно, во всех типах степей, определили временное повышение видового богатства, проективного покрытия, продуктивности и других показателей структуры и состава степных сообществ. Среди сорных видов постоянны: виды мари (Chenopodium viride, C. acuminatum, C. aristatum, C. hybridum), однолетние полыни (Artemisia palustris, A. sieversiana, A. scoparia), солянки (Salsola collina, S. monopthera) и однолетние злаки (Eragrostis minor). В конце июля - начале августа максимальная ценотическая активность выявлена у 4 видов, которые определяли внешний облик степей. Практически на всех участках были отмечены марь

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2009, том 15, № 2 (38)

весенняя (постоянство 81%) и марь остистая (70%). Довольно высокое постоянство имела солянка холмовая (64%), которая, по данным А.А. Юнатова (1954), способна пышно разрастаться в дождливые годы, формируя фон степи. В петрофитных степях на вершинах сопок и седловинах отмечен аксирис щирицевый (*Axyris amarantoides*) с проективным покрытием 3-8%, ценотическая роль которого резко снижена в сообществах других типов местообитаний — склонах сопок и межсопочных равнинах. Значительно меньшую ценотическую роль играют марь остроконечная и солянка однокрылая, обилие которых сравнительно мало. Реже встречаются щетинник зеленый (*Setaria viridis*), липучка промежуточная (*Lappula intermedia*), марь гибридная, которые отмечены в кустарниковых степях с обилием миндаля и в составе петрофитноразнотравных степей по вершинам сопок.

Одновременное развитие однолетних видов в различных типах степей в экстремальные годы хотя и нивелирует ценотическое разнообразие, однако, не снимает и природной специфики степных сообществ, инварианты которых сохраняются. Наблюдаемое состояние степных сообществ представляет собой хорошо выраженную стадию в ряду флуктуационных смен. В результате массового развития однолетников общее проективное покрытие травостоя степей достаточно высокое и составляет 50-80%. Однако истинное покрытие (задернение) низкое (в силу отсутствия многолетних видов, особенно дерновинных злаков, характерных для этих степей) и не поднимается выше 30%, при средних значениях 15-20%.

На территории стационара залежные земли, средний возраст которых составляет порядка 10-15 лет, занимают приблизительно 15% его площади. На залежах происходит восстановление сухих степей. Общее проективное покрытие травостоя достаточно высокое (около 50%), при этом истинное задернение не превышает 10%, варьируя от 3 до 5%. Большую часть покрытия создают однолетние мари, солянки, полыни, злаки. Дерновинные злаки (Stipa krilovii, S. sibirica, Cleistogenes squarrosa, Agropyron cristatum) присутствуют с малым обилием, довольно обычен вострец (Leymus chinensis), иногда встречаются осоки (Carex duriuscula, C. korshinskyi). В составе всех сообществ залежей отмечены виды степного разнотравья, состав их не постоянен, многие виды имеют низкую встречаемость. Среди начальных стадий присутствуют некоторые виды — индикаторы бывших пахотных земель (Lappula intermedia, Setaria viridis, Convolvulus arvensis, Fallopia convolvulus и др.). Видовая насыщенность на 100 м² в сообществах залежей составляет 13-26 видов. Общее количество видов сосудистых растений, отмеченных на залежах в 2008 г., составляет 51. Залежи находятся на средней стадии восстановительной сукцессии, о чем можно судить по присутствию дерновинных злаков в составе сообществ.

Заключение

В результате обследования получены данные о закономерностях распространения современных степных экосистем стационара, их разнообразии; составлена карта актуальной растительности (М. 1: 200 000) с оценкой современного состояния и флуктуации степей (по данным на 2008 год). Естественные флуктуации в покрове степей вызваны цикличной аномалией сезонного распределения осадков, выпавших в первой половине лета, вызвавшей активизацию жизнедеятельности однолетних трав, что привело к определенной перестройке синузиальной структуры степных сообществ.

Сравнение полученных материалов с известными ранее (Волкова, 1988) выявило тенденцию снижения флористического разнообразия степей и, в первую очередь, сокращение роли мелкодерновинных злаков в их составе, таких как мятлик оттянутый (*Poa attenuata*), типчак (*Festuca lenensis*) и др. Это могло быть связано с засухой, длившейся в течение последних лет, а также, продолжительностью жизни этих видов, составляющей 10-12 лет (Горшкова, 1966).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Волкова Е.А. 1988. Карта растительности сомона Тумэн-Цогт (Монгольская Народная Республика) //Геоботаническое картографирование. Л. С. 38-46.

Горшкова А.А. 1966. Биология степных пастбищных растений Забайкалья. М.: Наука. 174 с.

Лавренко Е.М. 1970. Провинциальное разделение Центральноазиатской подобласти степной области Евразии // Ботанический журнал. Т. 55. № 12. С. 1734-1747.

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

Сочава Б.В. 1964. Онон-Аргунская степь как объект стационарных физико-геграфических исследований // Алкучанский Говин. Опыт стационарного изучения степного ландшафта. М.-Л.: Наука. С. 1-23.

Экосистемы Монголии: Распространение и современное состояние. 1995. М.: Наука. 223 с.

Юнатов А.А. 1950. Основные черты растительного покрова Моногольской Народной Республики // Труды Монгольской Комиссии АН СССР. Т. 39. 224 с.

Юнатов А.А. 1954. Кормовые растения пастбищ и сенокосов Монгольской Народной республики //Труды Монгольской комиссии. М.-Л.: Наука. Вып. 56. 352 с.

LARGE SCALE MAPPING OF DAURIA-MONGOLIAN STEPPES FOR MONITORING PURPOSES

© 2009. G.N. Ogureeva, I.M. Miklaeva, M.V. Bocharnikov, S.V. Dudov, I. Tuvshintogkhtog

Moscow state M.V. Lomonosov university, Geographical faculty Russia, 119992 Moscow, Vorobievy gory, MSU, E-mail: ogur02@yandex.ru

Abstract. In 2008 within the summer period the recent coenotic diversity and the status of dry-steppe ecosystems have being studied at the territory of Tumen-Zogt experimental station located in the Kerulen river basin of Eastern Mongolia. The study was aimed at estimating the dynamics of vegetation in dry steppes due to changing the environment and the extent of anthropogenic effects. Under study were also links between the distribution of forb-sod-gramineae und dry-sod-gramineae steppes covered by different herbaceous vegetation within the hummocks in a number of adjacent geographical facies – phytocatenas – from local watershed to the depression bottom. The grass cover of steppes is predominated by Gramineae (Stipa krylovii, S. grandis, S. sibirica), low sod (Cleistogenes squarrosa, Koeleria cristata Festuca lenensis, Agropyron cristatum) and rhizomous Gramineae (Leymus chinensis). Caragana stenophylla and C.microphylla occur in the composition of plant communities as well. 16 phytocatenas have been thoroughly examined to give 168 complete geobotanical descriptions. In landscape of the territory under study there are flat surfaces elevated by 800-940 m above sea level, low hummocks with gentle slopes and flattened hummock trains (940-1200 m) and high hummocks with steep erosion-dissected slopes (1000-1400 m). Based upon a comprehensive analysis of phytocatenas it seemed reasonable to establish that plant communities in steppes are confined to altitude and exposition and reveal floristic and structural peculiar features. The large-scale map of vegetation (M 1:200 000) has been compiled, thus estimating the recent status and fluctuation of steppes (according to data obtained in 2008). The natural typological diversity of steppes is shown as based on the environmental-morphological classification of vegetation. In the legend the association groups and associations are taken as the basic mapping units, each being accompanied by a list of specific community species. The recent vegetation cover is represented by modified communities practically everywhere, whose majority is the stages of digressive successions resulted from permanent (seasonal or all over the year) grazing. Natural fluctuations in the steppe grass cover are caused by cyclic anomaly of seasonal distribution in the precipitation. The rainfall in the first half of the summer was conducive to intensive vitality of annual grasses, what served as a reason for reformation of sinusial structure of steppe communities. It is worth emphasizing that there exists a trend to decreasing the floristic diversity of steppes due to shortening a share of low low-sod-gramineae grasses.

Keywords: steppe ecosystems, coenotic diversity, mapping, monitoring, phytocatena, vegetation dynamics.

—ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ=

УДК 599.322.2 : 559.32-15

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ МАЛОГО СУСЛИКА (SPERMOPHILUS PYGMAEUS PALL., 1778) В ПАСТБИЩНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ КАЛМЫКИИ ЗА 28-ми ЛЕТНИЙ ПЕРИОД¹

© 2009 г. С.А. Шилова, Л.Е. Савинецкая, В.В. Неронов

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

Реферат. По мере развития высокотравной степи началось закономерное сокращение численности малого суслика. К началу столетия его численность упала до нуля и не компенсировалась биомассой других видов грызунов. В ландшафте полупустыни малый суслик имеет серьезное биоценотическое значение, участвуя в почвообразовательных процессах и составляя основу питания степного орла. Соответственно, его исчезновение может существенно нарушить структуру биоценоза.

Ключевые слова: малый суслик, биомасса, ландшафт полупустыни, динамика численности.

За последние 30 лет в пастбищных экосистемах юга России, в том числе — в Калмыкии произошли существенные изменения растительности, вызванные резким сокращением численности крупного и мелкого рогатого скота и, соответственно, снижением пастбищных нагрузок (Неронов, 1998, 2002; Шилова и др., 2004). Первичную коренную полупустыню заменила вторичная антропогенная степь с преобладанием ковылей, отличающаяся высоким, сомкнутым травостоем.

Фактором, ограничивающим распространение малого суслика, считается развитие мощного травостоя, в частности – ковыльных степей (Бируля 1936, 1941). Мы ставили своей задачей выявить степень корреляции между многолетними изменениями растительного покрова и особенностями пространственного распределения малого суслика на протяжении длительного отрезка времени.

Динамика численности малого суслика прослежена нами на протяжении 1981-2008 годов в окрестностях поселка Ачинеры Черноземельского района Калмыкии (Черные земли). Ландшафт обследованной территории представляет собой суббореальную полупустыню, сформировавшуюся на супесчаной морской равнине раннехвалынского возраста (Доскач, 1979). Пограничное положение Черных земель между степной и пустынными зонами позволяет отнести район к категории зональных экотонов (Неронов, 2008), специфика микро- и мезорельефа, гидроклиматического режима и почвенного покрова которых создают гетерогенный спектр местообитаний животных.

Учеты сусликов и их поселений проведены в радиусе 20 км от стационара, а также в окрестностях мелких фермерских хозяйств с различной интенсивностью выпаса. Индивидуальное мечение сусликов с учетом плотности, подвижности, социальных контактов и динамики массы выполнено на двух гектарных площадках расположенных в злаково-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №№ 08-04-00507 и 07-05-00420, а также программы фундаментальных исследований ОБН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга». В проведении исследований большое участие принимали А.И. Шилов, А.В. Чабовский, М.В. Касаткин, С.В. Попов О.Н. Шекарова и другие сотрудники Калмыцкой экспедиции ИПЭЭ РАН, которым мы очень благодарны за помощь.

полынной степи по суглинистым почвам. Ежегодно в период максимальной активности зверьков после выхода молодняка (май) проводился учет жилых сусликовин и регистрация встреченных особей на стандартном маршруте длиной три км в злаково-полынной степи по суглинистым почвам (Шилов, 1983; Шилова, 1995). Геоботаническое описание растительности проводилось ежегодно на ключевых участках, а также на пробных площадях 10 х 10 м в различных ассоциациях по маршруту учета сусликов. При этом определялись показатели флористического состава, общего проективного покрытия и средней высоты травостоя, а также относительного обилия отдельных видов по шкале Друде (Воронов, 1973).

Проведенные геоботанические исследования позволили выявить произошедшие изменения в растительном покрове местообитаний сусликов. Так, на двух участках мечения сусликов в начале 80-х гг. господствовали вострецово-белополынные (Artemisia lerchiana, Leymus ramosus), камфоросмово-белополынные (Camphorosma monspeliaca) и бородавчатолебедовые (Atriplex verrucifera) с участием однолетних галофитов (Salsola, Climacoptera, Perrosimonia) сообщества, находящиеся на стадии среднего и сильного сбоя. Эти разреженные фитоценозы характеризовались низкой высотой травостоя (5-10 см) и невысоким общим проективным покрытием (10-30%).

Исследования, проведенные в 1995-2000 гг. на этой же территории, выявили совершенно иную картину. Растительный покров на участках мечения претерпел заметные изменения, обусловленные резким сокращением выпаса скота, некоторой гумидизацией климата и, соответственно, интенсивной активизацией демутационных процессов. Комплексный растительный покров весной 2000 г. на первом участке был представлен сочетанием мятликово-белополынных (Artemisia lerchiana, Poa bulbosa), мятликово-ковыльных (Stipa lessingiana) и мятликово-вострецовых (Leymus ramosus) сообществ (соответственно, 10%, 60% и 30% площади). Общее проективное покрытие колебалось в пределах 40-60%, а средняя высота травостоя – 30-40 см. На втором участке представлен четырехчленный комплекс из камфоросмово-бородавчатолебедовой (80% площади) ассоциации на плакоре и микроповышениях, и житняково-полынной (5%), лессингово-ковыльной (5%) и ковыльновострецово-мятликовой (10%) в различного размера западинах. Средняя доминирующей растительности не превышает 10 см, а проективное покрытие – 30-40%, и только в западинах со злаковыми сообществами достигает 30-40 см при проективном покрытии 50-60%. К 2008 г. отмечено дальнейшее распространение степных дерновинных злаков, сопровождающееся возрастанием высоты и проективного покрытия травостоя.

Еще более резкие изменения растительности произошли в местообитаниях с песчаными почвами (рис. 1). Демутационные процессы проявились здесь в сокращении обилия эфемеров и сорно-пасквальных однолетников, возрастании роли многолетних злаков (рис. 2), а также в изменениях соотношения площадей растительных сообществ разного сукцессионного статуса. Формирование сообществ вторичной песчаной степи начинается после внедрения в раннесукцессионные группировки и агломерации псаммофильных злаков и осоки узколистной (*Carex stenophylla*). Максимального развития и продуктивности дерновинные злаки достигают на стадии доминирования ковылей-волосатиков (*Stipa capillata*, *S. sareptana*). Появление песчано-степных сообществ совпадает с максимумом видового разнообразия и отражает определенную стабилизацию растительного покрова, в котором с малым обилием сохраняются виды предшествующих стадий. В целом, необходимо подчеркнуть, что распространение сообществ вторичной антропогенной степи в той или иной степени охватило практически все биотопы, за исключением сильно засоленных участков, которые непригодны для произрастания ковылей.

В 1981-1983 годах в районе стационара численность малого суслика была достаточно высокой (Шилова, 1995). Очаговые поселения были приурочены в основном к мятликовобелополынным сообществам на суглинистых почвах. В этом биотопе на стандартном

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2009, том 15, № 2 (38)



Рис. 1. Динамика комплексных показателей состояния растительного покрова; звездочками обозначены годы массовых пожаров. **Fig. 1.** Dynamics of complex characteristics of vegetation state; years of mass fires are marked by asterisks.

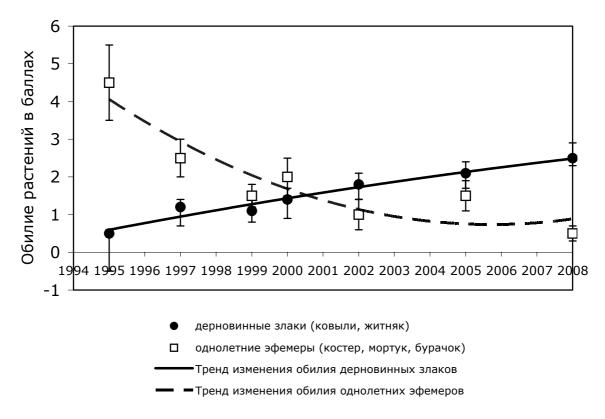


Рис. 2. Современная динамика обилия многолетних дерновинных злаков и однолетних эфемеров в растительных сообществах Черных земель за период 1995-2005 гг. **Fig. 2.** Modern dynamics of perennial caespitose grass and annual ephemers in Cherniye zemli vegetation associations for the period 1995-2005 years.

маршруте (длина 3000 м, ширина 5 м) в 1983 году зарегистрировано 175 сусликовин из которых жилые составляли 74.8% (рис. 3). На аналогичных маршрутах в этом же биотопе среднее число жилых сусликовин составляло 40 на один км маршрута (Шилова, 1995). В других биотопах на песчаных почвах численность этого вида была крайне низкой (табл. 1).

В 1981-1983 годах малый суслик был обнаружен также на заброшенных кошарах в полынно-солянковой степи на суглинистых почвах и на сенобазах (Щипанов, 1985).

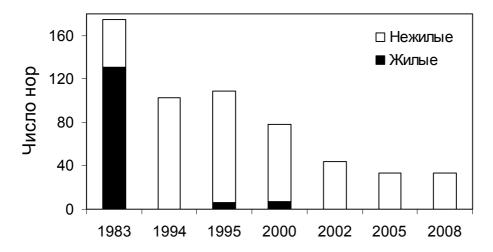


Рис. 3. Динамика численности малого суслика на Черных землях. Данные учетов нор на стационарном трансекте 3 км с шириной учетной полосы 5 м. **Fig. 3.** Dynamics of little ground squirrel abundance in Cherniye zemly site. Data of burrow counting along the 3 km long and 5 m wide permanent transect.

Таблица 1. Биотопическое распределение поселений малого суслика в период высокой численности (май 1983 г.): учеты сусликовин на маршруте в 2000 м, ширина учетной полосы – 5 м. **Table 1.** Habitat distribution of little ground squirrel settlements for the period of high abundance (May, 1983). Counting of ground squirrels' sandmounts along the 2000 m counting line, the width of counting line is 5 m.

| 7 | Число зарегистрированных | | | |
|---|--------------------------|------------|-----------|--|
| Биотоп | сусликовин | | | |
| | Всего | Жилых | Нежилых | |
| злаково-полынная степь по суглинистым почвам | 40 | 34 (85.0%) | 6 (15.0%) | |
| злаково полынная степь по закрепленным пескам | 2 | 2 | 0 | |
| заросли тамарикса по песчаным буграм | 0 | 0 | 0 | |
| брошенные кошары по песчаным почвам с рудеральной растительностью | 0 | 0 | 0 | |

Более детальные наблюдения проведены на двух модельных площадках размером в 1 га каждая, одна из которых располагалась в мятликово-полынной комплексной полупустыне, а вторая — в камфоросмово-бородавчатом биотопе вблизи фермы. Растительные сообщества находились на стадии среднего и сильного сбоя. Абсолютные учеты индивидуально меченых сусликов показали, что на первой площадке численность оседлых особей после выхода молодняка составляла 20 зверьков на 1 га, а на второй — 40 особей (Шилов, 1983). Число

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2009, том 15, № 2 (38)

жилых сусликовин составляло, соответственно, 21 и 42. Нежилых сусликовин на площадках не было.

К 1994 году вслед за резким изменением растительного покрова, о котором сказано выше, состояние популяции малого суслика на Черных землях изменилось коренным экспериментальных площадках суслики полностью отсутствовали. Ha Сусликовины, зарегистрированные в 1983 году на площадках, сохранились, но были нежилыми. На стандартном трансекте (3000 м) зарегистрировано 103 нежилых сусликовины (рис. 3). На обследованной территории в радиусе 20 км от стационара жилые поселения сусликов не встречались. Популяция находилась в состоянии глубокой депрессии. Некоторая тенденция к восстановлению численности отмечена нами в 1995 и 2000 гг., когда на стандартном маршруте появились жилые сусликовины, хотя они встречались редко, составляя, соответственно, всего 5.5 и 9.0%. На экспериментальной площадке вблизи фермы зарегистрирован один молодой суслик. В 2000 году локальные поселения сусликов были обнаружены в массивах закрепленных песков, где ранее этот вид не встречался. На 1000 м маршрута в среднем встречено девять групп жилых нор, располагающихся на песчаных буграх с разреженной псаммофитно-злаковой растительностью (Agropyron fragile с участием гемипсаммофильного разнотравья) по 1-3 шт. Сусликовины на песчаных почвах не выражены. В 2001 году это поселение вымерло.

В 2000 году для выявления влияния растительности на состояние поселений малого суслика мы обследовали территории на северо-востоке Черных земель в окрестностях поселка Комсомольский где вокруг некоторых кошар сохранился умеренный выпас скота, поэтому растительный покров представлен более сбитыми вариантами сообществ, нежели в окрестностях пос. Ачинеры. Встречены участки однолетниково-эфемеровых (Егеторугит orientale, Alyssum desertorum, Lepidium perfoliatum) с ПП до 20-25% и средней высотой травостоя 10-15 см, эбелеково-мятликовых (Poa bulbosa, Ceratocarpus arenarius) с ПП 15-20% и средней высотой – 15-20 см, мятликово-осочковых (Carex stenophylla) с ПП 20% и средней высотой 20 см, а также белополынных пастбищ с ПП 25% и средней высотой 15-25 см. На отдельных участках, по-видимому, в прошлом сильно нарушенных выпасом (вплоть до исчезновения полыни Лерха), происходит формирование ковыльных сообществ (Stipa sareptana, S. lessingiana). Результаты обследования демонстрирует таблица 2 (Шилова и др., 2001). По сравнению с антропогенной степью на участках интенсивного выпаса вблизи кошар сохранились локальные поселения малого суслика с высокой численностью. В.Б.Х. Санджиев (1999) описывает аналогичную закономерность для более северных районов Калмыкии. По данным автора в период глубокой депрессии малого суслика резерватами популяции служат прикошарные участки с интенсивным выпасом.

Некоторое оживление в поселениях малого суслика в 2000 году не привело к восстановлению численности. На протяжении следующего периода наблюдений (2001-2008 гг.) на экспериментальных площадках и на стандартном маршруте зверьков или жилых поселений не зарегистрировано. Число сусликовин стало сокращаться (рис. 3). На всей обследованной территории в окрестностях стационара суслики не встречались. Локальные поселения сохранились лишь на северо- востоке Черных земель на прикошарных участках.

Таким образом, последние 15 лет численность малого суслика на Черных землях переживает период глубокой депрессии. Закономерное снижение численности за этот период происходило адекватно увеличению мощности и высоты травостоя, при развитии антропогенной степи на месте песчаных массивов, вызванных перевыпасом.

Общая биомасса малого суслика за период наблюдений существенно изменилась. В 1981-1983 годах, как мы писали ранее, абсолютная численность сусликов перед залеганием в спячку на экспериментальных площадках составляла в наиболее благоприятном биотопе (окрестности кошары) 40 особей на га, а в целинной злаково-полынной степи на

суглинистых почвах — 20 особей. Как видно из таблицы 1 в других биотопах суслики практически отсутствовали. Средний вес малых сусликов в конце июня перед залеганием в спячку по нашим данным составлял 360 г. Соответственно, в среднем биомасса сусликов в период высокой численности составила 10800 г. (табл. 3). К 1995 году биомасса сусликов катастрофически упала. В последние восемь лет этот показатель равнялся нулю. В таблице 3 в столбце «прочие виды» приведены суммарные данные по полуденной и тамарисковой песчанкам, домовой мыши, общественной полевке и серому хомячку. Данные по малому суслику приведены для полынно-солянково-злаковой степи по суглинистым почвам — основному местообитанию этого вида; по другим грызунам — для злаково-полынной степи по песчаным почвам с рудеральной растительностью — оптимальному местообитанию перечисленных видов.

