Том **13** **Номер** **33-34** **Ноябрь** **2007**
Volume **Number** **November**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ
ARID ECOSYSTEMS

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

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

МОСКВА
MOSCOW

2007

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. 13, № 33-34, 2007 NOVEMBER
Journal is founded in January 1995
Issued 4 times per year

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

Editorial Board:
Prof. Dr. S.-W. Breckle (Germany), Prof. M.G. Glants (USA),
Dr. E. Lioubimtseva (USA), Prof. Dr. B.A. Abaturov, Prof. Dr. P.D. Gunin,
Prof. Dr. I.S. Zonn, Prof. Dr. R.V. Kamelin, Prof. Dr. G.S. Kust,
Prof., Dr. V.M. Neronov, Prof. U. Safriel (Israel), Prof. I.V. Springuel (Egypt),
Prof. Song Yudong (China), Prof. Dr. A.A. Chibilev,
Prof. Dr. Z.Sh. Shamsutdinov, Dr. T.V. Dikariova (*executive secretary*),
Responsibilities for issue:
Prof. Dr. N.M. Novikova* (*deputy editor*), Dr. Zh.V. Kuz'mina*

Editorial counsil:
M.Z. Zalibekova**, M.B. Shadrina*,
P.M.-S. Muratchaeva**

Addresses:
*119991, Moscow, Goubkina str., bild. 3, IWP RASN,
Tel.: (499) 135-70-41. Fax: (4995) 135-54-15,
E-mail: novikova@aqua.laser.ru

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

MOSCOW
2007

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 13, № 33-34, 2007, ноябрь
Журнал основан в январе 1995 г.
Выходит 4 раза в год

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

Редакционная коллегия:
С.-В. Брекле (Германия), М.Г. Глянц (США), Е. Любимцева (США),
Б.Д. Абатуров, П.Д. Гунин, И.С. Зонн, Р.В. Камелин, Г.С. Куст,
В.М. Неронов, У. Сафриель (Израиль), И.В. Спрингель (Египет),
Р.Г. Магомедов (*Заместитель главного редактора по оргвопросам*)
Сун Юуй-дун (Китай), А.А. Чибилев, З.Ш. Шамсутдинов,
Т.В. Дикарева (*Ответственный секретарь*)
Ответственные за выпуск:
Н.М. Новикова* (*Заместитель главного редактора*), Ж.В. Кузьмина*

Редакционный совет
М.З. Залибекова **, М.Б. Шадрина*,
П.М.-С. Муратчаева**

Адрес редакции:
*119333, Москва, ул. Губкина, 3, ИВП РАН
Телефон: (7 - 499) 135 -70-41, Fax: (7 - 499) 135 - 54 - 15,
E-mail: novikova@aqua.laser.ru

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

Москва
2007

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

Том 13, номер 33-34, 2007 ноябрь

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Соотношение между климатическим и антропогенным факторами восстановления растительного покрова Юго-Востока Европейской России
А.Н. Золотокрылин, В.В. Виноградова 7-16

Принципы оценки и управления почвенными ресурсами аридных регионов
З.Г. Залибеков 17-23

К вопросу о происхождении Бэровских бугров Северного Прикаспия
А.А. Свиточ, Т.С. Клювиткина 24-39

К методике составления мелкомасштабных карт опустынивания
Л.Я. Курочкина, А.Л. Кокарев 40-54

Испаряемость в количественных показателях климата
Е.А.Черенкова, Н.А.Шумова 55-67

Современный гидроморфизм: процессы, формы, проявления, признаки
Н.М. Новикова, О.Г.Назаренко 68-80

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

Обоснование облигатности интенсивных лесоводственных уходов для рекреационных древостоев аридной зоны
В.Д. Шульга, А.И. Густова, Д.К. Терехина 81-88

Закономерности первичных сукцессий Аральского побережья
Л.А. Димеева 89-100

Водный режим фитоценозов песчаного побережья Арала
И.В. Панкратова 101-112

Галоадаптация и экологические особенности растений осушенной южной части дна Аральского моря в связи с опустыниванием и засолением почв
Х.К. Матжанова 113-117

О структуре изменчивости по годам сбора биомассы генеративного побега дагестанского эндема *Trifolium raddeanum* Trauv.
А.Д. Хабибов, А.А. Хабибов, П.М.-С. Муратчаева 118-125

Экономическое значение некоторых местных эндемичных растений египетской нубии: на основе содержания общего протеина и аминокислот

С. Хенейдак, А.С.М. Шахин 126-135

Картографирование растительности охраняемых территорий южной Монголии: опыт применения дистанционных методов ГИС технологий

Х. Фон Верден, К. Веше 136-145

Восстановление и сохранение европейской популяции сайгака центром диких животных Республики Калмыкия

Н.Ю. Арылова 146-154

ХРОНИКА

Освещение проблемы опустынивания в журнале “Аридные экосистемы”

М.Б. Шадрина 155-161

О рабочем совещании международной группы “Экотоны вода-суша: современные задачи исследований”

М.Б. Шадрина 162-164

РЕЦЕНЗИИ

Рецензия на книгу “Полный обзор фауны Ирана”

В.В. Бобров, В.Ю. Ильяшенко, Л.А. Хляп 165-167

ИСТОРИЯ НАУКИ

Ирине Николаевне Сафроновой – 70 лет 168-169

Амину Бахиевичу Бахиеву – 70 лет 170-171

“Аридные экосистемы” в библиотечных фондах России и за рубежом 172-174

Правила для авторов 175-178

CONTENTS

Vol 13, Number 33-34, 2007 NOVEMBER

SYSTEMATIC STUDY OF ARID TERRITORIES

Relation between climatic and antropogenic factors of re-vegetation in the south-east of European Russia
A.N. Zolotokrylin, V.V. Vinogradova 7-16

Principles of assessment and management of soil resources of arid regions
Z.G. Zalibekov 17-23

To the question of the origin of Baer knolls from the Northern Caspian region
A.A. Svitoch, T.S. Klyuvitkina 24-39

To the methods on mapping of desertification in small scale
L.Ya. Kurochkina, A.L. Kokarev 40-54

Potential evapotranspiration in Quantity Indicators of Climate
E.A. Cherenkova, N.A. Shumova 55-67

Current hydromorphism: processes, forms, diagnostics in ecosystems
N.M. Novikova, O.G. Nazarenko 68-80

BRANCH PROBLEMS OF ARID LANDS DEVELOPMENT

Substantiation of necessity intensive care of forestry in recreational forest stands of the arid zone
V.D. Shulga, A.I. Gustova, D.K. Terehina 81-88

Mechanisms of primary successions in the Aral sea coast
L.A. Dimeyeva 89-100

The Water Regime of the Sandy Coast Phytocenoses of the Aral Sea
I.V. Pankratova 101-112

The haloadaptation and bioecological features of plants of the drained Southern part of a bottom of the Aral Sea in connection with a desertification and saltification of soils
Kh.K. Matzhanova 113-117

About a structure of change of biomass of generative shoot of Dagestan endem *Trifolium raddeanum* Trauv. In years of gathering
A.D. Habibov, A.A. Habibov, P.M.-S. Muratchaeva 118-125

Economic Importance of Some Local Endemic Plants of The Egyptian Nubia: Based on Total Protein and Amino Acid Composition

S. Heneidak, A.S.M. Shaheen 126-135

Mapping the vegetation of southern Mongolian protected areas: application of GIS and remote sensing techniques

H. von Wehrden, K. Wesche 136-145

Restoration and conservation of the european population of saiga antelope by the Centre of wild animals of the Republic of Kalmykia

N.Yu. Arylova i 146-154

CHRONICLE

Desertification problems' presentation in the "Arid Ecosystems" journal

M.B. Shadrina 155-161

About Staff conference of The International Group "Water-terrestrial ecotones: modern aims for explorations"

M.B. Shadrina 162-164

REVIEWS

Review of the monography "The complete Fauna of Iran"

V.V. Bobrov, V.Yu. Ilyashenko, L.A. Khlyap 165-167

HISTORY OF SCIENCE

Irina N. Safronova is 70 years 168-169

Amin Bakhiev is 70 years 170-171

"Arid Ecosystems" In Library Funds of Russia and Abroad 172-174

Guidelines to Authors 175-178

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 551.5

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ КЛИМАТИЧЕСКИМ И АНТРОПОГЕННЫМ ФАКТОРАМИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЮГО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

© 2007 г. А.Н. Золотокрылин, В.В. Виноградова

Институт географии Российской академии наук
Россия, 109017 Москва, Старомонетный переулок 29, E-mail: zgoldfinch@mtu-net.ru

Реферат. Наблюдаемое в Северо-Западном Прикаспии восстановление растительного покрова в конце XX в. объясняется взаимодействующими климатическим и антропогенным факторами. Вначале процесс восстановления был порожден ослаблением засушливости во второй половине 1980-х – в начале 1990-х годов. Затем он усилился в результате резкого ослабления антропогенной нагрузки на пастбища в начале 1990-х годов. Показано, что перевыпас усилился на новых участках пастбищ в конце 1990-х годов.
Ключевые слова: опустынивание, реопустынивание, климат, восстановление растительного покрова, антропогенная нагрузка на пастбища.

Опустынивание – результат взаимодействия множества факторов. Среди них – климат, который становится одним из главных при экстремальных условиях. Экосистемы засушливых земель по сравнению с большинством других экосистем суши наиболее чувствительны к экстремальности климата. Климатический фактор часто накладывается на антропогенный в районах, испытывающих максимальную нагрузку населения на экосистемы и в этом случае опустынивание принимает катастрофический характер. Последствия этих взаимодействующих факторов очень трудно разделить, так как они не являются простым суммированием климатических и антропогенных воздействий.

Ниже опустынивание засушливых земель рассматривается как результат однонаправленного воздействия факторов: (1) усиления аридности климата и повышения частоты опасных засух; (2) разнообразных, превышающих критический уровень антропогенных воздействий на засушливые земли. При таких условиях климатогенное опустынивание – аридизация земель с обусловленной ею региональной деградацией растительного покрова с включением мезомасштабной антропогенной деградации динамичных компонентов экосистем. Из этого определения следует, что возможна противоположная ситуация (климатогенное реопустынивание) в результате ослабления аридности климата, падения частоты опасных засух и ослабления антропогенной нагрузки на землю. Подобная ситуация возникла, например, в Прикаспийском регионе в конце XX в.

В данной работе из широкого спектра последствий антропогенной составляющей опустынивания целесообразно ограничиться оценками деградации пастбищ, которые широко представлены в публикациях и картографических произведениях.

Работа направлена на анализ соотношения между климатическим и антропогенным факторами восстановления растительного покрова на юго-востоке Европейской России (на примере Республики Калмыкия и Астраханской области) в последние две декады XX в. Этот вопрос затрагивался в публикациях (Неронов, 1998; Виноградов и др., 1999; Борликов и др., 2000; Шилова и др., 2001). В них доминирует точка зрения, что динамика опустынивания обусловлена преимущественно меняющейся антропогенной нагрузкой скота на пастбища и лишь в минимальной степени климатом. Так, в исследовании В.В. Виноградова с соавторами

(Виноградов и др., 1999) на основе картографирования скорости опустынивания Черных земель за период 1984-1993 гг. сделан вывод, что наряду с пескозакрепительными и мелиоративными работами, а также падением численности скота в динамике опустынивания имеет значение и климатический фактор. Одной из причин начала восстановления растительного покрова считают улучшение условий увлажнения в связи, как они полагают, окончанием Брюкнеровского климатического цикла. Авторы другого исследования (Шилова и др., 2001) более категоричны. Они считают ведущим фактором восстановления экосистем ослабление нагрузки скота на пастбища, однако отмечают, что группировки влажных лет преобладали в 1980-е годы, а период максимального восстановления экосистем (1989-1992 гг.) совпал с годами повышенного увлажнения.

Принимая вышесказанное во внимание, ниже будет предпринята попытка внести ясность в основной вопрос: что же послужило первопричиной восстановления растительного покрова северо-западной части Прикаспийского региона – очередная флуктуация регионального климата или ослабление антропогенной нагрузки на землю (перевыпаса)? Тогда можно будет ответить и на другие два вопроса: когда началось и как долго продолжалось восстановление растительного покрова.

Территория, материалы и методика

Территория исследования расположена в юго-восточной части Европейской России в пределах Республики Калмыкия и Астраханской области. Она ограничена 45-48ºс.ш. и 44-48ºв.д.

В работе использовались подготовленные во ВНИИГМИ-МЦД Росгидромета по данным метеосети ряды среднесуточной температуры и суточной суммы осадков за период 1935-2001 гг. В заданные промежутки времени вычислялись число дней с осадками, а также число дней с осадками разной суточной интенсивности: 0.1-5 мм (слабые), 5.1-10 мм (умеренные), более 10 мм (сильные). Осадки с суточной интенсивностью более 5 мм считались эффективными. Дополнительно анализировались ряды количества осадков за год, теплый и холодный периоды, гидротермического коэффициента (ГТК) за период 1961-2000 гг. на основании данных, полученных из архива отдела агрометеорологических прогнозов Гидрометеоцентра Росгидромета. Агрометеосеть значительно плотнее, чем метеосеть.

В качестве индикатора фитомассы применялся месячный нормированный разностный вегетационный индекс (NDVI) в пикселах 8x8 км за период май-сентябрь 1982-2001 гг. (Pathfinder…). Он вычисляется по данным радиометра спутников Национального управления по океану и атмосфере (NOAA) США. Концепция NDVI базируется на разном отражении радиационных потоков растительным покровом в видимом (0.58-0.68 мкм) диапазоне солнечного спектра (К1) и ближнем инфракрасном (0.725-1.10 мкм) диапазоне (К2). Механизм образования хлорофилла и отражения радиации листьями является причиной низкого отражения в К1 и высокого отражения в К2. Разности между оценками отражения в этих каналах с последующей нормировкой на их сумму используется для вычисления NDVI:

$$NDVI=К2-К1/К2+К1$$

Как известно, NDVI коррелирует с зеленой фитомассой и увеличивается с ее ростом.

Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова применялся в качестве индекса аридности климата сезона активной вегетации. Он вычисляется как отношение суммы осадков за период со среднесуточными температурами выше 10° к сумме этих температур с коэффициентом 0.1:

$$ГТК=\sum P / 0.1\sum t_{>10},$$

где P-суточная сумма осадков в миллиметрах, а t-среднесуточная температура воздуха в градусах Цельсия. Уменьшение ГТК свидетельствует о возрастании аридности климата вегетационного сезона.

Четкое содержание и простота вычисления ГТК стало основанием для включения его в список индексов аридности (Stadler, 1987). Хотя ГТК не учитывает влажность почвы и не определяет долю осадков, уносимую стоком, с его помощью можно увереннее других показателей идентифицировать зональное распределение аридности.

Также вычислялся показатель *опасной атмосферной засухи* – по отсутствию эффективных осадков за период не менее 30 дней подряд при среднесуточной температуре воздуха выше 25˚С в вегетационный период года.

Результаты

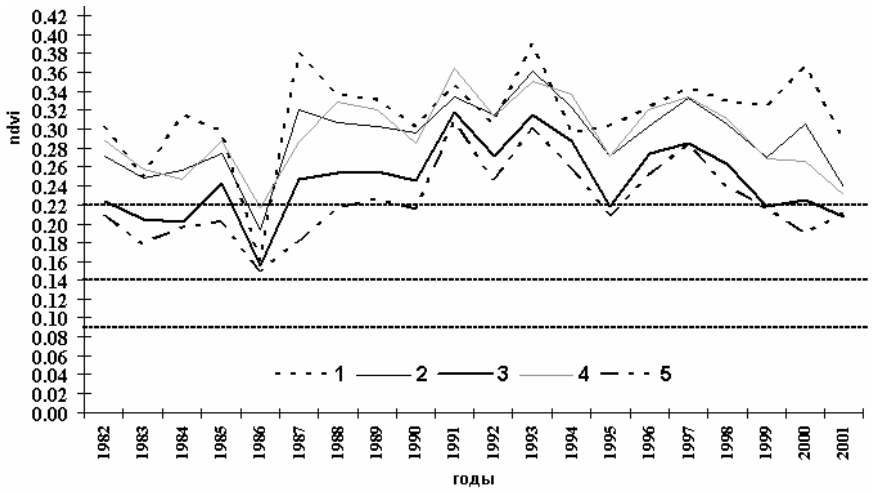
Ответ на вопрос о первопричине неожиданного восстановления растительного покрова в Республике Калмыкия и Астраханской области содержится в рисунке 1. Он изображает межгодовой ход осредненного NDVI-индикатора фитомассы за период 1982-2001 гг. в среднем за май-сентябрь (рис. 1а) и за май (рис. 1б) в разных по размеру участках: одноградусных, двухградусных и трехградусных. Горизонтальными пунктирными линиями отмечены значения индикатора, характеризующие по степени увеличения соответственно сильно, умеренно и слабо деградированные пастбища (Борликов и др., 2000). Сравнение рисунков индикатора за сезон активной вегетации и в начале сезона сделано для понимания его информативности. По мнению авторов работы (Борликов и др., 2000) сезон вегетации в целом является менее информативным для анализа, чем его начало.

Как видно из сравнения рисунков 1а и 1б, в изменении кривых одних и тех же участков больше общего, чем различий. Осредненные за вегетационный сезон кривые индикатора выглядят более сглаженными, чем майские кривые. Межгодовые изменения индикатора преимущественно синхронны даже в участках с разной степенью деградации пастбищ. Кривые отличаются только величиной амплитуды, уменьшающейся с ростом площади осреднения. Обращает на себя внимание то, что разброс майских кривых сильно сократился к концу XX в. из-за выравнивания значений индикатора на территории. Уменьшение различий между участками трудно объяснить иначе, чем ослаблением нагрузки скота на пастбища. Хорошо выраженная синхронность межгодового хода индикатора легко объясняется межгодовой изменчивостью регионального климата.

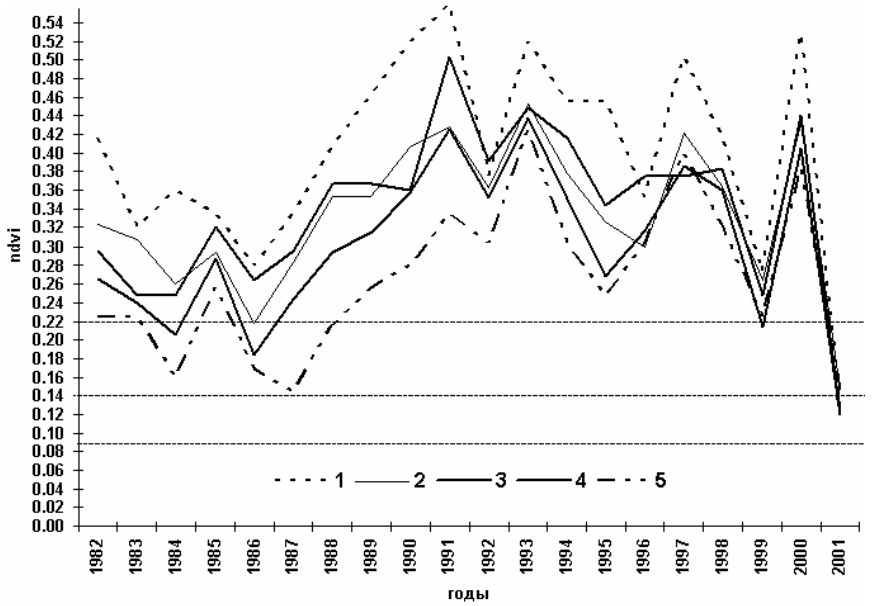
Выпуклый вид кривых указывает на циклический характер изменения индикатора с положительной фазой в период с середины 1980-х гг. и почти до конца 1990-х. Четкая тенденция его нарастания проявилась после 1986 г. и прослеживалась до середины 1990-х гг. во всех участках. Исключение представляет участок 4 (юго-западная часть Черных земель), в котором восстановление началось с 1987 г. (рис. 1б). Период систематического повышения индикатора длился почти семь лет (1986-1993 гг.), если не принимать во внимание незначительное понижение индикатора в 1992 гг. Максимальные значения индикатора отмечались в 1991, 1993 и 1997 гг. и дополнительно в 2000 г. по данным мая. В годы с весенне-летними опасными атмосферными засухами (1995, 1998, 1999, 2001 гг.) значения индикатора падали. Низкое значение индикатора было в 1986 г. с минимальным количеством годовых осадков и ГТК, несмотря на то, что год не выделяется по критерию засухи. Таким образом, начало восстановления растительного покрова датируется 1986 г., а систематическое повышение фитомассы отмечалось до 1993 г. включительно и продолжалось семь лет. Нет основания считать, что информативность среднесезонного индикатора ниже, чем майского.

Тенденция нарастания индикатора началась более чем за пять лет до заметного снижения поголовья скота. Это обстоятельство служит важным доводом в пользу климатической причины начала восстановления растительности. Кроме того, синхронное изменение индикатора на всей территории не подтверждает вывод, что оно могло быть результатом проведения пескозакрепительных и фитомелиоративных работ. Эти работы начались в конце

1980-х годов и охватывали только выборочные деградированные пастбища (Виноградов и др., 1999). Таким образом, благоприятное изменение климата можно рассматривать в качестве первопричины восстановления растительного покрова, эффект которого затем суммировался с эффектом ослабления антропогенной нагрузки на пастбища. Следует отметить, что последствия перестройки регионального климата – повышение водности рек, уровня Каспийского моря и т.д. – стали заметными несколькими годами раньше.



а)



б)

Рис. 1. Межгодовой ход NDVI-индикатора фитомассы за период 1982-2001 гг. на разных участках Республики Калмыкии и Астраханской области (45-48ºс.ш. и 44-48ºв.д.). Участки: 1 – (46-47ºс.ш., 44-45ºв.д.), 2 – (45-48ºс.ш., 44-48ºв.д.), 3 – (45-47ºс.ш., 45-47ºв.д.), 4 - (45-46ºс.ш., 45-46ºв.д.), 5 - (45-46ºс.ш., 46-47ºв.д.). Горизонтальные пунктирные линии показывают степень деградации пастбищ: сильная (NDVI<0.09), умеренная (0.09<NDVI<0.14) и слабая (0.14<NDVI<0.22): а) май-сентябрь, б) май. **Fig. l.** Interannual change of NDVI as phytomass indicator in 1982-2001 in different areas of Kalmykia and the Astrakhan administrative region (45-48ºN and 44-48ºE). Areas: 1 – (46-47ºN, 44-45ºE), 2 – (45-48ºN, 44-48ºE), 3 – (45-47ºN, 45-47ºE); 4 – (45-46ºN, 45-46ºE), 5 – (45-46ºN, 46-47ºE). Horizontal point lines show degree of degraded pastures: severely (NDVI<0.09), moderately (0.09<NDVI<0.14), slightly (0.14<NDVI<0.22): a) May-September, б) May.

Анализ междекадного изменения ГТК и частоты опасных атмосферных засух климата также указывает на то, что декада 1980-1990 гг. отличалась от предыдущих повышением влажности климата на всей территории. Как показывает сравнение ежедекадных карт коэффициента тренда ГТК, он был положительным на всей территории в декаду 1981-1990 гг., в то время как он был разнонаправленным в декаду 1961-1970 гг., положительным на большей части территории и близок к нулю на остальной в декаду 1971-1980 гг., минимальным в декаду 1991-2000 гг. В декаду 1981-1990 гг. не отмечалось ни одной опасной атмосферной засухи, тогда как их было 3, 1 и 3 соответственно в декады 1961-1970, 1971-1980 и 1991-2000 гг. Ранее сделанный анализ месячных сумм осадков по данным метеостанции Комсомольский за период 1981-2000 гг. в работе (Шилова и др., 2001) полностью подтверждает наш вывод о том, что декада 1981-1990 гг. была более влажной, чем следующая.

Полной уверенности в том, что аридность климата систематически ослабевала за период 1961-2000 гг., нет. Статистическая значимость положительного тренда ГТК была низкой из-за взаимокомпенсации декадных трендов в результате короткопериодной цикличности ГТК. Также не обнаруживается статистически достоверного изменения количества осадков за год и за теплый и холодный периоды между декадами 1981-1990 и 1991-2000 гг. Примерно равное количество станций имеют как положительные, так и отрицательные изменения. В то же время число дней с умеренными и сильными осадками за вегетационный сезон возросло в основном за счет сильных осадков во вторую декаду.

Несколько слов о чувствительности индикатора к межгодовой изменчивости осадков. По нашим оценкам вклад каждого из показателей (суммы годовых, теплого и холодного периодов осадков, число дней с осадками, число дней с эффективными, умеренными и сильными осадками) в дисперсию индикатора невелик. Например, осадки холодного периода обеспечивают примерно 20% дисперсии индикатора в мае. Их вклад снижается в последующие месяцы. Число дней с эффективными осадками обеспечивают около 15% дисперсии. Вклад остальных показателей еще меньше.

Анализ средних показателей климата в зависимости от положительных и отрицательных аномалий индикатора показывает, что положительные аномалии наблюдаются при более высоких значениях годовых и сезонных осадков, числа дней с эффективными осадками и, что особенно важно, средней зимней температуры (табл. 1). Различия показателей климата при таком их разделении становятся статистически достоверными.

Таблица 1. Средние показатели климата в годы с положительными и отрицательными аномалиями NDVI-индикатора фитомассы. **Table 1.** Mean climate is observed in seasons with positive and negative NDVI anomalies.

	Положительные аномалии NDVI	Отрицательные аномалии NDVI	Разность
NDVI	0.33	0.30	0.03
Годовая сумма осадков, мм	400	325	75
Сумма осадков теплого периода, мм	260	225	35
Сумма осадков холодного периода, мм	145	95	50
Число дней с эффективными осадками (более 5 мм/сутки)	17	13	4
Средняя температура зимы, °С	-1.2	-1.7	0.5

Важное обстоятельство открывается при этом: почва почти не промерзала в годы с положительными аномалиями индикатора и зимние осадки легко просачивались и

накапливались в ней, препятствуя развитию весенних почвенных засух. Если учесть, что положительные аномалии индикатора, особенно в мае, преобладали в декаду 1991-2000 гг., то становится более понятным отличие климатической ситуации последней декады XX в. от ситуации в предыдущую. Оно заключается в том, что возросла экстремальность климата (осадков зимне-весеннего периода и зимней температуры). Интегральный эффект экстремальности климата выразился в повышении увлажнения территории весной, так как возросло число положительных аномалий осадков и зимней температуры, а также увеличились их амплитуды.

Важным, но пока еще не решенным остается вопрос о тенденции антропогенной и климатогенной составляющих опустынивания. Например, в работе (Борликов и др., 2000) были сопоставлены майские значения индикатора за 1992 и 1996 годы и построены соответствующие карты. Если обратиться к рисунку 1б, то значения индикатора для всей территории (участок 1) с точностью до ошибки были равными в 1992, 1994 и 1996 годах, а максимальные и минимальные значения отмечались соответственно в 1993 и 1995 годах. Очевидно, что взаимная компенсация климатических условий за эти годы не позволила проявиться климатогенному тренду опустынивания. Слабые различия индикатора вносят неопределенность в определение тренда антропогенной составляющей. Но сокращение разброса в 1996 г. по сравнению с 1992 г. указывает, что в это время происходило ослабление нагрузки скота на пастбища. Поэтому преимущественно антропогенные изменения индикатора были отражены на «Карте опустынивания засушливых земель российской части Прикаспийского региона» в 1996 г. (Борликов и др., 2000).

В данной работе тенденции климатогенной и антропогенной составляющих опустынивания определяются из сравнения гистограмм индикатора за декаду 1982-1991 гг. с максимальным перевыпасом и с систематическим ростом индикатора и за декаду 1992-2001 гг. с ослаблением перевыпаса и высокой изменчивостью индикатора для условий мая (рис. 2). В основании гистограммы лежат градации NDVI, а высота столбиков показывает число пикселов 8x8 км, попадающих в заданные градации. Как видно из рисунка, максимальное число пикселов сместилось с градации NDVI=0.28 в первой декаде в градацию NDVI=0.36 во второй. Число пикселов с сильно деградированными (NDVI≤0.09), умеренно деградированными (0.09≤NDVI≤0.14) и слабо деградированными пастбищами (0.14≤NDVI≤0.22) сократилось соответственно в два, пять и два раза во вторую декаду. Одновременно возросло число пикселов с 0.32≤ NDVI≤0.64 и снизилось с NDVI≥0.64, т.е. отмечалось падение фитомассы в местах ее максимума. Таким образом, рост фитомассы во вторую декаду почти на всей территории связан преимущественно с воздействием климатического фактора и в меньшей степени – с ослаблением нагрузки скота на пастбища.

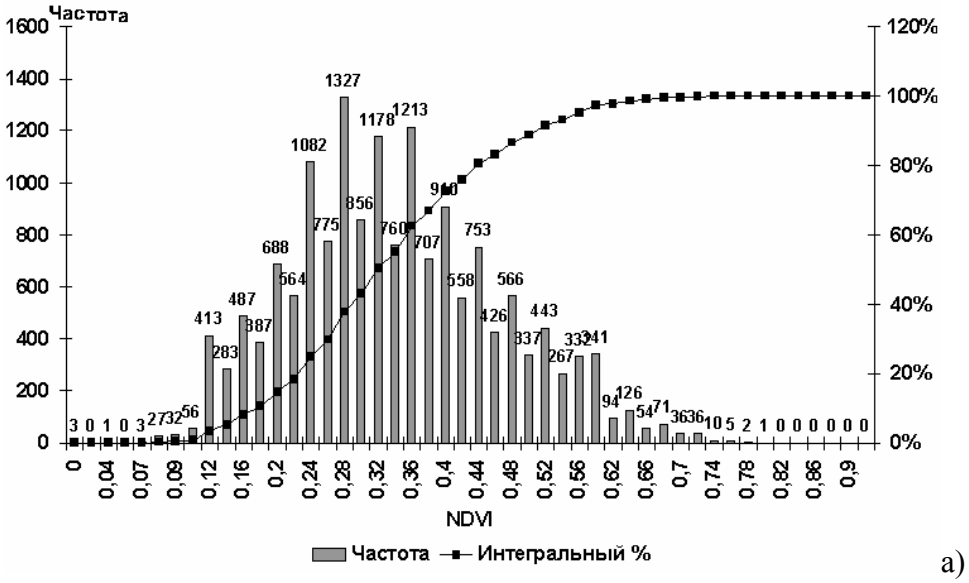
Одновременный рост и падение фитомассы на территории прослеживается на осредненных за декаду данных индикатора. Площади положительных и отрицательных междекадных разностей приведены в таблице 2 за май-сентябрь и май.

Как видно из таблице 2, площади с положительными и отрицательными изменениями, вычисленные как по среднесезонному, так и майскому индикатору примерно равны. Восстановление растительного покрова происходило примерно на 83-85% территории, в то время как на остальной части отмечалась его деградация.

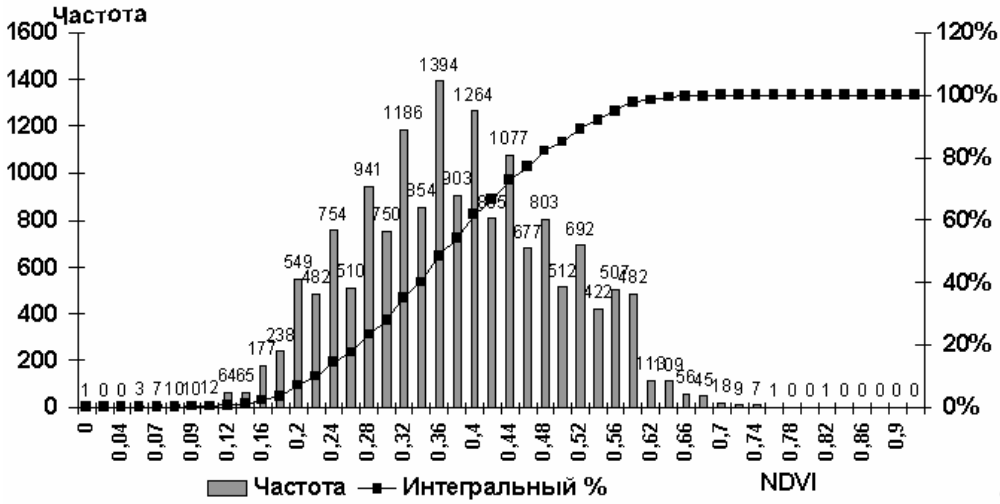
Представляет интерес определить тенденцию изменения площадей сильно деградированных пастбищ на фоне восстановления растительного покрова. Согласно работе (Борликов и др., 2000), сильно деградированные пастбища характеризуются майскими значениями NDVI≤0.09. В данной работе используется более жесткий критерий (месячные значения NDVI≤0.07), принимая во внимание, что в таких условиях микроклимат

Таблица 2. Изменение площади с положительными (отрицательными) разностями NDVI-индикатора фитомассы в декаду 1992-2001 гг. по отношению к декаде 1982-1991 гг. в Республике Калмыкия и Астраханской области. **Table 2.** Areas change with positive (negative) differences of NDVI in 1992-2001 in comparison with 1982-1991 in Kalmykia and Astrakhan administrative region.

Разности NDVI	Площадь, тыс. км^2	
	Май-сентябрь	Май
Положительные (П)	90.5	91.5
Отрицательные (О)	15.1	14.1
Отношение площадей: О/П	0.17	0.15



а)



б)

Рис. 2. Гистограмма NDVI-индикатора фитомассы на территории Республики Калмыкии и Астраханской области (45-48ºс.ш. и 44-48ºв.д.): а) декада 1982-1991 гг., май; б) декада 1992-2001 гг., май. **Fig. 2.** The distribution of NDVI as phytomass indicator of Kalmykia and the Astrakhan administrative region (45-48ºN and 44-48ºE): a) 1982-1991, May; б) 1992-2001, May.

Таблица 3. Площадь сильно деградированных пастбищ (NDVI≤0.07) в декады 1982-1991 и 1992-2001 гг. в Республике Калмыкия и Астраханской области. **Table 3.** Area of severely degraded pastures (NDVK0.07) in 1982-1991 and 1992-2001 in Kalmykia and Astrakhan administrative region.
``

Декады, годы	Площадь, тыс. км^2	
	Май-сентябрь	Май
1982-1991	10.5	0.3
1992-2001	8.8	0.7
Разность (1992-2001) – (1982-1991)	-1.7	0.4

приобретает черты пустынного (Золотокрылин, 2003). Пастбище считается сильно деградированным, если хотя бы в одном из месяцев сезона активной вегетации (май-сентябрь) отмечалось значение NDVI≤0.07.

Такое определение критерия сильно деградированного пастбища условно, так как индикатор отражает не только перевыпас, но он еще в значительной степени зависит от погодных условий. Поэтому целесообразно рассмотреть осредненные за декады оценки площадей сильно деградированных пастбищ и сравнить их (табл. 3). Во-первых, обращает на себя внимание значительная неопределенность в оценке площадей за разные периоды вегетационного сезона: площадь по оценке за май почти на порядок меньше оценки за май-сентябрь. Это обстоятельство необходимо учитывать при интерпретации NDVI-индикатора фитомассы. Во-вторых, площадь сильно деградированных пастбищ в целом для вегетационного сезона сократилась, но незначительно. Слабое междекадное изменение объясняется одновременным восстановлением пастбищ в одних местах и их деградацией в других. В-третьих, площадь сильно деградированных пастбищ возросла во вторую декаду для условий мая. Последний результат вытекает также из сравнения гистограмм, если принять более жесткий критерий сильно деградированного пастбища (рис. 2).

Таким образом, несмотря на восстановление растительного покрова и сокращение поголовья скота локальный перевыпас даже возрос. Как показывает сравнение электронных карт индикатора, перевыпас возник преимущественно в новых местах. Эти локальные места, появившиеся во вторую декаду, хорошо просматриваются в виде скоплений пикселов (рисунок не приводится). Они расположены в Астраханской области в Приволжской песчано-супесчаной полосе, вблизи границы между Калмыкией и Астраханской областью в Южной Сарпинской низменности, в районе бэровских бугров, а также в местах перегона скота из соседних территорий.

Обсуждение

Для понимания динамики опустынивания остается важным ответ на вопрос: носит ли ослабление климатического фактора опустынивания на юго-востоке Европейской России кратковременный характер или является признаком регионального устойчивого проявления глобального потепления? Однозначный ответ на этот вопрос пока невозможен. Цикличность влажности климата свойственна этой территории, т.е. после влажной фазы следует ожидать сухую. Но когда это произойдет, пока неизвестно.

Если сухая фаза наступит, то, как следует из предыдущего раздела, наблюдаемое повышение зимней температуры может внести коррективы в увлажнение территории весной. Согласно расчетам антропогенного изменения климата на региональной климатической модели Главной геофизической обсерватории на исследуемой территории в декаду 2041-2050 гг. ожидается повышение зимней температуры на 2-3°С и в меньшей степени летней температуры (Школьник и др., 2006). Одновременно возможен рост суточных сумм осадков

зимой и слабое их уменьшение летом. Также летом сократится диапазон изменчивости суточных сумм осадков. Но как было показано выше, зимнее потепление с ростом осадков может увеличить увлажнение территории весной и в начале лета и благоприятно сказаться на растительном покрове.

Если этот сценарий правдоподобен, то маловероятно усиление аридизации климата и, скорее всего, процесс климатогенного реопустынивания продолжится.

Другой вопрос касается интерпретации NDVI-индикатора деградации пастбищ. Как показано выше, он информативен не только для условий мая, когда фитомасса максимальна, но и для вегетационного сезона в целом. При интерпретации NDVI-индикатора важно знать его межгодовой ход, чтобы учесть климатическую составляющую его изменения. Очень полезен анализ аномалий индикатора, так как он позволяет исследовать климатическую составляющую его изменений.

Заключение

Наблюдаемое восстановление растительного покрова на юго-востоке Европейской части России в конце XX в. – процесс, имеющий региональный масштаб. Оно является признаком климатогенного реопустынивания. Восстановление продуктивности растительности началось за много лет до резкого сокращения поголовья скота. Систематическое повышение фитомассы продолжалось почти семь лет. Основная причина восстановления – изменение климата, обусловленное потеплением зимой, ростом зимнее-весенних осадков, увеличением числа дней с эффективными осадками. Ослабление нагрузки скота на пастбища ускорило восстановление растительного покрова на значительной части территории. Сильный локальный перевыпас не стал меньше. Он получил распространение в местах, где ранее не наблюдался. Площадь локального перевыпаса в мае даже возросла к концу XX в.

Модельный сценарий антропогенного изменения климата, который можно считать лишь предварительным, не дает основания считать, что аридизация территории усилится в ближайшие десятилетия. Если сценарий верен, то процесс климатогенного реопустынивания продолжится.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Борликов Г.М., Харин Н.Г., Бананова В.А., Татеиши Р.* Опустынивание засушливых земель Прикаспийского региона. Ростов-на-Дону: Изд-во СКЕЦ ВШ, 2000. 90 с.
2. *Виноградов Б.В., Кулик К.Н., Сорокин А.Д., Федотов П.Б.* Изодинамическое картографирование и долговременный мониторинг опустынивания и деградации земель с применением нелинейных методов моделирования // Почвоведение. 1999. №4. С. 494-504.
3. *Золотокрылин А.Н.* Климатическое опустынивание. Отв. ред. А.Н. Кренке. М.: Наука, 2003. 246 с.
4. *Неронов В.В.* Антропогенное остепнение пустынных пастбищ северо-западной части Прикаспийской низменности // Успехи совр. биол. 1998. Т. 118. Вып. 5. С. 597-612.
5. *Шилова С.А., Чабовский А.В., Неронов В.В.* Закономерности динамики полупустынных экосистем Калмыкии при снятии антропогенного пресса // Чтения памяти В.Н. Сукачева. XIX. Экологические процессы в аридных биогеоценозах. Москва, 2001. С. 9-55.
6. *Школьник И.М., Мелешко В.П., Катцов В.М.* Возможные изменения климата на европейской части России и сопредельных территориях к концу XXI века: расчет с региональной моделью ГГО // Метеорология и гидрология. 2006. №3. С. 5-16.
7. Pathfinder AVHRR Land One Monthly Composite // URL. http://daac.gsfc.nasa.gov/CAMPAIGN DOCS/ FTP SITE.

8. *Stadler S.J.* Aridity indexes // The Encyclopedia of Climatology. Edited by J.E.Oliver, R.W. Fairbridge. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1987. pp. 102-106.

RELATION BETWEEN CLIMATIC AND ANTHROPOGENIC FACTORS OF RE-VEGETATION IN THE SOUTH-EAST OF EUROPEAN RUSSIA

© 2007. A.N. Zolotokrylin, V.V. Vinogradova

Institute of Geography Russian Academy of Sciences
Russia, 109017 Moscow, Staromonetny per. 29, E-mail: zgoldfinch@mtu-net.ru

Anthropogenic component of desertification of dry lands in the south-east of European Russia reached its peak in the early 1980s. It resulted in catastrophic degradation of the vegetation cover in consequence of great overgrazing. The pasture degradation has occurred under conditions of enhanced aridization and increased frequency of dangerous droughts. Hence, the area desertification in 1960s-1980s was a result of joint impact of climatic and anthropogenic factors.

Unexpected re-vegetation started in the middle of 1980s. This result is confirmed by analysis of monthly NDVI values with 8x8 km resolution for May-September, 1982-2001, carried out for entire territory, as well as individual parts of different size. The NDVI is used as indicator of above-land phytomass. It was found that the initial point of re-vegetation took place in 1986. The re-vegetation was observed on entire territory simultaneously and independently from the degree of pasture degradation. Systematic regional increase of phytomass lasted for seven years until 1993, after which increase of its interannual changes was observed.

The analysis of meteorological and agrometeorological data for 1935-2000 indicates weakening of climate aridity, decrease of dangerous droughts, increase of days with effective rainfalls in 1982-1991. In 1992-2001, extremity of climate (switches between humid and dry years, warm and cold winters) has increased, which lead to moistening of the territory at the beginning of vegetation season.

Sharp decrease of the overgrazing started in the early 1990s, i.e. long after beginning of the re-vegetation. It lasted few years, after which the degraded pasture phytomass leveled off in entire area. The area of strongly degraded pastures almost did not change in 1992-2001 in comparison with 1982-1991, which indicates to preservation of local overgrazing. New strongly degraded pastures have appeared at the end of 20th century.

Thus, the main reason of the re-vegetation is regional climate change. It results from increasing of winter and spring precipitation, number of days with effective precipitation, lengthening of season with unfrozen soil due to winter warming. The limitation of grazing in the early 1990s accelerated the re-vegetation to some extent only.

Anthropogenic climate change scenario, obtained from the Main Geophysical Observatory regional model, can be considered as preliminary, and it doesn't show any strengthening of aridization in the coming decades. If the scenario is reliable, the process of climate-related re-vegetation may continue.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

УДК 631.48

ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫМИ РЕСУРСАМИ АРИДНЫХ РЕГИОНОВ

©2007 г. З.Г. Залибеков

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН
Россия, 367025 Махачкала, ул. Гаджиева, 45, E-mail: bfdgu@mail.ru

Реферат. Рассматриваются новые подходы и принципы управления почвенными ресурсами, осуществление которых связано с учетом изменения свойств почв и процессов деградации. По результатам исследований, проведенных в Дагестане и других южных регионах Европейской части РФ, изучены процессы опустынивания и аридной деградации с применением эволюционного подхода; показана роль накопленного фондового, картографического и опубликованного материала в интерпретации закономерностей развития почвенного покрова; представлены количественная характеристика площадей деградированных земель и способы перевода почвенной информации из бумажных носителей в электронные. Определена степень соответствия точности дистанционных методов по сравнению с материалами полученными при топографических съемках. Выявленные географические координаты автоморфных почв выполняют определяющую роль в нанесении контуров почв на карты с планетарной ориентацией. Такой подход исключает субъективизм в проведении почвенных границ и сохранении местоположения их контуров, как одного из факторов эволюционного подхода в управлении почвенными ресурсами.

Ключевые слова: управление, информация, эволюция, координаты, носители, база данных, функции, опустынивание, почвы, дистанционные, ресурсы, гидротермический, контуры, ориентация.

Введение

Управление почвенными ресурсами в аридных условиях требует новых подходов и методов, осуществление которых связано с учетом изменения свойств почв, их деградации, разрушения, проявляющихся в разной степени. Повсеместное распространение процессов деградации земель с проявлением тенденций усиления опустынивания - с одной стороны и появление ареалов локальной стабилизации почвенно-растительного покрова на отдельных участках - с другой, подчеркивают специфику современного их состояния. Для оценки формирующихся процессов и определения происходящих изменений необходимо выявить количественно-качественные различия в свойствах почв имеющих необратимый характер.

Для решения этих задач нами использованы результаты исследований, проведенных в Дагестане и обобщенные данные по южным регионам Европейской части РФ (Добровольский и др., 1975; Зонн, 1983; Залибеков 1993, 2000). Общая площадь земель, подверженных деградации и опустыниванию в Дагестане составляет 1.9 млн. га, а в южных регионах Европейской части России более 20 млн. га. Причем, долевое участие сильно деградированных почв по степени засоления и эрозии за последние 25-лет (1980-2005 гг.) несколько стабилизировалось на одном уровне, тогда как площади слабо-средне-деградированных разновидностей подвергаются незначительному уменьшению. Из этого видно, что современное состояние деградированных земель характеризуется сложным сочетанием процессов опустынивания, локальной стабилизации и частичного восстановления (до стадии остепнения) на отдельных участках, представленных преимущественно светлокаштановыми, лугово-каштановыми почвами легкосуглинистого и

супесчаного механического состава (табл. 1). В результате появляются пестрота и контрастность вносящие значительные изменения в соотношении площадей почв разной степени опустынивания. Однако, прежний уровень интенсивности деградации практически не меняется из-за увеличения общей техногенной нагрузки. Познание закономерностей изменения структуры и качественного состояния деградированных земель может быть достигнуто исследованиями с применением эволюционного подхода и картированием различных стадий аридной деградации (Зонн, 1997; Залибеков, 2000). Кроме того, пространственная смена почв на одной и той же площади свидетельствует о циклическом характере процессов опустынивания, частичного восстановления и остепнения. Научной основой разработки указанных закономерностей, является применение новых технологий для обработки фондового, опубликованного картографического материала, накопленного исследованиями предыдущих поколений. Основная цель - использование и сохранение накопленного картографического материала разных масштабов с охватом временной изменчивости и эволюции аридных экосистем (Виноградов и др., 2000; Петров, 1996). Учитывая значимость эволюционного подхода и применяя новые информационные

Таблица 1. Изменение площадей аридных земель подверженных опустыниванию в южных регионах Европейской части России. **Table** 1. The change of arid lands squares subjected to desertification in the Southern parts of region of Europien part of Russia.

Стадия	1980 г.				2004 г.			
	РФ		Дагестан		РФ		Дагестан	
	млн.га	%	млн.га	%	млн.га	%	млн.га	%
Фоновый уровень	4.9	22.6	0.5	18.5	3.0	13.8	0.8	29.6
Слабая	3.8	17.2	0.5	18.5	3.4	15.7	0.7	25.9
Средняя	7.1	32.6	1.2	44.4	10.0	46.0	0.4	14.7
Сильная	4.4	20.1	0.3	11.1	3.6	16.6	0.6	22.2
Очень сильная	1.7	7.5	0.2	7.4	1.7	7.8	0.2	7.4
Всего	21.7	100.0	2.7	99.9	21.7	99.9	2.7	100.0

технологии нами разработана система обработки картографического материала и составления электронной базы данных для региона Терско-Кумской низменности. При этом использованы результаты исследований полученных Московским государственным университетом (Институт экологического почвоведения), Институтом экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Южным Федеральным университетом (г. Ростов-на-Дону) и другими учреждениями по разработке методологической части эволюционного подхода и информационных технологий. В настоящее время концепция опустынивания с применением эволюционного подхода развивается несколькими путями.

Первый путь заключается в накоплении фактического материала и выявлении действительной картины распространения процессов опустынивания в аридных регионах; второй путь направлен на изучение физико-химических, биологических свойств почв и внутренней неоднородности стадий проявления деградационных процессов в локальном и региональном уровнях; третий путь связан с картографией аридных земель, классификацией, систематикой деградационных процессов и использованием накопленного материала для выявления почвенных критериев аридных экосистем. Развитие концепции опустынивания и эволюционного подхода к оценке состава и свойств почв послужили основой подготовки предложений по управлению почвенными ресурсами.

Методика и результаты исследований

Предлагаемый материал получен по динамике перехода стадий деградации почв Терско-Кумской низменности, используя информацию разномасштабных почвенных карт и сохраняя их содержание, наглядность, информативность. Особое внимание уделено компактному размещению контуров деградированных земель, структуре почвенного покрова, обеспечивая обзорность оптико-цифровым уменьшением. Для сохранения и использования накопленного материала в разные этапы проводимых работ по борьбе с опустыниванием земель предложены способы перевода фондовых и опубликованных материалов из бумажных носителей в электронные. При этом представляется возможность охарактеризовать разные стадии аридной деградации, позволяющие моделировать управление почвенными ресурсами (Ковда, 1980; 1989; Стасюк и др., 2006).

В современных условиях, когда почвенные исследования осуществляются без обновления детальных и крупномасштабных почвенных карт электронная база данных и ГИС гарантируют сохранность накопленной информации. Это важно для изучения таких динамичных процессов какими являются засоление, эрозия, солонцеватость почв, развитие которых протекает с формированием радикальных изменений в природной среде (Зонн, 1983; Залибеков, 1986; Субрегиональная программа ..., 1999).

Выполнение этих работ представляет отдельное методическое направление, где необходимо определить: во-первых, критерии изменений в ареалах разновидностей почв, связанных с применением материалов аэрокосмических съемок (Андроников и др., 1990); во-вторых, создание упорядоченной структуры данных, позволяющих учесть наиболее важные свойства почв, подверженных опустыниванию и аридной деградации. Возникающие вопросы при переводе картографической информации из бумажных носителей в электронные связаны с определением точности нанесения почвенных контуров и объектов непочвенного происхождения. Поскольку электронная карта составляется на основе географических координат, то ее содержание определяется цифровой информацией, являющейся содержательной нагрузкой карт, где представляется пространственное распределение базы данных по физическим, химическим и биологическим свойствам почв (Добровольский и др., 2005). Точность нанесения объектов, их ареалов и границ по аэрокосмическим снимкам превосходит возможности топографических карт. Установлено, что почвенная карта Терско-Кумской низменности, составленная на основе дистанционных методов масштаба 1:200000 по содержательной нагрузке соответствует этому масштабу, а по точности более крупному 1:50000. Основным дешифрируемым показателем в регионе является отражение элементов образуемых ветровой эрозией и контурами дефлируемого материала, т.е. одного из показателей опустынивания. Важное значение имеет определение степени соответствия точности границ контуров, выделенных дистанционными методами по сравнению с результатами полученными с применением топографических карт. Это главная задача почвоведческой методологии составления электронных карт для территорий, подверженных опустыниванию. При оптико-цифровом уменьшении масштабов съемки, имевших место при переносе из бумажных носителей в электронные разномасштабные карты объединяются в рамке одного обзорного масштаба. Таким образом, информация, представляемая в качестве базовой основы - электронная почвенная карта Терско-Кумской низменности (1:200000) дополняется важной составляющей - географическими координатами отдельных типов и подтипов почв в широтном, долготном направлениях. Степень ее соответствия ориентировочно превышает 2-3 раза по сравнению с полученными данными оцифровкой топографических карт (Петросян и др., 2005) и дает возможность установить местоположение типов (в отдельных случаях и подтипов) почв и непочвенных (техногенных) образований, характеризуя степень устойчивости их ареалов к сохранению своих форм и площадей в масштабе региона. Характеристика контуров почв с географическими координатами исключает субъективизм в определении закономерностей функционирования

почв в ареалах их возникновения. Географические координаты широтного и долготного направлений позволяют отметить важную особенность - наличие критериев распространения отдельных типов почв с общепланетарной ориентацией (табл. 2). К примеру приведены координаты светлокаштановых почв, занимающих 37.1% площади Терско-Кумской низменности: 42°06' - 43°00' - северной широты, 43°01' - 44°50' -восточной долготы. Аналогичными показателями характеризуются границы и других типов, подтипов почв, указывая на новый качественный показатель — планетарную геопривязку почв, подверженных опустыниванию. Кроме того, отличительные черты формируются в строении почвенного покрова. В составе деградированных почв преобладающую роль играют овальная и неупорядоченная формы почвенных контуров с циклической их сменой струйчатыми и линейными формами. Основная причина - чередование участков слабо-средне- деградированных (по засолению и ветровой эрозии) почв, возникновение которых связано с периодической сменой процессов восстановления и разрушения. Циклический характер смены почв слабой и средней степени деградации связано с химическими (засоление) и физическими (эрозия) процессами. Они имеют неравномерный характер распространения и вносят изменения в основном в верхних горизонтах почв. Продолжительность циклов развития во времени зависит от степени деградации, упорядоченности сочетаний и гетерогенности форм почвенных контуров. Анализируя координаты почв по рассматриваемому региону, можно отметить закономерную широтно-долготную приуроченность ареалов автоморфных почв - светлокаштановых и полугидроморфных - лугово-каштановых с галогенно-эрозионным типом строения почвенного покрова. Развитие почвенного покрова в автоморфных условиях характеризуется стабильными координатами, что имеет важное значение в изучении географических закономерностей распространения почв с применением эволюционного подхода. Распространение гидроморфных почв отличается неравномерностью и широким диапазоном изменения величин и форм почвенных контуров.