Таблица 2. Сравнение численности малого суслика на участках с различной пастбищной нагрузкой. (по Шилова и др., 2001). **Table 2.** Comparison of little ground squirrels abundance in the places under different pasturable press (according to Shilova et all., 2001).

| Показатели | Пос. Ачинеры | Пос. Комсомольский |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Выпас | слабый | сильный |
| Растительность | Полынно-злаковые сообщества | Эфемерово-полынные |
| Средняя высота травостоя, см | 40 | 10 |
| Проективное покрытие, % | 50 | 25 |
| Плотность сусликовин (на 1 га): | | |
| Всего | 25 | 79 |
| Из них жилых | 2 (8%) | 60 (76%) |

Таблица 3. Динамика биомассы малого суслика и других грызунов Черных земель в оптимальных местах обитания в г/га (1981-2008 гг.). **Table 3.** Dynamics of little ground squirrel and other rodents biomass in their optimal habitats in the Cherniye zemly site, g/ha. (1981-2008 years).

| Годы | Биомасса в г/га | | | |
|-----------|-----------------|-------------|--|--|
| | Малый суслик | Прочие виды | | |
| 1981-1983 | 10800 | 2200 | | |
| 1993-1995 | 360 | 1800 | | |
| 1996-1999 | 0 | 1500 | | |
| 2000-2004 | 0 | 2300 | | |
| 2005-2008 | 0 | 1700 | | |

Было важно установить насколько потеря биомассы малых сусликов в полынно-злаковой степи на суглинистых почвах могла быть компенсирована за счет других видов мелких млекопитающих. Помимо малого суслика на Черных землях зарегистрировано 13 видов грызунов (Попов и др., 1995), из которых девять населяют злаково-полынные степи по песчаным и суглинистым почвам (Rogovin, 2007). Фоновыми видами являются полуденная и тамарисковая песчанки, и общественная полевка. Постоянно встречаются домовая мышь и серый хомячок. хотя численность этих видов за весь период наблюдений была низкой (Попов и др., 1995, Шилова и др., 2001 и т.д.). В своем биотопическом распределении эти виды приурочены к злаково-полынной степи по песчаным грунтам, к островкам рудеральной

растительности на заброшенных кошарах и почти не встречаются на суглинистых почвах в местах обитания малого суслика (Неронов и др., 1997; Шилова и др., 2000). В этом биотопе тамарисковые песчанки практически отсутствуют, а полуденные образуют стабильные, но локальные поселения лишь на заброшенных кошарах с интенсивной рудеральной растительностью (Исаев, Шилова, 2000). Дополнительные учеты грызунов, проведенные вблизи первой экспериментальной площадки, показали, что в 1996 году на этом участке численность общественной полевки составляла 1.0 на 100 ловушко-суток, а остальные виды отсутствовали. В 1998 году на этой же линии ловушек на 300 ловушко-суток грызунов не поймано.

На Черных землях обычна слепушонка (*Ellobius talpinus*), но при учетах она не встречалась на суглинистых почвах, населяя лишь ковыльную степь по пескам (Rogovin, 2007). Среди тушканчиков встречается емуранчик (*Stylodipus telum*). Численность емуранчика стала снижаться после развития высокотравной аньтропогенной степи (Шекарова и др., 2003). Этот вид преобладает на супесчаных почвах (Rogovin, 2007). На глинистых почвах обычны большой, малый тушканчики и тарбаганчик (*Allactaga major*, *A. elater, Pygeretmus pumilio*) с плотностью 1-8 особей на га (Rogovin, 2007). При небольшом весе этих зверьков их биомасса на 1 га незначительна.

Видом, который постоянно, хотя и в небольшом количестве встречается в растительных ассоциациях на суглинистых почвах, т.е. в оптимальных биотопах для малого суслика, можно считать общественную полевку (Касаткин и др., 1998; Шилова и др., 2000). Численность этого вида к началу 90-х годов увеличилась (Шилова, 1995). Однако, в течение всего периода наблюдений оставалась невысокой (5-7 особей на 1 га) за исключением сезона 1997 года, когда число полевок на 1 га превышало 80 особей (Касаткин, 2003).

Путем индивидуального мечения было показано, что общественные полевки преобладали в злаково-полынной степи по супесчаным почвам, где плотность особей составляла осенью от 3.9 до 6.1 особи на 1 га. (Касаткин и др., 1998). На суглинистых почвах общественные полевки образовывали небольшие поселения, которые встречались спорадично и располагались далеко друг от друга, на расстоянии 1.5-1.8 км (Касаткин и др., 1998). Часто они были приурочены к нежилым сусликовинам. Так, при маршрутных учетах в 1994 году на протяжении 12 км зарегистрировано 15 сусликовин со следами жизнедеятельности полевок.

В полынно-злаково-солянковой степи в локальных поселениях средняя плотность полевок на 1 га составляла не более трех особей. При среднем весе общественной полевки в 25 г (колебания массы различных возрастных групп от 9 до 29 г; Касаткин и др., 1998) биомасса этого вида на 1 га составила не более 75 г. Таким образом, после исчезновения малого суслика его биомасса практически не компенсировалась за счет других грызунов, не смотря на повышение численности общественной полевки.

Нами получены показатели биомассы других фоновых видов грызунов в наиболее благоприятном для них биотопе — в злаково-полынной степи по супесчаным почвам (табл. 3). Население участка составляли полуденные и тамарисковые песчанки, общественная полевка, домовая мышь и серый хомячок (единичные поимки). Суммарная биомасса этих видов изменялась в пределах 1800-2300 г на 1 га и не испытывала существенных колебаний по годам. Таким образом, даже в биотопе наиболее оптимальном для песчанок, полевок и мышей их суммарная биомасса была почти в 5 раз ниже, чем малого суслика.

Заключение

Малый суслик – типичный обитатель глинистой полупустыни с низким и разреженным травостоем быстро отреагировал на развитие высокотравной антропогенной степи. По мере

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2009, том 15, № 2 (38)

увеличения высоты травостоя, проективного покрытия почвы и развития ковылей, которое началось с конца 80-х годов численность малого суслика стала неуклонно снижаться. Уже через 5-6 лет на территории, где до 1983 года располагались стабильные поселения этого вида с плотностью до 40 особей на 1 га, остались локальные группировки приуроченные исключительно к окрестностям кошар, где сохранились отары овец и растительность была разрежена под действием выпаса. На протяжении следующих 14-15 лет территорию покрывала мощная антропогенная степь и численность суслика не восстанавливалась. В радиусе 20 км от стационара жилых поселений малого суслика обнаружено не было. Как мы и ожидали, замена первичной полупустыни высокотравной антропогенной степью вызвала адекватное падение численности малого суслика, который не приспособлен к жизни в биотопах с высоким и сомкнутым травостоем.

Проведенные исследования позволяют предположить наличие определенной связи между характером растительности и размером пятен типов ассоциаций с заселенностью территории малым сусликом. Вероятно, существование популяции этого грызуна лимитирует как слишком густой травостой (с высотой более 30-40 см и высоким проективным покрытием), так и разреженная растительность на рыхлом песчаном субстрате. Оптимальные условия для обитания малого суслика складываются в суглинистой полупустыне с комплексным растительным покровом, состоящим из пустынных белополынных сообществ плакоров и степного травостоя западин (Бируля, 1962). Важное значение для поддержания жизнеспособного поселения играет, по-видимому, и пространственный размер выдела, на что указывал еще Ю.М. Ралль (1936). В случае фрагментарной представленности белополынных пятен, характерной для окрестностей пос. Ачинеры на современном этапе повсеместного распространения вторичной антропогенной степи, они остаются незаселенными сусликами.

Важно отметить, что среди изученных нами видов грызунов многие не демонстрировали очевидных трендов изменения численности вслед за полной сменой растительного покрова (Чабовский, 1998; Шилова и др., 2001 и т.д.). Адекватную реакцию на остепнение, кроме малого суслика, продемонстрировала общественная полевка и, в какой-то мере, тамарисковая песчанка. Значительная популяционная инертность была свойственна полуденной песчанке — типичному представителю пустынной фауны. Вопреки ожиданиям, ее численность, не смотря на развитие степной растительности, оставалась неизменно высокой на протяжении 20 лет, а пространственная структура поселений этого вида не изменилась (Шилова и др., 2001 и т.д.). Численность домовой мыши и серого хомячка не увеличилась, хотя этого можно было ожидать при распространении высокотравных местообитаний, поскольку эти виды связаны со степной растительностью.

Известно, что малый суслик имеет важное биоценотическое значение. Этот вид служит важным фактором формирования микрорельефа и комплексности почв, ,разрыхляет солонцовый горизонт и увеличивает водопроницаемость почвы (Абатуров, Зубкова, 1969). По данным Н.М. Окуловой (2003) норы малого суслика в глинистой полупустыне обеспечивают существование 12 тысяч видов животных разнообразных систематических категорий.

На юге России, в том числе в Калмыкии, малый суслик является основным объектом питания степного орла. Частота встреч этого вида в остатках пищи составляет 97.4% (Савинецкий, Шилова, 1986). Численность степного орла тесно коррелирует с обилием малого суслика, Так, по нашим данным (Савинецкий, Шилова, 1996) в 1981 году в Ергенях в годы высокой численности сусликов на стандартном маршруте в 30 км встречалось 19 орлов. В 1994 и 1995 годах в период депрессии численности сусликов на этом же маршруте не встречено ни одного степного орла.

Очевидно, что исчезновение малого суслика на обширных территориях юга России и длительность депрессии, которая продолжается 15-17 лет может существенно повлиять на структуру пастбищных экосистем. Как мы показали выше до начала депрессии биомасса малого суслика на Черных землях составляла более 10 кг на 1 га. После исчезновения сусликов на этой территории численность других видов грызунов не увеличилась и, соответственно, потеря этой биомассы не компенсировалась. Роющая деятельность зверьков прекратилась и старые сусликовины стали постепенно разрушаться. В создавшихся условиях изучение специфики структуры биоценоза в условиях развития высокотравной антропогенной степи становится весьма актуальным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абатуров Б.Д., Зубкова Л.В. Влияние малых сусликов (*Citellus pygmaeus* Pall.) на воднофизические свойства солонцовых почв полупустыни Заволжья // Почвоведение. 1969. № 10. С. 59–68.
- Бируля Н.Б. Экологические закономерности распределения малого суслика (*Citellus pygmaeus* Pall.) в пространстве // Сборник НИИ Зоологии МГУ. 1936. Вып. 3. С. 117-142.
- Бируля Н.Б. О природе факторов, ограничивающих численность малого суслика в ковыльных степях // Зоологический журнал. 1941. Т. 20. Вып. 1. С. 135-153.
- Бируля Н.Б. Ландшафт полупустыни и поселение малого суслика. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 1962. 16 с.
- Воронов А.Г. Геоботаника. Учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов, 2-е изд. М.: Высшая школа, 1973. 384 с.
- Доскач А.Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни. М.: Наука, 1979. 142 с.
- Исаев С.И., Шилова С.А.. Биотопическое распределение полуденной (*Meriones meridianus*) и тамарисковой (*M. tamariscinus*) песчанок на юге Калмыкии // Известия АН. сер. биол. 2000. Вып. 1. С. 94-99.
- Касаткин М.В. Особенности биологии и популяционной структуры общественной полевки (*Microtus sicialis* Pall)// Сборник научных трудов Государственного Биологического музея им. К.А. Тимирязева, 2002.М: изд- во Эрудит-К. С. 103-142.
- Касаткин М.В., Исаев С.И, Савинецкая Л.Е. Некоторые особенности экологии общественной полевки (*Microtus socialis*) в районе Черных земель Калмыкии в период нарастания численности // Зоологический журнал. 1998. Т. 77. Вып. 5. С. 582-592.
- Неронов В.В. Антропогенное остепнение пустынных пастбищ северо-западной части Прикаспийской низменности // Успехи современной биологии. 1998. Т. 118. Вып. 5. С. 597-612.
- Неронов В.В. Динамика растительности и населения грызунов на юге Калмыкии в изменяющихся условиях среды. Автореф. дисс. канд. биол. наук. М., 2002. 24 с.
- Неронов В.В. Зональные экотоны Северной Евразии: история изучения и структурнофункциональная организация // Успехи совр. биол. 2008. Т. 128. № 1. С. 35-51.
- Неронов В.В., Чабовский А.В., Александров Д.Ю., Касаткин М.В. Пространственное распределение грызунов в условиях антропогенной динамики растительности на юге Калмыкии // Экология. 1997. Вып. 5. С. 369-376.
- Окулова Н.М. Нора малого суслика как консорция // Паразитология. 2003. Т. 37. № 5. С. 361—379.
- Попов Н.В., Сурвилло А.В., Князева Т.В. и др. Биоценотические последствия антропогенной трансформации ландшафтов Черных земель // Биота и природная среда Калмыкии. М.-Элиста, 1995.С. 211-221.

- Ралль Ю.М. Малые суслики (*Citellus pygmaeus* Pall.) в Волжско-Уральских песках // Вестн. микробиол., эпидемиол. и паразитол. 1936. Т. 15. Вып. 3-4. С. 363-379.
- Савинецкий А.Б., Шилова С.А. Некоторые стереотипы поведения и гнездования степного орла // Биологические науки. 1986. № 8. С. 37-42.
- Савинецкий А.Б., Шилова С.А. Динамика численности степного орла (*Aquila rapax*) в Калмыкии // Зоологический журнал. 1996. Т. 75. Вып. 6. С. 795-798.
- Санджиев В.Б.Х. Особенности неспецифической профилактики чумы в Прикаспийском северо-западном природном очаге. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Саратов, 1999. 22 с.
- Чабовский А.В. Динамика населения грызунов аридных экосистем Калмыкии. Влияние сокращения выпаса и увлажнения климата // Проблемы сохранения биоразнообразия аридных регионов России. Мат. научно-практ. конференции. Волгоград, 1998. С. 232-233.
- Шекарова О.Н., Неронов В.В. Некоторые черты биотопического распределения *Stylodipus telum turovi* в условиях остепнения растительности Черных земель Калмыкии // Териофауна России и сопредельных территорий (VII съезд Териологического общества): Мат-лы Международного совещания (6-7 февраля 2003 г., Москва). М., 2003. С. 386.
- Шилов А.И. Поведение малого суслика при разной плотности поселений // Поведение животных в сообществах. М.: Наука, 1983. Т. 2. С. 75-77.
- Шилова С.А. Популяционная характеристика массовых видов мелких млекопитающих Черных земель // Биота и природная среда Калмыкии. М.-Элиста: ТОО Коркис, 1995. С. 158-195.
- Шилова С.А., Чабовский А.В., Исаев С.И., Неронов В.В. Динамика сообщества и популяций грызунов полупустынь Калмыкии в условиях снижения нагрузки на пастбища и увлажнения климата // Известия АН. серия биол. 2000. Вып. 3. С. 332-244.
- Шилова С.А., Чабовский А.В., Неронов В.В. Закономерности динамики полупустынных экосистем Калмыкии при снятии антропогенного пресса // Экологические процессы в аридных биогеоценозах. Чтения памяти акад. В.Н. Сукачева. 2001. Т. 19. С. 9-56.
- Шилова С.А. Чабовский А.В. Неронов В.В. Экономические перестройки и природные очаги инфекций // РЭТ инфо. 2004. Вып. 1. С. 8-10.
- Щипанов Н.А. Комплексы мелких млекопитающих в сельскохозяйственном ландшафте (на примере сенобаз Калмыцкой АССР). Дисс. канд. биол. наук. Москва, 1985. 228 с.
- Rogovin K.A. Steppe expansion and changes in the structure of the rodent community in northwestern Caspian region (Republic of Kalmykia R.F) // Acta Zoologica Sinica, 2007. 53(1). P. 29-43.

DYNAMICS OF ABUNDANCE AND BIOMASS OF THE LITTLE GROUND SQUIRREL (SPERMOPHILUS PYGMAEUS PALL., 1778) IN PASTURES OF KALMYKIA FOR THE 28-YEARS PERIOD

© 2009. S.A. Shilova, L.E. Savinetskaya, V.V. Neronov

Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Russia, 119071 Moscow, Lininskiy pr., 33, E-mail: shilab@rambler.ru

Abstract. Investigations were carried out in the south of Kalmikia (near village Achineri, Chernozemelsk district, "Cherniye zemli") in 1981-2008 years. The native semidesert has been replaced by high grass anthropogenic steppe because of cattle and small livestock abundance reduction and pasturage press

decreasing. Little ground squirrel abundance is steady decreasing from the end of 80th. There were good stable settlements of this species with rodents numbers up to 40 animals per ha before 1983. However 5-6 years later just single settlements were found near aged cattle shelters where vegetation was sparse because of pasturage. For the next 14-15 year the area was covered by massive anthropogenic steppe and little ground squirrel abundance wasn't restored. No inhabited settlement was found within a range 20 km from our field station. Replacement of the native semidesert by high grass anthropogenic steppe has caused little ground squirrel abundance decreasing as this species wasn't adapted to habitats with high and dense vegetation.

Little ground squirrels are of great importance for the biocoenosis. This species is very significant in the process of microrelief and soil complexity forming. Little ground squirrels hoeing saline soil and increase soil penetration for water (Abaturov, Zubkova, 1969). About 12 thousands species of different systematic groups use the burrows of little ground squirrels in clay semidesert (Okulova, 2003).

The little ground squirrels are very important part in steppe eagle ration in the south of Russia, including Kalmikia. Fragments of this species are found in 97.4% of steppe eagle faeces (Savinetsky, Shilova, 1986). Steppe eagle abundance correlates with little ground squirrel one. In 1981 (the year of high little ground squirrel density) in Ergini one can find 19 eagles along the standard 30 km line. In 1994-1995 years in the period of little ground squirrel depression no one steppe eagle was found along the same line (Savinetsky, Shilova, 1986).

Little ground squirrel extinction over the wide territory in the South of Russia and long-term 15-17 years depression can significantly influence the pasturable ecosystems structure. Before depression little ground squirrel biomass in Cherniye zemli was 10800 g/ha. After little ground squirrel extinction abundance of other rodents hasn't increased on that territory so biomass decreasing wasn't compensated. Because of decreasing and interruption of little ground squirrel activity their sandmounts become to be destroyed little by little. In this condition to study the biocoenosis structure specific is very urgent.

Keywords: little ground squirrel, biomass, landscape of semidesert, dynamics of abundance.

— СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ **=**

УДК 581; 526.52+502.3(575.4)

МЕТОДЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПРИРОДНЫХ ПАСТБИЩНЫХ ЭКОСИСТЕМ

© 2009 г. А.А. Зотов*, Н.З. Шамсутдинов**, А.А. Хамидов***, З.Ш. Шамсутдинов*, Н.С. Орловский****

*ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса Россия, 141550 Московская область, г. Лобня, Научный городок, E-mail: aridland@mtu-net.ru **ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники мелиорации им. А.Н. Костякова

Россия, 127550 г. Москва, ул. Большая Академическая, д. 44, E-mail: aridland@mtu-net.ru ***Узбекский научно-исследовательский институт каракулеводства и экологии пустынь Узбекистан, 703000 г. Самарканд, ул. М. Улугбека, 47, E-mail: obid5@yandex.ru ****Институт пустынь Д. Блауштайна Негевского Университета им. Бен-Гуриона Израиль, 84990 Седе Бокер Кампус, E-Mail: nicolai@bgumail.bgu.ac.il

Реферат. На основе анализа и обобщения большого количества экспериментальных данных, разработаны методы комплексной оценки природных пастбищных экосистем по энергетическим и экономическим критериям. Предлагаемые методы наряду с оценкой производимой кормовой массой, измеряемой содержанием кормовых единиц, позволяют оценить продуктивность пастбищных экосистем по содержанию валовой и обменной энергии, а также дают возможность определения их природоохранной роли.

Ключевые слова: комплексная оценка, энергетическая оценка, пастбищные экосистемы, обменная энергия, валовая энергия, природоохранная роль, кормовые ресурсы

В последние годы комплексной оценке природных биоресурсов, охране окружающей среды придается все большее значение. Занижение их экономической ценности, в частности, ресурсов пастбищных экосистем приводит к недооценке их важности и полезности для хозяйственной деятельности человека и является причиной деградации биологических ресурсов (Бобылев и др., 1999; Диксон и др., 2000; Зотов и др., 2003).

В недавнем прошлом в луговом кормопроизводстве проводились сначала экономическая, а затем и агроэнергетическая оценка технологий и приемов производства кормов в различных пастбищных экосистемах. Она основывалась, как правило, лишь на одном показателе — уровень накопления органической массы надземной (кормовой) частью фитоценозов без учета положительного действия их на плодородие почвы, предотвращение эрозионных процессов и другие природоохранные функции (Кутузова и др., 1995, 2007).

В настоящее время возникла острая необходимость определения реальной ценности (стоимости) природных услуг и ресурсов, которые предоставляются пастбищными экосистемами. Учет экономической ценности сенокосно-пастбищных экосистем имеет существенное значение для охраны окружающей среды и использования ресурсов, адекватного определения ценности природных ресурсов. Недооценка истощения природных ресурсов и экологического ущерба приводит к искажению показателей экономического развития и прогресса сельскохозяйственного производства. Отсутствие или занижение ценности природных благ приводит к заведомому уменьшению выгод от их сохранения сравнению c традиционными оценками развития кормопроизводства, дающими легко получаемые результаты. Экономическая оценка необходима также для определения эффективности инвестиций в сохранение и увеличение

продуктивности природных пастбищных экосистем, она является основой распределения ограниченных материальных ресурсов, необходимым условием получения финансовых средств.

В нашей стране проведена определенная работа по оценке (экономический анализ) воздействия на окружающую среду, в частности, на биоразнообразие природы. Однако в исследованиях были использованы, в основном, такие биологические ресурсы, которые имели потребительскую стоимость и расчеты экономической оценки базировались на имеющихся ценах на тот или иной вид продукции – охота, рыболовство, сбор даров леса, лесозаготовки, торфоразработки, рекреационная деятельность (Бобылев, 1999). Исследования по разработке методов экономической и энергетической оценок природных лугопастбищных экосистем не проводились. Это и послужило основанием для проведения данной работы.

В проведенных исследованиях в качестве основного теоретического подхода использовалась концепция общей экономической ценности, величина которой складывается из стоимости использования (прямая и косвенная) и неиспользования (Диксон и др., 2000). Применительно к природным пастбищным экосистемам к прямой стоимости можно отнести произведенный корм (сено или пастбищная трава), имеющий потребительскую стоимость, к косвенной – стоимость подземной массы (корневая система), повышение плодородия почвы за счет ее жизнедеятельности, неиспользованный эффект от природоохранной роли фитоценозов (предотвращение эрозии почвы). Эта концепция позволяет избежать чисто ценового, рыночного подхода к оценке природных лугопастбищных экосистем, в ней делается попытка комплексного стоимостного учета косвенных регулирующих функций (средообразующие, природоохранные свойства).