Таблица 2. Географические координаты светлокаштановых почв по ключевому участку Терско-Кумской низменности (1:200000). **Table 2.** Geographic coordinates of light - chesfnut soils by key lot of the Tersko-Kumskaya lawland.

№	Форма контуров	Площадь, га	Координаты		Факторы деградации		Примечание
			северная широта	восточная долгота	природные	антропогенные	
1.	Округлая	285.1	42°17'	43°19'	засоление	выпас скота	Форма контуров дана по преобладающему типу строения
2.	Округло-вытянутая	249.0	42°07'	43°56'	ветровая эрозия	то же	
3.	Овально-линейная	194.5	42°29'	44°09'	дефляция	выпас скота и бессистемные дороги	
4.	Овальная	504.5	43°00'	44°50'	засоление	то же	
5.	Струйчатая	211.0	42°06'	43°40'	ветровая эрозия	—	
6.	Неупорядоченная	485.0	42°20'	44°05'	засоление, ветровая эрозия		
	По ключевому участку	1929.1	42°06' - 43°00'	43°19'- 44°50'	—	—	

Горизонтальная миграция гидроморфных почв в связи с изменением грунтового и поверхностного увлажнения дает возможность определить координатную систему привязки контуров ко времени проведения исследований. Прогрессирующая динамика болотных почв с переходом к лугово-болотным, луговым и нарушение этой схемы при увеличении степени

увлажнения обуславливают временный характер местоположения ареалов и координатной привязки гидроморфных почв. Однако, при детальном анализе условий почвообразования и имея координаты региона, на наш взгляд, представляется целесообразным изучить вопрос о координатной системе ориентации и гидроморфных почв. Выявленная система геопривязки автоморфных почв имеет принципиальное значение в управлении почвенными ресурсами и изучении генетической природы деградационных процессов. В настоящее время, когда почвенные ресурсы распределены по организациям многих министерств и ведомств РФ и отсутствует государственная стратегия эффективного использования земель, координатная система учета и диагностики почв играет важную роль в сохранении целостных функций выделенных картографических единиц.

Важное значение в учете и разработке принципов управления почвенными ресурсами имеет решение задачи использования фондового материала на бумажных носителях по отдельным регионам и административным районам. Более того, значительная часть этих материалов не опубликована и находится в ведении различных фондов и учреждений. По этой причине не весь объем накопленного материала имеет доступ для широкого использования и остается вне сферы интерпретации научно-исследовательских работ. Возникла необходимость в создании информационной базы данных по почвенным ресурсам территориальных единиц на региональном и местном уровнях (Субрегиональная программа, 1999). Решение этой задачи связано с определением функциональной структуры территориальных единиц и роли компонентов используемых в условиях аридной деградации с учетом:

- гидротермического режима деградированных почв, характеризующегося повышением температуры поверхностного слоя в летний период до 40 С и уменьшением естественной влажности почв до уровня содержания гигроскопической воды, характерного для абсолютно сухого состояния почвы;
- изменения величины фитомассы в зависимости от глубины залегания грунтовых вод и накопления парообразной влаги атмосферы в корнеобитаемом слое автоморфных и полугидроморфных почв проведением щелево-кротового дренажа глубиной 50-60 см (Мирзоев, 1992);
- изменения пространственного распространения элементов почвенных контуров (площади, ареалы, границы), определяющие ресурсный потенциал почв.

Дифференцированный учет контуров по продуктивности, запасам органического вещества и содержанию питательных веществ представляет основу оценочных работ и при использовании информационных технологий (Куст, 1999; Савич и др.. 2003). В региональном аспекте широкое применение могут найти данные о физико-химических свойствах почв, из публикаций включая картографические документы разных масштабов и способы обработки полевого и аналитического материала. Важное значение имеет также определение классификационных единиц с выделением наиболее значимых типов почв в хозяйственном отношении. Представленная характеристика взаимосвязей эволюционного подхода оценки аридной деградации характеризует начальный этап многоуровенного процесса управления почвенными ресурсами аридных регионов юга России.

Выводы

1. Управление и оценка почвенных ресурсов - сложный процесс, он базируется на концепции утверждающий опустынивание как эволюционный процесс, развитие которого идет под влиянием факторов, подверженных периодическому изменению. Закономерные изменения в процессах опустынивания связаны со сложной динамикой деградации почв при наличии частичного (локального) их восстановления на отдельных участках. Локальные процессы естественного восстановительного характера не вносят существенных изменений в состояние аридных экосистем и их общее состояние в современных условиях остается на прежнем уровне деградации и опустынивания.

Динамические изменения, происходящие в структуре деградированных земель, рассмотренные в зависимости от степени опустынивания, характеризуются сложным сочетанием процессов засоления, эрозии, дефляции. Локальная стабилизация процесса естественного восстановления отмечается на разновидностях почв легкого механического состава.

2. Накопленный картографический материал разных масштабов с охватом информации пространственно-временной изменчивости аридных ландшафтов представляет практические аспекты управления почвенными ресурсами на основе теоретических представлений об эволюции почвенного покрова. Основные критерии разработаны по региону Терско-Кумской низменности с определением динамики физико-химических и биологических свойств почв на разных стадиях деградации. Используются принципы компактного размещения контуров деградированных земель, их целостность, обзорность; сравнительная оценка параметров, характеризующих почвенные ресурсы по отдельным градациям опустынивания.
3. Представлены способы создания упорядоченной структуры данных, позволяющие учесть наиболее важные свойства почв и перевод информации из бумажных носителей в электронные. Определена степень превышения точности нанесения ареалов объектов по аэрокосмическим снимкам по сравнению с результатами топографических съемок.
4. Впервые выделены координаты, которые дают возможность установить географическое местоположение типов и подтипов автоморфных почв и непочвенных образований, определяя явление устойчивого сохранения ареалов их возникновения. Дополнение характеристик контуров почв географическими координатами исключает субъективизм в определении закономерностей функционирования на данной местности в историческом аспекте. Выявленные географические координаты в широтном и долготном направлениях позволяют выделить их в качестве критериев общепланетарной ориентации.
5. Одним из главных условий эволюционного подхода в управлении почвенными ресурсами является проблема перевода информации из бумажных носителей в электронные с выделением элементов характерных аридным условиям: гидротермический режим, характеризующийся повышением температуры слоя 0-10 см до 40 С, уменьшение естественной влажности почв до уровня содержания гигроскопической воды; колебание величины фитомассы в зависимости от глубины залегания грунтовых вод и накопления запасов парообразной влаги атмосферы в почвах с проведением щелево-кротового дренажа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андроников В.Л., Королюк Т.В., Панкова Е.И.* О проблеме организации аэрокосмического почвенного мониторинга // Аэрокосмические методы в почвоведении и их использование в сельском хозяйстве. М.: Наука, 1990. С. 154-161.
2. *Виноградов Б.В., Кошель СМ., Кулик КН.* Прогнозирование пространственно-временной динамики экосистем методом универсального критинга // Экология. 2000. №5. С. 277-289.
3. *Добровольский Г.В., Федоров К.Н., Стасюк Н.В.* Геохимия, мелиорация и генезис почв дельты Терека. М: изд-во МГУ, 1975. 248 с.
4. *Добровольский Г.В., Куст Г.С, Андреева О.В., Матекина И.П.* Почвенные ресурсы России: понятие, разнообразие, состояние и проблемы охраны // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. Изд. РАН, Отделение биологических наук. М, 2005. С. 35-46.

Залибеков З.Г. Сезонная миграция солей в засоленных почвах дельты Терека // Почвоведение. 1986. №1. С. 73-78.

6. *Залибеков З.Г.* Методы изучения почвенного покрова в условиях интенсификации антропогенного воздействия. М: Наука, 1993. 96 с.
7. *Залибеков З.Г.* Процессы опустынивания и их влияние на почвенный покров. М. 2000. 220 с.
8. *Зонн С.В.* Процессы опустынивания на различных континентах // Современные проблемы генезиса и географии почв. М: Наука, 1983. 180 с.
9. *Зонн И.С.* Конференция ООН в Найроби: проблема опустынивания 20 лет спустя // Аридные экосистемы. 1997. Т. 3. №6-7. С. 12-21.
10. *Ковда В.А.* Аридизация суши и борьба с засухой. М.: Наука, 1980. 112 с.
11 .*Ковда В.А., Пачепский Я.А.* Почвенные ресурсы СССР, их использование, восстановление // Доклад к VIII съезду ВОП. Новосибирск, 1989. 35 с.
12. *Куст Г.С.* Опустынивание: принципы эколого-генетической оценки и картографирования. М: МГУ-РАН, 1999. 362 с.
13. *Мирзоев Э.М.-Р.* Способ конденсации парообразной влаги атмосферы в почве. А.С. РФ №1732829. М. 1992. 1 с.
14. *Петров К.М.* Естественные процессы восстановления опустошенных земель. С-Пб., 1996. 220 с.
15. *Петросян В.Г., Павлов А.В., Бессонов С.А., Назаренко Е.А.* Комплекс информационных систем и баз данных по инвентаризации биологических ресурсов // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. Изд. РАН, Отделение биологических наук. М., 2005. С. 23-34.
16. *Савич В.И., Амергужин Х.А., Карманов И.И., Булгаков Д.С, Карманова Л.А.* Оценка почв. Астана, 2003. 544 с.
17. *Стасюк Н.В., Добровольский Г.В., Рущенко В.К., Залибеков З.Г.* Методологические аспекты почвенного мониторинга равнинного Дагестана // Почвоведение. 2006. №9. С. 1130-1143.
18. Субрегиональная национальная программа действий по борьбе с опустыниванием для юго-востока Европейской части Российской Федерации. Волгоград. ВНИАЛМИ. 1999. 314 с.

PRINCIPLES OF ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF SOIL RESOURCES OF ARID REGIONS

©2007. **Z.G. Zalibekov**

Caspian institute of biological resources of Daghestan Scientific Center of the Russian academy of Sciences Russia, 367025 Makhachkala, M. Gadjieva, 45, E-mail: bfdgu@mail.ru

In the article we consider new approaches and principles of management of soil resources , realization of which is connected with taking into consideration the change of soils qualities and degradation processes. Basing on the results of researches undertaken in Daghestan and other Southern regions of the European part of Russia, we studied the processes of desertification with the use of evolutional approach; the role of accumulated fund, cartographic and published material in the interpretation of laws of development of soil cover and the ways of transmitting soil information from paper to electronic database are showed. Revealed geographic coordinates of automorphic soils has a definite role in marking of soil counters on maps with planetary orientation.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 551.435.2

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ БЭРОВСКИХ БУГРОВ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

© 2007 г. А.А. Свиточ, Т.С. Клювиткина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Россия, 119992 Москва, Ленинские горы, МГУ, Географический факультет,
E-mail: t.klyuvitkina@mail.ru

Реферат. Рассмотрена схема строения бэровских бугров Северного Прикаспия. Показано, что накопление бугровых отложений происходило за непродолжительное время во время верхнехвалынской трансгрессии. Предложена схема стадиально-прибрежного (мелководного) морского образования бугров в условиях встречных нагонно-стоковых течений.

Ключевые слова: Бэровские бугры, бугровая толща, строение, происхождение, возраст.

На обширной низменной территории аридных районов Северного Прикаспия от устья Кумы до Нижней Эмбы местами встречается множество вытянутых возвышенностей, обычно субширотно ориентированных. Здесь они отмечались еще С. Гмелиным (1777) и П. Палласом (1788). В память академика К. Бэра, впервые подробно описавшего эти формы рельефа во время своего путешествия в Прикаспий в 1853–1856 гг., они называются «бэровскими буграми». По существу это не бугры, а гряды разной протяженности, что отметил и сам К. Бэр (1856), писавший, что этим местным понятием «бугры» он будет обозначать удлиненные возвышенности. Ему же принадлежит красочное описание этих мест: «вид всей этой страны такой, как будто бы ее пропахали гигантским плугом, или как будто кто-нибудь провел по еще мягкой поверхности ее борозды громадными пальцами, без линейки, не придерживаясь строго одного направления» (Бэр, 1856, с. 198-199).

Бугры и окружающие их низменные пространства образуют необычные ландшафты, состоящие из скопления таких разных геометрических форм рельефа, как плоская равнина, усеянная субширотно ориентированными, четко очерченными грядами и холмами с разреженным покровом пустынной и полупустынной растительности, большую часть года выцветшей, бурого цвета, и лишь ранней весной ярко зеленой с пятнами тюльпанов и ирисов.

После пионерной работы К. Бэра описанию строения и происхождения бугров посвящена обширная литература. Несмотря на это, вопросы их генезиса еще нуждаются в дальнейшей разработке, что и предопределило тематику работы – анализ происхождения бугров. Она написана по материалам многолетнего полевого изучения бэровских бугров Северного Прикаспия, комплексной обработки собранных данных (Свиточ, Клювиткина, 2004; 2005; 2006), критического осмысливания и использования опубликованных документальных материалов, наработанных другими исследователями.

Распространение и строение бэровских бугров

Морфология и распространение бэровских бугров. Как формы рельефа бэровские бугры представляют линейно ориентированные гряды (возвышенности), кулисообразно расположенные относительно друг друга, разделенные протяженными соразмерными депрессиями, либо плоскими понижениями. Реже это разрозненные отдельные холмы. Длина

бугров обычно не превышает первые км, ширина – 0.2–0.3 км, а высота 10 м.

Для бугров характерна субширотная ориентировка с небольшими различиями. Основное направления простирания – запад-юго-запад.

В Северном Прикаспии бугры образуют ряд скоплений (рис. 1), самое крупное из них – это группировка Нижнего Поволжья. Помимо неё, бэровские бугры, либо сходные с ними структуры отмечались во многих районах Северного Прикаспия: вдоль северного побережья Каспия, у Новобогатинска и Атырау (Гурьева), дельтах Сагиза (Макат, Доссор, Тентяк-Сор) и Эмбы. Они описаны и вблизи чинков Устюрта (Аристархова, 1980).

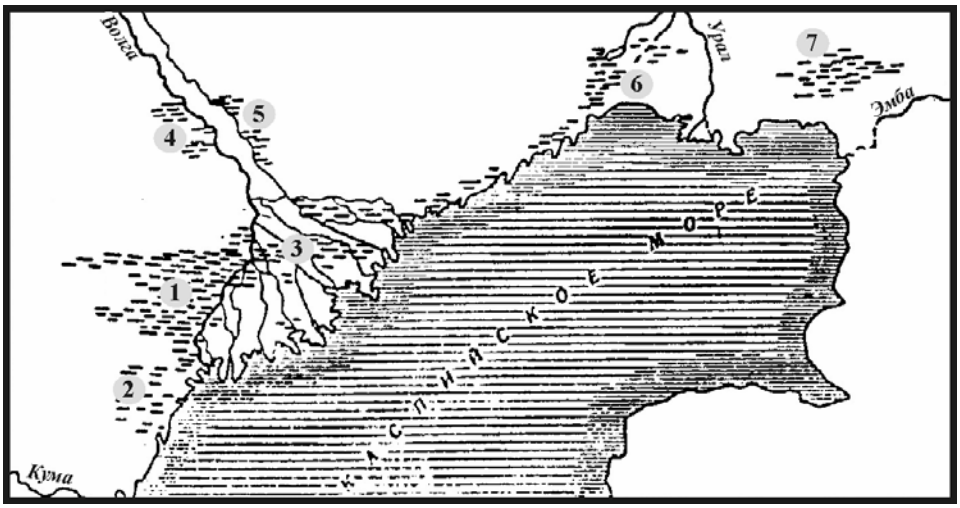


Рис. 1. Распространение бэровских бугров в Северном Прикаспии (цифрами показаны районы развития бугров): 1 – «подстепные ильмени»; 2 – Черные Земли; 3 – дельта Волги; 4 – Енотаевский район; 5 – район Харабали; 6 – Новобогатинский район; 7 – Тентяк-сор (Леонтьев, Фотеева, 1965).
Fig. 1. Distribution of Baer knolls in the Northern Caspian region (Baer knolls regions are numbered): 1 – Ilmen Region; 2 – Black Lands; 3 – Volga delta; 4 – Enotaevka region; 5 – Kharabali region; 6 – Novobogatinsk region; 7 – Tentyak-sor (Leontyev, Foteeva, 1965).

Бугры располагаются в пределах развития позднехвалынской трансгрессии Каспия, до отметок не выше -3.0–0 м абс. высоты.

Строение. Основным элементом бэровских бугров является бугровая толща, определяющая основные черты их морфологии и ориентации. Литологически она разнообразная. По составу в ней преобладают пески с доминирующей желто-бурой и коричнево-бурой расцветкой. Пески пылеватые, сортированные, с господством (50–95%) фракции 0.25–0.1.

По минеральному составу пески кварц-полевошпатовые, с обломками глин и минеральных агрегатов. Зерна минералов обычно средней окатанности, реже расколотые остроугольные, как с матовой, так и со стеклянной поверхностью, много разрушенных зерен полевых шпатов, отмечаются лимонитизированные зерна и минералы глауконита. В тяжелой фракции преобладают непрозрачные рудные минералы, много эпидота, а также устойчивых минералов и роговой обманки, реже встречаются пироксены (Иванова, 1952)

Глинистые частицы представлены продуктами разрушения хвалынских шоколадных глин и состоят как из листочков, так и из разноокатанных комочков глины округлой, либо неправильной формы. По составу глинистые минералы фракции менее 0.01 принадлежат группе каолинита. Окраска бугровой толщи во многом связана с количеством заключенных в ней глинистых частиц, образующих как отдельные прослои, так и разубоженные концентрации. Их содержание направленно уменьшается снизу вверх, обуславливая изменение окраски песков от темно-бурой и коричнево-бурой к бурой и желто-бурой.

Агрегатированные элементы бугровой толщи бывают двух типов: крупные обломки глины, облепленные минеральной «пудрой», либо агрегаты из мелких кусочков глин, кварца и разрушенных полевых шпатов.

Микроскопический анализ бугровой толщи показывает, что отложения имеют микститовый характер – смешение незрелого (обломки шоколадных глин) и зрелого (кварц, полевые шпаты и другие минералы) обломочного материала, что указывает на разные источники питания (сноса). Для отложений типична тонкая слоистость (полосчатость), сходная со слоистостью в хвалынских глинах, обусловленная дифференциацией и послойным распределением относительно крупных вытянутых по форме обломков и более мелких минералов кристалло и литокластики.

Для бугровых отложений характерна разнообразная текстура с хорошо выраженной иерархией слоев (Свиточ, Клювиткина, 2004). В ней простые текстурные элементы, чаще слойки субгоризонтальные, диагональные, либо косые, образуют различные типы сложных текстур. Наиболее распространены диагонально-косослоистая (клиновидная), субгоризонтально- косо-, либо диагонально-слоистая текстуры. Для всех отложений характерна тонкая полосчатость, образуемая пространственным распределением разных по форме, цвету и удельному весу минеральных зерен.

По азимутам наклона в бугровых отложениях резко преобладают (55%) слойки, падающие на север и северо-запад. Примерно треть слойков падает на юг и юго-запад. Следовательно, отмечается абсолютное господство субмеридиональной и меридиональной доминант в направлении перемещения наносов.

Большие различия установлены в углах расхождения между азимутами простирания бугров и падения слоев. В 80% случаев разница между ними составляет более 45°, а почти перпендикулярное несогласие у 25% структур.

Бугровая толща в разной степени насыщена органогенным материалом – обломками и крайне редко целыми створками переотложенных раковин моллюсков. В нижней части детрит часто обильный, вверху редкий. Среди обломков преобладают раковины раннехвалынских дидакн. В единичных случаях отмечаются находки обломков и целых створок руководящих позднехвалынских дидакн – *Didachne praetrigonoides*, а также солоноватоводных и пресноводных остракод.

Радиоуглеродный возраст бугровых отложений, полученный по детриту раковин хвалынских моллюсков, располагается в интервале 9–14 тыс. лет, что в целом совпадает со временем хвалынской трансгрессии Каспия.

Палеомагнитный анализ отложений определил их прямую остаточную намагниченность (эпоха Брюнес) и установил наличие в них знакопеременной зоны, состоящей из нескольких субзон обратной, прямой и аномальной намагниченности. Судя по радиоуглеродным датировкам, ее условно возможно идентифицировать с экскурсом Гетенборг (Седайкин, 1977).

Цоколь бэровских бугров образуется породами подбугровой толщи, хвалынскими и хазарскими отложениями. В центральной части бугров бугровая толща обычно подстилается хвалынскими осадками. На периферии бугров и в межбугровых участках нижнехвалынские отложения, как правило, размыты, и в цоколе вскрываются более древние образования.

Надбугровые отложения (элювиальные, делювиальные, эоловые, морские) повсеместно распространены на буграх, они весьма разнообразны по происхождению и имеют небольшую мощность. По характеру залегания отложения заметно не изменяют морфологию бугров – в основном, выполаживают, либо перекрывают нижние склоны бугров.

В наиболее полных и лучше сохранившихся разрезах бугровой толщи в ее строении отчетливо прослеживается нижняя и верхняя части, выделяемые как верхне- и нижнебугровые. Они различаются между собой рядом признаков.

Цветовой окраской, зависящей от содержания частичек шоколадных глин. В нижней части разреза содержание глинистых компонентов наибольшее, здесь отложения имеют темно-бурую и темно-коричневую окраску. Вверх по разрезу содержание глинистых компонентов значительно уменьшается, соответственно меняется и цвет породы от буро-коричневого до желто-бурого и серо-желтого.

Характер залегания и сохранность. Верхняя толща обычно лежит в форме покрова, облекающего разнообразные фрагменты нижней толщи. Наклон ее слоев совпадает с направлением склона бугра, однако они, как правило, более крутые, срезаемые склонами. Иногда в верхней части структуры верхнебугровые отложения отсутствуют, а располагаются на склонах бугра, прислоняясь к его нижней части. Нижнебугровые отложения слагают ядра бугров и представляют разной степени сохранности караваеобразные останцы обычно моноклинально, реже в разные стороны падающих пород.

На некоторых буграх внутри бугровой толщи установлены следы размыва - неровная граница контакта и обогащение базального горизонта грубопесчаным, реже гравийным материалом, иногда между нижне- и верхнебугровыми отложениями отмечаются угловое и азимутальное несогласия, либо кровля нижнебугровых отложений разбита мелкими трещинами, заполненными песком.

В ряде случаев между нижне- и верхнебугровыми отложениями устанавливаются заметные текстурные различия, либо располагаются линзы эоловых песков.

Как правило, нижне- и верхнебугровые отложения несколько различаются степенью литификации. Первые часто представляют более плотную породу, иногда с массивной блоковой, либо плитчатой отдельностью, в основании с базальным горизонтом. Верхнебугровые отложения имеют менее плотное, вплоть до рыхлого, сложение, в них часто располагаются птичьи гнезда.

Для нижнебугровых отложений характерно присутствие обильного детрита, реже целых раковин хвалынских моллюсков. В верхнебугровой толще обломков заметно меньше, а целые створки практически отсутствуют.

По особенности внутреннего строения бэровских бугров выделяются два типа (рис. 2): 1 – аккумулятивное ядро сложено нижне- и верхнебугровой толщами; 2 – ядро сложено одной какой-либо толщей (Свиточ, Клювиткина, 2006).

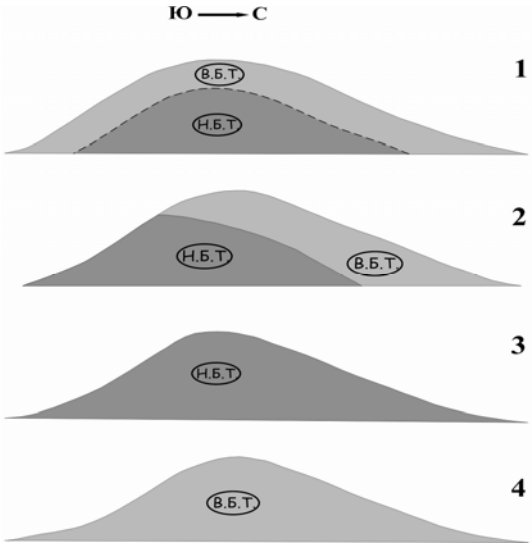


Рис. 2. Внутреннее строение бугров. Н.Б.Т. – нижняя бугровая толща; В.Б.Т. – верхняя бугровая толща. 1 – тип 1, подтип 1а; 2 – тип 1, подтип 1б; 3 – тип 2, подтип 2а; 4 – тип 2, подтип 2б**. Fig. 2.** Structure of Baer knolls. Н.Б.Т. – lower sequence of knoll's sediments; В.Б.Т. – upper sequence of knoll's sediments. 1 – type 1, subtype 1a; 2 –type 1, subtype 1б; 3 –type 2, subtype 2a; 4 –type 2, subtype 2б.

Первый тип состоит из двух подтипов: Подтип **1а** – аккумулятивное ядро представлено нижне- и верхнебугровыми отложениями, имеющими близкое азимутальное залегание. Верхнебугровая толща согласно облекает нижнебугровую толщу, составляющую основную часть ядра.

Подтип **1б** – в строении аккумулятивного ядра участвуют верхне- и нижнебугровые отложения, заметно различающиеся по составу, угловому и азимутальному залеганию. По существу, это сохранившиеся от размыва разные части древних ядер бугров, несогласно соотносящиеся друг с другом. В этом подтипе лучше сохранились от размыва южные части нижнебугровых ядер аккумуляции и северные части верхнебугровых ядер.

Второй тип также состоит из двух подтипов: Подтип **2а**. Бугор сложен нижнебугровыми отложениями, обычно представляющими хорошо сохранившиеся от размыва южную часть древнего ядра.

Подтип **2б**. Бугор образован верхнебугровой толщей, чаще это уцелевшая от размыва северная часть ядра.

Отмеченные черты внутреннего строения бэровских бугров свидетельствуют об особенностях их формирования – соотношения этапов аккумуляции и размывов. В случае присутствия в ядре бугра двух бугровых толщ с разным угловым и азимутальным положением слоев очевидно наличие следов двух крупных размывов, а также разного исходного положения ядер нижнебугровой и верхнебугровой аккумуляции. Второй тип строения бугров указывает, что во время их образования, помимо аккумуляции бугровых отложений, большое значение имели процессы размыва (эрозии, абразии), во время которых была уничтожена значительная часть аккумулятивного ядра.

Обзор представлений о происхождении бэровских бугров и бугровых отложений

Литература, посвященная происхождению бэровских бугров, насчитывает более 60 наименований. Практически во всех публикациях и даже в тех, где только имеется упоминание о бэровских буграх, предлагаются решения их генезиса. В большинстве случаев предложения недостаточно, либо совсем фактологически не аргументированы, а документально основательные разработки немногочисленны. Многие гипотезы по изложению не конкретны, когда вопросы происхождения в них решаются, исходя из общих соображений, либо по внешним морфологическим признакам, без анализа внутреннего строения бугров и бугровой толщи. При этом часто смешиваются два понятия происхождения бугров и генезиса бугровых отложений.

Существующие гипотезы можно условно разделить на группы: морские, эрозионные и эоловые; а также полигенетичные (сложного происхождения) и экзотичные (тектонического и ледникового).

Группа морских гипотез, в основном, объясняет образование бугров и осадков бугровой толщи в мелководных и прибрежно-морских условиях. П.С. Паллас (1788) считал бугры неровностями дна осушенного Каспия. По Э.А. Эверсману (1840), это были прибрежные формы морских прибоев. К. Бэр (1856) отнес их к аккумулятивным формам, обязанным катастрофическому сбросу каспийских вод по Манычу. Так или иначе деятельностью моря объясняли происхождение бугров: Н.А. Соколов (1884), И.В. Мушкетов (1895), И.Н. Томашевский (1914), С.А. Яковлев (1956), М.Ф. Розен (1926), П.А. Православлев (1926, 1929), а более позднее время М.П. Брицына (1955), В.А. Николаев (1955), С.А. Сладкопевцев (1965), Л.А. Жиндарев и др. (2001), Е.Н. Бадюкова (1999; 2005). Основательная аргументация морского прибрежного образования бугров, формировавшихся прибрежно-волновыми процессами позднехвалынского моря и песчано-глинистым материалом, приносившимся р. Волгой, предложена В.А. Николаевым (1955).

Интересные идеи о возможном образовании бугров под влиянием взаимно генерирующихся стоковых и нагонных течений на дне Каспия, образующих системы вытянутых гряд, ориентированных вдоль современной береговой линии, высказаны Г.Ф. Красножоном, С.С. Семеновым и Н.Г. Сухановой (1979), С.А. Сладкопевцевым (1965), Л.А. Жиндаревым, Л.Г. Никифоровым и Г.М. Рычаговым (2001). В качестве современных аналогов ими описаны случаи возникновения морфологически сходных гряд в различных морских акваториях, в том числе и Каспии. К сожалению, в работах отсутствуют материалы о строении этих гряд и, как следствие, сравнительный анализ с разрезами бугровой толщи.

Обстоятельная критика морского происхождения бугров высказана О.К. Леонтьевым и Н.Н. Фотеевой (1965), полагавшими, что она противоречит установленным закономерностям и особенностям формирования рельефа морских берегов: подводные валы никогда не бывают выше 2–3 м и представляют эфемерные образования, которые не сохраняются при подъеме либо спаде уровня моря; для их образования необходимы определенные уклоны морского ложа и запасы терригенного материала. В состав бугровой толщи входят глинистые пески, состоящие из глинистых частиц, которые, вследствие быстрого размокания, не могут долго сохраняться в воде. Этот аргумент о невозможности долгого нахождения глинистых окатышей в воде, является наиболее «популярным» среди критиков водного происхождения бугровой толщи (Волков, 1960; Аристархова, 1980 и др.). Однако, он не подтверждается экспериментальными наблюдениями И.В. Менабде (1989): «Засыпав некоторое количество этого материала (А.А. – глинистых окатышей) в сосуд с водой», как предложено О.К. Леонтьевым (1965, с. 92), она не наблюдала расплывания их в глинистый осадок, не только в короткое время, предсказанное О.К. Леонтьевым, но и в течение всего эксперимента продолжительностью в месяц. При этом с глинистыми комочками ничего не происходило, частично только распадались агрегаты из глины и песка.

С морской обстановкой связаны весьма оригинальные представления о происхождении бугров, высказанные Ю.Г. Леоновым, Ю.А. Лаврушиным и О.Г. Эпштейном (1995) и Е.Н. Бадюковой (1999; 2005).

Согласно первым авторам бугры – это «фрагменты разрушенного гравитационными процессами (в результате пластического течения нижележащих глин) некогда единого покрова позднехвалынских алевритов» (Леонов и др., 1995, с. 215). В качестве основных доказательств этого приводится: все бугровые осадки находятся в нарушенном состоянии; наличие диапировидных внедрений шоколадных глин в алеврит бугровой толщи. Несмотря на многолетние и многочисленные исследования прекрасно вскрытых разрезов бэровских бугров, отмеченные факты никем не установлены и не описаны. Весь обширный документальный материал, наработанный поколениями геологов, противоречит этому. Бэровские бугры сложены недеформированной бугровой толщей, залегающей на практически горизонтальной и субгоризонтальной поверхности также недеформированных хвалынских глин и песков, отсутствующих вследствие размыва в межбугровых участках, реже – континентальных енотаевских образованиях. Авторами не приводится ни одного конкретного описания разрезов бугров, конкретная привязка отсутствует и в рисунках.

Е.Н. Бадюковой (1999; 2005) активно развиваются представления, что бугры – это образования обширного пластового потока, существовавшего в конце позднехвалынской трансгрессии, устремлявшегося через Маныч в древний Эвксин. Рельеф бугров напоминает гривный рельеф Западной Сибири, образовавшийся за счет перетока талых сибирских вод в Аральское море. Автором эти взгляды обоснованы крайне скупо и без прямых конкретных доказательств.

На всех структурах показано господствующее направление падения слоев на запад-северо-запад и юго-запад, указывающее на генеральное общее направление переноса материала и потока с востока на запад в сторону Маныча. Указаны и конкретные значения –

240°–260°.

Общая статистика большого количества замеров азимута падения слоев в бугровой толще свидетельствует (Свиточ, Клювиткина, 2004), что отмеченное азимутальное направление не характерно для бугров Северного Прикаспия и составляет менее 10%.

На сегодня не существует каких-либо серьезных доказательств существования в Северном Прикаспии субширотного пластового потока, а все, что обнаружено в строении бугровой толщи, противоречит этому. Следует добавить, что присутствие пластового потока на мелководьях Северного Прикаспия в хвалынское время не установлено ни геологическими материалами, ни в палеогеографической летописи Каспия. В позднехвалынское время не происходило перетока каспийских вод по Манычу в Эвксин. Уровень моря в это время располагался на отметках не более 0 м, а порог Маныча, как известно, превышает +20 м. Если бы это было, то следы такого потока должны были бы сохраниться как в виде отложений, так и формах рельефа прямо с поверхности. Но этого ни тематическими исследованиями, и, что еще более важно, геологической съемкой, не обнаружено. Не установлено следов перетока позднехвалынских вод ни в Азовском, ни в Черном морях. В то же время, существование более древних проливов прекрасно сохранились в палеорельефе Маныча и его отложениях, но и там текстура осадков в древних проливах указывает на более спокойную гидродинамическую обстановку, чем это могло быть при накоплении бугровых осадков.

Эрозионные гипотезы также связывают формирование бугров с водной средой, но это была обстановка, существовавшая в дельтовых участках Палеоволги. Впервые идея предложена К. Костенковым (1868), а в дальнейшем развивалась И.В. Мушкетовым (1895), М.М. Жуковым (1935), Л.З. Захаровым (1948), А.Г. Доскач (1949), Т.Ф. Якубовым (1952), В.М. Седайкиным (1977), Г.Ф. Красножоном и др. (1979). Существуют разнообразные представления о процессах, возникавших в палеодельтах, но главным была эрозионная деятельность речных проток. В результате их вреза в первичный морской рельеф и возникли бэровские бугры, по существу, представлявшие сохранившиеся от размыва участки прикаспийской степи.

Основная аргументация сторонников эрозионной гипотезы заключалась в: 1 – расположении системы гряд и разделяющих их понижений в пределах влияния стока речных долин; 2 – крупные размеры гряд; 3 – их ориентировка; 4 – опесчанивание с севера на юг; 5 – залегание бугровых отложений на шоколадных глинах с размывом; 6 – приуроченность к участкам повышенного залегания кровли шоколадных глин. Из перечисленных аргументов только первый – об определенном совпадении участков концентрации бугров с палеодельтами Волги и Урала – вскрывает возможную связь между этими явлениями. Но и относительно этого представления существуют контраргументы. Так, В.А. Николаевым (1955) высказаны большие сомнения о ниличии генетической связи между бугровым и эрозионным рельефами, обычно находящимися на удалении друг от друга.

Эоловые гипотезы происхождения бугров – самые популярные среди представлений о генезисе бэровских бугров. П.С. Паллас (1788) называл бугры дюнами. Предложены: барханно-эоловая (Аристархова, 1980) гипотеза, объясняющая образование бугров под воздействием ветра, перпендикулярного к оси бугров; грядовая, связывающая их формирование с продольными ветрами (Белевич, 1979), либо их равнодействующей (Леонтьев, Фотеева, 1965).

Большая часть специалистов просто относит бугры к эоловым формам (Мейснер, 1915; Маркова, 1921; Федорович, 1941; Батурин, 1951; Краснова, 1951; Шанцер, 1951; Иванова, 1952; Федоров, 1957; Рычагов, 1958; Алексин и др., 1962; Волков, 1960; Белевич, 1979; и др.).

В пользу эоловой гипотезы высказаны многочисленные представления, однако большая часть их либо не очень убедительна, т.к. мало, что свидетельствует в пользу эолового

происхождения бугров. Это относится и к сомнительной генетической связи с гипотетическими тектоническими поднятиями, наличие эолового типа слоистости и состава бугровой толщи, формированию бугров в регрессивную эпоху (Леонтьев, Фотеева, 1965). Не говорит об эоловом происхождении и принадлежность бугровых, хвалынских и хазарских отложений к одной ассоциации минералов (Батурин, 1951); не отмечается генерального направления переноса материала с востока на запад (Волков, 1960), и т.д.

Из обстоятельной аргументации эолового происхождения бугров следует отметить: большое сходство рельефа бугров и морфологии грядового рельефа азиатских пустынь, которые образовались параллельно господствующим восточным ветрам. Бугры имеют строгое широтное направление, на побережьях Каспия они присутствуют только где перпендикулярны берегу, глинистые окатыши бугровой толщи происходят за счет выдува из межбугровых участков (Федорович, 1941); бугры сложены материалом из кусочков размытых шоколадных глин и песчинок кварца с матовой поверхностью и коррдированными зернами полевых шпатов, – что характерно для эоловых образований (Иванова, 1952).

Контраргументами эолового происхождения бугров являются: наличие базального горизонта и многочисленных фрагментов раковин моллюсков; не типичная для эоловых песков слоистость; в ряде случаев ориентация гряд не строго широтная. В то же время, приуроченность скоплений бугров к древним береговым линиям; лито-фациальная близость бугровых отложений к прибрежным морским фациям; сосредоточенность бугров на ограниченных пространствах; их отсутствие на эоловых равнинах; сравнение ориентировки древних и современных эоловых форм с направлением бэровских бугров указывает на их большие различия, при расхождении в 60°–90° и 40°–60° (Николаев, 1955; Менабде, 1989). По Л.Н. Ботвинкиной (1962), для эоловых песков характерна не матовая, а полированная блестящая поверхность. Противоречат эоловому происхождению бэровских бугров находки в них глауконита.

Полигенетичные гипотезы. В научной литературе неоднократно высказывались представления об участии нескольких факторов в формировании бугров. Так, В.М. Седайкин (1977) отметил решающую роль при образовании бугров эрозии и аккумуляции дельтовых потоков; А.Г. Доскач (1949), помимо главного – эрозионного – фактора, отводит большую роль ветру; М.П. Брицына (1955) отмечает участие морских, эрозионных и эоловых процессов; по Л.А. Жиндареву и др. (2001), накоплению бугровых отложений предшествовал эрозионный этап во время которого оформился начальный рельеф бугров.

Наиболее аргументированные представления о полигенетичной природе бугров и бугровых отложений предложены И.В. Менабде (1989). Критически обобщив весь обширный банк данных по буграм, она пришла к выводу о невозможности объяснения всех особенностей строения, формы и расположения бугров действием одного фактора и предложила эолово-морскую гипотезу их происхождения. Особенностью гипотезы является признание этапности образования бугров, возникших за несколько стадий. Наиболее важными из них являются вторая и третья стадии, когда происходило накопление морских и эолово-морских бугровых отложений на неровностях рельефа, возникшего в предшествующую енотаевскую эпоху. К сожалению, одно из главнейших событий – образование первичного рельефа путем избирательного размыва нижнехвалынских отложений, не раскрыто и документально не обозначено. Хотя очевидно, что в этом процессе основная роль принадлежала эрозии. Также фактологически не показаны различия между морскими – нижнебугровыми и эолово-морскими – верхнебугровыми осадками, которые разделены следами континентального перерыва.

Экзотичные гипотезы – это представления, трудно вписывающиеся в реальную каспийскую палеообстановку. К ним относятся тектоническая гипотеза, предложенная П.А. Православлевым (1926; 1929). Из нее следовало, что буграм на глубине соответствуют

антиклинальные поднятия «нижнего ложа» степи. Вскоре после появления этих представлений, бурением (Богданов, 1933) было показано отсутствие под буграми тектонических складок.

Тектоническими поднятиями ложа бугров без серьезного фактологического обоснования объясняют их концентрацию на отдельных участках А.А. Алексин и др. (1961), Л.Б. Аристархова (1980) и Н.М. Владимиров (1953).

И, наконец, палеогеографическим курьезом можно считать предположение считать бэровские бугры аналогом ледниковых озов (Голынец, 1932).

Возможный генезис бэровских бугров и бугровых отложений

Критическое рассмотрение существующих представлений и анализ документальных данных определенно указывает на водное (морское) происхождение бугровых отложений, слагающих аккумулятивные ядра бугров. Об этом свидетельствуют различные данные.

Прямым доказательством этого является полное соответствие районов распространения позднехвалынской трансгрессии и бэровских бугров. Бугры приурочены к участкам залегания хвалынских шоколадных глин, как известно, маркирующих понижения хвалынского рельефа, однако на шоколадных глинах выше отметок 0 м бугры не отмечаются. Также установлено, что в местах распространения бугров нормально-морские верхнехвалынские отложения отсутствуют. Здесь они фациально замещаются бугровыми образованиями.

Состав и строение бугровых отложений. По механическому и минералогическому составу осадки состоят из двух разных групп – хорошо сортированных дальнеприносных мелкозернистых песков кристало и литокластики и группы более крупных разноокатанных обломков шоколадных глин, вымытых из межбугровых участков. Разнообразная концентрация этих групп терригенного материала в бугровых отложениях и образует отмечаемую в них слоистость.

В бугровых отложениях установлены инситные комплексы остракод и минералы глауконита.

Среди разнообразных представлений о водных обстановках, явное предпочтение при объяснении образования бугровых отложений имеет ситуация, предполагающая наличие обширного мелководья, с разной, быстро меняющейся динамичной обстановкой, с постоянными крупными нагонами вследствие сильных устойчивых ветров с господствующим субмеридиональным направлением и наличием крупных стоковых течений из речных проток, концентрировавшихся в кутовых частях заливов позднехвалынского моря. Свидетельствами подобных ситуаций являются:

1) часто бугры располагаются в самых прибрежных участках позднехвалынского моря. Если бы они образовывались в приглубых местах водоема, тогда береговая линия позднехвалынской трансгрессии находилась бы на отметках около +20 м и выше, чего на самом деле не отмечается;

2) на мелководную и весьма динамичную обстановку указывает и отсутствие в бугровых отложениях инситных комплексов моллюсков, которые в таких условиях не могут существовать;

3) разнообразная текстура бугровых отложений с преобладанием субмеридионального наклона слойков свидетельствует о постоянно меняющейся гидрологической обстановке и направлении основного потока обломочного материала по крутой касательной, либо перпендикулярно длинной оси бугров, обычно имеющей субширотное направление.

Отмелость дна и сочетание стоковых и нагонных течений, по-видимому, и предопределило образование системы гряд в зоне забурунивания как за счет размыва

хвалынских отложений, так и поступлением дальнеприносного материала по системе расположенных севернее речных дельт и проток.

Особенности строения аккумулятивного ядра бугров, также как наличие двух бугровых толщ, разделенных следами перерыва, их разная сохранность и соотношение – все это убедительно указывает на этапность формирования бугров. При этом аккумуляция бугровых отложений, очевидно, приходится на трансгрессивные стадии позднехвалынской трансгрессии. Как известно, для гидрологического режима Каспия характерно сочетание быстрого подъема (спада) уровня моря с его длительными задержками. На эти периоды относительной стабилизации уровенного режима, по-видимому, и приходится аккумуляция бугровых толщ в виде протяженных вдольбереговых гряд.

Важным моментом при формировании бугров были такие особенности гидрологического режима на берегах Северного Каспия, как:

1 – совпадение высоких (катастрофических) нагонов и сильных сгоновых течений, связанных с обильным речным стоком по рукавам близкорасположенных дельт, т.е. существование сильных встречных течений, когда происходило накопление бугровых осадков (аномальная палеогеографическая обстановка позднехвалынской эпохи?).

2 – последовательное сочетание быстрого подъема (спада) уровня моря (это обусловило относительно небольшое время нахождения бугров в водной обстановке, а значит, лучшую сохранность бугровой толщи) и продолжительной задержки его уровня, когда в условиях крайнего мелководья и осушки успевали образоваться первичные аккумулятивные формы, состоящие из нижнебугровых отложений. По мере накопления аккумулятивного ядра, оно испытывало влияние и других факторов, например, углубления дна в смежных понижениях в результате размыва основания из шоколадных глин течениями, возникающими в ложбинах параллельно берегу.

Рассмотренный ход развития бугров в значительной степени относится к эпохе накопления нижнебугровой толщи – основной части аккумулятивного ядра, в основном сложенного продуктами размыва нижнехвалынских шоколадных глин и песков. В последующую затем регрессивную стадию позднехвалынского моря на осушенной территории существовали континентальные аридные условия, кровля бугровых отложений была закрыта эоловым и делювиальным покровом. Судя по текстуре и азимутам наклона слоев сохранившихся останцов нижнебугровой толщи, в основном были размыты северные склоны аккумулятивных ядер. Этому может быть несколько объяснений: 1 – северные склоны нарождавшихся бугров начали размываться еще во время накопления их ядер вдольбереговыми течениями, образующимися во внутренних ложбинах при разрушении нагонной волны; 2 – размыв произошел водами дельтовых проток, следовавших за регрессирующим морем.

Накопление верхнебугровых отложений, венчающих аккумулятивное ядро бугров, относится к последующей эпохе высокого стояния позднехвалынского моря. Судя по тому, что верхнебугровые отложения присутствуют и на самых северных буграх, можно считать, что уровень Каспия в это время был не ниже, чем в эпоху формирования нижнебугровой толщи, либо он компенсировался высокими нагонами. По-видимому, сходными были и некоторые гидрологические характеристики – быстрый подъем, длительное стационарное положение уровня и последовательное накопление во время последующих задержек уровня при регрессивном падении.

С завершением позднехвалынской трансгрессии, которая случилась около 7 тыс. л.н., заканчивается формирование аккумулятивного ядра бэровских бугров. В последующую мангышлакскую регрессию (7–6 тыс. л.н.) и новокаспийскую трансгрессию происходит их окончательное морфологическое оформление, осуществлявшееся различными природными процессами: абразией новокаспийского моря и водоемов, располагавшихся в межбугровых

ложбинах, эрозией дельтовых речных проток, выполаживанием склонов делювиальными и эоловыми осадками, выветриванием и почвенной проработкой, активной подработкой нижней части склонов солончаково-дефляционными процессами.

Заключение

Для бугров характерна этапность формирования, четко прослеживаемая по особенностям залегания и взаимоотношения слагающих бугровую толщу нижне- и верхнебугровых отложений. Выделяются пять этапов (рис. 3):

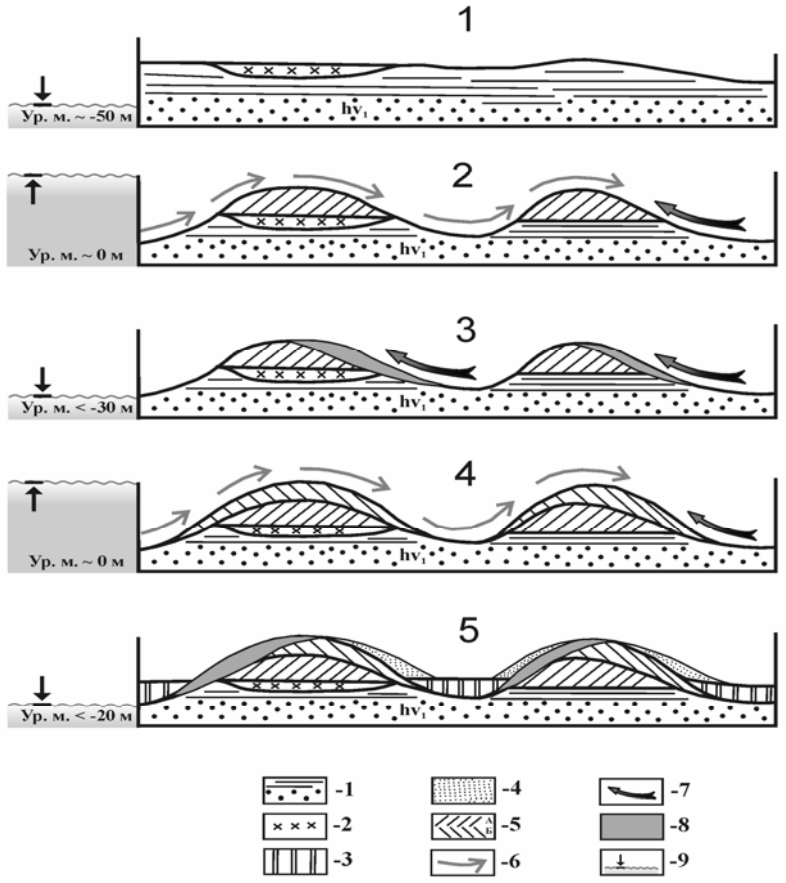


Рис. 3. Этапы формирования бэровских бугров. 1 – енотаевская регрессия, накопление подбугровой толщи; 2 – первая стадия позднехвалынской трансгрессии, накопление нижнебугровых отложений; 3 – межстадиальный регрессивный перерыв, размыв части нижнебугровых отложений; 4 – вторая стадия позднехвалынской трансгрессии, накопление верхнебугровых отложений; 5 – послехвалынская регрессия, размыв части верхнебугровых отложений, оформление современной морфологии бугров. Условные обозначения: 1 – нижнехвалынские глины и пески; 2 – подбугровая толща; 3 – надбугровые водные осадки; 4 – субаэральные осадки; 5 – бугровые отложения: А – нижние; Б - верхние; 6 – морские нагоны; 7 – речной сток; 8 – размытые части бугров; 9 – уровень моря, его тенденция и отметка. **Fig. 3.** Stages of the Baer knoll's forming. 1 – Enotaevka regression, preceding the accumulation of Baer knolls; 2 –the first stage of the Late Khvalinian transgression, accumulation of the lower sequence of sediments composing the knolls; 3 – continental interstadial break in sedimentation and erosion of initial knolls; 4 – accumulation of the upper sediment sequence of the knolls at the beginning of the final stage of the Late Khvalinian transgression; 5 – After Khvalinian regression, erosion of the part of upper sediment sequence of the knolls and attainment of the modern morphology of the knolls. Legend: 1 – lower Khvalinian clay and sand; 2 - underlying sequence; 3 – overlying water sequence; 4 – subaerial sediments; 5 – knolls sediments: A – lower, Б – upper; 6 – sea surges; 7 - river outflow; 8 – eroded parts of knolls; 9 – sea level, it's tendency and mark.