Энергетическая оценка продуктивности природных пастбищных экосистем. Оценка производства валовой энергии в лугопастбищных экосистемах позволяет определить интенсивность фотосинтетической деятельности фитоценозов. Этот метод дает возможность проводить сравнительную оценку распределения потоков валовой энергии в надземной массе, характеризующей продукционный процесс пастбищных фитоценозов и их средообразующую роль за счет накопления валовой энергии в подземной массе. Применение международной системы СИ позволяет дать оценку продукционного процесса фитоценозов в единых показателях: килоджоулях (КДж), мегаджоулях (МДж), гигаджоулях (ГДж), терраджоулях (ТДж) и т. д., принятых в настоящее время в научных исследованиях других стран (Зотов и др., 2003; Кутузова и др., 2007).

Разработанный метод оценки энергетических потоков в лугопастбищных экосистемах включает определение фактической урожайности $(У\varphi)$, которую следует проводить с учетом культуртехнического состояния экосистем — степени закустаренности, закамненности, закочкаренности и заболоченности по формуле:

$$y_{\varphi} = \frac{(\Pi_1 \times Y_{q} \times K_1) + (\Pi_2 \times Y_1 \times K_2) + (\Pi_3 \times Y_{q} \times K_3) + (\Pi_4 \times Y_{q} \times K_4)}{\Pi_0}$$
, (1), где

 $V_{\rm q}$ — урожайность чистой экосистемы, ц/га сухой массы; K_1 — коэффициент, показывающий снижение урожайности чистой экосистемы из-за слабой (до 30%) закустаренности, закочкаренности или закамненности, он равен 0.8; K_2 — коэффициент, показывающий снижение урожайности чистой экосистемы из-за сильной (сплошная) закустаренности, закочкаренности или закамненности, он равен 0.3; K_3 — коэффициент, показывающий снижение урожайности чистой экосистемы из-за ее заболоченности, он составляет 0.7; Π_0 — общая площадь природной экосистемы, млн. га; Π_1 — площадь чистой экосистемы, млн. га; Π_2 — площадь слабо закустаренной, закочкаренной, закамненной экосистемы, млн. га;

 Π_3 – площадь сильно закустаренной, закочкаренной, закамненной экосистемы, млн. га;

 Π_4 – площадь заболоченной экосистемы, млн. га.

Концентрацию валовой энергии (Квэ) определяют с учетом содержания органических веществ в сухом веществе и соответствующих им энергетических коэффициентов по формуле:

$$K_{B\Theta} = c\Pi \times 24 + cK \times 40 + cK \times 20 + c\Theta \times 17.5,$$
 (2), где

 $c\Pi$ — сырой протеин, cЖ — сырой жир, $cK_{\rm J}$ — сырая клетчатка, cБЭВ — сырые безазотистые экстрактивные вещества, представленные в долях килограмма в расчете на $1~{\rm kr}$ сухого вещества.

Объем валовой энергии в надземной массе экосистем (Овэ) можно определить по формуле:

$$O_{B9} = Y \times \Pi \times K_{B9}$$
, (3), где

У — урожайность, т/га СВ, Π — площадь экосистемы, млн. га, Квэ — концентрация валовой энергии в 1 т СВ, Γ Дж.

Для прогнозирования объемов производства животноводческой продукции, полученной из кормов лугопастбищных экосистем, следует определить концентрацию в сухом веществе обменной энергии (Коэ), отражающей ее физиологически доступную часть по формуле Аксельсона в модификации Н.Г. Григорьева и Н.П. Волкова (Григорьев и др., 1985).

$$Ko9 = 0.73 \times Kb9 B 1 кг CB (1-cKл × 1.05),$$
 (4), где

0.73 — коэффициент обменности, сКл — сырая клетчатка, (1-сКлх1,05) — коэффициент, отражающий понижающее действие клетчатки на энергетическую ценность сухой массы.

Доля обменной энергии в составе валовой составляет около 55%, поэтому при необходимости концентрацию валовой энергии (Квэ) можно определять по формуле:

$$K_{B9} = \frac{K_{O9} \times 100}{55},$$
 (5), где

Коэ – количество обменной энергии в 1 кг сухой массы лугопастбищных экосистем, МДж.

Валовой объем ежегодного накопления кормовых ресурсов во всех природных лугопастбищных экосистемах (без оленьих пастбищ, не входящих в состав сельскохозяйственных угодий), составляет 66.4 млн. т сухой массы (СВ), или 46.8 млрд. корм. ед., или 1126.7 ТДж валовой энергии (ВЭ), а вместе с оленьими пастбищами, соответственно, 164.5 млн. т СВ, 145.0 млрд. корм. ед. и 3108.3 ТДж ВЭ (табл. 1). Из валового объема кормовых ресурсов наибольшая доля приходится на оленьи пастбища (60% СВ, 67 – корм. ед. и по 64% – обменной и валовой энергии), а самая низкая – на сенокосы (19% СВ, 11 – корм. ед. и по 14% – ОЭ и ВЭ, рис. 1).

По природным зонам страны кормовые ресурсы распределяются крайне неравномерно. Так, основная доля сена природных сенокосов сосредоточена в лесной (61% от общего количества), пастбищной травы – в лесостепной и степной (45%), корма оленьих пастбищ – в тундровой и лесотундровой (51%) зонах (рис. 2).

При определении продуктивности пастбищ следует помнить, что существует 2 ее вида – фактическая, полученная при данных условиях выпаса и оптимальная (допустимая), которую можно использовать животными без ущерба для формирования последующей урожайности лугопастбищных экосистем. Продуктивность (П) можно определять по формуле:

$$\Pi = \mathbf{Y}_{\mathbf{K}} \times \mathbf{K}_{\mathbf{J}},$$
 (6), где

Ук – урожайность кормовых видов растений (поедаемая часть урожая), ц/га сухой массы; Кд – коэффициент допустимого использования пастбищной травы (Кутузова и др., 1995; Зотов, 2007).

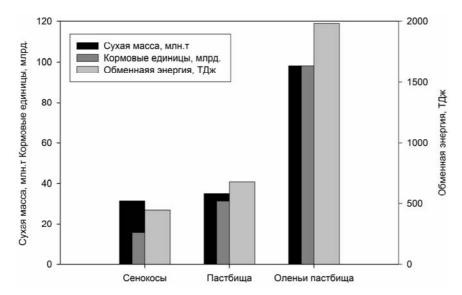


Рис. 1. Распределение кормовых ресурсов по объектам лугопастбищных экосистем.

Fig. 1. Distribution of fodder resources by objects of pasture ecosystems.

Таблица 1. Ежегодное производство кормов лугопастбищными экосистемами по природным зонам. **Table 1.** Annual production of forage by pasture ecosystems in different natural zones.

| Пругодугая | | Пло- | Урожай- | | Кормовые | е ресурсь | Ы |
|--------------------|---------------------|--------|---------|-------|------------|-----------|--------|
| Природная | Кормовые угодья | щадь, | ность, | CB, | корм. ед., | ОЭ, | ВЭ, |
| зона | | млн.га | ц/га СВ | млн.т | млрд. | ТДж | ТДж |
| Т | Сенокосы | 0.19 | 8 | 0.15 | 0.08 | 1.19 | 2.16 |
| Тундровая и | Пастбища | 0.11 | 3 | 0.03 | 0.03 | 0.32 | 0.51 |
| лесотундро- вая | Сенокосы и пастбища | 0.30 | 5 | 0.18 | 0.11 | 1.51 | 2.67 |
| Бил | Оленьи пастбища | 168.20 | 3 | 50.46 | 50.46 | 560.1 | 1018.4 |
| | Сенокосы | 14.80 | 13 | 19.19 | 9.61 | 151.6 | 275.7 |
| Пооход | Пастбища | 11.90 | 6 | 6.69 | 6.03 | 70.26 | 127.7 |
| Лесная | Сенокосы и пастбища | 26.70 | 10 | 25.88 | 15.64 | 221.9 | 403.4 |
| | Оленьи пастбища | 97.10 | 3 | 29.13 | 29.13 | 323.3 | 587.9 |
| П | Сенокосы | 4.00 | 13 | 5.34 | 2.67 | 41.55 | 75.43 |
| Лесостепная | Пастбища | 28.70 | 5 | 15.67 | 14.10 | 164.5 | 314.4 |
| и степная | Сенокосы и пастбища | 32.70 | 7 | 21.01 | 16.77 | 206.1 | 389.8 |
| Полупус- | Сенокосы | 0.20 | 9 | 0.18 | 0.09 | 1.42 | 2.58 |
| тынная и | Пастбища | 9.20 | 3 | 2.47 | 1.73 | 23.00 | 41.77 |
| пустынная | Сенокосы и пастбища | 9.40 | 3 | 2.65 | 1.82 | 24.42 | 44.35 |
| | Сенокосы | 4.40 | 15 | 6.39 | 3.20 | 49.93 | 90.79 |
| Горные | Пастбища | 17.50 | 6 | 10.25 | 9.22 | 107.6 | 195.7 |
| районы | Сенокосы и пастбища | 21.90 | 8 | 16.64 | 12.42 | 157.5 | 286.5 |
| | Оленьи пастбища | 60.20 | 3 | 18.60 | 18.60 | 206.5 | 375.4 |
| | Сенокосы | 23.59 | 13 | 31.25 | 15.22 | 245.7 | 446.6 |
| D | Пастбища | 67.41 | 5 | 35.11 | 31.60 | 365.7 | 680.1 |
| Всего по России | Сенокосы и пастбища | 91.00 | 7 | 66.36 | 46.82 | 611.4 | 1126.7 |
| госсии | Оленьи пастбища | 325.5 | 3 | 98.19 | 98.19 | 1089.9 | 1981.6 |
| | ИТОГО | 416.5 | 4 | 164.5 | 145.0 | 1701.3 | 3108.3 |

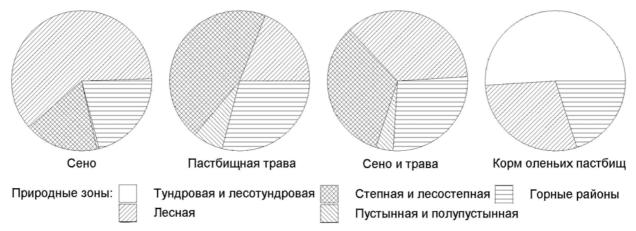


Рис. 2. Производство кормов по природным зонам России, %.

Fig. 2. Production of forage in natural zones of Russia, %.

Коэффициент допустимого использования кормовой массы пастбищных экосистем — это величина, характеризующая часть (долю) урожайности кормовых растений, которая может быть использована животными без ущерба для последующего состава, урожайности, а также жизненного состояния травостоя. Он изменяется в зависимости от типа пастбищ и их состояния, сезона использования угодий, урожайности, биологических особенностей кормовых растений.

Проведенное обобщение результатов научных исследований позволило применить при расчете допустимого количества поедаемой кормовой массы пастбищных экосистем следующие усредненные коэффициенты: для лесной, тундровой и лесотундровой зон -0.8, степной и лесостепной -0.75, пустынной и полупустынной -0.6, горных районов -0.75 и оленьих пастбищ -0.36. При расчете фактической продуктивности сенокосов - из их урожайности (количество выросшей массы сена) вычитали 20-25% на технологические потери при заготовке сена (Кутузова и др., 1995).

Допустимое количество поедаемого корма значительно меньше, чем валовое его производство, в связи с тем, что полностью его использовать нельзя. В среднем по всем видам корма можно использовать их на 50%, а корм оленьих пастбищ лишь на 36% от общего их объема (табл. 2). Более высокой степенью использования кормов пастбищных экосистем характеризуются лесостепная и степная (75%), а также полупустынная и пустынная (61%) зоны, что связано с отсутствием в них оленьих пастбищ, а самой низкой – тундровая и лесотундровая, имеющие в структуре кормовых угодий самую высокую долю оленьих пастбищ. И, наоборот, пастбищный корм для других видов животных (КРС, овцы, лошади) в наименьшей степени (на 60%) может быть использован в полупустынной и пустынной зонах.

Экономическая оценка продуктивности пастбищных экосистем. Экономическую оценку природных пастбищных экосистем в соответствии с ранее указанными принципами целесообразно проводить на основе стоимости кормовых ресурсов по количеству поедаемого корма, которое рассчитывается с учетом допустимой степени стравливания животными кормовой массы пастбищных экосистем (или технологических потерь при заготовке сена). В приведенном примере (табл. 3) в расчетах стоимость кормовой единицы равна 4 руб.

Расчеты показали, что среди различных типов природных пастбищных экосистем наибольшей экономической ценностью характеризуются оленьи пастбища (140.5 млрд. руб.), доля которых в составе отдельно взятой природной зоны колеблется от 47 до 74%, а наименьшей — сенокосы (47.9 млрд. руб., табл. 3). Общая стоимость корма всех природных пастбищных экосистем составляет 281.0 млрд. руб., одна половина из которых приходится

на долю оленьих пастбищ, а другая – на обычные традиционные сенокосы и пастбища.

Таблица 2. Допустимое использование кормовой массы в лугопастбищных экосистемах по природным зонам (поедаемый корм). **Table 2.** Admissible use of fodder mass in pasture ecosystems in natural zones (eaten fodder).

| Природная зона | Кормовые угодья | СВ, | Корм. ед. млрд. | ОЭ, ТДж | ВЭ, ТДж | Коэф. допуст. использования |
|-------------------------|---------------------|-------|--------------------|------------|---------|-----------------------------|
| | Сенокосы | 0.11 | 0.06 | 0.89 | 1.62 | 0.75 |
| Тунутрород и | Пастбища | 0.02 | 0.02 | 0.25 | 0.41 | 0.80 |
| Тундровая и | Сенокосы и пастбища | 0.13 | 0.08 | 1.14 | 2.03 | 0.77 |
| лесотундровая | Оленьи пастбища | 18.50 | 18.50 | 205.35 | 373.36 | 0.36 |
| , | Всего | 18.63 | 18.58 | 206.49 | 375.79 | 0.37 |
| | Сенокосы | 14.39 | 7.21 | 113.70 | 206.80 | 0.75 |
| | Пастбища | 5.35 | 4.82 | 56.21 | 102.20 | 0.80 |
| Лесная | Сенокосы и пастбища | 19.74 | 12.03 | 169.91 | 309.00 | 0.77 |
| | Оленьи пастбища | 10.68 | 10.68 | 118.55 | 215.54 | 0.36 |
| | Всего | 30.42 | 22.71 | 288.46 | 524.50 | 0.53 |
| Посостотильных | Сенокосы | 4.01 | 2.00 | 31.16 | 56.65 | 0.75 |
| Лесостепная и | Пастбища | 11.75 | 10.57 | 123.38 | 224.33 | 0.75 |
| степная | Сенокосы и пастбища | 15.76 | 12.57 | 154.54 | 280.98 | 0.75 |
| По жи жи хи хи хи хи хи | Сенокосы | 0.14 | 0.07 | 1.14 | 200 | 0.80 |
| Полупустынная | Пастбища | 1.48 | 1.04 | 13.80 | 25.09 | 0.60 |
| и пустынная | Сенокосы и пастбища | 1.62 | 1.11 | 14.94 | 27.09 | 0.61 |
| | Сенокосы | 4.79 | 2.40 | 37.44 | 68.09 | 0.75 |
| | Пастбища | 7.69 | 6.92 | 80.70 | 146.78 | 0.75 |
| Горные районы | Сенокосы и пастбища | 12.48 | 9.32 | 118.14 | 214.87 | 0.75 |
| | Оленьи пастбища | 6.62 | 6.62 | 72.82 | 132.40 | 0.36 |
| | Всего | 19.10 | 15.94 | 190.96 | 347.27 | 0.52 |
| | Сенокосы | 23.44 | 11.74 | 184.33 | 335.16 | 0.75 |
| Dagra wa | Пастбища | 26.29 | 23.37 | 274.34 | 498.80 | 0.75 |
| Всего по | Сенокосы и пастбища | 49.73 | 35.11 | 458.67 | 833.96 | 0.75 |
| России | Оленьи пастбища | 35.12 | 35.12 | 396.72 | 321.30 | 0.36 |
| | Всего | 84.85 | 70.23 | 855.39 | 1555.26 | 0.50 |

Методы определения валовой энергии в подземной фитомассе пастбищных экосистем. Результаты немногочисленных исследований свидетельствуют о том, что количество надземной массы травянистой растительности заметно убывает с севера на юг, в то время как общий запас биомассы изменяется значительно меньше. Это вытекает из особенностей структуры биомассы растительности в различных по плодородию и увлажнению почвы природных регионах страны. В районах достаточного увлажнения (лесолуговая зона) соотношение надземной и подземной массы обычно более узкое (1:2-4), чем в засушливых регионах (степная, полупустынная, пустынная зоны), где оно достигает 1: 6-10 (Болотина и др., 1960; Родин и др., 1965).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что намечается обратная зависимость между накоплением органического вещества в надземных ассимилирующих

органах и в корнях. При отсутствии данных по количеству подземной массы в каждом конкретном случае его можно рассчитать по коэффициентам, которые показывают соотношение подземной и надземной масс. На основании проведенного нами обобщения результатов немногочисленных опытов это соотношение составляет для оленьих пастбищ – 2, лугопастбищных экосистем в тундровой и лесотундровой зоне – 3, лесной – 4, лесостепной и степной – 6, полупустынной и пустынной – 8 (Кутузова и др., 1995; Зволинский и др., 1998).

Таблица 3. Экономическая оценка природных пастбищных экосистем. **Table 3.** The economic estimation of natural pasture ecosystems.

| Прутолучая зама | Vanyanyayınayı | Сбор корма, | Стоимость | Доля стоимости корма, % | | | |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|----------|--|--|
| Природная зона | Кормовые угодья | млрд. корм един. | корма, млрд. руб. | в природ. зоне | в стране | | |
| | Сенокосы | 0.06 | 0.24 | 0.3 | | | |
| Туннород н | Пастбища | 0.02 | 0.08 | 0.1 | | | |
| Тундровая и лесотундровая | Сенокосы и пастбища | 0.08 | 0.32 | 0.4 | | | |
| лесотундровая | Оленьи пастбища | 18.50 | 74.0 | 99.6 | | | |
| | Всего | 18.58 | 74.32 | 100.0 | 25 | | |
| | Сенокосы | 7.21 | 28.8 | 32.0 | | | |
| | Пастбища | 4.82 | 19.3 | 21.0 | | | |
| Лесная | Сенокосы и пастбища | 12.03 | 48.1 | 53.0 | | | |
| | Оленьи пастбища | 10.68 | 42.7 | 47.0 | | | |
| | Всего | 22.71 | 90.8 | 100.0 | 32 | | |
| Посостотильных | Сенокосы | 2.00 | 8.0 | 16 | | | |
| Лесостепная и | Пастбища | 10.57 | 42.3 | 84 | | | |
| степная | Сенокосы и пастбища | 12.57 | 50.3 | 100.0 | 18 | | |
| Пожитилятично | Сенокосы | 0.07 | 0.28 | 6.0 | | | |
| Полупустынная | Пастбища | 1.04 | 4.16 | 94.0 | | | |
| и пустынная | Сенокосы и пастбища | 1.11 | 4.44 | 100.9 | 2 | | |
| | Сенокосы | 2.40 | 9.6 | 15.0 | | | |
| | Пастбища | 6.92 | 27.7 | 43.4 | | | |
| Горные районы | Сенокосы и пастбища | 9.32 | 37.3 | 58.4 | | | |
| | Оленьи пастбища | 6.62 | 26.5 | 41.6 | | | |
| | Всего | 15.94 | 63.8 | 100.0 | 23 | | |
| | Сенокосы | 11.74 | 47.0 | | 17 | | |
| | Пастбища | 23.37 | 93.5 | | 33 | | |
| Всего по России | Сенокосы и пастбища | 35.11 | 140.5 | | 50 | | |
| | Оленьи пастбища | 35.12 | 140.5 | | 50 | | |
| | Всего | 70.23 | 281.0 | | 100 | | |

Количество накопленной валовой энергии (Эв) в подземной части лугопастбищных экосистем можно определить (при отсутствии данных биохимического состава корневых систем) по формуле:

$$\Theta_{\rm B} = {\rm K}_{\rm \Pi M} \times {\rm C}_{\rm B\Theta} \times {\rm C}_{\rm \Pi H} \times 0.90 \times \Pi,$$
 (7), где

Кпм — количество подземной массы в экосистеме, т/га СВ; Свэ — содержание валовой энергии в 1 т надземной части экосистемы, ГДж; Спн — соотношение подземной и надземной

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2009, том 15, № 2 (38)

масс экосистем; 0.90 — коэффициент, отражающий снижение содержания энергии в подземной части экосистемы по отношению к надземной; Π — площадь лугопастбищной экосистемы, млн. га.

Проведенные расчеты свидетельствуют о более значительном накоплении сухой массы и энергии подземной частью лугопастбищных экосистем. В целом подземной частью экосистем накапливается сухой массы и энергии в 3.3 раза больше, чем в надземной (табл. 4). Больше всего лугопастбищными экосистемами накоплено подземной массы в лесной зоне (161.8 млн. т СВ или 2509.0 ТДж ВЭ), а меньше всего в полупустынной и пустынной зонах (21.2 млн. т. СВ или 269.8 ТДж ВЭ).

Таким образом, с севера на юг в составе общей биомассы природных экосистем значительно возрастает доля корней, хотя абсолютное их количество на 1 га снижается. Биомасса пустынных и полупустынных растительных сообществ колеблется обычно в пределах от 6 до 14 т/га, что значительно меньше, чем в степях, а тем более в лугостепях и лугах. Структура биологической массы пустынных растительных экосистем характеризуется исключительным преобладанием доли корневой массы (80-90%) над надземной частью (10-20%).

| Таблица 4. Накопление сухой массы и энергии подземной частью лугопастбищных экосистем. |
|--|
| Table 4. Accumulation of dry weight and energy of underground part of pasture ecosystems. |

| | | Сух | ая масса | Валовая | Подземная |
|----------------------------|---------------------|--------------|------------------|-----------------|---------------------|
| Природная зона | Субъект экосистемы | с 1 га, т | всего, млн. т | энергия, ТДж | масса: надземная |
| | | , | | , , | масса |
| Тундровая и | Сенокосы и пастбища | 1.5 | 0.5 | 2.67 | 3.0 |
| , i | Оленьи пастбища | 0.6 | 100.9 | 1834.5 | 2.0 |
| лесотундровая | Всего | 0.6 | 101.4 | 1841.4 | 2.0 |
| | Сенокосы и пастбища | 4.0 | 103.5 | 1449.6 | 4.0 |
| Лесная | Оленьи пастбища | 0.6 | 58.3 | 1060.0 | 2.0 |
| | Всего | 1.3 | 161.8 | 2509.0 | 2.9 |
| Лесостепная и степная | Сенокосы и пастбища | 4.2 | 126.0 | 2016.0 | 6.0 |
| Полупустынна я и пустынная | Сенокосы и пастбища | 2.4 | 21.2 | 269.8 | 8.0 |
| Горица | Сенокосы и пастбища | 4.8 | 99.8 | 1560.5 | 6.0 |
| Горные | Оленьи пастбища | 0.6 | 37.2 | 676.4 | 2.0 |
| районы | Всего | 1.7 | 137.0 | 2236.9 | 3.0 |
| Всего по | Сенокосы и пастбища | 3.9 | 351.0 | 5302.2 | 5.3 |
| России | Оленьи пастбища | 0.6 | 196.4 | 3570.9 | 2.0 |
| госсии | Всего | 1.4 | 547.4 | 8873.1 | 3.3 |

В разные по метеорологическим условиям годы в аридных зонах отмечается резкое уменьшение надземной части растительности. В типчаково-ковыльных степях в засушливые годы надземная масса составляет 7-27 ц/га, а во влажные — 45-63 ц/га (Короткова, 1957). Подземная же масса мало зависит от метеорологических условий. Так, в полынно-ковыльно-типчаковой степи Алтайского края во влажные годы количество надземной массы составило 14 ц/га, масса корней — 84, а в сухие годы, соответственно, 4 и 92 ц/га (Сочава и др., 1962).