I этап – непосредственно предшествует образованию бэровских бугров, отвечает енотаевской регрессии (11–9 тыс. л.н.) и накоплению енотаевских слоев (подбугровая толща). Речные системы Северного Прикаспия в это время протягивались далеко к югу на шельфе Северного Каспия, где располагались их дельтовые участки. По-видимому, основное значение этого этапа заключалось в континентальной проработке покрова нижнехвалынских отложений и их подготовке к последующему перемещению и концентрации в ядрах бугров.

2 этап – время формирования нижнебугровой толщи, совпавшее с началом завершения максимальной (кушумской) эпохи позднехвалынской трансгрессии. Это был важнейший момент в истории возникновения бугров – образование системы субширотных гряд, во многом, либо почти полностью совпадающих с ориентировкой и морфологией современных бэровских структур.

Накопление бугровых отложений, по-видимому, происходило в прибрежно-мелководной обстановке в разнообразных гидродинамических условиях опресненного солоноватоводного водоема с высокими, поперечными к берегу нагонами и сточными течениями, с обильным поступлением речных вод дельтовых проток, что создало сугубо специфичную ситуацию – существование двух мощных встречных водных потоков. Основным источником сноса терригенного материала служили нижнехвалынские отложения из соседних межбугровых участков, а также более удаленных территорий.

3 этап – континентальный межстадиальный перерыв и частичный размыв преимущественно северных склонов первичных бугров. Об этом свидетельствует то, что в сохранившихся от уничтожения нижнебугровых отложениях слойки, в основном, падают к югу, т.е. уцелели южные части нижнебугровой толщи. Это могло случиться не только во время континентального перерыва, но и раньше, во время регрессии, либо в начале последующего трансгрессивного ритма.

4 этап – накопление верхнебугровых отложений, облекающих, реже прислоняющихся к частично размытым ядрам нижнебугровых образований. Возможно, они и были основными источниками поступления обломочного материала для верхнебугровых отложений. По-видимому, это была эпоха начала завершения стадии (сартасской?) позднехвалынской трансгрессии. Если бы это происходило раньше, во время подъема уровня Каспия, то бугры были бы значительно размыты морем, либо совсем не сохранились.

5 этап – охватывает длительную эпоху от окончания накопления верхнебугровых отложений до настоящего времени. Это время оформления современной морфологии бугров, в начале осуществлявшегося путем частичной их подработки речной эрозией и абразией морскими водами, уничтожившими значительную часть верхнебугрового ядра (преимущественно их южной части), а в дальнейшем денудацией верхней части бугров, выполаживанием склонов эоловым и делювиальным покровами и солончаково-дефляционными процессами, характерными для аридных условий.

Как видно, из пяти этапов только два прямо относятся к аккумуляции бугров, а в остальные, в основном, происходило их частичное разрушение.

Интересна хронологическая оценка основных эпох формирования бэровских бугров. Аккумулятивное накопление их ядер осуществлялось за два трансгрессивных этапа общей продолжительностью около 2 тыс. лет – геологически срока крайне небольшого. Без признания экстремальности природных процессов, существовавших в это время в Северном Каспии, не возможно объяснить как само формирование, так и столь быстрое образование бугров – структур, не возникавших ни ранее, ни позднее в его истории.

Накопление бугровых отложений проходило во время трансгрессивных стадий (точнее во время задержек в начале регрессивного спада), за крайне непродолжительное геологическое время (около 2 тыс. лет), приходящееся на очень специфичную, трудно реконструируемую природную (точнее, климато-гидрологическую) обстановку.

Формирование бугров осуществлялось не только процессами водной аккумуляции, как бугровых отложений, но и эрозией, т.е. происходило в других условиях, захватывавших и регрессивные эпохи, и по времени было более продолжительным. По существу, морфологическая подработка бугров происходит и сейчас.

Рассмотренная схема стадиально-прибрежного (мелководного) морского образования бэровских бугров в условиях мощных встречных нагонно-стоковых течений на сегодня наиболее соответствует имеющемуся фактологическому материалу, однако вопросы формирования этого природного феномена еще остаются.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований (грант № 05-05-64297).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексин А.А., Захарова Л.Я., Леонтьев О.К., Фотеева Н.Н.* Структурно-геоморфологические исследования в дельте Волги // Сборн. Матер. Комплексной южной экспедиции (КЮГЭ). Вып. 7. Л.: Гостоптехиздат, 1962. С. 72–79.
2. *Аристархова Л.Б.* О происхождении и тектонической приуроченности бэровских бугров // Вестник МГУ. Сер. 5. Геогр. № 1. 1980. С. 36–42.
3. *Бадюкова Е.Н.* Еще раз о генезисе бэровских бугров // Вестник МГУ. Сер. 5. Геогр. № 4. 1999. С. 52–61.
4. *Бадюкова Е.Н.* Новые данные о морфологии и строении бэровских бугров // Геоморфология. № 4. 2005. С. 25–38.
5. *Батурин В.П.* Введение в геологию дельты Волги // Тр. ГОИН. Вып. 18(30). М. Изд-во АН СССР. 1951. С. 3-17.
6. *Белевич Е.Ф.* О происхождении бугров Бэра // Геоморфология. № 2. 1979. С. 57–68.
7. *Берг Л.С.* Природа СССР. М.: Учпедгиз, 1938. 318 с.
8. *Богданов А.А.* Новые данные по стратиграфии плиоценовых и постплиоценовых отложений Нижнего Поволжья // Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. Геол., т. 11, № 4, 1933, с. 349-362.
9. *Ботвинкина Л.Н.* Слоистость осадочных пород. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 542 с.
10. *Брицына М.П.* О происхождении рельефа бэровских бугров низовьев Волги // Сб. Памяти акад. Л.С. Берга. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1955. С. 320–330.
11. *Бэр К.* Ученые записки о Каспийском море и его окрестностях // Записки Императ. Русского Географ. Общества. Кн. XI. СПб. 1856. С. 181–224.
12. *Владимиров Н.М.* К вопросу о происхождении бэровских бугров междуречья Волги и Урала // Изв. АН КазССР. Сер. геол. Т. 121. № 16. 1953. С. 40–46.
13. *Волков И.А.* О геологическом строении и рельефе бугров Бэра // Аэрометоды в природных исследованиях. Труды Лаборатории аэрометодов АН СССР. М.-Л., 1960. С. 74–89.
14. *Гмелин Самуил Г.* Путешествие по России для исследования трех царств природы. Ч. 2. Спб., 1777. 362 с.
15. *Голынец Ф.Ф.* Геологические исследования в Калмыцко-Сальских степях // Тр. Нефт. Геолого-разв. ин-та. Сер. Б. Вып. 7. М.-Л., 1932. С. 1–45.
16. *Доскач А.Г.* Геоморфологические наблюдения в районе развития бугров Бэра // Тр. Ин-та географии АН СССР. Т. 43. Вып. 2. 1949. С. 19–32.
17. *Жиндарев Л.А., Никифоров Л.Г., Рычагов Г.И.* Морфолитодинамика береговой зоны приустьевых областей и проблема происхождения бэровских бугров // Вестник МГУ. Серия 5. Геогр. №1. 2001. С. 44–52.
18. *Жуков М.М.* К стратиграфии каспийских осадков Низового Поволжья // Тр. Ком. по изуч.

четв. периода АН СССР, Т. 4. Вып. 2. 1935. С. 227–272.
19. *Захаров Л.З.* Бэровские бугры в дельтах рек каспийского бассейна // Природа. 1948. С. 64-70.
20. *Иванова Г.А.* К вопросу о происхождении бэровских бугров // Тр. ин-та геогр. АН СССР. Т. 51. 1952. С. 277–391.
21. *Костенков К.* Статистическо-хозяйственное описание Калмыцкой степи Астраханской губ. Спб., 1868. 126 с.
22. *Краснова Н.Г.* Образование отложений дельты Волги // Тр. ГОИН. М.: Изд-во АН СССР. Вып. 18(30). 1951. С. 57–65.
23. *Красножон Г.Ф, Семенов С.С., Суханова И.Г.* Исследования устьев рек, прибрежных зон и дна Северного Каспия с помощью дистанционных методов // Водные ресурсы. № 1. 1979. С. 88–96.
24. *Леонтьев О.К., Фотеева Н.Н.* Происхождение и возраст бэровских бугров // Изв. АН СССР. 1965. № 2. С. 90–97.
25. *Леонов Ю.Г., Лаврушин Ю.А., Эпштейн О.Г.* Проявления грандиозных гравитационных процессов на позднехвалынском палеошельфе Северного Каспия // ДАН. Т. 344. № 2. 1995. С. 212–215.
26. *Леонтьев О.К., Фотеева Н.Н.* Происхождение и возраст бэровских бугров // Изв. АН СССР. Сер. геогр. № 2. 1965. С. 90–97.
27. *Маркова К.П.* Орография и геология Астраханского края // Изд. Комисс. по изуч. естеств-произв. сил АН, т. XII, Пг., 1921, 21 с.
28. *Мейснер В.И.* Дельта Волги. Отчет о работах эксп. по обсл. дельты Волги в 1914 // Матер. к познанию русского рыболовства. Т. IV. Вып. 10. Пг. 1915. С. 37.
29. *Менабде И.В.* Палеогеография позднего плейстоцена Нижнего Поволжья // Автореф. дисс. кандидата географ. Наук. М.: МГУ, 1989. 24 с.
30. *Мушкетов И.В.* Геологические исследования в Калмыцкой степи // Тр. Геол. ком. Т. 14. № 1. СПб., 1895. 202 с.
31. *Николаев В.А.* О рельефе бэровских бугров низовьев Волги // Сб. Памяти акад. Л.С. Берга. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 331–343.
32. *Паллас П.С.* Путешествие по разным провинциям Российского государства. Ч. 3. СПб., 1788. 624 с.
33. *Православлев П.А.* Каспийские осадки в низовьях Волги // Изв. Центр. Гидрометбюро. Вып. 6. 1926. С. 1–77.
34. *Православлев П.А.* Северо-западное побережье Каспия // Изв. Центр. Гидрометбюро. Вып. 8. 1929. С. 35–47.
35. *Розен М.Ф.* К вопросу о режиме наносов и генезисе островов дельты р. Волги // Центр. Гидрометбюро. Вып. 6. 1926. С. 150–178.
36. *Рычагов Г.И.* Бэровские бугры // Тр. Прикаспийской экспедиции. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1958. С. 190–223.
37. *Свиточ А.А, Клювиткина Т.С.* Новые данные по строению и текстуре бэровских бугров // Доклады РАН. Т. 395. № 4. 2004. С. 1–6.
38. *Свиточ А.А., Клювиткина Т.С.* Строение бугровой толщи бэровских бугров Нижнего Поволжья // Геоморфология. № 1. 2005. С. 67–82.
39. *Свиточ А.А., Клювиткина Т.С.* Бэровские бугры Нижнего Поволжья М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2006. 154 с.
40. *Седайкин В.М.* К вопросу о происхождении и возрасте бэровских бугров Нижнего Поволжья // Сб. Вопросы геоморфологии Поволжья. Вып. 1(4). Саратов, 1977. С. 17–27.
41. *Сладкопевцев С.А.* О происхождении бугров Бэра // Вестник МГУ. Сер. 5. Геогр. №1. 1965. С. 80–84.

42. *Соколов Н.А.* Дюны. Их образование, развитие и внутреннее строение. Спб., 1884. 157 с.
43. *Томашевский И.Н.* О естественноисторических условиях Хошеутовского закрепляемого участка Астраханской губернии // Сб. по песчано-овражным работам. Вып. 3. СПб., 1914. С. 53-72.
44. *Федоров П.В.* Стратиграфия четвертичных отложений и история развития Каспийского моря. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 298 с.
45. *Федорович Б.А.* Происхождение «бэровских бугров» Прикаспия // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. №1. 1941. С. 95–116.
46. *Шанцер Е.В.* Геологическое строение и гидрогеологическая обстановка как критерии оценки лесорастительных условий приволжской полосы Прикаспийской низменности // Тр. Компл. научн. эксп. по вопросам полезащитного лесоразведения. Вып. 2. 1951. С. 140–168.
47. *Эверсм*ан Э.А. Естественная история Оренбургского края. Ч. 1. Оренбург, 1840. 125 с.
48. *Яковлев С.А.* Основы геологии четвертичных отложений Русской равнины, стратиграфия. М.: Госгеолтехиздат, 1956. 316 с.
49. *Якубов Т.Ф.* Происхождение Бэровских бугров в Прикаспийской низменности // Тр. Ин-та географии АН СССР. Т. 51. 1952. С. 253–277.

TO THE QUESTION OF THE ORIGIN OF BAER KNOLLS FROM THE NORTHERN CASPIAN REGION

© 2007. A.A. Svitoch, T.S. Klyuvitkina

Mocsow Lomonosov State University, Geographical Faculty
Russia, 119992 Moscow, Vorobjovy gory, MSU. E-mail: t.klyuvitkina@mail.ru

In some places within the vast Northern Caspian lowlands between the Kuma and lower Emba river mouths numerous elongated knolls occur, which usually stretch in sub-latitudinal direction. These were already recorded by the expeditions of S. Gmelin (1777) and P. Pallas (1788). After academician K. Baer had given a detailed description of these landforms during his field trip to the Caspian region in 1853-1856 these hills were named after him Baer knolls. In fact, these are not knolls, but ridges of different length, as has been already noted by Baer (1856) who used this local name for the elongated highs. Baer himself also gave a very picturesque description “the countryside looks as if it has been cut with a giant plough or as if somebody with giant fingers scratched its soft surface in different directions without using any ruler (1856, pp. 198-199).

The hills and surrounding arid lowlands form unusual landscapes composed of different geometrical landforms producing a flat plain with sub-latitudinal ridges and hills covered by rare semi-desert vegetation of brownish colors which only in spring changes to greenish with bright spots of tulips and irises. Within the late Khvalinian plain herbaceous-poaceous steppe predominates, while Kalmyk sands are occupied by psammophytic plant formations.

The hills were used by locals for settlements, cemeteries, watermelon plantations, roads, and as a source of building materials. By now many hills have practically disappeared, others are cut by numerous quarries demonstrating their sediment composition.

More than 80 papers discussing the structure and origin of Baer knolls were published after the pioneer work of Baer. Based on various field data the publications analyze the distribution of knolls, their morphology, composition and genesis.

However, many problems of Baer knolls origin and composition remain unsolved. In the present work based on our original data obtained during many years of field investigations in the Northern Caspian region we present the results of the complex study of sediments (Svitoch, Klyuvitkina, 2004, 2005, 2006), critically analyze published materials, and attempt to give a comprehensive picture of the structure and origin of Baer knolls.

In the present work we have:

1 – carried out complex investigations of Baer knolls from the arid Northern Caspian region (morphology, bulk sediment composition, granulometry, texture and microtexture, fossils, absolute age estimations, paleomagnetic characteristics, etc.).

2 – established characteristic features of their composition and outlined criteria for reconstructing their genesis.

3 – put forward the hypothesis on the origin of Baer knolls and their sediment sequence. The obtained data and critical analysis of the published evidence revealed that the hills represent complicated morphological structures with two-layered accumulative core, which are grouped as sub-latitudinal ridges and hills located close to former river deltas in the region subject to the Late Khvalinian transgressive flooding.

The knolls were formed in five stages manifested in the layering and relationships between deposits of the lower and upper sediment sequences.

Stage 1 corresponds to the times of the Enotaevka regression (11-9 ka) preceding the accumulation of Baer knolls. The river systems were displaced far southward to the Northern Caspian shelf, and the Lower Khvalinian sediments underwent erosional rearrangement prior to their future accumulation if the cores of the hills.

Stage 2 is the time when the lower sequence of sediments composing the knolls was accumulated at the beginning of the final phase of the maximal (Kushum) epoch of the Late Khvalinian transgression. This was the crucial point in the formation of Baer knolls, when sub-latitudinal ridges appeared whose orientation and morphology were later inherited by the knolls.

Accumulation of sediments went on in the shallow nearshore environment under diverse hydrodynamic conditions of the brackishwater basin with high surges and offshore currents, together with considerable river runoff through deltaic channels. Thus, a specific situation was created with coexistence of two strong opposite water flows. The Lower Khvalinian deposits of the neighboring inter-knoll depressions and distant regions were the main source of terrigenous material.

Stage 3 corresponds to the continental interstadial break in sedimentation and erosion of initial knolls (mainly of their northern slopes). In the underlying lower sequence, laminae have southward orientation evidencing that southern slopes of the hills were preserved. Erosion could be operating not only during the continental phase, but also earlier during regression, or later during the subsequent transgression.

Stage 4 correlates with accumulation of the upper sediment sequence of the knolls which overlies the partly eroded sediments of the lower sequence. The latter might have served as the source of sediment material for the upper sequence. These processes probably took place at the beginning of the final stage (Sartas) of the Late Khvalinian transgression and not earlier, during the sea-level rise, otherwise the knolls would be washed away by the sea.

Stage 5 corresponds to the long epoch from the end of the accumulation of the upper sequence to present, when the modern morphology of the knolls was attained due to river erosion, abrasion by sea (which washed away the main part of the upper sediment sequence at the southern slopes of the hills), abrasion by the waters of ilmens and sors, denudation of the tops, smoothing of the slopes by eolian and deluvial covers and solonchak-deflation processes.

Evidently, only two of the stages correspond to accumulation of the knolls, whereas the rest were primarily periods of destruction.

Accumulation of the sediment sequence of the knolls occurred during transgressive periods (more precisely, during retardations at the beginning of regressive phases). Geologically it was a short time (2 kyrs) corresponding to an extremely specific environment which is difficult to reconstruct.

Not only water accumulation was responsible for accumulation of the knolls, but also erosion, which operated during longer time periods. Actually, morphological shaping of the hills is an ongoing process.

The proposed scheme of the stadial formation of Baer knolls in the shallow marine environment under strong surges and opposite river outflows seems to be the most reasonable as it better fits to the existing field and analytical data. However, many problems concerning composition and origin of Baer knolls remain unsolved.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

УДК 911.52.551

К МЕТОДИКЕ СОСТАВЛЕНИЯ МЕЛКОМАСШТАБНЫХ КАРТ ОПУСТЫНИВАНИЯ

© 2007 г. Л.Я. Курочкина*, А.Л. Кокарев**

**Институт ботаники Министерства образования и науки Республики Казахстан, Казахстан, 050040 Алматы, ул. Тимирязева, 44, E-mail: lidiya-kurochkina@yandex.ru*
***Институт географии Министерства образования и науки Республики Казахстан, Казахстан, 050010 Алматы, ул. Пушкина, 99*

Реферат. Определены основные особенности составления мелкомасштабных карт опустынивания на примере экологического картографирования растительности Казахстана с определением функциональной значимости и ресурсного потенциала экосистем.
Ключевые слова: растительность. опустынивание, картографирование, экосистема, функциональная значимость экосистем .

Для субрегиона Центральной Азии до настоящего времени не составлена единая актуальная Карта опустынивания. Разработка такой карты затруднена в связи с отсутствием общей методологической основы целевого картографирования и согласия между экспертами стран СНГ по терминологии. Кроме того, ограничен сбор материалов, тем более, плановый мониторинг по динамике экосистем, не согласованы показатели комплексной оценки степени и темпов опустынивания по республикам.

Базовые понятия

Различия в толковании базовых понятий (Конвенция…, 1996; Опустынивание…, 1999; Дэвид, Томас, 1999) не способствуют выработке общих подходов к составлению Карты опустынивания в требуемых масштабах. Среди используемых базовых понятий: «опустынивание», «тип опустынивания», «экосистема» или «геосистема», «экологическое состояние» бытуют понятия не вполне приемлемые к оценке опустынивания, такие как «трансформация», «антропогенная нарушенность» (Огарь, Брагина, 1999), «культуртехническое состояние» сельхозугодий (статотчеты Республики Казахстан). Придерживаться достигнутого международного консенсуса по опустыниванию (Конвенция…, 1996) мешает неконкретность сути этого термина (опустынивания – *деградации земель*) и недооценка социально-экономических причин этого процесса. «*Опустынивание означает деградацию земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека*» (Конвенция…, 1996).

При этом, «*земля*» означает «*земную биопродуктивную систему, включающую в себя почву, воду, растительность, прочую биомассу, а также экологические и гидрологические процессы, происходящие внутри системы*»; а «*деградация земель*» означает «*снижение или потерю биологической и экологической продуктивности и сложной структуры богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, лесов и лесистых участков в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате землепользования или действия одного или нескольких процессов, в том числе, связанных с деятельностью человека…*» (Конвенция…, 1996).

Понятие «трансформация» слишком объемно и требует дополнительной расшифровки. Так же, как и «антропогенная нарушенность», эти понятия не характеризуют ни степени, ни причины деградации земель или их экологического состояния при мелиорации. «Культуртехниче-

ское состояние» для сельхозугодий скорее всего подчеркивает только выборочные природные показатели: каменистость, засоление почв, закустаривание, которые могут быть типичными (фоновыми) признаками экосистем, а не их деградации. Напротив, для пояса предгорий, например, обычен кустарниковый зональный тип растительности (климакс). Для песчаных пустынь закустаривание связано с ветровой эрозией. Оно рассматривается как элемент биологической саморегуляции и первых этапов восстановления экосистем. В сукцессионных циклах это длительнопроизводные растительные сообщества или крайне разреженные пионерные группировки сингенеза.

Дискуссионность проблемы опустынивания и применяемых терминов, по мнению Давида Томаса (1999), связаны с рядом причин: отсутствием ясности в понимании процессов деградации окружающей среды, в частности во взаимодействии понятий антропогенного опустынивания и климатических засух; недостатком научных знаний; различием в оценке переиспользования земель (пашни, пастбища и т.д.). К этому следует добавить споры о том, что важнее – экологические или экономико-социальные проблемы.

Базовые данные для оценки опустынивания

Картографической базы данных и мониторинга опустынивания даже для основных зональных экосистем субрегиона практически не существует. Не обновлены для большинства районов карты почв, пастбищ, растительности, лесистости и т.д. В частности, ограничены и не зафиксированы по акиматам показатели степени пастбищной нагрузки, желательно утверждение реальных норм и нормативов изъятия биологических ресурсов, особенно в условиях перехода к частной собственности на землю. Пониманию проблемы и ее решению на местном уровне, в частных мелкофермерских хозяйствах мешает повсеместное отсутствие средств, техники, доступных сфер обслуживания, равно как и отсутствие необходимого картографического материала, в том числе по землеустройству с элементарной оценкой состояния экосистем. Перечислим лишь самые необходимые данные для контроля за процессом опустынивания:

- Карты землеустройства крупного масштаба с оценкой состояния земель, целевые карты степени и типов опустынивания;
- Данные по антропогенным нагрузкам на сельхозугодия;
- Нормы изъятия биологических ресурсов (в том числе флоры и фауны);
- Изменения продуктивности и ресурсной значимости биоресурсов по сезонам (флюктуации) и в результате опустынивания;
- Причины (факторы) и следствия деградации земель;
- Риски потери биоразнообразия, численности хозяйственно ценных видов и экосистем, редких и исчезающих видов и экосистем, потеря устойчивости экосистем к антропогенным нагрузкам.

Мелкомасштабные карты опустынивания

Для республик СНГ субрегиона Центральной Азии актуальные мелкомасштабные карты опустынивания, либо экологического состояния земель (карты масштаба 1:1000000, 1:2500000, 1:5000000), сейчас разрабатываются и ориентированы на использование на национальном, субрегиональном и региональном (регион Азии) уровнях. Они направлены на оценку состояния окружающей среды и разработку мер предотвращения негативных процессов антропогенного воздействия на окружающую среду. Принятие мер по глобальному экологическому управлению при использовании карт опустынивания откроют новые, более обоснованные перспективы плана действий по борьбе с опустыниванием. Национальные планы действий в республиках СНГ разработаны практически без достаточной картографической базы. Карты опустынивания по Центральной Азии отсутствуют в «Мировом Атласе Опустынивания», изданном в 1996-97

гг., и они не были готовы и ко второму изданию Атласа. Пока не завершена разработка единой методологии оценки и моделей деградации земель с учетом социальных и экономических аспектов. Поддерживающими структурами составления карт, кроме национальных экологических ведомств, являются КООНБО, ПРООН, ГЭФ.

Экосистемный подход к составлению карт опустынивания, как единая методологическая основа

Понятие «экосистема» практически общепризнано. Наиболее близки к нему понятия: «биогеоценоз» (Сукачев, 1942), используемое геоботаниками; «геосистема» (Герасимов, 1977, Сочава, 1978, Карта…, 1992) в географии; «экосистема» (Залетаев, 1989, Гунин, 1991, Титов и др., 1990, Дроздов и др., 1997, Евстифеев и др., 1991), приводимые в характеристиках процессов опустынивания. Но отсутствие многих данных по фаунистической составляющей значительно обедняет оценку взаимосвязей компонентов экосистем, особенностей их функционирования, устойчивости и саморегуляции. Начатые в 60-х годах прошлого столетия стационарные биокомплексные исследования (Биокомплексные…, 1969), к сожалению, не продолжены и охватили лишь малую толику экосистем Центральной Азии. При составлении карт опустынивания экосистемный подход наиболее перспективен и возможен при синергизме трех экологических конвенций ООН: биоразнообразия (БР), изменений климата (INC) и борьбы с опустыниванием (КООНБО-UNCCD).