Энергетическая оценка природоохранной роли природных пастбищных экосистем. Многосторонняя природоохранная роль пастбищных экосистем складывается из следующих

основных составляющих: охрана почвы, воды, воздушной среды, растительности, животного мира, природных ландшафтов, рекультивация нарушенных земель (Михалев, 2005; Зотов, 2007). В настоящее время в интенсивных агроэкосистемах скорость эрозии почвы и процессы ее антропогенной деградации идут в десятки раз быстрее, чем в прошлом (Жученко, 1994).

Одной из главных природоохранных функций растительности пастбищных экосистем является предотвращение водной, ветровой и пастбищной эрозии почвы, а также снижение темпов минерализации органического вещества торфяных почв. В большинстве районов нашей страны преобладает водная, а в степных районах Средней Сибири, Нижнего Поволжья и Северного Кавказа ветровая эрозия (Зотов, 2007).

Темпы эрозионных процессов почвы зависят от целого ряда причин (гранулометрический состав, рельеф местности, интенсивность выпадения осадков, возделываемая культура и т.д.), поэтому смыв ее при эрозии колеблется от нескольких килограммов до десятков тонн с 1 га ежегодно. Интенсивность эрозии почвы оценивается по следующей шкале: незначительный смыв – до 0.5 т/га; слабый – 0.5-1.0 т/га; средний – от 1 до 5 т/га; сильный – 5-10 т/га; очень сильный – свыше 10 т/га (Заславский, 1983).

Количество валовой энергии в смытой (дефлированной) почве с 1 га можно определить путем умножения ее объема на содержание в ней основных питательных веществ (азот, гумус, фосфор, калий) на основе агрохимического состава и последующего перевода их по соответствующим коэффициентам в валовую энергию. Совокупный запас энергии в почве, в основном, определяется гумусом и общим азотом. В связи с этим оценить энергоемкость смытой почвы допустимо по двум показателям: содержание общего азота и гумуса.

Нами проведена группировка природных лугопастбищных экосистем по степени эродированности в зависимости от крутизны склона – как основного фактора, влияющего на интенсивность эрозии почвы. Эти данные можно использовать при расчете энергетической ценности косвенного эффекта от предотвращения эрозии почвы, который равен разнице в стоимости питательных веществ в смытой почве при использовании ее под выращивание зерновых культур и как природные кормовые угодья. Учитывая, что на природных кормовых угодьях смыв почвы бывает небольшим или же он совсем отсутствует, эффект от предотвращения эрозионных процессов допустимо определять по энергетической стоимости питательных веществ в смытой почве при выращивании других культур.

Энергоемкость смытой почвы отдельных природных экосистем следует определять исходя из их площади, подверженной в различной степени водной (ветровой) эрозии, количества смытой почвы и содержания в ней основных питательных веществ (азот, гумус). Общее количество смытой почвы ($K_{o.c.n.}$) можно определить по формуле:

$$K_{\text{o.с.м.}} = \Pi_1 \times K_1 + \Pi_2 \times K_2 + \Pi_3 \times K_3 + \Pi_4 \times K_4 + \Pi_5 \times K_5,$$
 (8), где

 Π_1 , Π_2 , Π_3 , Π_4 , Π_5 – площади природных угодий, расположенных на склонах крутизной 1-2, 2-5, 5-10 и свыше 10 тыс. га; K_1 , K_2 , K_3 , K_4 , K_5 – количество смытой с 1 га почвы для угодий, расположенных на склонах 1-2, 2-5, 5-10 и свыше 10°, которое составляет в гумидной зоне 0.5, 1.0, 3.0 и 6 т, а в аридной для склонов 1-2, 2-5, 5-7, 7-10 и свыше 10°, соответственно 1.0, 2.0, 4.0, 6.0 и 10 т с 1 га.

Количество питательных веществ ($K_{п.в.}$) в смытой почве можно определить по формуле:

$$K_{\text{пв}} = K_{\text{сп}} \times C_{\text{a}} + K_{\text{сп}} \times C_{\text{г}},$$
 (9), где

 K_{cn} – количество смытой почвы, тыс. тонн; C_a – содержание азота в смытой (дефлированной) почве, %; C_r – содержание гумуса в смытой (дефлированной) почве, %.

Энергетическую ценность или количество валовой энергии в смытой почве природных лугопастбищных экосистем можно определить по формуле:

$$B\Theta_{cn} = \Theta_a \times K_a + \Theta_r \times K_r,$$
 (10), где

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2009, том 15, № 2 (38)

 $BЭ_{cn}$ — количество валовой энергии в смытой почве, ТДж; $Э_a$ — энергоемкость азота, равная 108 ГДж/т; $Э_r$ — энергоемкость гумуса, которая составляет на подзолистых почвах 5 ГДж/т, дерново-подзолистых — 7, черноземных — 12, каштановой — 14 ГДж/т; K_a — количество азота в смытой почве, тыс. тонн; K_r — количество гумуса в смытой почве, тыс. тонн.

Расчеты показали, что общее количество смытой почвы при возделывании однолетних культур (в качестве контроля) на склоновых угодьях может достичь 79.3 млн. тонн ежегодно. Такое количество почвы предотвращают от эрозии природные лугопастбищные экосистемы, этим определяется их природоохранная роль, которая особенно проявляется на крутосклоновых (5-10° и больше) угодьях. Так, на склонах крутизной 5-10° предотвращается от смыва 30.2 млн. тонн, а крутизной свыше 10° – 29.1 млн. тонн почвы (или 59% от общего их объема). Наибольшей интенсивностью эрозионных процессов характеризуются почвы Северо-Кавказского и Центрально-Черноземного районов, где смыв составляет 3.9-5.2 тонн с 1 га склоновых угодий, что связано с тем, что в этих регионах велика доля крутосклоновых земель (44-76%).

Наибольшей потерей валовой энергии в смытой почве характеризуются Поволжский и Восточно-Сибирский природно-экономические районы, где она составляет 11666-14548 ТДж или 20-25% от общего ее количества. Самым низким количеством валовой энергии в смытой почве отличаются природные лугопастбищные экосистемы Северного, Северо-Западного и Дальневосточного районов (194.1-593 ТДж или 0.3-1.0% от общего количества). Общая энергоемкость смытой почвы природных лугопастбищных экосистем составляет 58.6 тыс. ТДж (табл. 5). В составе среднегодовых потерь валовой энергии в смытой почве наибольшая доля приходится на гумус (71% или 41.6 тыс. ТДж), а меньшая (29%) на азот. Несмотря на снижение доли крутосклоновых угодий в общей площади склоновых лугопастбищных экосистем (с 31 до 14%) по мере увеличения их крутизны с 1-2 до 10° доля валовой энергии в смытой почве, наоборот, повышается с 11 до 37%.

В нашей стране имеется свыше 85 млн. га торфяных болот, значительная часть которых используется в сельском хозяйстве, в том числе для выращивания различных сельскохозяйственных культур (Еськов и др., 2003) и создания пастбищных агроэкосистем. При осушении болотных экосистем происходит быстрая минерализация (сработка) торфа, достигающая 2.4 т/га в год при выращивании многолетних трав и 4.4 т/га — однолетних культур (Косолапов и др., 2002). Торф содержит большое количество питательных веществ, в первую очередь, азота (1.0-2.6%) и гумуса (50-65% на низинных и 10-40%, на верховых болотах; Михалев, 2005). Поэтому при комплексной оценке природных пастбищных экосистем на торфяных почвах убыль торфа при их осушении следует рассматривать как неиспользуемый эффект от предотвращения минерализации органического вещества (природоохранная роль фитоценозов). Среднегодовую потерю валовой энергии в торфе (ВЭт) при его минерализации можно подсчитать по формуле:

$$B \mathcal{G}_r = K \times (C_a \times \mathcal{G}_a + C_r \times \mathcal{G}_r) \times \Pi,$$
 (11), где

Комплексная оценка природных пастбищных экосистем. Комплексная оценка природных пастбищных экосистем включает 4 основных элемента: энергоемкость органической массы надземной и подземной (корневая система) частей фитоценозов, изменение плодородия почвы и природоохранную роль (предотвращение эрозии почвы).

Комплексную энергетическую оценку природных пастбищных экосистем (ОЭЦ) можно рассчитать по формуле (12):

Таблица 5. Энергоемкость смытой почвы склоновых угодий при выращивании однолетних культур по природно-экономическим районам Table 5. Power consumption of the washed off soil of hillside lands under cultivation of amual cultures on nature-economic regions.

| | | ļ | % | 0.3 | 9.0 | 3.0 | 2.0 | 7.6 | 24.8 | 9.6 | 15.8 | 16.4 | 19.9 | 1.0 | 100 |
|-------------------------------|----------------------------|----------|-------------|-------------|-------------------------|------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|---|---|-----------------------|--------------------------|--|
| | | BCELO | ТДж | 194.1 | 340.4 | 1891.3 | 1070.1 | 4459.1 | 14548.8 | 5077.9 | 9234.3 | 9586.6 | 11666.2 | 593.4 | 58612.2 |
| | MTOLO | | ry myc | 100.5 | 214.6 | 1286.6 | 724.5 | 3195.6 | 11246.2 | 3724.3 | 6449.0 | 6694.0 | 7522.4 | 403.3 | 8072.8 11102.2 6045.3 13707.5 19752.8 6280.2 15263.3 21543.5 17051.2 41561.0 58612.2 |
| | | | æorr | 93.6 | 125.8 | 604.7 | 345.6 | 1263.5 | 3302.6 | 1303.6 | 2785.3 | 2892.6 | 4143.8 | 190.1 | 17051.2 |
| | | | BCCLO | 25.0 | 43.9 | 414.0 | 420.4 | 2345.9 | 3373.4 | 3202.1 | 1855.4 | 6025.0 | 3698.8 | 140.6 | 21543.5 |
| TДЖ | >100 | | гумус | 13.1 | 27.0 | 275.8 | 280.0 | 1696.8 | 2577.4 3373.4 | 2447.2 3202.1 1303.6 | 1295.0 1855.4 | 1732.0 2480.4 1818.0 4207.0 6025.0 2892.6 | 2348.8 3698.8 | 95.2 | 15263.3 |
| | | | asor | 11.9 | 16.9 | 138.2 | 140.4 | 649.1 | 796.0 | 754.9 | 559.4 | 1818.0 | 1350.0 | 45.4 | 6280.2 |
| мътой і | | | BCELO | 71.4 | 130.7 | 895.8 | 391.1 | 614.1 | 4073.4 | 1145.9 | 444.3 | 2480.4 | 5333.7 1350.0 | 172.0 | 19752.8 |
| Количество ВЭ в смытой почве, | 5-10° | | rymyc | 36.8 | 81.3 | 623.7 | 272.3 | 428.4 | 3094.0 4073.4 | 754.9 | 3104.0 | 1732.0 | 3463.2 | 116.9 | 13707.5 |
| ичеств | | 9 | 330 T | 34.6 | 49.4 | 272.1 | 118.8 | 185.7 | 979.4 | 391.0 | | 748.4 | 1870.5 | 55.1 | 6045.3 |
| Ϋ́ | | 0.000 | BCELO | 53.3 | 104.5 | 368.1 | 168.9 | 1265.5 | 3545.5 | 467.8 | 1470.0 2105.0 1340.3 | 687.4 | 2158.6 | 179.6 | 11102.2 |
| | 2-5° | | гумус | 27.4 | 65.5 | 245.0 | 112.7 | 915.6 | 2872.8 | 359.8 | 1470.0 | 480.0 | 1401.6 | 122.4 | 8072.8 |
| | | 0 | asor | 25.9 | 39.0 | 123.1 | 56.2 | 349.9 | 7.079 | 108.0 | 635.0 | 207.4 | 757.0 | 57.2 | 3029.4 |
| | | | BCCLO | 44.4 | 61.3 | 213.4 | 89.7 | 233.6 | 3558.5 | 212.1 | 830.6 | 393.8 | 475.1 | 101.2 | 1196.3 4517.4 6213.7 3029.4 |
| | 1-2° | | гумус | 23.2 | 40.8 | 142.1 | 59.5 | 154.8 | 2702.0 3558.5 | 162.4 | 580.0 | 275.0 | 308.8 | 8.89 | 4517.4 |
| | | 0000 | 330T | 21.2 | 20.5 | 71.3 | 30.2 | 78.8 | 856.5 | 49.7 | 250.6 | 118.8 | 166.3 | 32.4 | 1196.3 |
| | Прео бладающ | ие почвы | | Подзолистые | Дерново- подзолистые | -#- | -#- | Черноземный | Черноземные и каптановые | -#- | Дерново-под- золистые и черноземные | -#- | -#- | Дерново- подзолистъте | |
| Ľ | Природно- экономический | пайон | Lagran | Северный | Северо- Западный | Центраљњий | Волго-Вятский | Центраљно- Черноземный | Поволжский | Северо- Кавказский | Уральский | Западно- Сибирский | Востчно- Сибирский | Дальневосточн ьй | Итого по РФ |

$$OЭЦ = ((ЭЦн.б. + ЭЦп.б. + ЭЦп.п.) × По + (Эн × П1)), (12), где$$

 $ЭЦ_{\text{н.ф}}$ – энергетическая ценность ежегодного прироста надземной фитомассы (урожайность), ГДж/га ВЭ; $ЭЦ_{\text{п.ф.}}$ – энергетическая ценность (ежегодный прирост) подземной фитомассы, ГДж/га ВЭ; $ЭЦ_{\text{п.п}}$ – энергетическая ценность повышения (или снижения) плодородия почвы, в среднем за год, ГДж/га ВЭ; $Э_{\text{н}}$ – энергетическая ценность косвенного эффекта от природоохранной роли (предотвращение эрозии почвы в среднем за год), ГДж/га ВЭ; Π_{0} – общая площадь лугопастбищных экосистем, млн. га; Π_{1} – площадь лугопастбищных экосистем, подвергнутая эрозии или дефляции почвы, млн. га.

В перспективе, по мере развития науки о сохранении природных ресурсов, в частности, комплексной оценки природных пастбищных экосистем, сюда будут включены и другие природные услуги — стоимость депонирования углерода, рекреационных свойств, сбора ценных лекарственных растений, охоты на животных и птиц и других экологических и социальных функций.

Выводы

На основании проведенных исследований впервые в России разработана методика комплексной оценки природных пастбищных экосистем с учетом природоохранной роли, допустимой степени их использования животными, а также проведены конкретные расчеты энергетической ценности пастбищных экосистем по основным природным зонам.

В нашей стране и за рубежом оценка ресурсов природных пастбищных экосистем только начинает развиваться, здесь много неясных теоретических и практических вопросов. Поэтому в данной статье сделаны первые шаги в определении экономических и экологических услуг, дана методика и конкретные расчеты энергетической оценки природных пастбищных экосистем, как важной составляющей устойчивого функционирования биосферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бобылев С.Н., Медведева О.Н., Сидоренко В.Н. и др. Экономическая оценка биоразнообразия. М., 1999. 112 с.
- Болотина Н.И., Коковина Т.П. Сезонная динамика подвижных соединений азота в мощных черноземах Курской области // Тр. Центр. Черноз. гос. заповедника. 1960. 6 с.
- Григорьев Н.Г., Волков Н.П., Горбунов Ю.В. Определение содержания в корме и рационе крупного рогатого скота обменной энергии и переваримого протеина и нормирование потребности в них. М.: Россельхозиздат. 1985. 42 с.
- Диксон Д., Скура С., Карпентер Р., Шерман П. Экономический анализ воздействий на окружающую среду. Изд-во ВИТА. М., 2000. 186 с.
- Еськов А.И., Новиков М.Н. Эффективность основных направлений использования торфа в сельскохозяйственном производстве // Освоение экосистем и рациональное природопользование на торфяных почвах. Киров, 2003. С. 151-158.
- Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. 148 с.
- Заславский М.Н. Эрозиеведение. М.: Высшая школа, 1983. 320 с.
- Зотов А.А., Тебердиев Д.М., Шамсутдинов З.Ш. Методические подходы к экономической и агроэнергетической оценке природоохранной роли сенокосов и пастбищ // Агроэкологический вестник. № 4. 2003. С. 7-10.
- Зотов А.А. Природоохранная роль лугопастбищных экосистем // Кормопроизводство. № 11. 2007. С. 7-11.
- Короткова Е.И. Динамика развития типчаково-ковыльной заповедной степи Аскания-Нова в

- связи с условиями погоды // Ботанический журнал. Т. 42. № 6. 1957. С. 430-442.
- Косолапов В.М., Уланов А.Н., Глубоковских А.Л. Теоретические основы и комплекс технологических приемов создания устойчивой кормовой базы на осушенных и выработанных торфяниках // Адаптивное кормопроизводство: проблемы, решения. М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2002. С. 180-195.
- Кутузова А.А., Зотов А.А., Трофимов И.А. и др. Нормы нагрузки пастбищ Прикаспийского региона. М., 1995. 25 с.
- Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Проворная Е.Е. Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. М., 2007. 31 с.
- Михалев С.С. Основы болотоведения. М., 2005. 258 с.
- Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов в основных типах растительности земного шара. М.–Л.: Наука, 1965. 254 с.
- Сочава В., Липатова В., Горшкова А. Опыт учета полной продуктивности надземной части травяного покрова // Ботанический журнал. Т. 47. № 4. 1962. С. 473-484.

METHODS OF THE INTEGRATED ASSESSMENT OF NATURAL PASTURE ECOSYSTEMS

© 2009. A.A. Zotov*, N.Z. Shamsutdinov**, A.A. Chamidov***, Z.Sh. Shamsutdinov*, N.S. Orlovsky****

*V.R. Williams All-Russian Fodder Research Institute
Russia, 141550 Moscow area, Lobnya, Naucshny Gorodok, E-mail: aridland@mtu-net.ru

**A.N. Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering of Land Reclamation
Russia, 127550 Moscow, ul. Bolshaya Akademischeskaya, d. 44, E-mail: aridland@mtu-net.ru

***Uzbek Institute of Sheep Breeding and Deserts Ecology Research
Uzbekistam, 703000 Samarkand, ul.M. Ulugbeka, 47, E-mail: obid5@yandex.ru

****Blaustein Institute for Desert Research, Ben-Gurion University of the Negev
Israel, 84990 Sede Boker Campus, E-mail: nicolai@bgumail.bgu.ac.il

Abstract. Pasture ecosystems possess vast fodder resources (pasture forage, grassy weight for hay, silo, etc.). Annually formed resource of natural pasture ecosystems forage makes 160 million tons of dry matter or 145 billion fodder units. These pastures of the country, alongside with fodder weight accumulate 550 million tons of organic matter in underground part and render significant influence to reproduction and preservation of optimum parameters of environment. On the basis of the analysis and generalization of experimental multitude data the methods of natural pasture ecosystems complex estimation by energy and economic criteria are developed. Offered methods alongside with an estimation of the fodder weight measured by the contents of fodder units, allow to estimate the efficiency of pasture ecosystems by the contents of total and metabolizable energy, and also to define their nature protection role. By offered technique of economic and ecological functions the complex estimation of natural pasture ecosystems of tundra, wood, forest-steppe, steppe, semidesert and desert zones of Russia is given. The first time application of the given method has allowed estimating for the energy quantity accumulated in pasture ecosystems at a level 3 thousand Tjoule of gross energy.

Keywords: integrated estimation, energy estimation, pasture ecosystems, exchange energy, gross energy, nature protective role, fodder resources.

=ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ=

УДК 631.421:528.9 (470.67)

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДАГЕСТАНА

© 2009 г. Н.В. Стасюк*, Е.П. Быкова*, М.З. Залибекова**, А.К. Саидов**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова Россия, 119992 г. Москва, Воробьевы горы, МГУ, факультет почвоведения **Прикаспийский Институт биологических ресурсов ДНЦ РАН Россия, 367025 г. Махачкала, ул. Гаджиева, 45, E-mail: pibrdncran@iwt.ru

Реферат. Рассмотрены результаты многолетнего использования материалов аэрофото- и космосъемки в почвенной и почвенно-тематической картографии, оценке состояния сельскохозяйственных угодий Дагестана, почвенно-экологическом районировании, оценке деградации почв и оперативном почвенном мониторинге.

Ключевые слова: гидроморфные, космосъемка, дистанционные, деградационный, опустынивание, мониторинг, дешифрирование, земельные ресурсы, эрозия.

Главная особенность почвенного покрова Дагестана – выраженные временные изменения, оцениваемые как деградация, обусловленные засолением, опустыниванием, дефляцией и водной эрозией. В связи с тем, что региональный почвенный мониторинг в Дагестане пока не внедрен, необходима актуализация последних почвенных и почвеннотематических карт с использованием дистанционных материалов. Крупномасштабное картографирование почвенного и растительного покрова Дагестана на основе материалов аэрофотосъемки по распоряжению МСХ Дагестана ведется с 50-ых годов прошлого века, а с использованием материалов космосъемки. Крупномасштабные c геоботанические карты всей территории Терско-Кумской низменности и приморских участков других низменных районов составлены на площадь более 1.5 млн. га, а для гидроморфных ландшафтов, используемых в основном под орошаемое земледелие, на площадь более 500 тыс. га. Кроме того, имеются крупномасштабные почвенные карты, карты засоления, агроэкологические и агромелиоративные карты. На основе обобщения крупномасштабных карт и также с использованием дистанционных материалов, составлены "Карта растительности Дагестанской АССР" (Чиликина и др., 1962) и "Почвенная карта Дагестанской АССР "(Молчанов и др., 1987).

Использование в качестве картографической основы материалов аэрофото- и космосъемки открыло огромные перспективы в исследовании земель Дагестана – изучаются временные изменения почвенного покрова и типа фитоценозов, проведен количественный анализ динамики почвенного покрова гидроморфных ландшафтов, дана оценка его деградации, составлен прогноз изменений на будущее, на основе наземной съемки отработаны дешифровочные признаки оценки состояния земельных и почвенных ресурсов Дагестана.

Актуализация почвенных и почвенно-тематических карт ведется на основе тех же дешифровочных диагностических признаков, с учетом которых составлялись предшествующие карты. В настоящей работе мы рассмотрим результаты многолетнего использования в Дагестане материалов аэрофото- и космосъемки в почвенной и почвенно-тематической картографии, оценке состояния с/х угодий, почвенно-экологическом районировании, оценке деградации почв и оперативном почвенном мониторинге.

Оценка состояния сельскохозяйственных угодий

В низменном Дагестане земли используются в орошаемом земледелии как пастбища и сенокосы. Применение аэрофотоматериалов при крупномасштабной наземной съемке позволило достоверно дешифрировать состояние сельскохозяйственных угодий, определять эффективность мелиоративных и агрономических мероприятий в сельском хозяйстве (Федоров, Стасюк, 1975).

Наиболее продуктивными являются вейниковые, тростниково-вейниковые тростниковые ценозы (25-30 ц/га) на незасоленных и слабозасоленных луговых и луговоболотных почвах. Они расположены в плавнях Кумы по границе с Калмыкией, в нижних течениях рукавов Терека – Каргалинский прорыв, Таловка, Кардонка, Средней, Бороздинской Прорвы. Тон аэрофотоснимков участков, занятых указанными ценозами, равномерный темно-серый. По мере увеличения засоления почв уменьшается проективное покрытие рассматриваемых ценозов, в их составе появляются угнетенные формы растений, внедряются солеустойчивые виды растений - солончаковая полынь, ажрек, франкения и солянки. Урожайность таких ценозов на среднезасоленных луговых почвах составляет 10-15 ц/га. Фототон аэрофотоснимков однородный серый. Эти сенокосы расположены по побережью Каспийского моря и в обширных высыхающих озеровидных депрессиях Ногайской степи и дельты Терека.

Урожайность сенокосов на сильно засоленных луговых почвах не превышает 10 ц/га, растительный покров их изреженный злаково-солончаково-полынный с примесью однолетних и многолетних солянок. Тон аэрофотоматериалов светло-серый с точечно-мелкопятнистой фактурой. Основные, массивы таких сенокосов расположены в дельте Терека. К 70-ым годам прошлого века площади высокоурожайных сенокосов северного Дагестана резко сократились в связи с обсыханием побережья Каспийского моря и увеличением засоления почв. После 1978 года в связи с трансгрессией моря начался новый этап заболачивания низменного побережья.

Основные пастбищные угодья Терско-Кумской низменности – массивы злаковополынных и эфемерово-полынных ценозов. В дельте Терека их площадь незначительна, они приурочены к древней западной части аллювиальной равнины. Урожайность этих ценозов колеблется от 3 до 8 ц/га сухой поедаемой массы; цвет аэрофотоснимков светло-серый равномерный. Несоблюдение пастбищных нагрузок привело к замене основных высокоурожайных видов растений на менее продуктивные виды, а также к внедрению пастбищных сорняков и солянок. На почвах легкого механического состава при этом появляются участки, лишенные растительного покрова которые часто подвергаются ветровой эрозии. Изображение на аэроснимках сильно сбитых участков пастбищ имеет белесый фототон с точечно-пятнистой фактурой. Участки с признаками пастбишной обследованной территории составляют более 50% от общей площади пастбищ. Особенно в плохом состоянии находятся травостой скотопрогонов, водопойных площадок и массивов песков Терско-Кумской низменности.

Аэрофотоматериалы орошаемых массивов пашни с густым покровом культурных растений имеют серую окраску с хорошо дешифрируемыми элементами оросительных и дренажных систем. Тон аэрофотоснимков высокопродуктивных садов и виноградников также серый, но с точечно-линейной текстурой, обусловленной линейной ориентацией рядов посадок. Ухудшение агромелиоративного состояния плодово-ягодных насаждений и пашни хорошо дешифрируется по изменению окраски их аэрофотоотображения. При прогрессирующем засолении почв этих сельскохозяйственных угодий окраска аэроснимков светлеет. При появлении пятен солончаков исчезает равномерность тона аэрофотоснимков. Они приобретают неравномерную пятнистую светло-серо-белую окраску.

Наземное почвенное картографирование на основе аэрофотоснимков выявило АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2009, том 15, № 2 (38) значительные площади засоляющейся пашни, садов и виноградников, но отсутствие заболачивания в результате орошения. Засоление усилилось в восточных и северных участках дельты Терека. Здесь интенсивно засоленных с/х угодий более 65%. Главная причина — плохое состояние дренажных систем, эффективность работы которых также успешно устанавливается по окраске аэроснимков. Интенсивное рассоление почвенной толщи сопровождается увеличением интенсивности серых тонов окраски аэрофотоснимков и, наоборот, наличие у дренажных систем контуров белой и белесой окраски свидетельствует о плохой работе дрен. По этим признакам установлено, что некоторые дренажные системы функционируют неудовлетворительно в связи с заиливанием ложа дрен, разрушением откосов каналов и зарастанием их сорной водной растительностью.

Тематическое районирование и дешифрирование почв

Работами многих ученых и целым рядом методических пособий показана высокая точность и экономичность почвенно-картографических исследований с применением аэрофотоматериалов. Особенно целесообразно применение при районировании и картографировании слаборасчлененных территорий, каким является низменный Дагестан, но со сложным почвенным покровом (Федоров, Стасюк, 1971; Федоров и др., 1996).

Топографические материалы здесь не позволяют с достаточной достоверностью выявить закономерности пространственной организации почвенного покрова. Применение аэроматериалов позволяет устанавливать закономерности распределения почв аллювиальных и приморских равнин, определять структуру их почвенного покрова, диагностировать на качественном уровне характер и степень засоления почв в естественном состоянии и при антропогенном воздействии. Незаменимы дистанционные материалы и при картографировании почв горных районов Дагестана, труднодоступных и сложных в связи со сложными рельефными условиями (Федоров, Стасюк, 1971; Молчанов и др., 1987).

Подробно рассмотрим прямые и индикационные дешифровочные признаки состояния почвенного покрова (и качественные, и количественные), которые необходимо учитывать при автоматизированной обработке аэрофото и космоснимков.

В пределах дельты Терека по условиям почвообразования и составу почвенного покрова выделяются два почвенно-экологических района: приморский и аллювиальный, породы и почвы которых имеют устойчивые диагностические аэрофотопризнаки.

Район аккумулятивно-морских равнин — восточная часть дельты, непосредственно примыкающаяся к Каспийскому морю, плоская приморская равнина с незначительными перепадами высот (0.2-1.5 м). Почвообразующие породы — морские легкие отложения повышенных элементов рельефа, песчаные отложения лагун, песчаные массивы кос и террас, отложения тяжелого гранулометрического состава. Аналогичные породы характерны большей части Терско-Кумской низменности. Состав почвенного покрова района и трех его подрайонов представлен в таблице 1 (Стасюк, 2005).

Легкие отложения повышенных элементов рельефа приурочены к морским валам (бурунам). Это длинные (до 1 км) полосы с плоскими вершинами, ширина их 40-80 м, высота не более 1.0 м; они служат почвообразующими породами слаборазвитых и слабозасоленных светло-каштановых почв, сформированных под изреженным покровом эфемерово-полынных ценозов. На аэрофотоснимках они хорошо дешифрируются по параллельному расположению по отношению к береговой линии моря, а также по ровным границам. Окраска снимков однородная, светло-серая.

Песчаные отложения обсыхающих лагун — служат почвообразующими породами бугристых солончаков. Контуры их имеют овальную форму, преимущественно северовосточной ориентации, крупных массивов не образуют. Дешифрируются по мелкобугристой

поверхности и мелкоточечной фактуре аэроснимков на белом фоне, обусловленной разрозненными кустами сарсазана и селитрянки составляющими основной фон растительности этих почв.

Пески дешифрируются по меридиональному простиранию, бугристо-ячеистому характеру рельефа и ребристо-пятнистой фактуре снимков на белом фоне.

Таблица 1. Состав почвенного покрова (Стасюк, 2005). **Table 1.** The structure of the soil cover (Stasjuk, 2005).

| | | | I | Точвы | | | | Засс | ление | | |
|---|------|---|----------------------------|---------|-----------------|-----------|-------------------------|------------------|--------------------------|------------------------------------|--|
| Подрайоны | Годы | Светло-каштановые реликтовогидроморфные | Лугово-светло каштановые Х | Луговые | Лугово-болотные | Солончаки | Глубоко- и незасоленные | Высокозасоленные | Поверхностно- засоленные | Сильно поверхностно- засоленные | Пространственная организация почвенного покрова |
| | |] | РАЙ (| OH A | ΚУ | | ИТКІ | ВН | | | КИХ РАВНИН |
| в 1 — | 1990 | - | - | 25 | 50 | 25 | - | - | 75 | 25 | Моногенные ареалы почв и |
| трансгрессив- ной деграда- ционной дифференци- ации | 1970 | - | - | 50 | 25 | 25 | - | - | 75 | 25 | болотно-солончаковые комплексы (50%) Моногенные ареалы почв и болотно-солончаковые комплексы (50%) |
| | 1990 | - | - | 37.9 | - | 62.1 | - | - | 37.9 | 62.1 | Гидроморфно-солончаковые |
| в 2 – трансгрес- сивной деградации | 1980 | - | - | 53.4 | - | 46.6 | - | - | 53.4 | 46.6 | комплексы с высоким содержанием солончаков и моногенные ареалы солончаков (45%) Гидроморфно-солонча ковые комплексы и моногенные ареалы почв (30%) |
| | 1989 | 20.2 | 8.7 | 3.0 | - | 68.1 | 2.0 | - | 29.9 | 68.1 | Полупустынно-древне- |
| в 3 - очагового опустыни- вания | 1969 | 21.2 | 10.1 | 4.0 | - | 64.7 | 2.2 | 2.5 | 30.6 | 64.7 | гидроморфно-солончаковые комплексы (87%) с высоким содержанием солончаков и моногенные ареалы почв Полупустынно-древнегидроморфно-солончаковые комплексы (86%) с высоким содержанием солончаков и моногенные ареалы почв |

В Приморском районе доминируют морские отложения тяжелого гранулометрического состава, занимающие обширные слабо дифференцированные участки. Форма участков лагунно-лиманная, ориентация преимущественно меридиональная, поверхность ровная, со слабым понижением к центру. На них формируются луговые почвы разной степени засоления и типичные солончаки. Слабозасоленные почвы развиты под вейниковотростниковыми растительными ценозами. На аэроснимках они имеют равномерный темносерый фототон. По мере увеличения засоления цвет снимков осветляется в связи с уменьшением покрытия травостоя и появлением угнетенных форм растений, а также солянковых ценозов. Различие аэроснимков слабозасоленных и сильнозасоленных луговых почв четкое, легко поддающееся дешифрированию. На тяжелых морских осадках солончаки

имеют повсеместное распространение в пределах этого района. Аэроснимки солончаков белые, с неравномерной точечной фактурой, обусловленной единичными экземплярами многолетних солянок; отличие от снимков других почв района четкое, контрастное. По характеру сочетания дешифрировочных признаков элементов почвенного покрова и строения территории в пределах приморского района выделяются три подрайона: северный – в 1, центральный – в 3 и южный – в 2 (табл. 1).

Плавневый северный подрайон (в 1) занимает северо-восточную часть дельты и восточную часть Терско-Кумской низменности и характеризуется малым возрастом и слабой дифференциацией рельефа. В нем повсеместное распространение имеют тростниковые ценозы. Почвенный покров — обширные нерасчлененные массивы слабо- и среднезасоленых луговых почв, болотных почв и солончаков, сформированых на однотипных слоистых озерно-болотных отложениях тяжелого гранулометрического состава. Дешифровочные признаки почвенного покрова — равномерный серый фототон на аэроснимке и размытые границы почвенных контуров.

Центральный (в 3) наиболее древний и наиболее сложный участок района с широким распространением полупустынных комплексов почв (светло-каштановых¹, солончаков, луговых). На аэроснимке они имеют изображение в виде пятен светло-серого тона для светло-каштановых почв и белесых пятен солончаков. Дешифровочные признаки четкие, очень контрастные.

Почвенный покров южного участка (в 2) представлен луговыми средне- и сильнозасоленными почвами с солончаками. Степень выраженности признаков этих почв менее контрастная, чем в центральном районе, но достаточно четкая.

<u>Аллювиальный район</u> занимает наибольшую площадь дельты, отличается большим разнообразием литолого-геоморфологических условий почвообразования. Это аллювиальная равнина, с хорошо развитой современной и древней гидрографической системой. В пределах района по составу почвенного покрова и признакам на аэофотоматериалах выделяются четыре подрайона: новая дельта а 1, центральный а 2, северный а 3, западный а 4 (табл. 2).

Новая дельта (а 1) - южная часть аллювиального района, наиболее молодая. Здесь широко развиты современные аллювиальные процессы, связанные с интенсивной деятельностью мощной современной гидрографической сети Нового Терека. В растительном покрове доминируют злаковые (тростниковые, тростниково-вейниковые и вейниковые) ценозы со значительной примесью татарской лебеды. Солянковые ценозы редки в восточной части участка. Преобладают тяжелые аллювиальные осадки и глинистые отложения плавней. Повсеместно распространены нечетко дифференцированные комплексы луговых почв слабого и среднего засоления с незначительным участием луговых солончаков, ареалы которых единичны. Новая дельта имеет хорошо дешифрируемые признаки современных аллювиальных процессов (конусы отложения приносного материала, водотоки, старицы, плавни) в сочетании с признаками слабой дифференциации почвенного покрова (отсутствие четкой цветовой градации рисунка на аэроснимках, размытость границ почвенных Преобладающая контуров). окраска контуров на снимках равномерная соответствующая луговым почвам, с темно-серыми пятнами открытых водных поверхностей дельтовых водоемов. Серый фон снимков светлеет в восточном и южном направлениях в связи с увеличением степени засоления почв и появлением контуров солончаков.

Центральный подрайон а 2 занимает наибольшую площадь аллювиального района. Почвообразующие породы — аллювиальные отложения различного состава. Почвенный покров — луговые разной степени засоления; луговые солончаки и светло-каштановые почвы. Характерна также высохшая древняя гидрографическая система. Прирусловые валы ее

^{1 –} здесь и далее светлокаштановые реликтово-гидроморфные почвы.

сложены легкими аллювиальными отложениями со светло-каштановыми почвами. Дешифровочные признаки — удлиненная ветвистая форма контуров светло-серого цвета, часто с мелкоточечной фактурой снимков, обусловленной единичными экземплярами тамарикса и лоха серебристого на равномерном фоне эфемерово-полынных ценозов. Засоление светло-каштановых почв слабое. Изменение окраски снимков при переходе к полойным зонам резкое, границы контуров сильно расчлененные, контрастные. Важный дешифровочный признак светло-каштановых почв и легких аллювиальных отложений — темная, узкая (10-25 м) осевая полоса вдоль контуров этих образований, соответствующая руслу водотока.

Таблица 2. Состав почвенного покрова (Стасюк, 2005). **Table 2.** The structure of the soil cover (Stasjuk, 2005).

| | | Почвы Засоление | | | | | | | | | |
|--|------|---|--------------------------|---------|-----------------|-----------|-------------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------------|--|
| Подрайоны | Годы | Светло-каштановые реликтовогидроморфные | Лугово-светло каштановые | Луговые | Лугово-болотные | Солончаки | Глубоко- и незасоленные | Высокозасоленные | Поверхностно- засоленные | Сильно поверх-ностно- засоленные | Пространственная организация почвенного покрова |
| | | | | PΑ | ЙОН | ΑЛ | ЛЮВ | ИАЛ | ЬНЬ | X P | АВНИН |
| | 1989 | 0.9 | 6.0 | 67.1 | 0.3 | 25.7 | 0.2 | - | 74.1 | 25.7 | Гидроморфно-солончаковые |
| а 1 — деградацио нной дифференц иации | 1969 | 1.0 | 6.6 | 87.3 | 0.5 | 4.6 | 9.9 | 27.1 | 58.4 | 4.6 | комплексы с низким содержанием солончаков и моногенные ареалы почв (26%) Моногенные ареалы почв и пятнистости с гидроморфносолончаковыми комплексами (15.2%) |
| 2 | 1990 | 1.0 | 0.5 | 54.0 | 14.0 | 30.5 | 4.9 | 14.0 | 50.6 | 30.5 | Моногенные ареалы почв и |
| а 2 — антропо- генной трансфор- мации и деградации | 1970 | 1.0 | 0.5 | 66.4 | 2.2 | 29.9 | 12.3 | 10.0 | 47.8 | 29.9 | пятнистости с гидроморфно- солончаковыми комплексами (35%) Моногенные ареалы почв и пятнистости с гидроморфно- солончаковыми комплексами (23%) |
| | 1989 | 0.1 | 0.05 | 21.9 | - | 78.0 | - | - | 22.0 | 78.0 | Гидроморфно-солончаковые |
| а 3 — деградации | 1969 | 0.1 | 0.05 | 31.5 | - | 68.4 | - | 0.2 | 39.5 | 68.4 | комплексы с высоким содержанием солончаков и моногенные ареалы солончаков (55%) Моногенные ареалы почв с гидроморфно-солончаковыми комплексами (40%) |
| - 4 | 1990 | 36.2 | 3.6 | 35.3 | - | 24.9 | 14.4 | 9.9 | 51.8 | 24.9 | Моногенные ареалы почв и |
| а 4 – очагового опусты- нивания | 1970 | 36.2 | 3.6 | 37.3 | - | 22.9 | 17.7 | 19.9 | 39.5 | 22.9 | пятнистости с полупустынно- древнегидроморфно-солон- чаковыми комплексами (39%) Моногенные ареалы почв и пятнистости с полупустынно- древнегидроморфно-солон- чаковыми комплексами (43%) |

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2009, том 15, № 2 (38)

Полойные зоны подрайона сложены тяжелыми аллювиальными отложениями. Луговые почвы со слабым засолением с густым злаковым покровом имеют на аэрофотоснимках однородный, темно-серый фототон, а при среднем и сильном засолении этого же типа — серый фототон с мелкоточечной фактурой. Осветление окраски фотоизображения луговых почв при увеличении степени засоления обусловлено заменой злаковых ценозов злаково-солончаково-полынными и солончаково-полынно-солянковыми ассоциациями со значительно меньшим покрытием травостоя, чем первые. Луговые почвы средне- и сильнозасоленные формируются под изреженными кермеково-однолетнесолянковыми ценозами со значительной примесью солончаковой полыни и многолетних солянок. Массивы этих почв, как правило, имеют мелкие пятна солончаков. Снимки контуров их светло-серые с мелкопятнисто-точечной фактурой.

Луговые солончаки центрального подрайона распространены под однолетними солянками с многочисленными кустами солянки древовидной. Аэроснимки этих почв белесые с равномерной мелкоточечной фактурой. Солончаки с очень изреженным однолетнесолянковым растительным покровом, с многочисленными оголенными пятнами имеют осветленный фотон и нечеткие границы.

Северный подрайон а 3 характеризуется резким преобладанием в составе почвенного покрова в связи с бессточностью территории сильнозасоленных луговых почв и солончаков (табл. 2). Повсеместное распространение имеют полынно-солянковые и соляковые ценозы. Подрайон имеет аналогичные центральному дешифрирующие признаки почв, но резко отличается от последнего составом почвенного покрова (табл. 2). Общая окраска аэроснимков участка светло-серо-белесая. Несмотря на незначительную цветовую градацию аэроснимков, границы луговых почв и солончаков четкие, позволяющие достоверно дифференцировать почвенный покров по типовому составу и степени засоления отдельных его компонентов.

Почвенно-геоморфологическое своеобразие западного подрайона а 4 определяется его Куру-Чубутлинской Сулу-Чубутлинской вершине древних И расположением В гидрографических систем с четкой геоморфологической дифференциацией территории на прирусловые и полойные зоны, с обширными массивами песков и многочисленными старицами, сохранившимися до настоящего времени. Возраст (более 1000 лет) и глубокое залегание грунтовых вод способствуют широкому развитию здесь автоморфных почв с четкой, контрастной дифференциацией их типов, состава и свойств. Доминируют легкосуглинистые и супесчаные светло-каштановые почвы в сочетании с луговыми и солончаками тяжелого гранулометрического состава. Значительные площади занимают пески. Светло-каштановые почвы расположены на обширных прирусловых повышениях, луговые почвы и солончаки занимают пониженные участки полойных зон. Растительный покров светло-каштановых почв эфемерово-полынный, с незначительным участием ковыльных и ковыльно-полынных ценозов. Фототон их на аэроснимках светло-серый с мелкопятнистой фактурой, обусловленной неравномерным распространением и покрытием растительности.

Луговые почвы средне и сильно засолены, формируются под довольно густым покровом кермеково-злаковых ценозов с небольшой примесью однолетних солянок. На аэроснимках эти почвы имеют темно-серый фототон, границы контуров четкие, нерасчлененные.

Солончаки этого подрайона имеют аналогичные дешифровочные признаки с солончаками других участков аллювиального района. Отличаются от них более четкими границами и более четким, контрастным аэрофотоотображением. Растительный покров их однолетнесолянковый.

Основной дешифрировочный признак песков западного участка — широтное простирание их массивов, обусловленное преобладанием здесь ветров восточных румбов. Рельеф песков

бугристо-гривистый. Вершины бугров и грив лишены растительности. Поэтому они имеют на аэроснимках светлый фототон. Растительный покров межгривных понижений вейниковотростниковый, с единичными экземплярами песчаной полыни. Межгривные понижения имеют светло-серый фототон с точечной фактурой. Общая окраска массивов песков на аэрофотоматериалах неравномерная, пятнистая светло-серо-белая.

Общие дешифровочные признаки подрайона — очень контрастный, четкий характер аэрофотоотображения. Преобладает светло-серый фототон, соответствующий светло-каштановым почвам, с темно-серыми пятнами луговых почв и белыми контурами солончаков.

Основные дешифрировочные признаки почв естественных условий формирования изменяются в условиях орошения. Форма их контуров приобретает резкие, угловатые очертания, соответствующие распределению оросительных и дренажных систем. Преобладающий фототон виноградников и садов — серый, с мелкоточечной полосчатой фактурой, бахчи имеют светло-серый тон с пятнистым и полосчатым рисунком. Почвы под пашней с покровом сельскохозяйственных культур имеют равномерную серую окраску с хорошо дешифрируемыми элементами мелиоративных систем. На аэроснимках эти участки белые, с прямоугольными границами используемых контуров почв. Цвет почв, затопленных водами при орошении, темно-серый, гомогенный.

Дешифровочные признаки вторичных луговых солончаков рассматриваемого участка – светлый, почти белый фототон, с тонкополосчатой светло-серой фактурой, обусловленной мелкими оросительными каналами.

Материалы космосъемки эффективны при определении интенсивности влияния трансгрессивно-регрессивных ритмов Каспийского моря на Дагестанском побережье. Сравнительный анализ разновременных космических снимков — 70-ых годов прошлого века (регрессия моря), 80-ых годов (начало трансгрессии моря) и первых лет XXI века (30-летнее трансгрессивное состояние Каспийского моря) позволил выделить ландшафты прямого, опосредованного и косвенного влияния моря на Терско-Кумской низменности. По космоснимкам четко и оперативно контролируется также перемещение песков.