Первая Карта антропогенного опустынивания для аридной территории СССР в масштабе 1:2500000 (1985) разработана на основе и по методологии ФАО-ЮНЕП «Временное руководство по оценке и картографированию опустынивания». Ценность руководства, на наш взгляд, состояла в выделении таких параметров деградации, как внутренняя опасность опустынивания (ВОО), современное состояние (СС), скорость (темпы) (ТО), плотность населения (САВ) и выпасаемых животных и далее дана суммарная опасность опустынивания (степень, класс), оцениваемая по соответствующей формуле (табл. 1). На Карте, составленной под руководством А.Г. Бабаева и Н.Г. Харина, цветом обозначены в контурах степень, а значками – типы опустынивания (рис. 1). Формулы характеризуют оценку деградации по перечисленным выше параметрам. Например, опустынивание по контуру «2ahIIM» соответствует в среднем умеренному классу с высокой внутренней опасностью.

Таблица 1. Определение суммарного опустынивания.
Table 1. Determination of total desertififcation.

Классы опустынивания	Современное состояние / СС	Темпы опустынивания / ТО	Внутренняя опасность опустынивания / ВВО	Влияние животных / ВЖП	Плотность населения / САВ
Слабое	1	a	l	I	L
Умеренное	2	b	m	II	M
Сильное	3	c	f	III	F
Очень сильное	4	d	h	IV	H

Использован ландшафтно-экологический подход (Нечаева, 1978) при сравнении фоновых (заповедных) и климаксовых экосистем по показателям экологического состояния их компонентов. Но в 70-80-х годах прошлого столетия методические подходы преимущественно для России были общеэкологическими, без акцентов на опустынивание, хотя использовался цен

ный экосистемный принцип картографирования экологических ситуаций. Основные принципы методик комплексного экологического состояния могут быть адаптированы для целей мелкомасштабного картографирования:

- выделение классов (степеней) экологических ситуаций на картах, даже при отсутствии количественных данных;
- возможность разграничения внешнего воздействия на экосистемы на реально и потенциально опасные;
- возможность экстраполяции данных на аналогичные экосистемы по всему занимаемому ими ареалу.

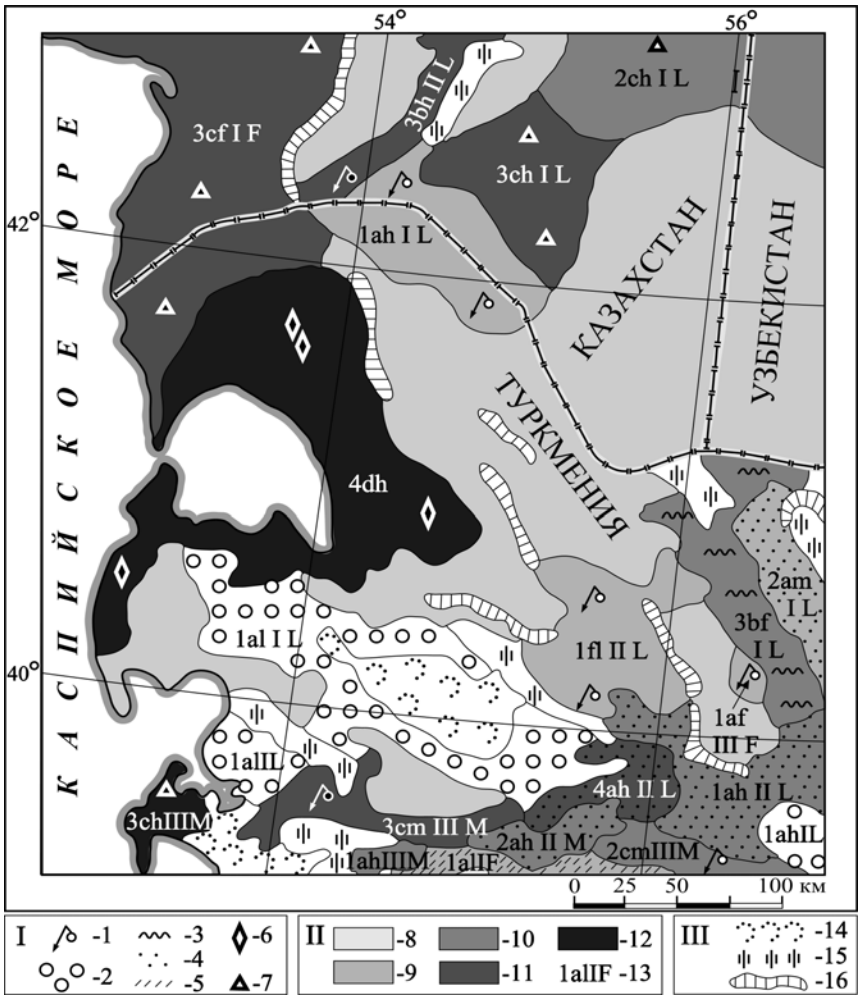


Рис. 1. Фрагмент Карты антропогенного опустынивания для аридной территории СССР (1985). Цифрами показаны: I – Типы опустынивания: 1 – деградация растительного покрова; 2 – опустынивание вокруг колодцев; 3 – деградация в результате недовыпаса; 4 – дефляция; 5 – водная эрозия; 6 – засоление почв; 7 – техногенное опустынивание. II – Степень опустынивания: 8 – опустынивание отсутствует; 9 – слабая; 10 – умеренная, 11 – сильная; 12 – очень сильная; 13 – формула суммарной оценки. III – Категории земель, исключенные при оценке опустынивания: 14 – массивы подвижных песков; 15 – солончаки; 16 – каменистые склоны. **Fig. 1**. Fragments of the Map of anthropogenic desertification in the arid lands of the USSR. I – Types of desertification: 1 – degradation of vegetation cover; 2 – degradation around wells; 3 – degradation as a result of absence of grazing; 4 – deflation; 5 – water erosion; 6 – high salinity of soils; 7 – technogenic desertification. II – Degree desertification: 8 – nil; 9 – slight; 10 – moderate, 11 – high; 12 – very high; 13 – formula of total evaluation. III – Land categories which are not included in assessment of desertification: 14 – moving sands; 15 – solonchaks; 16 – rocky slopes.

Беда в том, что достоверной экстраполяции мешает значительная пестрота состояния элементарных экосистем в контурах, а также различие в характеристиках выделяемых территориальных единиц. То есть, при мелком масштабе карты основная трудность в интегральной оцен-

ке деградации земель состоит в достоверном выделении аналогичных территориальных единиц и соотношении различных экосистем в картируемых выделах. Если для крупного масштаба приемлемо объединение в контуре элементарных экосистем и их совокупностей, то для мелкого масштаба единицами картирования будут группы и классы экосистем, объединенные географически, то есть по топологии. Они не всегда однозначны по типам опустынивания. При этом, во избежание ошибок уместно учитывать типологию экосистем, то есть объединение их по внутренним признакам, в том числе физиономичности, доминантности, структуре и т.п. В целом, по состоянию почвенно-растительного покрова и критериям состояния этих основных компонентов экосистем в контурах, мы выделяем ряд территориальных единиц: комплексы и сочетания, серии и экологические (иногда эколого-динамические) ряды.

Существенным примером такого метода на почвенно-геоботанической основе служит Карта растительности Казахстана и Средней Азии» (1995) масштаба 1:2500000 и монография «Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области)» (2003). При выделении структурных территориальных единиц большое внимание уделено сопоставлению географии и частично динамики экосистем. К сожалению, оценка деградации не зафиксирована, но возможна по ряду индикаторов (смене доминантов, участию сорных видов, биоразнообразию и др.). Приведена классификация зонально-поясных подразделений, дан обоснованный, близкий к экосистемному, проект ботанико-географического районирования Центральной Азии (ранее называемой Казахстан и Средняя Азия) и определено ее положение на материке Евразии. При отсутствии единого экосистемного районирования субрегиона, данное районирование и картографическая модель могут быть использованы как базовые для составления целевых мелкомасштабных карт субрегиона Центральной Азии.

Для Азии при дешифрировании космоснимков распознавались «Элементарные Единицы Оценки Опустынивания» (ЭЕО) (Харин и др., 1999). Выделяемые по сходству природных условий, типу землепользования, типу и классу опустынивания, ЭЕО имеют экосистемную основу. Космоснимки низкого разрешения NOAA/AVARR в форме вегетационного индекса (NDVI) содержит информацию об опустынивании земель (Султангазин и др., 2003; Харин и др., 1999).

Итак, экосистемный подход, изначально предполагавшийся экологическими конвенциями, служит наиболее существенной методической основой разработки карт опустынивания, как базы выделения контуров, в том числе на мелкомасштабных картах. Опыт использования почвенно-геоботанических карт при *выделении классов экосистем и оценки их антропогенной нарушенности* (Пачикин, Курочкина, 2005), подчеркнул перспективность этого метода (рис. 2, фрагмент района оз. Алаколь). Таким образом*, для составления карт опустынивания предлагается использовать почвенные и геоботанические выделы мелкомасштабных карт, легенды которых служат базой данных для оценки типов, степени и тенденций опустынивания.*

Степень и типы опустынивания

Опустынивание на картах принято характеризовать по показателям степени (или класса) и типов деградации экосистем на основе выделов карты экосистем или ландшафтов. Для обозначения *степени* используется пятибалльная шкала: 1) фоновое состояние экосистем, опустынивание отсутствует, 2) слабое, 3) умеренное, 4) сильное, 5) очень сильное (Конвенция…, 1996, Карта…, 1985).

Но на мелкомасштабных картах, где проведена существенная генерализация в выделах

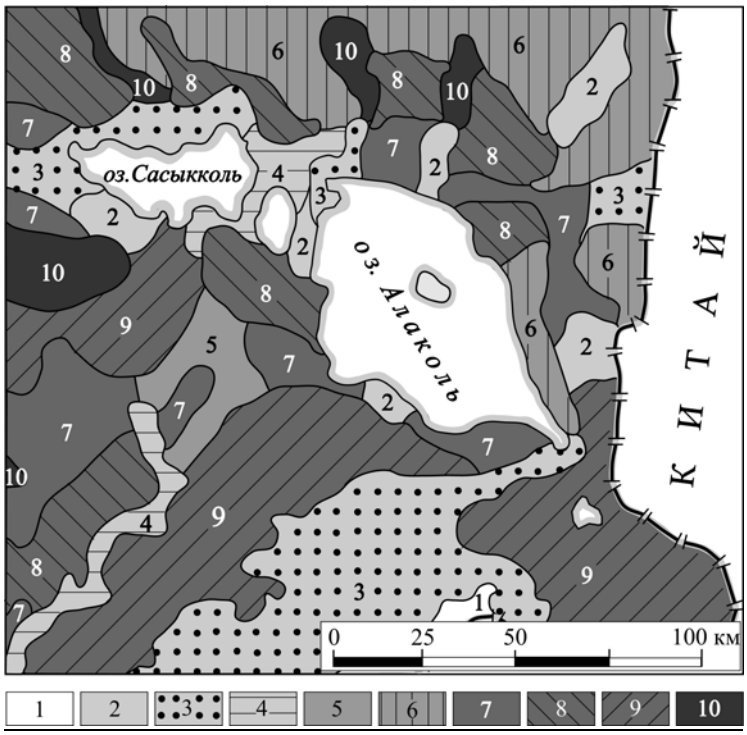


Рис. 2. Степень опустынивания в районе озер Алаколь – Сасыкколь, вост. Прибалхашье (фрагмент Карты опустынивания экосистем, М: 1:5 000 000; Курочкина, Пачикин, 2005). Цифрами показаны: 1 – фоновое состояние (деградации нет); 2 – фоновое, с элементами слабого; 3 – фоновое, с фрагментами умеренного; 4 – фоновое, с фрагментами слабого и умеренного; 5 – фоновое, с фрагментами сильного; 6 – слабое; 7 – слабое, с фрагментами умеренного; 8 – умеренное; 9 – умеренное, с фрагментами сильного; 10 – сильное. **Fig. 2.** Degree of desertification in the area of Alakol – Sasykkol (East Balkhash lake region). Fragments of the Map of ecosystem's desertification. S: 1:5 000 000 (Pachikin, Kurochkina, 2005). 1 –nil; 2 – nil with elements of slight desertification; 3 – nil with fragments of moderate desertification; 4 – nil with fragments of slight and moderate desertification; 5 – nil with fragments of high desertification; 6 – slight; 7 – slight with fragments of moderate desertification; 8 – moderate; 9 – moderatel with fragments of hihg desertification; 10 – high.

обобщены экосистемы разной степени опустынивания, что отлично фиксируется на космоснимках по структуре изображения, особенно по сезонам и годам. Пестротность в пределах выделов предопределяет наличие совокупности различных классов опустынивания. Это возможно отразить на картах мелкого масштаба только путем построения еще более дробной шкалы с выделением промежуточных степеней опустынивания. Например, выявить контуры с наличием степени фонового состояния с фрагментами слабого или умеренного; слабого опустынивания с фрагментами сильного, умеренного с фрагментами слабого и сильного, сильного с фрагментами слабого и др. Эти дополнительные данные усилят достоверность качественной оценки. Источником информации о пестротности картируемых выделов служат аэрофотоснимки и космоснимки. Их наземная дешифровка на ключевых участках выявит реальную пестротность и поможет, при необходимости, установить процентное соотношение совокупности экосистем и степени их опустынивания в картируемых выделах. При последующей экстраполяции соотношение экосистем и степеней опустынивания могут быть уточнены. Подобный прием дешифровки использован для оценки опустынивания экосистем поймы р. Или, где по материалам наземных исследований и спутниковым данным высокого разрешения выделено 10 комплексных степеней опустынивания (Султангазин и др., 2003). Например, продолжая начатую разработку оценки опустынивания
по выделам водно-болотных и пустынных экосистем (Пачикин, Курочкина, 2005) территории

в районе озер Сасыкколь – Алаколь (восточное Прибахашье и Джунгарские ворота) для мелкомасштабной карты 1:500 000, при необходимой генерализации мы определяем 8 степеней опустынивания по легенде Карты экосистем (рис. 2). Номера выделов соответствуют 14-балльной шкале, предложенной нами для Карты опустынивания Республики Казахстан.

Иной подход предложен для характеристики опустынивания территории бассейна Аральского моря (Евстифеев, Рачковская, 1991). Выявлено всего три степени опустынивания: слабое, умеренное, сильное. Они разграничены по основным факторам *антропогенного воздействия* для земель, используемых в хозяйствах. Земли интенсивного использования: урбанистические, горнопромышленные, транспортные, ирригационные, богарно-сенокосные, пустынно-пастбищные, горно-пастбищные. Таким образом, на карте обозначено 18 категорий степени деградации земель. Возможно, этот прием более перспективен для оценки причин (факторов) антропогенной деградации. Но не всегда основывается на необходимой фактической характеристике геосистем (экосистем), нумерация которых приведена на карте. Например, не указано использование исчезающих древесно-кустарниковых зарослей, лесопокрытой площади. Не подчеркнут также тип опустынивания. Отдельно выделены сильно деградированные земли: осушенные и затопляемые сбросными водами. В их числе обсохшее дно Аральского моря. Завуалирован фактор зарегулирования стока основных рек Аральского бассейна, осушения Арала и прилегающих земель, бывших в сельскохозяйственном использовании. Типы опустынивания не показаны, но существенным является отражение типов деградации (низкие, средние, высокие) для геосистем по республикам СНГ.

Отражение на искомых картах типов опустынивания

Типы опустынивания служат показателями следствия и глубины деградации компонентов экосистем. Наиболее удобен и приемлем способ показа значками или буквами при номере выделов. Но при многообразии типов опустынивания на мелкомасштабных картах возможен матричный вариант, дополняющий карту или прилагаемая к карте поконтурная ведомость. Матрица дает необходимую детализацию типов по компонентам экосистем, затронутых процессами опустынивания.

На первых картах опустынивания обобщенно значками выделялись различные по объему типы деградации: деградация растительности, засоление почв, дефляция, скотосбой вокруг колодцев, техногенное опустынивание, опустынивание, связанное с зарегулированием стока рек (Карта…, 1985). Разработаны основные критерии (Пояснительная…, 1987), позволяющие обоснованно оценить деградацию растительности, почв, рельефа. В дальнейшем для пахотных земель дополнительно выделен *тип дегумификации почв* (Национальная…, 1966), т.е. их истощение при отсутствии севооборотов. На пашне усиливаются засухи (Зонн и др., 1996), что приводит к деградации почв. Орошаемые пахотные земли также со временем деградируют, снижается их природное плодородие, происходит засоление или заболачивание. Бросовые старопахотные земли – залежи становятся источником распространения карантинных сорняков. Перевод их в пастбищные угодья, особенно на стадии бурьянистого зарастания, неоправдан, а рекомендуемое «залужение» капиталоемко и малодоступно для мелких крестьянских хозяйств. Пока это «бросовые земли», подверженные длительному процессу биологической саморегуляции и восстановления устойчивых, зональных экосистем.

Значительно расширено представление о типах техногенного опустынивания, особенно в районах урбанизации, линейных сооружений, горно-промышленной деятельности. К сожалению на общих мелкомасштабных картах опустынивания показ площади их распространения не реален, или возможен на серии целевых карт-плюров. В дополнении к основной карте (Национальный…, 1998), как типы опустынивания при техногенных воздействиях на биоразнообразие отмечены, например: *загрязнение водоемов, почв, грунтовых вод, атмосферы* при разведке и разработке месторождений; *создание токсичной среды обитания* при воздейст-

вии перерабатывающей промышленности, ядерных испытаниях, падении космических ракет, накопителей отходов у населенных пунктов; *угроза аварийных ситуаций* при разливах нефти, утечке газа; *транзит инфекций* по линейным сооружениям; *исчерпание самоочищающей способности* экосистем, рек, водоемов при накоплении тяжелых металлов, пестицидов, дефолиантов, агрессивных ядовитых растений; *воздействие электромагнитного излучения* по высоковольтным линиям электропередач и др.

Урбанизационные кольца - бедленды

Крупные города и поселения всюду сопровождаются многочисленными свалками. Вокруг мелких сел и аулов образуются кольца сильно деградированных пастбищ. К урбанизационным кольцам опустынивания добавляются ленты базаров, заправок и автомоек вдоль пригородных автомагистралей. Внутри крупных поселений и столичных городов зеленые насаждения, в том числе парки и бульвары уничтожаются при расширении дорог, строительстве стоянок автомашин, супермаркетов и строений бытового обслуживания. Своеобразные элементы деградации существуют и среди многочисленных пригородных дач, часть которых заброшена, и превращена в сорняковую неудобь.

В горных условиях, в предгорьях, вдоль горных рек и ущелий возникает своеобразная частнособственническая рекреационная зона, охраняемая высокими заборами – зона элитных коттеджей. При этом уничтожается природная растительность – горные леса, в том числе на территории парков. Это новые районы опустынивания, зоны риска оползней, селей и язв дефляции.

Все эти очаги опустынивания на картах, как правило, не обозначаются из-за недоступности землеустроительной информации или ее отсутствия и закрытости. На мелкомасштабных картах рекомендуется обозначить их условно – красными кольцами, линиями или другими внемасштабными знаками. Желательно создать *особую базу данных* по деградации земель в городских и сельских поселениях, пригородах, дачных массивах, на территории земель общего пользования вокруг животноводческих аулов, частных коттеджей, нарушающих благоприятный экологический режим в защитных водоохранных зонах вдоль рек, в поясах предгорий и гор, парках и районах рекреации. В конечном итоге перечисленная антропогенная деятельность приводит к нарушению норм экологической безопасности и опустыниванию.

Интегральная оценка факторов внешнего воздействия на экосистемы, их последствия, т.е. проявления типов деградации (опустынивания) пока проводится лишь качественно. Количественный математический анализ ограничен из-за отсутствия данных, динамичности процессов опустынивания, несинхронности деградации компонентов экосистем, степени их уязвимости и устойчивости к внешним воздействиям.

Таким образом, при многообразии типов опустынивания, на картах предлагается обозначать значками или буквенными индексами *классы типов*, такие как общая деградация растительности, почв, аридизация, техногенное опустынивание. Дополнительно на матрицах следует характеризовать конкретные типы: засорение, потерю биоразнообразия экосистем, засоление почв, эрозию и др. При детальном анализе деградации растительности и почв следует акцентировать внимание на снижении продуктивности экосистем, смене доминантов растительности, нарушении структуры почв, загрязнении и засорении и т.д. Для растительных сообществ и экосистем при значительной деградации желательно показать ряды смен: ксерофитизации, голофитизации, псаммофитизации. Такие ряды характеризуют эдафические варианты динамики экосистем и тенденции возможной деградации земель.

Детализация покомпонентной оценки

Оценку климатических параметров опустынивания общепринято проводить по анализу засух и запыленности воздуха (Конвенция…, 1966; Карта…, 1985; Пояснительная записка…, 1987; Зонн и др., 1996; Харин и др., 1999), а также аьбедо подстилающей поверхности. Периодические длительные засухи увеличивают альбедо, уменьшают влажность, меняют режимы траспирации растений и приводят к опустыниванию. Категории аридности, выделенные для засушливых земель Азии (Харин и др., 1999), для Центральной Азии разделены по интегральным показателям тепло- и влагообеспеченности (индексам биологической эффективности климата поясов или зон. Это характеристики не опустынивания, а климатической обстановки, которой соответствуют природные особенности экосистем, они характеризуют внутреннюю опасность опустынивания. В растительности, например, климатическому поясу соответствуют устойчивые климакс-сообщества, толерантные к данному показателю годовой суммы активных температур и коэффициенту увлажненности, средним показателям засух. По-видимому, необходима оценка изменений этих показателей, в том числе проявления атмосферной и почвенной засухи по годам и сезонам. Для подзоны северной пустыни и зоны степей существенна также оценка морозов и заморозков. Длительные морозы, раннеосенние и поздневесенние заморозки приводят к потере биоразнообразия, выпадению ряда редких видов, к нарушению и деградации растительности.

Для горных территорий наиболее необходимы климатические показатели по экспозиции и крутизне склонов, а также режимы распределения воды в горных областях, так как именно гидрологическая составляющая определяет большинство опасных явлений высокогорий (ледниковые пульсации, лавины, водоснежные и селевые потоки, камнепады и оползни), которые, в свою очередь, приводят к деградации экосистем горных регионов (Кокарев, 1998).

Экосистемы гор по структуре еще более усложнены, а характер деградации неоднозначен по элементам рельефа, что не картируется в мелком масштабе. В большинстве случаев для гор выделяются контуры с совокупностями разных классов деградации земель или дается состояние деградации и перечень риска опасных явлений. При этом практически отсутствуют данные об антропогенных воздействиях на горные территории, которые приводят к возникновению катастрофических селей, лавин, обвалов и оползней, к уменьшению биоразнообразия, засорению и деградации горных ландшафтов (Kokarev, Shesterova, 1997). Фиксирование на картах территорий, подверженных различным видам риска, существенно дополняет материалы по прогнозу деградации земель.

Особую тревогу вызывает новый (ранее не упоминавшийся) тип опустынивания, новый тип техногенных нарушений называемый нами *«опустыниванием недр»*. Например, при недостатке энергоресурсов значительно возрастает потребление нефти. «В мире потребляется два барреля нефти на каждый разведанный баррель» (Казахстанская правда, 04.08.06). В странах Центральной Азии интенсивная добыча нефти *на продажу* превышает допустимые экологические нормы и помимо распространения нередких нефтяных загрязнений поверхности земли приводит к значительному (если не полному) истощению ресурса недр. Этот ресурс, принадлежит потомкам, а ныне беспощадно выкачивается для получения *экономических выгод,* при этом социально-экономическая сфера бедного населения районов нефтедобычи не всегда улучшается. На мелкомасштабных картах очаги деградации, связанные с разработкой недр следует выделять особо, в классе сильной степени опустынивания вызывающей комплекс экологических, социальных и экономических последствий и даже чрезвычайные ситуации.

Причины и последствия деградации растительности

Как упоминалось выше, деградация растительности включает основные типы: а) потерю

биоразнообразия, б) засорение, в) снижение проективного покрытия и урожайности, г) смену флористического состава и доминантов, в том числе исчезновение климакс-сообществ и

формирование кратковременно- и длительнопроизводных группировок с низкой устойчивостью к внешним воздействиям.

На картах причины и их последствия не выделяются, однако именно они определяют экологическое состояние экосистем и риски негативного влияния (табл. 2).

Таблица 2. Причинно-следственная взаимосвязь опустынивания растительности.
Table 2. Cause-and-effect interrelations in desertification of vegetation.

Причина	Типы опустынивания	Следствие	Затрагиваемые сферы жизни
Распашка земель	*г (гг, гк, гп)*	Потеря плодородия	Экологическая, экономическая
Перевыпас	*а, б, в, г*	Неблагоприятная смена растительности	Экологическая, экономическая, социальная
Нерациональное сенокошение	*а, б, в, г*	Смена растительности, закустаривание, гибель сенокосов	Экологическая, экономическая, социальная
Рубки деревьев и кустарников	*а, б, в, г*	Угнетение доминантов, потеря лесистости	Экологическая, экономическая, туристическо-оздоровительная
Пожары и выжигание стерни (в т.ч. на пашне, сенокосах)	*а, б, г*	Угнетение доминантов, нарушение дернины	Экологическая
Зарегулирование стока рек	*а, б, в, г*	Неблагоприятная смена растительности и почвенного увлажнения	Экологическая, социально-экономическая
Техногенное загрязнение и разработка недр	*а, (б, в), г*	Экоцид, длительная неудобь, стихийные бедствия	Экологическая, экономическая
Забрасывание пахотных земель	*а, б, в, г*	Неблагоприятные для с/х использования состояния растительности: бурьянистое зарастание	Социальная, экономическая
Сезонные многолетние засухи	*а, б, г*	Ксерофитизация, ухудшение структуры, снижение устойчивости сообществ	Экологическая
Стихийные бедствия		Образование неудобий (бедлендов)	Экологическая, экономическая, социальная

Показ на целевых картах опустынивания, тенденций развития природных объектов (деградации или улучшения) подчеркивает прогнозные ситуации состояния природной среды. При этом возможно и необходимо выявление очагов риска деструкционных процессов в сфере экологической, а также возможных нарушений социально-экономического развития. То есть, выявление возможных очагов опустынивания или риска чрезвычайных природных явлений. Зоны риска, как особая группа территориальных объектов, относятся к разряду потенциально неустойчивых районов, требующих усиленного контроля и возможной защитной мелиорации. На картах опустынивания зоны риска соответствуют сильной и очень сильной степени деградации земель, а в горных и предгорных районах очагам возможного формирования селей, экстремальных паводков, камнепадов по крутым склонам. Такие зоны могут быть воконтурены или отмечены на мелкомасштабных картах внемасштабными знаками. Подобные зоны риска схода селей, например, районированы для Юго-Восточного Казахстана (Тасболат, 2006).

В итоге сильного опустынивания растительности происходит изменение функциональной роли растительности, ее устойчивости и ресурсной значимости. Функциональная роль, как понятие экосистемного уровня рассматривается на эколого-физиологическом уровне. Безусловно, первостепенным в этом аспекте служит фотосинтетическая активность. Дополнительно, наряду с оценкой опустынивания, можно оценить и другие функции, как например обозначенные для растительности Волжско-Уральских песков на западе Казахстана (рис. 3). Средне- и крупномасштабное картографирование Волжско-Уральских песков Казахстана проведено нами в 1993-1994 г. для целей характеристики экологического и ресурсного потенциала. Опустыни-

вание дано по 9-и природным экологическим районам проявления основных факторов воздействия на экосистемы (табл. 3).

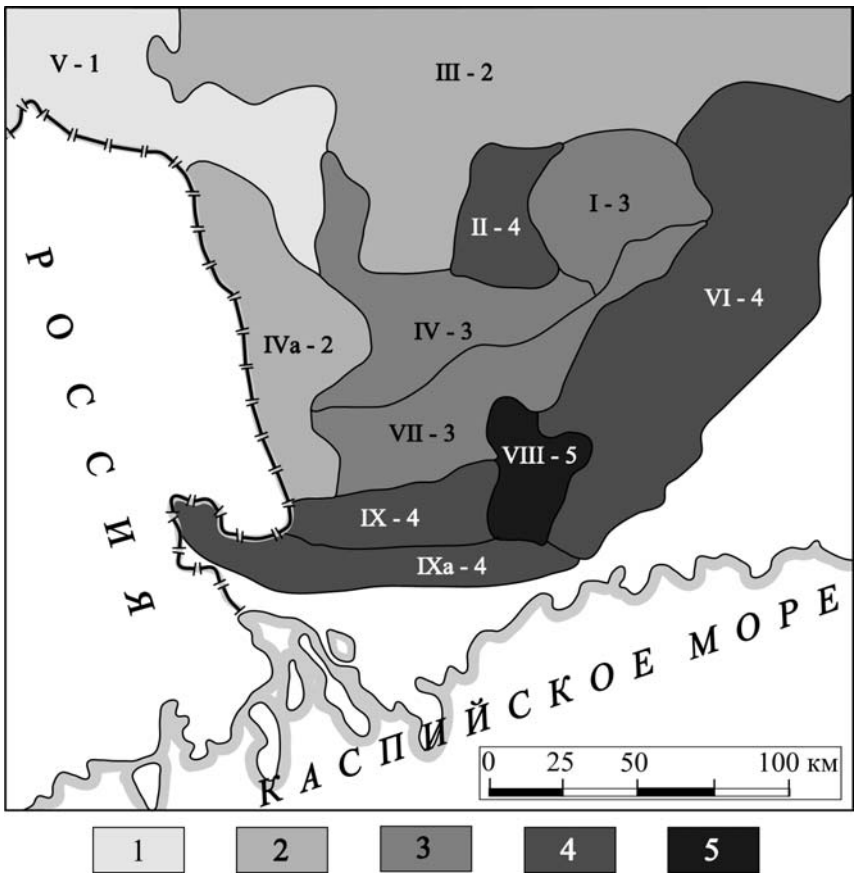


Рис. 3. Опустынивание (1-5) по районам (I-IX) основных факторов воздействия с оценкой их функциональной значимости и ресурсного потенциала (табл. 2). Цифрами показана степень опустынивания: 1 – слабая с очагами сильной; 2 – умеренная с очагами сильной; 3 – сильная с фрагментами умеренной; 4 – сильная; 5 – очень сильная. **Fig. 3.** Desertification (1-5) on regions (I-IX) under impact of main factors with assessment of functional significance and resource potential (Table 2). Degree of desertification: 1 – slight with fragments of high; 2 – moderate with fragments of high; 3 – high with fragments of moderate; 4 – сильная; 5 – very high.

В таблице 3, наряду с классом (степенью) опустынивания, показана *функциональная значимость растительности*: Пф – почвоформирующая; Л – рельефостабилизирующая; Вр – водорегулирующая; П – пастбищная; О – остаточнопастбищная; Г – галомелиоративная; Р – ресурсная; С – лекарственно-техническая (наличие технического и лекарственного сырья). *Ресурсная значимость* (функция Р) отмечена как: Р+ – оптимум ресурса – функциональный оптимум; Р-75% – наличие основных функций; Р-50% – потеря функций; Р-20% – значительная потеря функций; Р-0% – полная потеря функций.

Таблица 3. Районы проявления основных факторов воздействия на экосистемы Волжско-Уральских песков и функциональная значимость их растительности при опустынивании.
Table 3. Zones of main influence factors to ecosystems of Volga-Ural sands and functional significance of vegetation under desertification.

№	Районы	Тип воздействия на экосистемы	Функциональная	Класс опустынивания	Ресурсная значимость

			значимость		(функция
1	Эоловой и солончаковой дифференциации	Дифференцирующий	Л + П + О + С	Сильное + умеренное	Р - 20-50%
2	Эоловой дифференциации мелкобугристых песков	Дифференцирующий	О + Л	Сильное	Р - 20%
3	Слабо возвышенной эолово-аккумуля-тивной равнины	Дифференцирующий, трансформирующий	Л + Пф + П	Умеренное + сильное	Р - 50-20%
4	Остаточно-чуротный, дефля-ционный	Дифференцирующий, трансформирующий	Л + П + О + Пф + С	Сильное + умеренное	Р - 20-50%
4а	Озерно-эоловой дифферен-циации	Дифференцирующий, трансформирующий	Л + П + Пф + С	Умеренное + сильное	Р - 50-20%
5	Пострадиационного воздейст-вия	Трансформирующий, реконструирующий	Г + Л + Пф +П + О	Слабое и оч. сильное	Р - 75 до 0%
6	Дифференцирующего подто-пления и дефляции	Дифференцирующий, стабилизирующий	О + Л + С	Сильное	Р - 20%
7	Древне-солончакового опес-чанивания	Трансформирующий	Л + П + О + Вр + Пф + Г + С	Умеренное + сильное	Р - 50-20%
8	Аккумулятивно-эоловый, равнинно-барханный (древние скотопрогоны)	Трансформирующий, интегрирующий, диф-ференцирующий	О + П + Пф + Л	Оч. сильное и сильное	Р - 0-20%
9	Периодического подтопления и трансгрессии моря	Трансформирующий, интегрирующий, диф-ференцирующий	Л + П + О + Вр + Г + С	Сильное	Р - 20%
9а	Периодических трансгрессий моря	Трансформирующий, интегрирующий, диф-ференцирующий	Л + П + О + Вр + Г + С	Сильное	Р - 20%

При оценке опустынивания экосистем одним из существенных моментов выявления тенденции динамики служат показатели *биологической саморегуляции* и самовосстановления нарушенных земель до устойчивого климаксового состояния. Длительность восстановления зависит от степени нарушенности, деградации почв и растительности, режимов и норм использования ресурсов при природно-антропогенных воздействиях. Направление комплексных антропогенных воздействий в большинстве случаев вызывает негативный эффект: пахота – суховеи и засухи, перевыпас – засорение и дефляцию, снижение продуктивности; зарегулирование стока рек – обсыхание водоемов, озер и ксерофитизацию прибрежных водозащитных экосистем и т.д. Механизмы саморегуляции для аридной зоны изучены крайне недостаточно, но в принципе характеризуют тенденции процесса опустынивания. Желательность показа тенденций на картах опустынивания, таким образом, затруднена из-за отсутствия базы данных и единого экологического мониторинга природной среды. Как правило, тенденции для мелкомасштабных карт обозначаются на основе экспертной оценки степени воздействия и предполагаемого восстановления при уменьшении и снятии антропогенных нагрузок. Для мелкомасштабных карт с обобщенными по степени деградации выделами, тенденции не могут иметь интегрального показателя и требуют более дробной площадной оценки.

В целом по республикам Центральной Азии не решена масса проблем по оценке экологических ситуаций процессов опустынивания. Поэтому в стадии разработки находится и единая карта опустынивания. Накапливающиеся региональные базы данных малодоступны для сельского населения, знакомого с антропогенными процессами деградации земель на практике локальных участков, и это препятствует сохранению экологической и социально-экономической

безопасности в республиках аридной и субаридной зон субрегиона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабаев А.Г., Залетаев В.С.* К проблеме экологической оценки воздействия орошаемого земледелия на природную среду аридных зон в Центральной Азии // Аридные экосистемы. № 4. 1996. С. 62-72.
2. Биокомплексные исследования Казахстана. Л.: Наука, 1969. Ч. 1 и 2. 494 с.
3. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии в пределах пустынной области. СПб., 2003. 423 с.
4. *Герасимов И.П.* Научные основы мониторинга окружающей среды // Мониторинг состояния окружающей природной среды. Л., 1977. С. 41-52.
5. *Гунин П.Д.* Природные процессы опустынивания аридных экосистем // Автореф. докт. дисс. М., 1991. 40 с.
6. *Дроздов Н.Н., Мяло Е.Г.* Экосистемы мира. М., 1997. 237 с.
7. *Дэвид С.Г., Томас Г.* Опустынивание: чем определяется дискуссионность проблемы? // Опустынивание и деградация почв. Материалы международной научной конвенции. М., 1999. С. 38-52.
8. *Евстифеев Ю.Г., Рачковская Е.И.* Закономерности пространственной дифференциации пустынных экосистем // Проблемы освоения пустынь. 1991. № 3. С. 36-48.
9. *Залетаев В.С.* Экологически дестабилизированная среда // Экосистемы аридных зон в изменяющемся гидрологическом режиме. М., 1989. С. 150.
10. *Зонн И. С., Глянц М. Г., Рубинстайн Э.* Освоение целинных земель в бывшем Советском Союзе // Вслед за плугом – засуха. М., 1996. С. 135-150.
11. Карта антропогенного опустынивания для аридной территории СССР. Масштаб 1:2500 000. Ашхабад, 1985.
12. Карта антропогенной деградации земель в бассейне Аральского моря. Масштаб 1:2 500 000. Туркменгеодезия, 1992.
13. Карта растительности Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). М., 1995. 3 л.
14. *Кокарев А.Л.* Геоэкологические проблемы и деградация экосистем высокогорий Казахстана // Устойчивость, антропогенная трансформация и оптимизация природной среды Казахстана. Алматы, 1998. С. 273-275.
15. Конвенция организации объединенных наций по борьбе с опустыниванием. UNCCD, 1996. 84 с.
16. *Курочкина Л.Я., Пачикин К.М.* Карта экосистем территории Алакольской группы озер. Отчет по проекту. Астана, 2005. 1 л.
17. Национальный отчет по сохранению и сбалансированному использованию биологического разнообразия. Республика Казахстан, Алматы, 1998. 96 с.
18. Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в республике Казахстан. Алматы, 1996. 31 с.
19. *Нечаева Н.Т.* Проблема разработки индикаторов опустынивания // Проблемы освоения пустынь. 1978. № 4. С. 3-11.
20. *Огарь Н.П., Брагина Т.М.* Трансформация экосистем и их компонентов: основные термины и понятия // Трансформация природных систем и их компонентов при опустынивании. Алматы, 1999. С. 28-32.
21. Опустынивание и деградация почв // Материалы международной научной конвенции. М., 1999. 498 с.
22. Пояснительная записка к «Карте антропогенного опустынивания территории СССР» в масштабе 1:2 500 000. Ашхабад, 1987. 31 с.

23. *Сочава В.Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978. 318 с.
24. *Сукачев В.Н.* Идеи развития в фитоценологии // Советская ботаника. 1942. № 1-3.
25. *Султангазин У.М., Курочкина Л.Я., Бомонд Т.В., Архипов О.П., Мурадова Н.Р., Терехов А.Г.* Опыт экосистемного анализа опустынивания при дистанционном зондировании в Казахстане // Проблемы освоения пустынь. 2001. № 4. С. 3-11.
26. *Тасболат Байболат.* Научно-методологические основы оценки селевого риска в горных и предгорных районах Юго-Восточного Казахстана// Автореф. докт. дисс. Алматы, 2006. 48 с.
27. *Титов Ю.В., Огарь Н.П., Убугунов Л.Л., Убугунова В.И.* Методы оценки современного состояния экосистем речных пойм Монгольской Народной Республики. Улан-Батор, 1990. С. 37-38.
28. *Харин Н.Г., Р. Ташеиши, Х. Харахшех.* Оценка и картографирование опустынивания засушливых земель Азии // Опустынивание и деградация почв. Москва, 1999. С. 74-97.
29. *Kokarev A., Shesterova I.* Geoecological problems in Kazachstan's Highmountains // The Effects of Human Activities on Water Resources and Environment in Central Asia and Evaluation of Snow Resources an Tianshan Mountains. Urumqi, 1997. pp. 66-70.

TO THE METHODS ON MAPPING OF DESERTIFICATION IN SMALL SCALE

© 2007. L.Ya. Kurochkina*, A.L. Kokarev**

**Institute of Botany and Phytointroduction of the Ministry of Education and Science Republic of Kazakhstan*
Kazakhstan, 050040 Almaty, ul. Timiryaseva, 44, E-mail: lidiya-kurochkina@yandex.ru
***Institute of Geography of the Ministry of Education and Science Republic of Kazakhstan*
Kazakhstan, 050010 Almaty, ul. Pushkina, 99

Realization of UN Convention to combat desertification proposes working out maps of desertification in areas with land degradation. Lack of methodology, difficulties in terminology, non-coordination in understanding of degradation processes, shortage of modern data on ecological conditions of ecosystems are the reasons which hamper the progress of mapping in the Central Asian region.

To control the processes of desertification are necessary have the basic data: Land use maps; anthropogenic load on agricultural lands; large-scale maps with degree and types of desertification; rate of withdrawal of biological recourses; risks of loss of biodiversity and productivity, resistance of ecosystems to human impact. Small-scale maps of desertification for Central Asia have been working out on national, sub-regional, regional levels. They are still absent in "World Atlas of desertification". These put obstacles in the way of realization of action plan to combat desertification and global ecological management.

Ecosystem approach gives integral assessment of components, its functioning, resistance and self-regulation. Degree of desertification in maps is marked by color, types of desertification – by sign and letter at number. Short characteristics of some conceptual approaches has been done in the article. There is a difficulty for assessment of degradation in small-scale maps to distinguish ecosystem patchiness and integration of units; groups and classes of ecosystems with different degree of transformation. They are not usually equivalent in degree and types of desertification. It is suggested to use combination of 2-3 indices instead of 5-point scale. For example: combination of weak degree with fragments of high, moderate with weak centers. Air- and space images are a source of information about complexity. Additional types of desertification (de-humification of soils, transit of infections along line structure, urban bed-lands, etc.) have been marked out. Examples of component-wise evaluation on climate, degradation of mountain ecosystems, risks of extraordinary situations, functional and recourse importance of ecosystems and their change under desertification are mentioned in the article.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 551.573 (470)

ИСПАРЯЕМОСТЬ В КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЯХ КЛИМАТА[1]

© 2007 г. Е.А.Черенкова*, Н.А.Шумова**

** Институт географии Российской академии наук*
119017 Москва, Старомонетный переулок, 29, E-mail: lena@marketresearch.ru
*** Институт водных проблем Российской академии наук*
119991 Москва, ул.Губкина, 3, E-mail: shumova@aqua.laser.ru

Реферат. Исследование направлено на изучение методов оценки испаряемости и возможности их использования для территории юга Русской равнины. На основе статистического анализа и пространственного сравнения карт-схем распределения средних годовых значений испаряемости из тринадцати рассмотренных методов расчета испаряемости определены наиболее надежные для использования на изучаемой территории.
Ключевые слова: испаряемость, количественные показатели, климат, методы.

При оценках влияния возможного изменения климата на гидротермические условия территории чаще всего используются количественные показатели, представляющие собой отношение ресурсов влаги к потребности во влаге. В качестве ресурсов влаги используются атмосферные осадки, а потребность во влаге определяется испаряемостью или фактором, ее заменяющим. Если осадки измеряются на метеорологических станциях или являются объектом прогноза, то при оценке испаряемости возникают определенные трудности, связанные, прежде всего, с выбором метода ее оценки. В данной работе сделана попытка анализа наиболее известных методов оценки испаряемости и возможности их использования для территории юга Русской равнины.

Испаряемость является условной величиной, характеризующей максимально возможное (потенциально возможное, не лимитируемое запасами воды) испарение в данной местности при существующих атмосферных условиях (Хромов, Мамонтова, 1974). Подразумевается, что это либо испарение с поверхности воды в испарителе, либо испарение с открытой водной поверхности крупного естественного пресноводного водоема, либо испарение с избыточно увлажненной почвы. Полного совпадения между указанными определениями нет, так как условия испарения в испарителе отличаются от условий в естественном водоеме, а эти последние – от условий испарения с избыточно увлажненной почвы. Величина испаряемости определяется радиационным балансом, температурой и влажностью воздуха и скоростью ветра, то есть по существу определяется комплексом метеорологических условий. Эту величину можно определять расчетными методами с использованием метеорологических данных, так и с помощью водных испарителей, используя эмпирические коэффициенты для приведения полученных значений к величинам испаряемости.

Расчетные методы определения испаряемости можно разделить на четыре группы в зависимости от того, какие метеорологические элементы используются для ее расчета. В первую группу входят методы расчета испаряемости А.И.Будаговского (1964) и Пенмана-Монтейта (Monteith, 1985), в основе которых лежит уравнение для расчета испарения с открытой водной поверхности, предложенное Пенманом (Penman, 1948). Для расчета испаряемости по методам А.И.Будаговского и Пенмана-Монтейта необходимо располагать полным комплексом метеорологических элементов – радиационным балансом, температурой

[1] Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 07-05-00593 и 06-05-64159.

и влажностью воздуха, скоростью ветра.

Согласно модели суммарного испарения А.И.Будаговского (1964), испаряемость определяется по формуле, которая может быть записана в виде (Шумова, 2003)

$$E_{O\,Будаговский} = b_1 D_\omega \Phi_1 d + b_2 (R - B) \quad (1)$$

$$b_1 = \frac{0.7}{1 + 1.56\varphi}, \qquad b_2 = \frac{0.026\varphi}{1 + 1.56\varphi}, \quad (2)$$

$$\varphi = \frac{24513}{(235 + T)^2} e^{\frac{17.1T}{235+T}} \quad (3)$$

$$D_\omega = \frac{c_1 \tilde{u}}{c_2 \tilde{u}^{1/2} + 1}, \qquad \tilde{u} = u + 0.4 \quad (4)$$

$$\Phi_1 = \left(1 - e^{-\omega}\right) \quad (5)$$

где $E_{O\,Будаговский}$ - испаряемость, мм сут$^{-1}$;

b_1 и b_2 - функции температуры воздуха;

φ - производная насыщающей упругости водяного пара от температуры воздуха, мб ^{O}C^{-1};

T - средняя суточная температура воздуха, ^{O}C;

D_ω и $\tilde{u}$ - функции скорости ветра;

u - средняя суточная скорость ветра на высоте 2 м, м сек$^{-1}$;

Φ_1 - функция относительной площади листьев;

ω - относительная площадь листьев;

d - средний суточный дефицит влажности воздуха, мб;

R - радиационный баланс, кал см$^{-2}$ сут$^{-1}$;

B - теплообмен в почве, кал см$^{-2}$ сут$^{-1}$.

Расчет испаряемости проводится при условии максимальной величины относительной площади листьев $\omega \to \infty$ и в этом случае уравнение (5) можно записать в виде $\Phi_1 = 1$. Величина теплообмена в почве B определяется в зависимости от времени года и годовой амплитуды средней месячной температуры воздуха (Будаговский, 1964). Ввиду малости по сравнению с радиационным балансом величиной теплообмена в почве можно пренебречь. В результате уравнение (1) принимает вид: $E_{O\,Будаговский} = b_1 D_\omega d + b_2 R$ (6)

Расчет проводится по декадным или месячным интервалам времени. Принимается, что в декаде или в месяце все метеорологические элементы каждые сутки одни и те же. Рассчитанная по формуле (6) суточная величина испаряемости умножается на число суток в декаде или в месяце соответственно.

Оценка испаряемости по методу Пенмана-Монтейта (Monteith, 1985) рекомендована экспертами Организации объединенных наций по продовольствию и сельскому хозяйству (Food and Agriculture Organization of the United Nations). При этом отмечается (Allen et al, 1998), что само понятие испаряемость (potential evapotranspiration - потенциальное испарение) несет в себе некоторую неопределенность, и предлагается заменить термин “potential evapotranspiration” на “reference evapotranspiration”. Это испарение с гипотетического хорошо развитого зеленого травяного покрова высотой 0,12 м и с полностью увлажненной почвы.

Уравнение Пенмана-Монтейта (Allen et al, 1998) в принятых в настоящей статье обозначениях записывается в виде

$$E_{O\ Пенман-Монтейт} = \frac{0.408\varphi(R-B)+\gamma\frac{900}{T+273}ud}{\varphi+\gamma(1+0.34u)} \quad (7)$$

где $E_{O\ Пенман-Монтейт}$ - испаряемость, мм сут$^{-1}$;

φ - производная насыщающей упругости водяного пара от температуры воздуха, кПа ^{O}C^{-1};

R - радиационный баланс, МДж m^{-2} сут$^{-1}$;

B - теплообмен в почве, МДж m^{-2} сут$^{-1}$;

γ -психрометрическая константа, кПа ^{O}C^{-1};

T - средняя суточная температура воздуха, ^{O}C;

u - средняя суточная скорость ветра на высоте 2 м, м сек$^{-1}$;

d - дефицит влажности воздуха, кПа.

Производная насыщающей упругости водяного пара от температуры воздуха φ определяется по соотношению

$$\varphi = \frac{4098\left[0.6108exp\left(\frac{17.27T}{T+237.3}\right)\right]}{(T+237.3)^2} \quad (8)$$

Психрометрическая константа γ определяется как

$$\gamma = \frac{c_p P}{\varepsilon L} \quad (9)$$

где P - атмосферное давление, кПа;

L - скрытая теплота парообразования, 2,45 МДж кг$^{-1}$;

c_p - теплоемкость при постоянном давлении, 1,013 10^{-3} МДж кг$^{-1}$ ^{O}C^{-1};

$\varepsilon = 0{,}622$ - отношение молекулярного веса водяного пара к весу сухого воздуха.

Атмосферное давление рассчитывается в зависимости от высоты места по соотношению

$$P = 101.3\left(\frac{293-0.0065z}{293}\right)^{5.26} \quad (10)$$

где z - высота над уровнем моря, м.

Как следует из (9) и (10), величина психрометрической константы γ практически определяется высотой местности и для лесостепной и степной зон Европейской территории России может изменяться в пределах 0.067-0.065 (при высоте местности от 0 до 300 м над уровнем моря).

Ко второй группе можно отнести методы расчета испаряемости, для реализации которых необходимо располагать данными о температуре и влажности воздуха. В эту группу входят методы Н.Н.Иванова (1954), А.Р.Константинова (1968) и В.С.Мезенцева (1962).

Н.Н.Иванов (1954) за показатель испаряемости взял эмпирическую формулу

$$E_{O\ Иванов} = 0.0018(25+T)^2(100-r) \quad (11)$$

где $E_{O\ Иванов}$ - испаряемость, мм мес$^{-1}$;

T - средняя месячная температура воздуха, ^{O}C;

r - средняя месячная относительная влажность воздуха, %.

А.Р.Константинов (1968) за испаряемость принимает интенсивность испарения с любой сельскохозяйственной культуры в период активной вегетации при сомкнутом растительном покрове, если почва при этом относительно увлажнена. Это соответствует случаю, когда имеет место неограниченный подвод воды к корневой системе растений, а аэрация не нарушена. В результате для определения нормы испаряемости, а также величины

испаряемости за разные периоды времени конкретных лет предлагается использовать графическую зависимость

$$E_{O\,Константинов} = f(T, e) \tag{12}$$

где $E_{O\,Константинов}$ - испаряемость, мм сут$^{-1}$;

T - температура воздуха, ^{O}C;

e - абсолютная влажность воздуха, мб.

Согласно В.С.Мезенцеву (1962) месячные значения испаряемости могут быть рассчитаны по эмпирической формуле

$$E_{O\,м\,Мезенцев} = 4.6e^2(1-r)^{\frac{7.45T}{234.7+T}} \tag{13}$$

где $E_{O\,м\,Мезенцев}$ - испаряемость, мм мес$^{-1}$;

e - средняя месячная абсолютная влажность воздуха, мм;

r - средняя месячная относительная влажность воздуха в долях от единицы;

T - средняя месячная температура воздуха, ^{O}C.

Кроме того, годовую величину испаряемости можно рассчитать (Мезенцев, 1962) по соотношению

$$E_{O\,г\,Мезенцев} = 10e^2 d \tag{14}$$

где $E_{O\,г\,Мезенцев}$ - испаряемость, мм год$^{-1}$;

e - средняя годовая абсолютная влажность воздуха, мм;

d - средний годовой дефицит влажности воздуха, мм.

Внутригодовое распределение испаряемости в этом случае предлагается принимать пропорционально среднему месячному дефициту влажности воздуха.

Методы, в которых для расчета испаряемости используются характеристики влажности воздуха можно отнести к третьей группе. В нее входят методы М.И.Будыко (1956), Э.М.Ольдекопа (1911) и метод расчета годовых величин испаряемости В.С.Мезенцева (1962), о котором было сказано выше.