Состав фитоценозов, засоление почв и дешифровочные признаки

Фитоценозы не только самый фотофизиономичный компонент наземных экосистем. Их состав по данным наземной съемки является надежным индикатором интенсивности засоления почв. Проведено сопряженное изучение связи глубины солевых выцветов в почвах, количества солей с составом фитоценозов и дешифровочными признаками в целях картографирования засоления почвенного покрова (Стасюк и др., 1999).

Основной тон изображения засоленного почвенного покрова пятнистый, созданный белесым и серым тонами различной текстуры.

Установлено, что прослеживается корреляция состава фитоценозов с глубиной засоления и количеством солей в слое 0-30 см. Солянковые фитоценозы при проективном покрытии поверхности почвы менее 30% в приморской зоне дельты диагностируют типичные солончаки, содержащие соли с поверхности, вероятное значение средних колебаний которых составляет 2.46±0.26. Солянковые фитоценозы при проективном покрытии поверхности почв более 50% также являются индикатором типичных солончаков, но вероятное значение средних колебаний солей в слое 0-30 см составляет 1.35±0.13%. Пятна, лишенные растительности, являются показателем самого высокого содержания солей в типичных солончаках в приморской части дельты, в вероятных пределах 4.05±0.67%. Сообщества тамарикса и солянково-злаковые фитоценозы при участии других ценозов диагностируют луговые солончаковые почвы, содержащие соли, залегающие ниже 5 см, среднее количество

которых варьирует в пределах средних и сильных степеней засоления, но превышает 1% при хлоридно-сульфатном и сульфатном химизме. Сообщества селитрянки по бугристым солончакам характерны при сульфатно-хлоридном и хлоридном химизма засоления почв песчаного и супесчаного гранулометрического состава.

Оперативный мониторинг деградации почвенного покрова

почвенных ресурсов научно-обоснованное Рациональное использование ЭТО управление их плодородием с обязательной системой почвенного мониторинга, важным этапом которого является оперативная оценка динамики деградация почв. Оперативной оценкой обеспечивается не только быстрый контроль деградации почв по разновременным дистанционным материалам и разработанным дешифровочным признакам, но и дается оценка правильности или необходимости корректировки дальнейшего использования земель. наиболее диагностируют масштабы показатели полно пространственной деградации почв и какие требования к ним предъявляются? Общие требования – объективность и интегральность отражения пространственных деградационных изменений почвенного покрова, хорошая индикация используемых показателей на аэрофотои космоснимках и возможность с их помощью быстрой количественной оценки масштабов и интенсивности протекающих процессов деградации.

Как показали многолетние исследования, динамика деградации почвенного покрова гидроморфных ландшафтов Дагестана отражается динамикой площадей засоленных почв и солончаков.

Возможность использования динамики площадей солончаков в гидроморфных ландшафтах для контроля общей деградации их почвенного покрова нами показана на примере многолетних исследований в дельте Терека.

Относительные площади различных групп моногенных ареалов солончаков в подрайонах дельты различны, но отмечается рост в них относительных площадей ареалов солончаков определенной площади. Для всех подрайонов дельты характерен широкий размах вариации, исходя из показателей максимальных и минимальных значений, значительных линейных и квадратичных отклонений, коэффициентов вариации, которые составляют 26-42% по периодам наблюдений. Но в целом отмечается многолетний рост средней площади контура солончаков, особенно в комплексных участках. В подрайоне а 1 (табл. 2) это проявляется в формировании новых мелкоконтурных ареалов солончаков, в западной части подрайона а 2 – моногенных ареалов солончаков площадью менее 25 га, в его северной части – ростом крупноконтурных ареалов солончаков (более 100 га), подрайоне а 3 – также ростом крупноконтурных ареалов солончаков, в подрайоне а 4 – ростом среднеконтурных ареалов солончаков, в подрайоне трансгрессивной деградации в 2 – за счет мелкоконтурных ареалов солончаков, в подрайоне в 3 – нарастанием моногенных ареалов солончаков площадью 100-25 га. Современными деградационными процессами охвачены почвы наименее засоленных в прошлом участков дельты – южного, юго-восточного и юго-западного, которые требуют постоянного контроля.

Таким образом, в целом, в гидроморфных ландшафтах общую относительную деградацию почвенного покрова можно определять масштабами участия солончаков – типичных, луговых, древнегидроморфных. Увеличение их площадей на разновременных аэрокосмоснимках свидетельствует об ухудшении экологического состояния почвенного покрова. При слабой деградации – солончаков в составе почвенного покрова отмечается 25-30%, при средней – до 50% и сильной – более 50%. Однако, временным показателем интенсивности идущего засоления почвенного покрова являются темпы засоления – скорость увеличения относительных площадей солончаков за год. Они низкие, если составляют менее

0.2 % в год, средние – до 0.5% в год и высокие – до 1% в год (Стасюк, 2005). Темпы засоления почвенного покрова устанавливаются легко на основе сравнительного анализа разновременных аэрофото- и космоснимков, на которых солончаки, как мы отмечали, четко и уверенно дешифрируются.

Опустыниванием в основном охвачен почвенный покров Терско-Кумской низменности и древних участков дельты Терека. Диагностическими показателями являются: наличие в почвенном покрове участков с полной потерей биологической продуктивности – голых, пухлых, бугристых солончаков, очагов развеваемых песков и техногенных ареалов (Стасюк и др., 2004). Они также хорошо дешифрируются на дистанционных материалах. Выделяются три степени нарушения почвенного покрова в результате опустынивания. Опустынивание очаговое (слабое) характеризуется наличием 10-12 % площадей ареалов опустынивания. Нарастающее опустынивание (среднее) – 20-25% и площадное (сильное) – ареалы опустынивания суммарно занимают более 45% площади (прикумские пески и центральная часть Терско-Кумской низменности). На рассматриваемой территории имеются также участки, где очаги опустынивания занимают более 80% площади. Темпы опустынивания почвенного покрова - главный диагностический показатель интенсивности деструктивного процесса: слабые (низкие) равны 0.05-0.1% в год, средние – 0.2-0.3% в год и сильные – более 0.4% в год. Последний показатель рассчитан на основе имеющихся данных изменения площадей опустыненных земель в Терско-Кумской низменности за 38 лет: 13.7% – в 1962 году и 27.9% – в 2000 году (Чиликина и др., 1962). Первый показатель установлен по данным динамики опустынивания земель древних участков дельты Терека (увеличение на 5% их площади за 70 лет, что составляет скорость роста -0.1% в год в XX веке).

Водная эрозия — интенсивный деструктивный процесс в почвенном покрове горного Дагестана. Горными непочвенными образованиями по данным середины 80-ых годов XX века (Молчанов и др., 1987) было занято 7.2% площади горной части. Это оползни, аллювиальные валунно-галечниковые отложения, выходы горных пород и осыпей, ледники, снежники. По современным данным дешифрирования космических снимков вдвое выросли в горах площади оползней, а впервые установленные площади сильноэродированных земель, почти полностью лишенных почвенного покрова, составили 23.2%.

Как видно, временные масштабы опустынивания и сильной эрозии почв в Дагестане близки, несмотря на различие геоморфологических и климатических условий, что свидетельствует об интенсивно текущих здесь деструктивных процессах в почвенном покрове. С диагностическими показателями темпов эрозионных нарушений почвенного покрова горных ландшафтов мы считаем при оперативной оценке показатель ежегодного изменения площадей непочвенных образований и площадей сильноэродированных земель.

При проведении оперативного регионального мониторинга необходимо контролировать также масштабы катастрофических разливов рек, площади затопления почв, которые стали частыми в конце XX и начале XXI века в Дагестане, а также

Проведенная оценка современной деградации почвенного покрова Дагестана показала, что орошаемые земли дельты Терека и Терско-Сулакской низменности характеризуются в целом слабой деградацией. В наименьшей степени подвержен опустыниванию почвенный покров западной части Терско-Кумской низменности. Максимально засолены земли приморских участков равнинного Дагестана, как и максимально деградированы — северной и центральной части Терско-Кумской низменности. Сильной эрозией с выходами горных пород отличается юг горного Дагестана и запад центральной части горного Дагестана. Но в целом, почвенный покров Дагестана сильно дифференцирован по степени деградации. Суммарно, в XX веке площади сильно деградированных земель в Дагестане в среднем удвоились (Стасюк, 2006).

При таких темпах деградации почвенного покрова имеется настоятельная необходимость

внедрения почвенного мониторинга, принципы проведения которого в Дагестане разработаны, его нельзя заменить только актуализацией карт. Во-вторых, использование почвенных ресурсов должно быть оптимально-экологическим — со снижением пастбищных нагрузок, улучшением травостоя пастбищ, реконструкцией инженерных оросительно-дренажных систем, сокращением площадей риса, снижением площадей отчуждения земель под элементы народохозяйственной инфраструктуры. Научно обоснованным должно быть также соотношение площадей сельскохозяйственных угодий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Молчанов Э.К., Можарова Н.В., Стасюк Н.В. 1987. Почвенная карта Дагестанской АССР. М 1:300 000. Изд-во: ГУГК СССР.
- Стасюк Н.В. 2005. Динамика почвенного покрова дельты Терека. Махачкала: Изд-во ДНЦ РАН. 205 с.
- Стасюк Н.В. 2006. Особенности вековых изменений почвенного покрова Дагестана //Аридные экосистемы. № 29. Том 12. С. 16-26.
- Стасюк Н.В., Быкова Е.П., Буйволов Ю.А. 1999. Засоление почв и состав фитоценозов в дельте Терека //Аридные экосистемы. № 10. Том 5. С. 48-51.
- Стасюк Н.В., Добровольский Г.В., Залибеков З.Г., Саидов А.К., Добрынин Д.В. 2004. Оценка деградации и опустынивания почвенного покрова северного равнинного Дагестана // Экология. Том. 113. С. 172-178.
- Федоров К.Н., Стасюк Н.В. 1971. Применение аэрофотоматериалов для оценки состояния с/х угодий Северного Дагестана // Вестник МГУ. № 4. С. 84-90.
- Федоров К.Н., Стасюк Н.В. 1975. Аэрофотодешифрирование с/х угодий северного Дагестана. Проблемы с/х науки в МГУ. С. 29-32.
- Федоров К.Н., Рущенко В.К., Жиров А.А., Саидов А.К., Стасюк Н.В. 1996. Методические рекомендации по оценке и картографированию земельных ресурсов Кизлярских пастбищ. Фонды Госкомзема Республики Дагестан. 44 с.
- Чиликина Л.Н., Шифферс Е.В., Волкова И.Н., Яруллина Н.А. 1962. Карта растительности Дагестанской АССР. М 1:650 000. Изд-во: АН СССР.

REMOTE SENSING METHODS OF LAND RESOURCES ASSESSMENT IN DAGHESTAN

© 2009. N.V. Stasuk*, E.P. Bikova*, M.Z. Zalibekova**, A.K. Saidov**

*Moscow State M.V. Lomonosov University Russia, 119992 Moscow, Vorobievy gory, MSU, faculty of soil science

**Pricaspiyskiy Institute of biological resources of Daghestan scientific center of Russian academy of sciences Russia, 367025 MAkhachkala, M.Gadjiev st., 45, E-mail: pibrdncran@iwt.ru

Abstract. The paper presents the results of long-term usage of aero- photo- space images materials in soil and soil-thematic cartography, assessment of agricultural state of lands in Daghestan, soil and ecological soil degradation detecting, assessment and operative monitoring.

Keywords: hydromorphic, remote sencing, spatial, degradation, desertification, monitoring, detecting, land resources, erosion.

—ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ**—**

УДК 574.9: 577.4 (571.5)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ БИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ СТЕПНЫХ ГЕОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ

© 2009 г. Е.П. Бессолицына

Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук Россия, 664033 г. Иркутск, ул. Уланбаторская, 1, а/я 379, E-mail: bessol@irigs.irk.ru

Реферат. Продолжены многолетние наблюдения за динамикой биотических компонентов степных геосистем в зоне контаминации Саяногорского алюминиевого завода, выявлено негативное влияние техногенного загрязнения на численность и биомассу беспозвоночных животных. Разработаны концептуальные основы диагностики состояния степных геосистем и степени их трансформации, базирующейся на принципах структурно-функциональной организации почвенной биоты, дан прогноз развития экологической ситуации, показаны возможности использования характеристик зооценозов для оптимизации системы экологического контроля в условиях геохимических аномалий.

Ключевые слова: техногенное воздействие, степные геосистемы, почва, численность и биомасса беспозвоночных, структура зооценозов, состояние, экологический контроль.

Преобразование природной среды, связанное как с традиционными использованием земель, так и с возрастающим техногенным загрязнением, делает необходимым всесторонний анализ экологических последствий различных форм антропогенного влияния. Методологическая и целевая ориентация экологического контроля, необходимого для сохранения социально-экологических функций ландшафта и совершенствования стратегии сохранения эталонных природных комплексов и уникальных экосистем, путем регламентации антропогенных нагрузок, должны быть связаны с регистрацией и прогнозом изменений объектов живой природы естественных и нарушенных геосистем наряду с абиотическими компонентами. При организации мероприятий по рациональному освоению и охране природных ресурсов определенный интерес представляет оценка влияния трансформированных условий на элементы биоты и глубокий анализ экологических последствий антропогенных изменений.

Саяногорский алюминиевый завод (CaA3), введенный в эксплуатацию в 1985 г., в настоящее время по объему производства алюминия занимает третье место в России. В результате запуска новых производственных мощностей — Хакасского алюминиевого завода (XA3), построенного также в Койбальской степи Южно-Минусинской котловины около г. Саяногорска, уже в 2007 г. было выпущено более 700 тыс. тонн первичного алюминия. В дальнейшем также планируется стабильное увеличение объема производства, ежегодный прирост которого может составлять по 200 тыс. тонн металла (Новости цветной ..., 2008). Напряженная экологическая ситуация в зоне влияния этих предприятий носит устойчивый характер и практически не имеет перспектив к улучшению без осуществления радикальных мероприятий по экологизации природопользования на основе комплексного мониторинга за состоянием важнейших компонентов ландшафта.

Основным фактором техногенного воздействия на геосистемы в сухостепных условиях Южно-Минусинской котлвины является атмосферный перенос продуктов техногенеза алюминиевого производства, которое, как известно, сопровождается выбросами в твердой и газообразной формах значительных количеств фтористых и сернистых соединений, оксида

углерода, бенз(а)пирена и ряда других веществ, поступающих в различные компоненты геосистем. Несмотря на прогрессивные технологии и внедряемые новые системы газоочистки, природные ландшафты на значительной территории оказываются под техногенным прессом.

Как показали ландшафтно-геохимические исследования на территории, прилегающей к CaA3y (Давыдова, 2008) из газово-пылевого потока в различные компоненты геосистем поступают фтор преимущественно в растворе – 80%, натрий на 50% в растворимой форме, алюминий в плохо растворимой форме – 70%. Многие хорошо растворимые вещества токсичны. Уровень накопления в почвах подвижного фтора и его валовой формы в растениях приближается к 4 ПДК, что является опасным для живых организмов. Следствием воздействия фтора является снижение биологической активности и плодородия почв.

Характерными поллютантами выступают также никель, ванадий, цинк и медь. Сравнительный анализ количества химических элементов в твердых аэрозолях эмиссий СаАЗа с почвами фона, в которых среднее содержание никеля составляет 36 мг/кг, ванадия — 85, цинка — 57 и меди — 26 мг/кг, показал превышение их содержания (соответственно) в 15.2-20.8; 3.1-4.4; 1.7-4.0; 1.3-3.0 раза в зависимости от удаленности до источника воздействия. В составе техногенного вещества вблизи завода присутствуют натрий, кальций, магний, кремний, калий, железо, цинк и некоторые другие элементы, превышение содержания которых по сравнению с фоном менее чем в 1.5 раза (Давыдова, 2008).

Действие предприятия привело к изменению физических и химических характеристик почвы, гидротермического режима, а следовательно, трансформации растительных сообществ и среды обитания животных. Оценка содержания фторидов и других загрязняющих веществ в снежном покрове, почве и растениях показала, что по большинству исследованных поллютантов, территория вблизи источника выбросов представляет ярко выраженную геохимическую аномалию (Щетников, Зайченко, 1998). Кроме прямой контаминации, опасность ее последствий определяется изменением условий миграции природных химических элементов. Вызываемая воздействием выбросов, трансформация геохимической обстановки (подкисление почв, разрушение органоминеральных комплексов и т. д.) приводит к концентрации одних и рассеянию других элементов, в том числе и тяжелых металлов (Бессолицына и др., 1995).

Воздействие эмиссий на окружающую среду, затрагивающее все уровни организации экологических систем, вызывает существенные перестройки в структуре зооценозов. В зонах целого ряда длительно действующих промышленных предприятий наблюдается деградация биогеоценозов от стадии существенного нарушения до стадии техногенной пустоши.

Выбросы алюминиевого производства негативно отражаются на содержании в почвах основных элементов питания растений подвижных форм азота, фосфора и калия. Систематическое поступление поллютантов, накопление их в почве, в надземных и подземных органах растений, нарушает геохимическую обстановку, ухудшает условия существования биоты, вызывая изменение в тканях, дыхательных и обменных процессах живых организмов. Одним из интегральных показателей загрязнения почв является ее токсичность, т.е. способность отрицательно влиять на структурно-функциональное состояние почвенной биоты, включая растительность, микроорганизмы и почвенную фауну. Многие хорошо растворимые соединения опасны для человека, что, в конечном счете, приводит к ухудшению качества жизни и росту заболеваемости.

Объект и методы исследования

В физико-географическом отношении территория зоны влияния CaA3a и XA3a является частью Абакано-Енисейского степного округа Минусинской провинции и находится в

непосредственном контакте с лесостепным Центрально-Минусинским – на востоке и подтаежным Уйско-Сизинским – на юге округами.

Степи Минусинской котловины, распространенные на выровненных поверхностях и по склонам невысоких гряд (250-450 м над ур. моря), относятся к настоящим тырсовым степям (Лавренко, 1956). В составе травостоя представлены степной кустарник — карагана карликовая и полукустарничек — полынь холодная, дерновинные злаки — тырса (ковыль Крылова), типчак, овсец пустынный, тонконог гребенчатый, мятлики, змеевка, осока стоповидная и др., широко распространены различные виды разнотравья (Волкова и др., 1987).

Своеобразие экологической обстановки степных геосистем обусловило развитие наиболее ксероморфной группы почв — черноземов обыкновенных и южных. Мощность гумусового горизонта, сформировавшегося в условиях естественной дренированности, варьирует от 15-20 до 30-45, реже до 80-100 см. Более пониженные в гипсометрическом отношении участки занимают полугидроморфные аналоги черноземов — лугово-черноземные почвы. В бессточных замкнутых понижениях наблюдаются луговые и лугово-болотные почвы. В зоне влияния СаАЗа встречаются также солонцевато-засолоделые и осолоделые разности. Подстилающими породами являются аллювиальные отложения с хорошей водопроницаемостью, представленные галечниками с участием песчаных и супесчаных разностей. Под сосновыми борами распространены светло-серые лесные почвы на песчаных отложениях. В настоящее время в окрестностях завода преобладают нераспаханные площади, которые используются как пастбища. Существующие обрабатываемые участки подвергаются в различной степени ветровой эрозии.

Антропогенная динамика почвенной биоты изучалась в зонах разной интенсивности воздействия на специально выбранных тестовых площадях, отражающих сходные по эколого-геогрфическим характеристикам природные и трансформированные биогеоценозы. Исследования проводились в 1986-1992 гг. Пробные площади выбирались на различном расстоянии от источника эмиссий с целью наиболее полного охвата разнообразия ландшафтно-экологических ситуаций территории и с учетом преобладающего переноса контаминантов. Общее число пунктов наблюдений за состоянием почв, растительности и беспозвоночных животных в отдельные годы составляло более 40.

С целью экологического контроля наблюдения были продолжены в 2001 и 2006-2008 гг. на базовых ключевых участках, расположенных в зоне влияния предприятия, включая степные геосистемы и сосновые леса. Исследования выполнены по единой методике с использованием сравнительно-географического подхода.

Сбор материала и его обработка осуществлялись по методикам, рекомендованным для эколого-фаунистических, почвенно-зоологических и биогеоценологических исследований (Программа ..., 1974; Гиляров, 1975; Количественные методы ..., 1987). Для определения численности и биомассы обитателей почвы и подстилки на каждой площади с применением монолитореза размером 25х25 см в шахматном порядке брали 6-8 проб глубиной 25-40 см (в зависимости от предельной встречаемости беспозвоночных). Для сравнительного анализа использовались широко распространенные в почвенно-зоологических исследованиях расчеты количества беспозвоночных на единицу площади земной поверхности (экз., мг, г/м²). Количественные характеристики (численность и биомасса педобионтов) представлены графически по средним (суммарным) для каждой площади величинам с использованием методов математической статистики (Боровиков, Боровиков, 1998) и пакетов программ Excel.

Изменение мезонаселения почв в условиях техногенного воздействия

Дефицит влаги составляет основную особенность степных биогеоценозов, что сказывается на структуре и количественных характеристиках мезонаселения почв. Суммарная биомасса почвенных беспозвоночных невелика из-за отсутствия крупных сапрфагов. В структуре комплекса артропод основная часть представлена насекомыми, на долю которых приходится до 98% численности и 99% веса педобионтов. Среди них наиболее многочисленны обитатели поверхности почвы и подстилки: жужелицы, чернотелки, муравьи.

В дифференциации структуры животного населения большую роль играет рельеф местности и конкретная экологическая обстановка. На склонах и повышенных элементах рельефа, где маломощные и, как правило, щебнистые почвы подвергаются сильному ветровому воздействию и иссушению, формируются сообщества с невысокой численностью и биомассой. Относительно оптимальные условия обитания складываются в нижних частях склонов и на выровненных поверхностях, где ослабление ксероморфности в сочетании с более развитым растительным покровом благоприятно сказывается на структуре мезонаселения.

Анализ имеющихся данных показал, что основные черты, свойственные сообществам почвенных беспозвоночных степных и лесных геосистем южно-сибирского типа, в зоне умеренного влияния пока сохраняются, техногенное вещество при данном уровне накопления и проникновения его в почву не является высоко токсичным для живых организмов.

Коренная перестройка структуры зооценозов в настоящее время локализована в непосредственной близости от источников эмиссий – в 1.5-5 километровой зоне. Общее количество беспозвоночных статистически достоверно увеличивается по мере удаления от источника эмиссии и уменьшения содержания основных ингредиентов выбросов в слое 0-10 см (рис. 1, 2). Особенно заметно возрастает численность обитателей подстилки и травянистого покрова - прямокрылых, паукообразных, жесткокрылых. Происходит это главным образом вследствие изменения структуры герпетобионтного комплекса в большей мере испытывающего прямое и опосредованное влияние аккумуляции техногенного вещества. Устойчивость описываемых тенденций, улавливаемых и методом раскопок, и почвенными ловушками, позволяет констатировать отмеченные изменения как преобразования биотических комплексов, происходящие В результате контаминации. Негативное воздействие поллютантов на состояние герпетобия усиливается эффектом пылевой нагрузки, особенно вблизи строительных площадок завода и автодорог. Техногенная пыль отрицательно сказывается на состоянии трахейной системы, снижая эффективность дыхания членистоногих, обитающих в подстилке и на поверхности почвы.

Наибольшее количество и видовое разнообразие отмечены на пробных площадях на расстоянии 17-20 км в восточном и северо-восточном направлении от CaA3a (рис. 1). По мере приближения к заводу значительно снижается численность пауков, литобиид, формицид, стафидлинид, жужелиц, антицид, чернотелок, долгоносиков, личинок двукрылых, в лесных биогеоценозах — люмбрицид и энхитреид, уменьшается встречаемость видов. На расстоянии 2-3 км от источников выбросов наблюдается полная элиминация мирмицин, сетчатокрылых, на окраине Очурского бора, наиболее приближенной к заводу полностью исчезают люмбрициды, энхитреиды, моллюски. Обеднение почвенного комплекса в конечном итоге ведет к отрицательным последствиям: обесструктуриванию поверхностного слоя, нарушению водно-физических свойств, снижению биологической активности и устойчивости к антропогенным воздействиям.

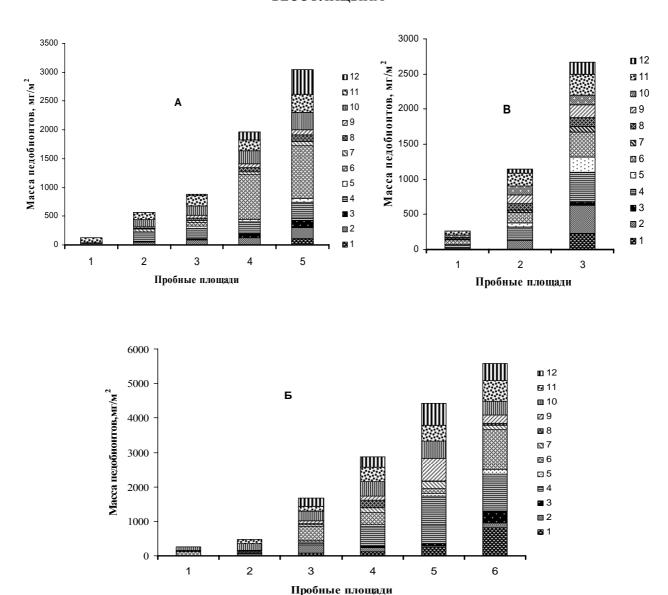


Рис. 1. Изменение структуры мезонаселения и массы беспозвоночных в почвах степных биогеоценозов в зоне влияния СаАЗа: А – профиль восточного направления (данные 2001 г.), Б – профиль западного направления (данные 2001 г.), В - базовые мониторинговые площадки (данные 2006 г.): 1 – энхитреиды, 2 – паукообразные, 3 – многоножки, 4 – карабиды, 5 – стафилиниды, 6 – пластинчатоусые, 7 – элатериды, 8 – антициды, 9 – чернотелки, 10 – долгоносики, 11 – формициды, 12 – двукрылые. Номера пробных площадей и расстояние от CaA3a (A): 1 – в зоне сильного (1-2 км), 2, 3 – среднего (7, 10 км), 4, 5 – слабого воздействия (17, 19 км); (Б): 1, 2 – в зоне сильного (1-3 км), 3, 4 – среднего (6-10 км), 5,6 – слабого (17, 19 км) воздействия; (B): 1 – в зоне сильного (1-2 км), 2 – среднего (12 км), 3 – слабого (19-20 км) воздействия. Fig. 1. Structural changes of the invertebrate mesopopulation and biomass in soils of steppe biogeocenoses in the SaAS influence zone: A – profile of the eastward direction (data for 2001), B – profile of the westward direction (data for 2001), C – base monitoring sites (data for 2006): 1 – Enchytraeidae, 2 – Arachnoidea, 3 – Myriapoda, 4 – Carabidae, 5 – Staphylinidae, 6 – Scarabaeidae, 7 – Elateridae, 8 – Anthicidae, 9 – Tenebrionidae, 10 – Curculionidae, 11 – Formicidae, 12 - Diptera. Trial plot numbers and distance from CaAS (A): 1 - in the zone of strong (1-2 km), 2, 3 moderate (7, 10 km), 4, 5 – weak impact (15, 17 km); (B) 1, 2 – in the zone of strong (1-3 km), 3, 4 – moderate (6-10 km), 5, 6 – weak (17, 19 km) impact; (C) 1 – in the zone of strong (1-2 km), 2 – moderate (12 km), 3 – weak (19-20 km) impact.

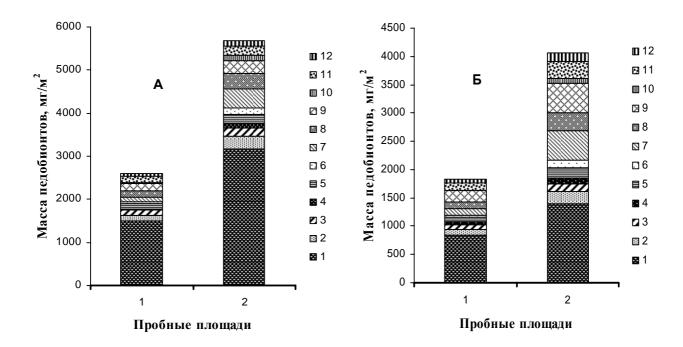


Рис. 2. Изменение структуры мезонаселения и массы педобионтов в почвах сосновых лесов в зоне влияния СаАЗа: А – 2001 г., Б – 2006 г.: 1 – олигохеты, 2 – паукообразные, 3 – геофилиды, 4 – литобииды, 5 – карабиды, 6 – стафилиниды, 7 – скарабеиды, 8 – элатериды, 9 – долгоносики, 10 – мирмецины, 11 – формицины, 12 – двукрылые. Номера пробных площадей и расстояние от СаАЗа: 1 – в зоне среднего (Очурский бор, 9, 12 км), 2 – очень слабого (Шушенский бор, 45, 48 км) воздействия. **Fig. 2.** Structural changes of the mesopopulation and mass of pedobionts in soils of pine forests in the SaAS influence zone: A – 2001, B – 2006: 1 – Oligochaeta, 2 – Arachnoidea, 3 – Geophilidae, 4 – Lithobiidae, 5 – Carabidae, 6 – Staphylinidae, 7 – Scarabaeidae, 8 – Elateridae, 9 – Curculionidae, 10 – Myrmecinae, 11 – Formicinae, 12 – Diptera. Trial plot numbers and distance from CaAS (A): 1 – in the zone of moderate (Ochursky Bor, 9, 12 km), 2 – very weak (Shushensky Bor, 45, 48 km) impact.

На фоне уменьшения массы беспозвоночных в почвах под влиянием антропогеннотехногенных воздействий происходит аккумуляция химических ингредиентов в живых организмах, что в последствии отрицательно скажется на состоянии популяций и приведет к снижению видового разнообразия и упрощению структуры почвенно-биотического комплекса.

Из числа загрязняющих веществ наиболее токсичным является фтор, интенсивное накопление которого наблюдается в подстилке, почве, различных органах растений и тканях животных. Фторсодержащие поллютанты оказывают ингибирующее и реппелентное влияние на насекомых дендробионтов, существенно изменяя состав и численность не только их отдельных видов, но и родов и целых семейств (Рожков и др., 1986).

Исследования в зоне контаминации CaA3a показали, что выраженный максимум содержания фтора в тканях доминирующих групп беспозвоночных отмечается на расстоянии до 2 км от источника эмиссий. В этой зоне содержание фтора у отдельных видов достигает 84.7-115.8 мкг/г сухого вещества. Беспозвоночные, находящиеся на расстоянии более 10 км от завода, содержат фтора в 7-9 раз меньше, чем представители этих же групп вблизи предприятия.

Влияние техногенных эмиссий на содержание фтора в костной ткани мелких млекопитающих, как и в беспозвоночных животных, сказывается на расстоянии до 15 км, но максимальное количество этого элемента отмечено в санитарно-защитной зоне. Количество

фтора в животных тканях по мере удаления от CaA3a уменьшается по всем обследованным профилям и прослеживается положительная связь этого показателя с изменением его количества в верхнем слое почвы (Бессолицына, Зайченко, 1996). Накопление техногенного фтора будет способствовать повышению его концентрации во всех компонентах геосистем и увеличению его токсичности для обитателей почв.

Полученные данные по содержанию ряда других химических элементов, имеющих техногенное происхождение — никеля, ванадия, хрома и меди, свидетельствуют о том, что уровень их концентрации в растительных и животных тканях соответствует распределению этих контаминантов в зоне воздействия завода. В золе растительноядных насекомых — акридид концентрация никеля на расстоянии 2-3 км от CaA3a составляла 16-30 мг/кг, в 16-17-километровой зоне — в 3-4 раза ниже. Сходная закономерность отмечена для живых корней. Достоверные различия содержания никеля и ванадия были обнаружены в мелких млекопитающих. Накопление меди отмечено в тканях прямокрылых — степной и сибирской кобылок (Бессолицына и др., 1995).

Ухудшение ландшафтно-геохимической обстановки в зоне влияния CaA3a может произойти за счет того, что фтор для большинства тяжелых металлов является сильным аддентом, благодаря чему возможно образование высокотоксичных комплексных соединений. Кроме того, в составе аэропромвыбросов имеются твердые отходы, которые являются дополнительным источником загрязнения.

В лесных биогеоценозах действие фторсодержащих промышленных выбросов на почвенную фауну несколько ослаблено. Изменения структуры мезонаселения почв в Очурском бору протекают менее напряженно и с меньшими амплитудами (рис. 2), несколько усугубляясь в отдельные годы рекреационной нагрузкой. Однако с увеличением интенсивности эмиссий их воздействие более существенно отразится на состоянии лесных фитоценозов. Результаты многолетних исследований в других районах (Анисимова, Соков, 1975; Давыдова, 2001) свидетельствует о том, что в зонах влияния фторвыбрасывающих предприятий наблюдается деградация древесной растительности с почти полной сменой видового состава, потеря возможности самовозобновления, хлороз и некроз листьев, снижается количество хвои.

Ослабленные в условиях контаминации древостои в большей степени подвергаются нападению как хвоегрызущих, так и стволовых вредителей, поражаются минирующими насекомыми, галлообразователями и другими фитофагами, развитие которых протекает в тканях вегетативных и генеративных органов растений. Ксилофаги (сосновые лубоеды, шестизубый короед, хвойный древесинник и др.), заселяя комлевую часть стволов, ускоряют гибель ослабленных деревьев. Снижение резистентности древостоев под влиянием техногенной нагрузки и активизации деятельности энтомовредителей способствует более быстрому усыханию деревьев и деградации как естественных, так и искусственно созданных лесных массивов.

В результате проведенных исследований установлено как в лесных, так и в степных биогеоценозах по мере увеличения степени загрязнения почвы происходит обеднение видового состава, отмечается снижение численности, биомассы и разнообразия биотических сообществ вплоть до полного исчезновения отдельных таксонов. Максимальная плотность и видовое обилие беспозвоночных обнаруживается на пробных площадях наиболее удаленных от источников эмиссий. Здесь накопление поллютантов в почве и растениях происходит медленнее. Структура и количественные характеристики населения животных в течение вегетационного периода и по годам изменяются в пределах естественных флуктуаций.

Формирование системы регионального экологического контроля

Оценка техногенного воздействия на природные ландшафты предполагает решение ряда методологических вопросов, связанных с оптимизацией системы мониторинга и, прежде всего, выделения регионов и экологических зон, где такие наблюдения необходимы и наиболее эффективны, а также обоснование объектов мониторинга, данные которого должны стать основой для реализации природоохранных мероприятий и взаимоотношений природопользователей с органами управления. Наиболее важными объектами регионального комплексного экологического мониторинга должны быть: промышленно-урбанизированные территории; земли сельскохозяйственного назначения — интенсивного земледельческого использования (обрабатываемые поля, дачные участки и пр.), пастбищно-луговые, связанные с развитием животноводства и лесохозяйственные земли, а также природоохранные территории и водные объекты.

В качестве базы для экологического контроля могут использоваться охраняемые территории – биосферные заповедники, биологические станции, а также географические стационары, имеющие полигоны-трансекты и многолетние ряды наблюдений в различных Понимание структкрно-функциональных природной среды. закономерностей базироваться на изучении всех основных трансформации биогеоценозов должно компонентов, их временной и пространственной изменчивости с учетом влияния природноклиматических параметров, а также определения реального вклада отдельных источников антропогенных нагрузок. Решение одной из основных методологических задач – вычленение минимальной совокупности территорий, наиболее полно отражающей региональное многообразие ландшафтной структуры, а следовательно и биологических явлений, может осуществляться на основе ландшафтно-экологических карт.

Выделение наиболее информативных характеристик состояния геосистем, ответственных за самые важные звенья биогеохимического круговорота, также представляет одну из концепций оптимизации системы мониторинга. Педобионты, благодаря тесной связи с почвой и наличию ответной реакции на изменения параметров среды, представляют перспективный тест-объект, позволяющий на разных стадиях антропогенной трансформации обнаружить отклонения в функционировании почвенного блока и природного комплекса в целом. Наличие корреляционных и причинно-следственных связей между геохимическими **УСЛОВИЯМИ** характеристиками биотических компонентов геосистем послужило методологической базой для разработки критериев оценки состояния антропогенно нарушенных природных комплексов (Бессолицына, 2001 а). По сравнению с геофизическими и геохимическими методами оценка степени изменений биотических сообществ в условиях антропогенного воздействия для определения качества и жизненности экосистем может оказаться более информативной и технически менее сложной.

Осуществляя контроль в зонах техногенных аномалий, особое внимание необходимо уделять критериям, характеризующим процессы деградации биогеоценозов: в растительном покрове — фитоценотической перестройке сообществ, снижению продуктивности; в почвенно-биотическом блоке — изменению структуры зооценозов, дестабилизации уровня численности фоновых видов, сокращению таксономического разнообразия, снижению биологической активности почвы. Для определения токсичности техногенных эмиссий и особенностей распределения и миграции отдельных элементов целесообразны наблюдения за их аккумуляцией в звеньях трофической цепи в зоне сильного воздействия и за ее пределами. Здесь могут быть использованы почвенные и наземные беспозвоночные, а также мелкие млекопитающие, связанные с химизмом среды через пищевые объекты.

Как показали наши исследования в зонах влияния Назаровской ТЭС и Саянского алюминиевого завода (Бессолицына, 2001 б), реакция педобионтов неоднозначна на разные

типы техногенных эмиссий. Выделяется две основные группы экзогенных химических веществ, на которые почвенные беспозвоночные реагируют по-разному: токсические, угнетающие живые организмы и вещества, до определенного уровня контаминации, положительно влияющие на отдельные группы и виды животных.

Для сбора и анализа информации необходимы региональные центры, подведомственные областным комитетам по экологии и наделенные полномочиями по методическому руководству, координации и согласованию территориальных программ экологического контроля за состоянием природных ландшафтов в пределах техногенных аномалий.

В зонах аккумуляции поллютантов следует систематически осуществлять мероприятия, направленные на сохранение и повышение устойчивости биогеоценозов, такие как:

- нормирование или временное прекращение пастьбы скота с целью обеспечения возможности восстановления биотических сообществ;
- ограничение рекреационных нагрузок в наиболее чувствительных к антропогенному воздействию местах;
- своевременные фитосанитарные вмешательства в лесных биогеоценозах (уборка усыхающих деревьев, борьба с вредителями и болезнями леса и т.д.);
- организация санитарно-защитных зон из устойчивых к неблагоприятным факторам лесных насаждений, ограничивающих распространение поллютантов на значительные территории.

Заключение

Многолетние наблюдения в зоне воздействия аэропромвыбросов Саяногорского алюминиевого завода показали, что численность и биомасса доминирующих в степных и лесных биогеоценозах беспозвоночных находятся в прямой зависимости от расстояния до источника эмиссий и в обратной — с интенсивностью нагрузки. Ингибирование сообществ педобионтов ведет к снижению видового разнообразия и редукции биотического комплекса, что в последствии отрицательно сказывается на биологической активности и устойчивости почвенных экосистем.

Механизмом антропогенных трансформаций, как правило, является изменение либо гидротермического режима, либо физико-химических свойств почвы, обусловливающие соответствующие изменения биотических сообществ. Вероятность проявления нежелательных последствий определяются структурно-динамическими особенностями ландшафтных единиц, масштабами и уровнем воздействия. Наиболее глубокие изменения структуры биотических сообществ наблюдаются в самых динамичных категориях, где при трансформации геосистем действие лимитирующих факторов значительно усиливается.

Биогеоценозы степного ландшафта обладают относительно низким запасом функционально активных элементов почвенной биоты, с деятельностью которых связаны процессы деструкции отмершей органики и биогенной миграции химических веществ. Изменение структуры зооценозов в рассматриваемом диапазоне контаминации происходит в сторону снижения численности почвенных беспозвоночных, способствующих самоочищению почв в зонах промышленных аномалий.

Ингибирование сообществ беспозвоночных при поступлении техногенных веществ на более значительные территории в количестве, соответствующем уровню загрязнения в санитарной зоне, может привести к деградации почвенно-биотического блока и радикальной деформации экологических систем в целом. Учитывая особенности мезонаселения почв степных ландшафтов и его низкую функциональную активность в связи с угнетенным состоянием в результате засушливого климата, локального воздействия рекреационной или пастбищной нагрузки, следует отметить, что при увеличении мощности загрязнения

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2009, том 15, № 2 (38)

негативное влияние на биотические комплексы значительно усилится, т.к. аккумуляция техногенного вещества будет преобладать над процессами его трансформации и миграции.

Сообщества почвенных беспозвоночных являются носителями эколого-географической информации о процессах, протекающих в почвах, чувствительны к изменению эдафических условий под воздействием антропогенных факторов и могут использоваться в качестве индикаторов для оценки состояния геосистем и экологического контроля. В зависимости от целей и возможности применяемых методов объектами мониторинга могут быть: общая численность и биомасса беспозвоночных на $1 \, \text{m}^2$; таксономический состав сообществ; трофическая структура зооценоза; численность и биомасса доминирующих видов на $1 \, \text{m}^2$. В целом для экологического контроля в определенной степени могут использоваться те же оценочные критерии, что и для биодиагностики состояния природных комплексов.

Контроль за биотой может осуществляться на видовом, популяционном и ценотическом уровнях с использованием организмов различных таксономических рангов. Одним из направлений мониторинга является контроль за уровнем загрязнения биотической компоненты ландшафта, т. е. за накоплением контаминантов, проникающих через покровы тела и пищеварительный тракт беспозвоночных в зонах промышленных аномалий. Являясь сорбентами природных и синтезируемых или привнесенных человеком токсических соединений, почвообитающие животные выполняют активную роль в трансформации и перераспределении поступающих в почву веществ.

Характер трансформации биотических сообществ зависит от типа воздействия: позитивные ответные реакции отдельных элементов зооценозов в начальный период контаминации наблюдаются в условиях «мягкого (щелочного)» типа, негативные изменения проявляются при «жестком (фторовом кислом)» типе.

Исследование животного населения в условиях техногенных геохимических аномалий расширяют и обогащают информационную базу прогнозирования изменений природных комплексов, а также представляют значительный интерес для диагностики их состояния и регламентации неблагоприятных воздействий в целях предотвращения деградации биотических сообществ и сохранения природных ландшафтов. Наличие индикационных связей, простота методики учета и возможность использования беспозвоночных для интегрированной оценки токсичности химического прессинга и прогнозного биотестирования дают основание для включения почвенной биоты в систему режимного геоэкологического мониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анисимова О.А., Соков М.К. 1975. Роль насекомых в древостоях, ослабленных токсическими выбросами алюминиевых заводов // Влияние антропогенных и природных факторов на хвойные деревья. Иркутск. С. 61-85.
- Бессолицына Е.П. 2001 а. Ландшафтно-экологическая оценка изменения геосистем под воздействием антропогенных факторов // География и природные ресурсы. № 4. С. 11-17
- Бессолицына Е.П. 2001 б. Ландшафтно-экологический анализ структуры зооценозов почв юга Сибири. Иркутск: Изд-во ИГСО РАН. 166 с.
- Бессолицына Е.П. 2006. Геоэкологические методы оценки состояния геосистем // Новые географические знания и направления исследований. Киев. С. 254-263.
- Бессолицына Е.П., Зайченко О.А. 1996. Оценка состояния биотических компонентов ландшафта в зоне влияния Саянского алюминиевого завода // География и природные ресурсы. № 3. С. 38-46.
- Бессолицына Е.П., Зайченко О.А., Любцева Е.М., Семенова Л.Н. 1995. Ландшафтно-АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2009, том 15, № 2 (38)

- экологический подход к прогнозированию состояния окружающей среды в зоне техногенного воздействия // Цветная металлургия. № 6. С. 24-27.
- Боровиков В.П., Боровиков И.П. 1998. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. M. 608 c.
- Волкова В.Г., Кочуров Б.И., Хакимзянова Ф.И. 1987. Современное состояние степей Минусинской котловины. Новосибирск: Наука. 192 с.
- Гиляров М.С. 1975. Учет крупных беспозвоночных (мезофауны) // Методы почвенно-зоологических исследований. М.: Наука. С. 12-29.
- Давыдова Н.Д. 2001. Формирование техногенных геохимических аномалий в южнотаежных плоскогорных геосистемах Средней Сибири // География и природные ресурсы. № 2. С. 73-80.
- Давыдова Н.Д. 2008. Техногенные потоки и дифференциация веществ в геосистемах // Географические исследования Сибири. Т. 2. Ландшафтообразующие процессы. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео». С. 261-276.
- Количественные методы в почвенной зоологии. 1987. М.: Наука. 288 с.
- Лавренко Е.М. 1956. Степи и сельскохозяйственные земли на месте степей // Растительный покров СССР. М.-Л. Т. II. С. 595-730.
- Новости цветной и черной металлургии России и СНГ // www.infogeo.ru/metalls/news.
- Программа и методика биогеоценологических исследований. 1974. М.: Наука. 404 с.
- Рожков А.С., Анисимова О.А, Михайлова Т.А. 1986. Влияние вторсодержащих промышленных выбросов на энтомоценозы хвойного леса // Проблемы и пути рацинального использования природных ресурсов и охраны природы. Вильнюс. С. 137-138.
- Щетников А.И., Зайченко О.А. 1998. Формирование ситуации экологического неблагополучия в районе размещения Саянского алюминиевого завода // Экологический риск: анализ, оценка, прогноз. Иркутск: Изд-во ИГСО РАН. С. 49-50.

ECOLOGICAL MONITORING OF THE CHANGES OF BIOTIC COMPONENTS IN STEPPE GEOSYSTEMS UNDER CONDITIONS OF A GEOCHEMICAL ANOMALY

© 2009. E.P. Bessolitsyna

V.B Sochava Institute of Geography at the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Russia, 664033 Irkutsk, Ulan-Batorskaya St., 1, a/x 379, E-mail: bessol@irigs.irk.ru

Abstract. The ongoing long-term observations of the dynamics of biotic components in steppe geosystems in the contamination zone of the Sayanogorsk Aluminum Smelter (SaAS) revealed a negative influence of technogenic contamination on the invertebrate abundance and biomass.

The conceptual framework has been developed for diagnosing the state of steppe geosystems and the degree of their transformation, based on the principles of structural-functional organization of the soil biota, a forecast is made for the development of the ecological situation, and the possible uses of the characteristics of zoocenoses in optimizing the ecological monitoring system under conditions of geochemical anomalies are demonstrated.

Keywords: technogenic impact, steppe geosystems, soil, abundance and biomass of invertebrates, structure of zoocenoses, state, ecological monitoring.

———— РЕЦЕНЗИИ =

ПЕРВЫЙ ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ПТИЦ МОНГОЛИИ РЕЦЕНЗИЯ НА КНИГУ «ФОТО ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ МОНГОЛЬСКИХ ПТИЦ (125 ВИДОВ)», автор Ш. БОЛДБААТАР УЛАН-БАТОР: МОНГОЛЫН МАХЧИН ШУВУУНЫ САН, 2008. 158 с.

© 2009 г. Н.В. Лебедева*', **

*Южный научный центр РАН и **Азовский филиал Мурманского морского биологического института Кольского научного центра РАН

*Россия, 344006 г. Ростов-на-Дону, ул. Чехова, д. 41, E-mail: lebedeva@mmbi.krinc.ru

Реферат. Обсуждается первый фото-определитель монгольских птиц (125 видов) (Болдбаатар, 2008), вышедший в свет на монгольском языке. Определитель дает краткое описание на монгольском языке и фотографии 125 видов птиц, их названия на 5 языках: латинском, монгольском, английском, русском и японском. Это издание будет полезно любителям птиц, туристам и зоологам, интересующихся авифауной Монголии.

Ключевые слова: птицы, фотографии, описание видов, монгольский, английский, русский, японский языки.

Монголия – страна уникальных природных ландшафтов: горных систем разного типа с альпийской растительностью, тундростепью, отдельными пятнами лесов на склонах и горными степями у их подножий; обширных равнин со степями, полупустынями и пустынями с разнообразным рельефом песков; озерных систем, как пресноводных, так и солоноватоводных; крупных рек с обширными долинами. Алтайский и Хангайско-Хэнтэйский горные районы, котловина Больших озер, равнины Восточной Монголии и Гобийский район населены своеобразной авифауной. Здесь повсеместно сохранились природные ландшафты и до сих пор многочисленны многие виды хищных птиц, которые стали редкими в других странах. Фауну, экологию и биологию птиц Монголии исследовали три поколения монгольских орнитологов, и в течение многих лет в разных районах Монголии совместно с монгольскими коллегами проводили исследования советские и российские зоологи, внесшие большой вклад в изучение авифауны страны. Тем не менее, до сих пор определителя птиц Монголии не было.

Сегодня Монголия – одна из посещаемых западными орнитологами азиатских стран, а в последнее десятилетие сюда устремились туристы и любители птиц со всего мира, привлеченные своеобразием центрально-азиатской авифауны, сохранившимися уникальными ландшафтами и самобытной культурой. В последние годы вышло в свет достаточно много региональных определителей птиц. Для соседних с Монголией территорий: России, Казахстана, Китая и Японии, – такие справочники, необходимые не только любителям, но и профессиональным зоологам в их полевых исследованиях, давно изданы. И лишь недавно вышел в свет определитель птиц Монголии в виде хорошо изданного фото-определителя.

Его автор – Ш. Болдбатаар – известный монгольский орнитолог, кандидат биологических наук, сотрудник Института биологии Монгольской академии наук, профессор Монгольского государственного педагогического университета, Президент фонда монгольских хищных птиц впервые взял на себя труд восполнить существующий пробел в столь необходимой литературе. Болдбатаар, с которым мне довелось работать в двух экспедициях, прекрасно знает птиц, обладает многими талантами, необходимыми в полевой жизни орнитолога, он – прекрасный художник, а как показала эта книга – еще и талантливый фотограф-анималист.

Большинство фотографий птиц, включенных в книгу, — оригинальны, и лишь фотографии чернозобой гагары, лысухи, мандаринки, кряквы, перепелятника, филина, колпицы и даурского журавля принадлежат другим монгольским авторам: С. Гомбобаатару, Ш. Эрдэнэпурэву и Ш. Тогсбаяру.

В Монгольской фауне насчитывается 469 видов птиц, более четверти (125 видов) вошли в фото-определитель. Книга содержит предисловие автора на монгольском языке, предварена двумя фотографиями озерной чайки с обозначением названий частей тела на монгольском языке, которые затем используются автором для описания внешнего облика вида. Ниже приведен список 15 отрядов птиц на монгольском и латинском языках. Порядок описания видов в тексте определителя соответствует указанным номерам отрядов. На 7 страницах приведены фотографии типичных биотопов Монголии: водно-болотных, лесных, пустынных, степных, горных, антропогенно трансформированных (поселки, крупные города и сельскохозяйственные поля), которые, на мой взгляд, следовало бы поместить перед перечислением отрядов птиц.

Каждому из 15 отрядов дана краткая характеристика и на отдельных страницах перечислены их представители. По одному виду приведено для отрядов Gaviiformes, Podicipediformes, Pelicaniformes, 4 вида для Ciconiiformes, 10 видов для Anseriformes, 13 видов для Falconiformes, 3 вида для Galliformes, 5 видов для Gruiformes, 15 видов для Charadriiformes, 4 вида для Columbiformes, 2 вида для Strigiformes, по одному виду для Apodiformes, Upupiformes, 2 вида для Piciformes и 62 вида для Passeriformes. Каждому виду посвящены две страницы. Видовые очерки построены по следующему плану: три фотографии с изображением птиц в природной обстановке размещены на одной странице, в верхнем колонтитуле над изображениями автор приводит латинское название отряда, а внизу – латинское название вида. На отдельной странице приводится описание вида в соответствии со следующей структурой: порядковый номер вида, его название на латинском, монгольском, английском, русском и японском (если есть) языках. Для каждого вида еще раз приведено название отряда и семейства. Далее дана краткая характеристика внешнего вида, особенностей биологии и распространения.

В целом автору удалось создать целую галерею уникальных изображений многих видов птиц достаточно хорошего качества. Ценность многих фотографий Ш. Болдбаатара в том, что они показывают птиц в природной естественной обстановке. Лишь для одного вида (фазана) взято изображение чучела. Для достаточно большого количества видовых очерков автор использует фотографии птиц в полете, что тоже важно для идентификации вида, поскольку не всегда удается увидеть сидящую птицу. Книгу украшают фотографии горного гуся Eulabeia indica, саджи Syrrhaptes paradoxus, монгольского жаворонка Melanicorypha mongolica, personata, монгольской саксаульной сойки Podoces hendersoni, бледной завирушки Prunella fulvescens, краснозобого дрозда Turdus ruficollis, чернозобого дрозда T. atrogularis, дрозда Науманна T. naumanni, монгольского земляного воробья Pergilauda davidiana и многих других характерных для Монголии видов птиц.

Изданный фото-определитель монгольских птиц соответствует всем тем особым требованиям, которые предъявляются к литературе такого рода. Во-первых, он имеет удобный, карманный формат, что позволяет взять книгу с собой на экскурсию. Во-вторых, краткие и одновременно содержательные описания видов, указывают на полевые признаки птиц, что помогает на расстоянии идентифицировать птицу в природной обстановке. Кроме того, весь текст и фотографии размещены на страницах черного цвета (!). А это, возможно, также является неплохой особенностью для полевого определителя.

На мой взгляд, следовало бы уже сейчас готовить второе издание, в котором хотелось бы увидеть большее число видов. Было бы полезно новое издание дополнить картами распространения видов или хотя бы общей картой в первой части книги, на которой были бы

указаны названия районов Монголии, либо определенных пунктов, которые упоминаются по всему тексту, а также текстовое содержание видовых очерков дополнить переводом на английский язык. Тем более, что на страницах есть пустоты, которые можно было бы использовать для этой цели, не увеличивая количество страниц определителя. Это бы позволило придать изданию большую популярность среди орнитологов, любителей птиц и туристов, не владеющих монгольским языком. Необходимо также пронумеровать страницы издания и добавить оглавление, отсутствие которого затрудняет быстрый поиск видов. Улучшило бы книгу размещение фотографий не только самцов, но и самок для некоторых тривиальных видов с половым диморфизмом (например, для домового воробья). Есть опечатки в латинских названиях видов.

В целом, «Фото-определитель монгольских птиц» (Болдбаатар, 2008) — издание давно ожидаемое, будет полезно любителям птиц, туристам и, безусловно, зоологам, интересующихся авифауной Монголии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Болдбаатар Ш. 2008. Фото определитель монгольских птиц (125 видов). Улан-Батор: Монголын Махчин Шувууны Сан. 158 с. (на монгольском языке). [Монгол орны шувууны фото лавлах (125 зуйл). Photo guide to Mongolian birds (125 species). Улаанбатаар: Монголын Махчин Шувууны Сан].

FIRST GUIDE OF THE MONGOLIAN BIRDS REVIEW OF THE BOOK «PHOTO GUIDE TO MONGOLIAN BIRDS (125 SPECIES)», THE AUTHOR SH. BOLDBAATAR ULAANBATAAR: MONGOLYN MAKHCHIN SHUVUUNY SAN, 2008. 158 P.

© 2009. N.V. Lebedeva* **

*South Scientific Center of Russian Academy of Sciences,

**Azov branch of Murmansk's marine biological institute Cola Scientific Center

of Russian academy of sciences

Russia, 344006 Rostov-on –Don, Chekhov str., 41, E-mail: lebedeva@mmbi.krinc.ru

Abstract. The first photo-guide of the Mongolian birds (125 species; Boldbaatar, 2008) published in the Mongolian language is discussed. The guide gives the brief descriptions in the Mongolian language and photos of 125 bird species, their names in five languages: Latin, Mongolian, English, Russian and Japanese. This edition will be useful for bird-watchers, tourists and zoologists interested in avifauna of Mongolia. **Keywords**: birds, species, photos, description of species, the Mongolian, English, Russian, Japanese languages.

=ХРОНИКА=

новые книги

NEW BOOKS

Стасюк Н.В. ДИНАМИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ДЕЛЬТЫ ТЕРЕКА. Махачкала: Изд-во ДНЦ РАН, 2005. 193 с.

В монографии на основе многолетних исследований и новых методологических подходов дана оценка современного состояния и временных изменений почвенного покрова крупного сельскохозяйственного района юга России. Впервые проведен сравнительный анализ его состава и структуры в естественный и антропогенный периоды развития Терской дельты, установлены темпы и особенности деградации, обоснован временной интервал мониторинга состояния, разработаны принципы оперативного контроля и составлен долгосрочный прогноз.

Для почвоведов, географов, экологов, мелиораторов, специалистов по охране окружающей среды и рационального природопользования.

Stasyuk N.V. DYNAMICS OF SOIL COVER OF TEREK DELTA. Mahachkala: Publ. house of Daghestan Scientific Center of Russian Academy of Sciences, 2005. 193 p.

The evaluation of a modern state and temporal changes of the soil cover of large agricultural area of South Russia is given in the monography on the basis of long-term researches and new methodological approaches. For the first time the comparative analysis of its composition and structure was carried out within the natural and anthropogenic periods of the Terek delta development, the rates and features of degradation process were determined, the monitoring timing was established, the principles of the operative control were developed and the long-term forecast was made.

For soil scientists, geographers, ecologists, specialists on preservation of the environment and resources conservation.

Экосистемы засушливых земель. Перспективы Индии. Редакторы: К.П.Р. Витал, Р.Л. Шривастава, Н.Л. Джоши Амал Кар, В.П. Тевари, С. Катху. Джошпур: Изд-во М/с Эвергрин Принтерс, 2007. 250 с.

На засушливых землях, занимающих около 41% суши обитает более 2 миллиардов населения. Здесь расположены самые проблемные экосистемы мира. Около 70% ((228.3 млн. га) территории Индии (327.9 млн. га), охватывающих почти все штаты, за исключением Гоа, Керала, северо-западных штатов и островов, относятся к засушливым землям. Книга «Экосистемы засушливых земель. Перспективы Индии» затрагивает широкий круг проблем связанных с засушливыми землями. Книга является шагом к реализации мер по созданию зон устойчивого развития в засушливых регионах мира. Подробное рассмотрение различных аспектов настоящего засушливых земель и будущих нужд этих регионов привлечет внимание к книге всех заинтересованных читателей.

Содержание: 1. Опустынивание в аридных регионах Западной Индии: современный сценарий. 2. Изменение климата и сельское хозяйство на засушливых землях. 3. Системы земледелия для устойчивого сельского хозяйства в индийской аридной зоне. 4.Горизонтальное и вертикальное разнообразие поливных систем земледелия Индии. 5.Устойчивое лесное хозяйство: критерии и индикационный подход. 6. Управление водными ресурсами в индийской аридной зоне. 7. Облесение засоленных земель в аридных регионах. 8. Качество почв и плодородие — современное состояние и перспективы на засушливых землях. 9. Перспективы садоводства в аридной зоне. 10.Совместное использование лесных и сельскохозяйственных пестицидов в аридных регионах. 11. Управление ресурсами засушливых земель для увеличения продуктивности и обеспечения продовольствием на длительную перспективу в Индии. 12. Управление водными бассейнами: отправной пункт

для улучшения обеспечения продовольствием и устойчивого развития на засушливых землях Азии. 13. Роль поголовья скота в системе земледелия на засушливых землях: перспективы Индии.

Dryland Ecosystem. Indian Perspective. Editors: K.P.R. Vittal, R.L. Srivastava, N.L. Joshi Amal Kar, V.P. Tewari, S. Kathju. Jodhpur: M/s Evergreen Printers, 2007. 250 p.

Drylands, covering about 41% of the earth's land surface and inhabited by more than 2 billion people, are one of the world's most challenging ecosystems. About 70% (228.3 million ha) of India's total land area (327.9 million ha), spread over almost all the states of the country, except Goa, Kerala, and the states in the north-east and the islands, is classified as drylands.

The book "Dryland Ecosystem: Indian Perspective" have embarked on a wide range of topics dealing with the problems and management of drylands areas. This book is a step towards that realization, especially for making the arid lands more sustainable. The critical reviews by the learned authors on different aspects of drylands and the future needs suggested would get the attention of all concerned.

Contents: 1.Desertification in Arid Western India: Current Scenario.2.Climate Change and Dryland Agriculture. 3.Farming Systems for Sustainable Agriculture in Indian Arid Zone. 4.Horizontal and Vertical Diversifications of Rainfed Cropping Systems in India.5.Sustainable Forest Management: Criteria and Indicator Approach.6.Water Resource Management in Indian Arid Zone.7.Afforestation of Salt Affected Lands in Arid Areas.8.Soil Quality and Fertility - Context and Perspective in Dryland Research.9.Prospects of Horticulture in Arid Zone.10.Integrated Management of Forest and Agricultural Insect Pests in Arid Regions.11.Managing Dryland Resources to Increase Productivity and Livelihood in Indian Perspective.12.Watershed Management: An Entry Point for Improved Livelihoods and Sustainable Development in the Dryland Areas of Asia.13.Role of Livestock in Dryland Farming: Indian Perspective.

Чарлз Ф. Хатчинсон, Стефани М. Херманн. Будущее Аридных территорий – возвращаясь к проблеме. Обзор 50-летней истории исследований засушливых земель. Нидерланды: Шпрингер (ЮНЕСКО), 2008. 200 с.

В системе Организации Объединенных Наций ЮНЕСКО имеет самую давнюю традицию рассмотрения проблемы засушливых земель с научной точки зрения. Первым международным исследовательским проектом этих районов был проект 1951 года под руководством Международного Консультативного Комитета. За ним последовал ряд межправительственных программ ЮНЕСКО, имеющих своими компонентами исследования засушливых земель.

2006 год был объявлен Генеральной Ассамблеей ООН «Международным годом пустынь и Опустынивания». Это явилось поводом для того, чтобы оценить развитие научных исследований в области засушливых земель за прошедшие 50 лет. Профессор Чарлз Ф. Хатчинсон и доктор Стефани М. Херманн из Аризонского Университета справились с этой титанической задачей. Книга «Будущее Аридных территорий – возвращаясь к проблеме» вышла через 50 лет после публикации труда «Будущее аридных территорий». Эта новая книга поможет определить научное направление для будущего сотрудничества в целях обеспечении устойчивого развития в странах подверженных опустыниванию. ЮНЕСКО полагает, что книга станет важным вкладом в объявленную ООН программу «Десятилетие Образования для Устойчивого Развития (2005-2014).» Засушливые земли являются самыми бедными регионами планеты. Следуя «Целям развития в 3-м тысячелетии», объявленных ООН, мы должны мобилизовать коллективные усилия для обеспечении устойчивого развития в таких маргинальных регионах планеты, каковыми являются пустыни.

Charles F. Hutchinson, Stefanie M. Herrmann. The Future of Arid Lands – Revisited. A Review of 50 Years of Drylands Research. The Netherlands: Springer (UNESCO). 2008. 200 p.

Within the United Nations System, UNESCO has one of the longest traditions in addressing dryland problems from a scientific point of view. The first international research program dealing with these zones was

launched back in 1951 under the direction of an International Advisory Committee. It was followed by a series of UNESCO intergovernmental programs having significant components relating to drylands.

The year 2006 was declared "International Year of Deserts and Desertification" by the United Nations General Assembly. This proved to be a timely occasion to assess the development of scientific research relative to the projections made 50 years ago, which were based on the knowledge at that time. Professor Charles F. Hutchinson and Dr. Stefanie Herrmann at the University of Arizona were assigned this mammoth task. The UNESCO-commissioned book *The Future of Arid Lands - Revisited* comes some 50 years after the publication of *The Future of Arid Lands*. This new book can help to determine the scientific path for future operations to promote sustainable development in countries affected by desertification. UNESCO considers the book an important contribution to the UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014) for which UNESCO has been designated lead agency. As the world's drylands are among the most poverty-stricken regions of our planet, and in line with the UN-wide joint effort to reach the Millennium Development Goals, we need to mobilize all our collective efforts to ensure sustainable development in the world's marginal areas that are the deserts.

Виды и сообщества в экстремальных условиях. Сборник, посвященный 75-летию академика Ю.И. Чернова. Ред.: А.Б. Бабенко, Н.В. Матвеева, О.Л. Макарова, СИ. Головач. Москва-София: Товарищество научных изданий КМК-PENSOFT 2009. 494 с.

Юрий Иванович Чернов - крупнейший современный эксперт по экологии и биогеографии, прежде всего Арктики, и не только в России, но и за рубежом. Он автор более чем 200 научных публикаций, самые известные из которых - монографии «Природная зональность и животный мир суши» (1975), «Структура животного населения Субарктики» (1978), «Жизнь тундры» (1980). В предлагаемой книге его учениками и последователями сделана попытка отразить развитие синэкологических и биогеографических «разработок» Юрия Ивановича. Сборник включает статьи по оценке разнообразия флоры и фауны Арктики и аридных территорий, анализу структуры их природных сообществ и вопросам охраны этих регионов. В ряде статей освещены методологические и методические проблемы исследований (способы изучения географических трендов биоразнообразия, выбор рабочих единиц для географического анализа компонентов биоты и др.). Авторов - зоологов, ботаников, географов и экологов из разных институтов и странобъединяет стремление перейти от фактов к явлению, от явлений - к закономерности, что так органично строю мыслей юбиляра.

Species and communities in extreme conditions. Collective monograph devoted to 75-year anniversary of academician U.I. Chernov. Eds.: A.I. Babenko, N.V. Matveeva, O.L. Makarova, S.I. Golovach. Moscow-Sophia: Association of scientific publishers KMK – PENSOFT. 2009. 494 p.

Uriy Ivanovich Chernov is the most outstanding modern expert in ecology and biogeography foremost of Arctic, not only in Russia, abroad as well. He is the author of more than 200 scientific publications, the most known among them - monographs "Natural zonality and animal world of the earth" (1975), "Structure of animal population in Sub-Arctic regions" (1978), "Life of tundra" (1980). In the book under consideration his pupils and followers made an attempt to show the development of sin-ecological and biogeographical works of Uriy Ivanovich. The book includes the articles on evaluation of flora and fauna diversity of Arctic and arid territories, on analysis of the structure of its natural communities and items of protection of these regions. In several articles the methodological problems of research works are lighted up (methods of geographical trends in biodiversity studies, choosing of units for geographical analysis of biota components, etc.). All authors – zoologists, botanists, geographers and ecologists from different institutions and countries – are united by aspiration to come from facts to phenomena, from phenomena – to the laws, which is so organic for the scientific thought of Uriy Ivanovich Chernov.

=ХРОНИКА=

К ЮБИЛЕЮ АКАДЕМИКА НИНЫ ТРОФИМОВНЫ НЕЧАЕВОЙ

В связи со 100-летием со дня рождения выдающегося ученого, академика АН Туркменской ССР, лауреата Государственной премии СССР, Героя Социалистического Труда, Нины Трофимовны Нечаевой 14-15 декабря 2009 года в г. Москва будут проведены Научные чтения, посвященные ее памяти. Учитывая ее большие заслуги в изучении аридных экосистем и разработке мероприятий по борьбе с опустыниванием, Бюро Отделения биологических наук РАН решением от 31 марта 2009 г. постановило возложить организацию чтений на Учреждение Российской академии наук Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН. В программу чтений предполагается внести доклады по основным направлениям исследований аридных экосистем, развивавшихся Н.Т. Нечаевой, а также запланирована экскурсия во Всероссийский научно-исследовательский институт кормов РАСХН. К чтениям планируется выпуск специального номера журнала «Аридные экосистемы», посвященного 100-летию академика АН Туркменской ССР Н.Т. Нечаевой.

Оргкомитет обращается ко всем заинтересованным специалистам прислать предложения по проведению чтений и тексты докладов объемом до $0.5\,\mathrm{n.n.}$ в срок до $20\,\mathrm{сентября}\ 2009\,\mathrm{r.}$

TO THE JUBILEE OF ACADEMICIAN NINA TROFIMOVNA NECHAEVA

The Scientific Readings devoted to 100-anniversary of Nina Trofimovna Nechaeva, an outstanding researcher, academician of the Turkmenian Academy of Sciences, Laureate of the USSR National Prize, Hero of Socialist Labor will be held in Moscow in December 14-15, 2009 Taking into consideration the great services of N.T. Nechaeva in the arid ecosystems study and development of combating desertification measures, the Bureau of Branch of Biological Sciences RAS decreed by the resolution of March 31, 2009, to lay organization of the Readings on the A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS. The program will include reports on principal researches developed by N.T. Nechaeva. An excursion is planned to the All-Russian Scientific Institute of Fodder. A special volume of "Arid Ecosystems" magazine will be issued devoted to 100-anniversary of academician of the Turkmenian Academy of Sciences N.T. Nechaeva.

The Organizing Committee invites all interested specialists to send their propositions regarding the Readings as well as texts of their reports up to 20000 symbols long. The deadline for submission of the contributions is September 20, 2009.

ISSN 1993-3916 журнал АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ 2009. Т. 15. № 2 (38) JOURNAL ARID ECOSYSTEMS 2009. Vol. 15. № 2 (38)



Формат 60х 84 1 / $_{8}$ Объем 6,5 п.л. Тираж 200 экз. Заказ № Индекс 39775 (каталог «Пресса России»)