Метод определения испаряемости, предложенный М.И.Будыко (1956), заключается в использовании эмпирических зависимостей испаряемости от дефицита влажности воздуха

$$E_{O\,Рекомend} = f(d) \tag{15}$$

где $E_{O\,Рекомend}$ - испаряемость, мм мес$^{-1}$;

d - средний месячный дефицит влажности воздуха, мб.

Данный метод определения испаряемости рекомендуется «Указаниями по расчету испарения с поверхности суши» (1970); там же приводятся графики функции $E_{O\,Рекомend} = f(d)$ для семи основных геоботанических зон, а также карта геоботанических зон.

Однако более точными по сравнению с зависимостью испаряемости от дефицита влажности воздуха является равенство, в различных работах называемое «испаряемостью по Будыко» (Будыко, 1956)

$$E_{O\,Будыко} = \frac{R-B}{L} \tag{16}$$

где $E_{O\,Будыко}$ - испаряемость, мм сут$^{-1}$;

R - радиационный баланс, кал см$^{-2}$ сут$^{-1}$;

B - теплообмен в почве, кал см$^{-2}$ сут$^{-1}$;

L - скрытая теплота парообразования.

Однако из-за ограниченности данных о радиационном балансе использование соотношения (16) для расчета испаряемости затруднено.

Определять испаряемость, используя данные по дефициту влажности воздуха, в свое время предложил Э.М. Ольдекоп (1911)

$$E_{O\,Ольдекоп} = md \tag{17}$$

где $E_{O\,Ольдекоп}$ - испаряемость, мм мес$^{-1}$;

d - средний месячный дефицит влажности воздуха, мм;

$$\mathrm{m} = \begin{cases} 22{,}7 & \text{для теплой половины года (апрель – октябрь)} \\ 16{,}0 & \text{для холодной половины года (ноябрь – март)} \end{cases}.$$

Последняя, четвертая группа, включает методы расчета испаряемости, использующие данные по температуре воздуха. К этой группе относятся методы К.Торнтвейта (Thornthwaite, 1931), Л.Тюрка (1958) и Л.Холдриджа.(Holdridge, 1959).

К.Торнвейт (Thornthwaite, 1931) предложил рассчитывать испаряемость по формуле

$$E_{O\,Торнтвейт} = 1.6(10T / I)^a \tag{18}$$

где $E_{O\,Торнтвейт}$ - испаряемость, см мес$^{-1}$;

T – средняя месячная температура воздуха, ^{O}C;

$a = f(I)$, где I - тепловой индекс, учитывающий поправку на широту.

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

Л.Тюрк (1958) для определения величины испаряемости предлагает использовать формулу

$$E_{O\,Тюрк} = 300 + 25T + 0.05T^3 \tag{19}$$

где $E_{O\,Тюрк}$ - испаряемость, мм год$^{-1}$;

T - средняя годовая температура воздуха, ^{O}C.

Л.Холдридж (Holdridge, 1959), на основе данных нескольких типов экосистем, предложил оценивать годовую величину испаряемости по зависимости

$$E_{O\,Холдридж} = 58.93T_{bio} \tag{20}$$

где $E_{O\,Холдридж}$ - испаряемость, мм год$^{-1}$;

T_{bio} - биотемпература, ^{O}C.

Биотемпература определяется

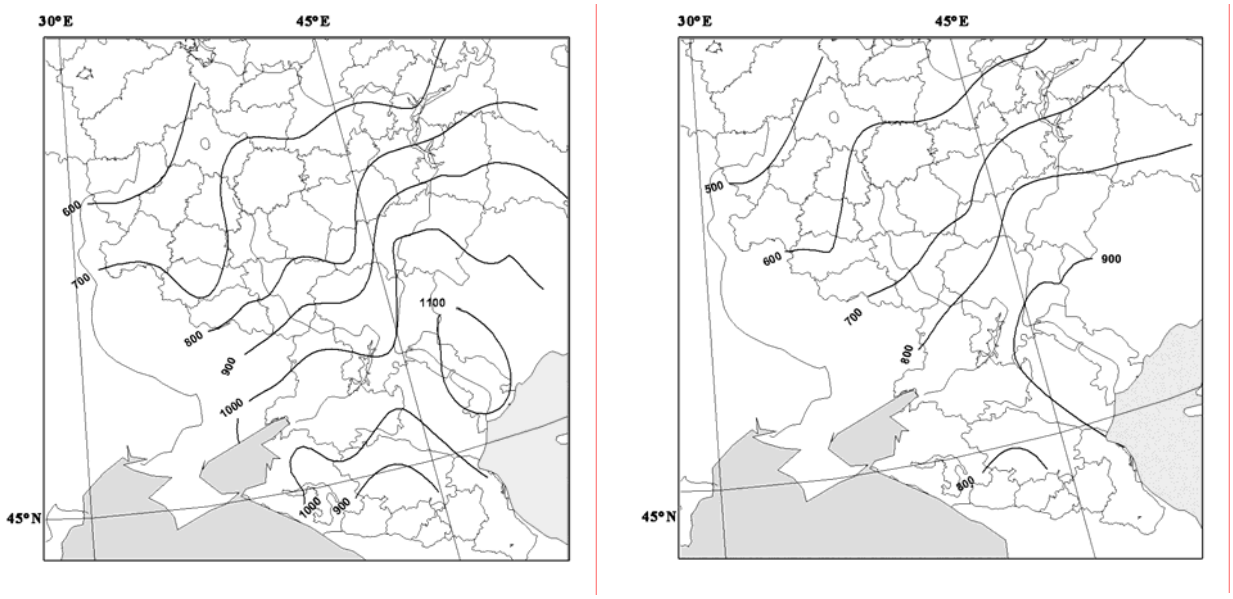
$$T_{bio} = \frac{\sum T_{ср.мес>0^{O}C}}{12} \tag{21}$$

где $T_{ср.мес>0^{O}C}$ - средняя месячная положительная температура воздуха, ^{O}C.

Для сравнения описанных выше методов проведен расчет годовых величин испаряемости по средним многолетним значениям метеорологических элементов 45 метеорологических станций юга Русской равнины. В основном расчет проводился по месячным временным интервалам. Исключение составили метод Л.Тюрка и Л.Холдриджа, расчет по которым предесматривает использование годовых значений температуры воздуха. По методам А.Р.Константинова и В.С.Мезенцева расчет испаряемости возможен как по месячным значениям метеорологических элементов, так и по годовым. Поэтому расчет испаряемости по методам этих авторов выполнен в двух вариантах. В двух вариантах оценены величины испаряемости по методам М.И.Будыко – в зависимости от дефицита влажности воздуха и радиационного баланса.

Рассчитанные по приведенным в статье методам средние годовые значения испаряемости представлены в виде карт-схем, построенных с использованием геоинформационной системы MapInfo.

На рисунке 1 показаны изолинии средних годовых величин испаряемости, рассчитанных по методу А.И.Будаговского и Пенмана-Монтейта. Несмотря на то, что в основе этих методов расчета лежит одно и то же уравнение (Penman, 1948), более широкий диапазон изменения испаряемости обнаруживается при расчетах по методу А.И.Будаговского. В области низких значений испаряемости, характерных для северо-запада территории юга Русской равнины, превышение значений испаряемости, рассчитанных по методу А.И.Будаговского, составляет около 100 мм, а в области высоких значений, наблюдающихся в низовьях Волги, превышение составляет более 200 мм. Коэффициент корреляции (r) между величинами испаряемости, полученными этими методами, равен 0.94.



(а) (б)

Рис. 1. Средняя годовая испаряемость (мм), рассчитанная по методам (а) А.И.Будаговского и (б) Пенмана-Монтейта. **Fig. 1.** Average annual potential evapotranspiration (mm) calculated by (a)A.I.Budagovsky and (б) Penman-Monteith methods

На рисунке 2 показаны средние годовые значения испаряемости, рассчитанные на основе данных о температуре и влажности воздуха. Диапазон изменения испаряемости для исследуемой территории, рассчитанный по методу Н.Н.Иванова (рис. 2-а), составляет от 425 мм на северо-западе до 1147 мм в низовьях Волги.

Расчет величин испаряемости, согласно методу А.Р.Константинова, как было сказано выше, может проводиться по одному и тому же графику (Константинов, 1968) как по средним месячным значениям температуры и абсолютной влажности воздуха, так и по их средним за год значениям. Диапазон изменения величин испаряемости в случае расчета с месячным временным шагом для исследуемой территории более широкий и составляет 676-1168 мм, а при расчетах по годовым величинам сужается и составляет 730-1095 мм. Коэффициент корреляции между средними годовыми величинами испаряемости, полученными с разным временным шагом по методу А.Р.Константинова, равен 0.93. Однако, как видно из рисунков 2-б и 2-в, расположение изолиний при расчете двумя способами различается: в случае расчета по средним месячным значениям температуры изолиния со значением 700 мм проходит южнее, чем при расчете по средним за год значениям. Существенно различается положение изолиний со значениями 800 мм и 1100 мм.

Результаты расчета испаряемости по методу В.С.Мезенцева представлены двумя картами-схемами (рис. 2-г и 2-д). В первом случае при расчете средней годовой величины

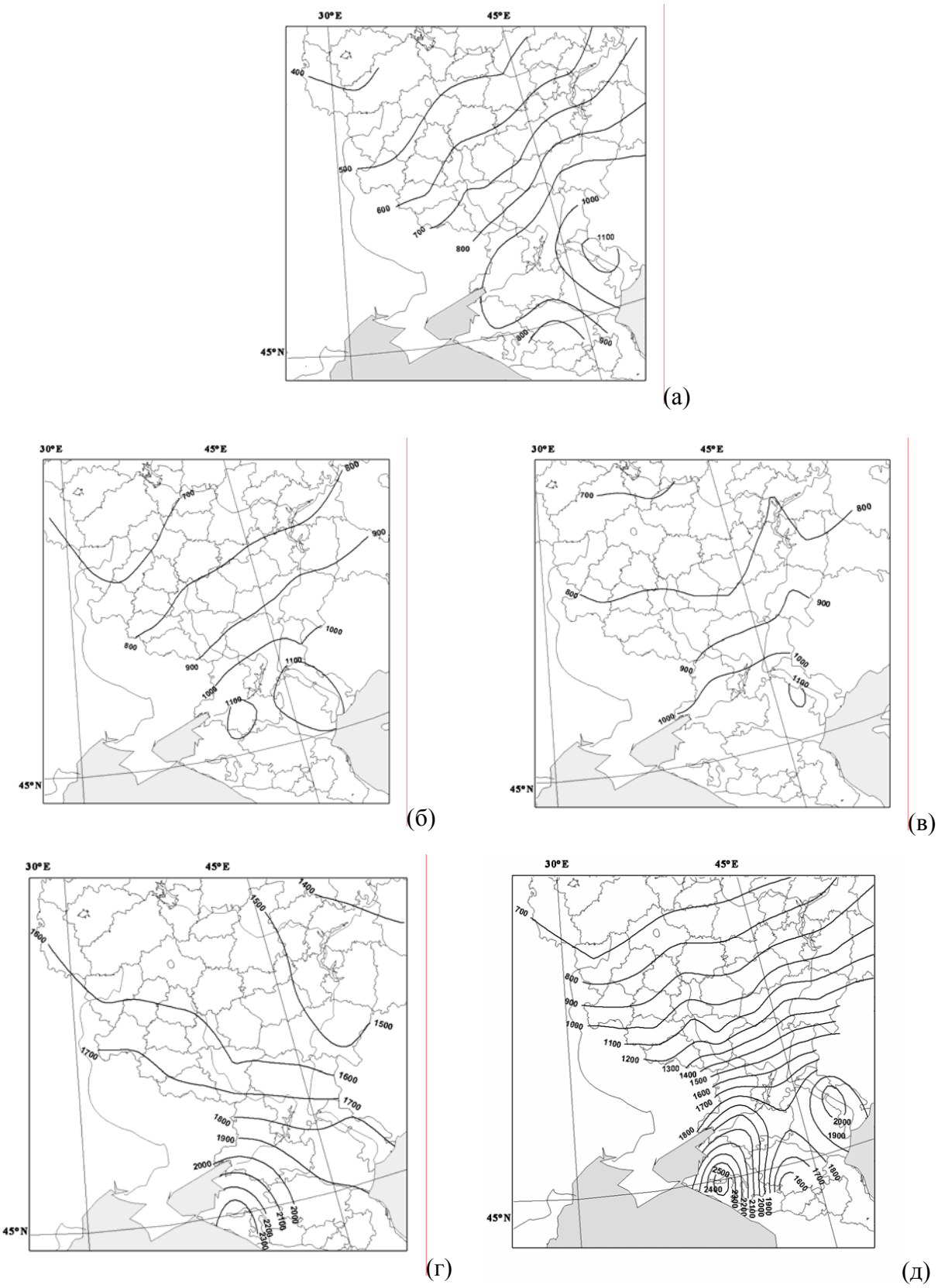


Рис. 2. Средняя годовая испаряемость (мм), рассчитанная по методам (а) Н.Н.Иванова, (б) и (в) А.Р.Константинова, (г) и (д) В.С.Мезенцева. **Fig. 2.** Average annual potential evapotranspiration (mm) calculated by (а) N.N.Ivanov, (б) and (в) A.R.Konstantinov, (г) and (д) V.S.Mezencev methods.

испаряемости с месячным временным шагом используется зависимость (13), где испаряемость определяется как функция температуры и влажности воздуха. Во втором случае при расчетах величины испаряемости за год используется зависимость (14), когда испаряемость определяется только характеристиками влажности воздуха. При расчете по месячным данным диапазон величин испаряемости исследуемой территории составляет 1373-2416 мм, а в случае расчета по данным за год диапазон значений испаряемости расширяется и составляет 623-2614 мм. Такие высокие значения средних годовых величин испаряемости для южных регионов исследуемой территории (а в случае расчета по зависимости (13) и для северных регионов) не отмечаются при расчетах по методам других авторов, приводимых в статье. Коэффициент корреляции между величинами испаряемости, полученными при расчетах по зависимостям (13) и (14) равен 0.89.

На рисунках 3-а и 3-в показаны средние годовые величины испаряемости, в основе которых лежит дефицит влажности воздуха. При расчетах по методу М.И.Будыко средние годовые значения испаряемости лежат в пределах от 712 до 1238 мм, а при расчетах по методу Э.М.Ольдекопа – в более широких пределах в диапазоне от 507 до 1473 мм.

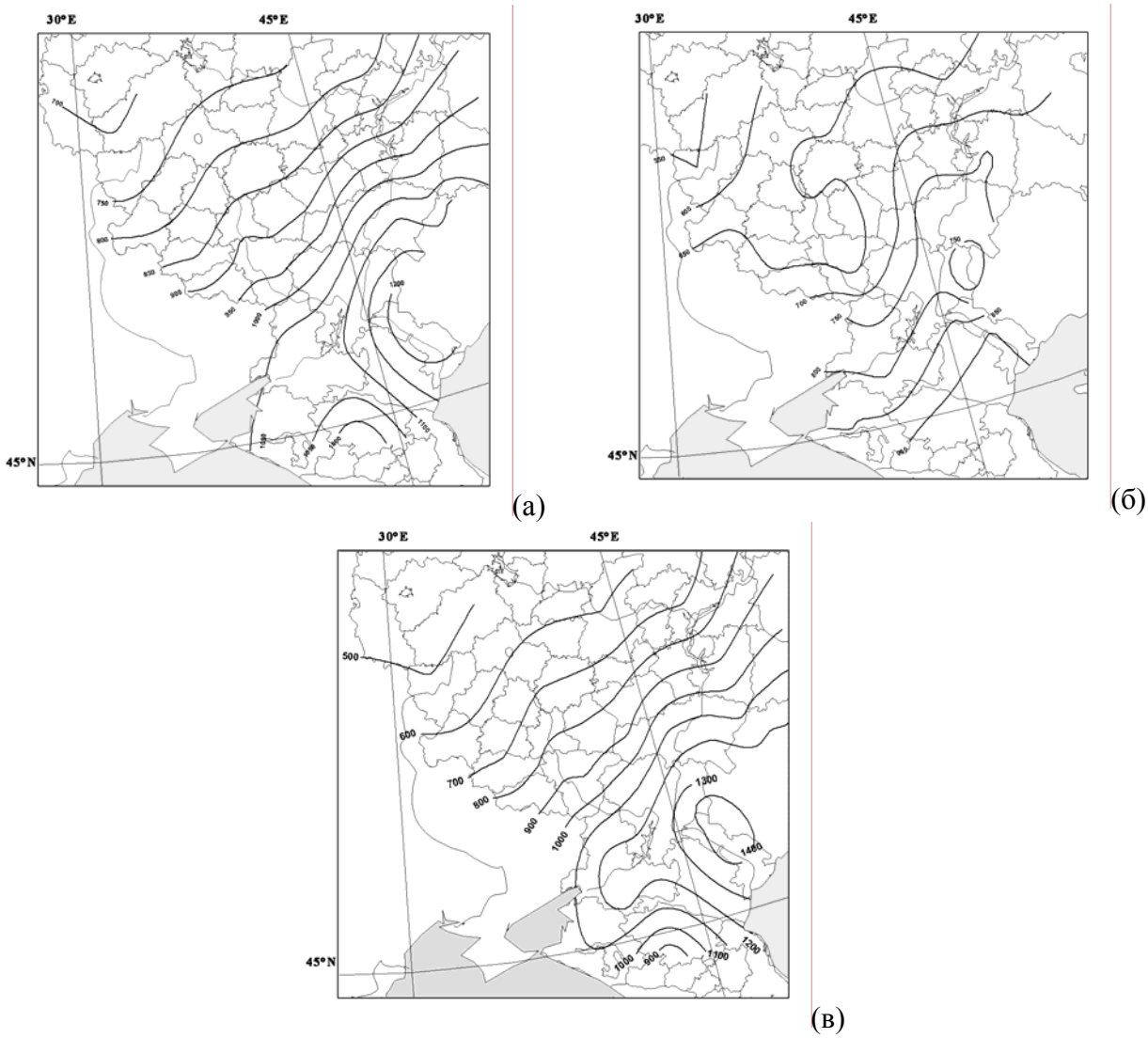


Рис. 3. Средняя годовая испаряемость (мм), рассчитанные по методам (а) и (б) М.И.Будыко, (в) Э.М.Ольдекопа. **Fig. 3.** Average annual potential evapotranspiration (mm) calculated by (a) and (б) M.I.Budyko, (в) E.M.Oldekop methods.

При расчетах средних годовых величин испаряемости как функции радиационного баланса (испаряемости по Будыко) ее значения изменяются от 550 мм на северо-западе исследуемой территории до 935 мм в низовьях Волги, то есть изменяются в более узких пределах. Коэффициент корреляции между средними годовыми величинами испаряемости, полученными по методу М.И.Будыко в зависимости от дефицита влажности воздуха и от радиационного баланса равен 0.69.

На рисунке 4 показаны карты-схемы средних годовых значений испаряемости, рассчитанных по температуре воздуха. Во всех трех случаях отмечаются довольно низкие значения испаряемости. При расчетах по методу Торнтвейта испаряемость на исследуемой территории изменяется в довольно узких пределах – от 546 до 708 мм. При расчетах по методам Л.Тюрка и Холдриджа средние годовые минимальные значения испаряемости 348 и 371 мм, а максимальные соответственно 663 и 654 мм.

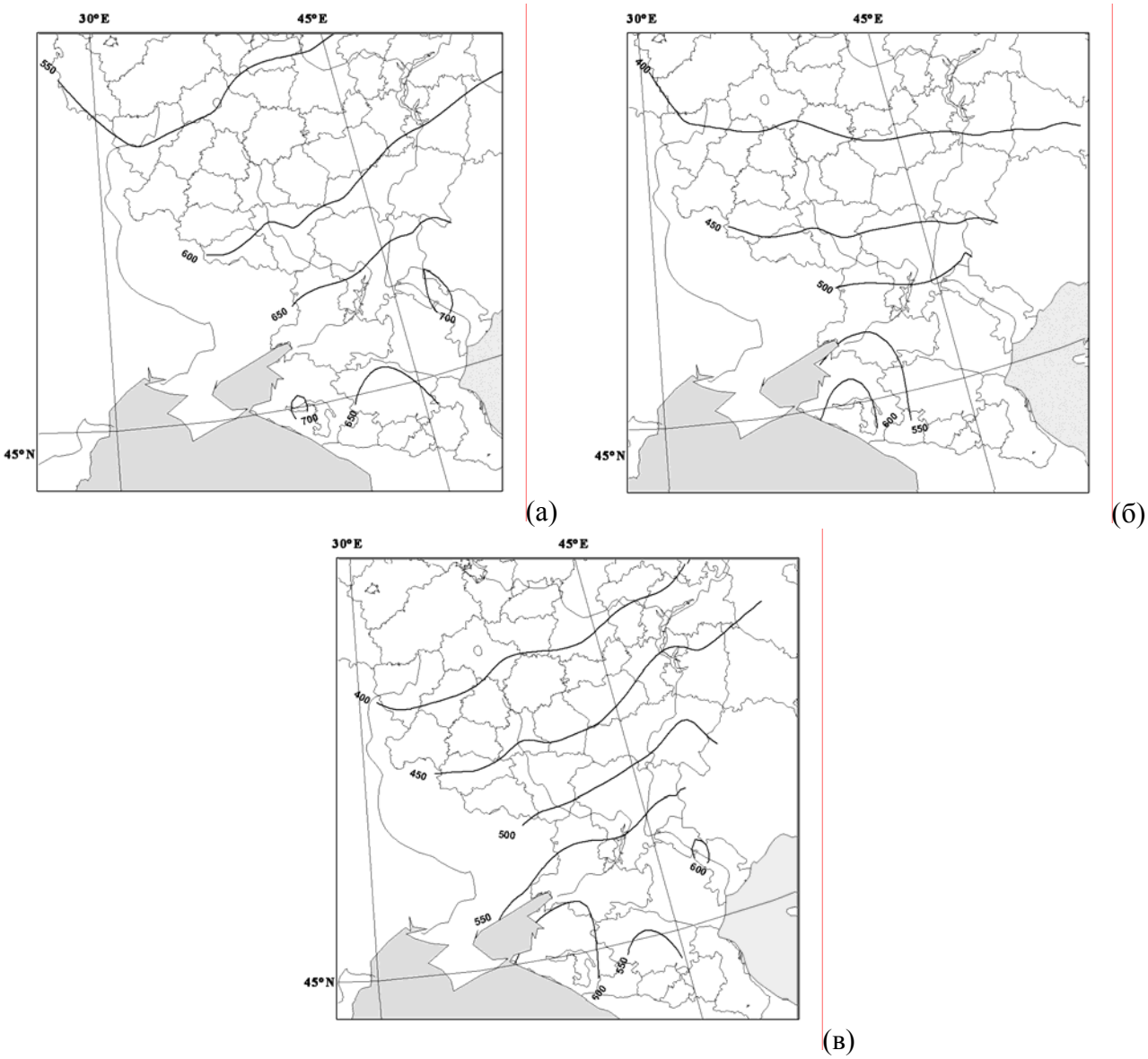


Рис. 4. Средняя годовая испаряемость (мм), рассчитанные по методам (а) Торнтвейта, (б) Л.Тюрка, (в) Холдриджа. **Fig. 4.** Average annual potential evapotranspiration (mm) calculated by (a) C.W.Thornthwaite, (б) Turk, (в) Holdridge methods

Анализ результатов расчета испаряемости, полученных различными методами, показал, что в подавляющем большинстве увеличение значений испаряемости на юге Русской равнины происходит в направлении с северо-запада на юго-восток. Исключение составили методы В.С.Мезенцева (рис. 2-г, 2-д), Л.Тюрка (рис. 4-б) и Л.Холдриджа (рис. 4-в), результаты расчетов по которым не соответствуют зональности исследуемой территории.

Наибольшую согласованость результатов в иссследуемом регионе показывают методы расчета испаряемости А.И.Будаговского (рис. 1-а), Пенмана-Монтейта (рис. 1-б), Н.Н.Иванова (рис. 2-а), А.Р.Константинова (рис. 2-б и 2-в), М.И.Будыко (рис. 3-а и 3-б), Э.М.Ольдекопа (рис.3-в) и К.Торнтвейта (рис. 4-а). Эти способы расчета испаряемости выделяют на рассматриваемой территории ряд характерных зон, обусловленных элементами рельефа. Сюда может быть отнесен район низовий Волги с уникальными природными условиями. При этом необходимо отметить, что метод Э.М.Ольдекопа, использующий для расчета годовых величин испаряемости только данные дефицита влажности воздуха и А.И.Будаговского, использующего полный комплекс метеорологических элементов, дают близкие результаты (рис. 3-в и 1-а).

Что касается методов расчета испаряемости М.И. Будыко, то представленные на рисунках 3-а и 3-б значения испаряемости имеют некоторые особенности пространственного распределения. Область в предгорьях Северного Кавказа, которая присутствует при всех остальных методах расчета испаряемости, отсутствует при расчете по методу, использующему радиационный баланс. При этом выделяется дополнительная область на территории Центрально-Чернозёмного района. Метод оценки испаряемости на основе данных дефицита влажности воздуха показывает небольшое завышение значений (по сравнению с другими методами) в Центрально-Чернозёмном и Нечернозёмном районах.

Для проведения статистического анализа были получены попарные пространственные корреляционные связи между величинами испаряемости, расчитанными различными методами. Сравнение показало тесную зависимость (r = 0.9-0.99) между методами А.И.Будаговского, Пенмана-Монтейта, Э.М.Ольдекопа, Н.Н.Иванова и М.И.Будыко (на основе данных дефицита влажности воздуха). Метод К.Торнтвейта лучше всего коррелирует с методами А.Р.Константинова, А.И.Будаговского, Э.М.Ольдекопа, Н.Н.Иванова и Пенмана-Монтейта (r = 0.85-0.95). Самую низкую пространственную корреляцию с другими рассмотренными методами расчета испаряемости показали методы Л.Тюрка (r = 0.51-0.6), В.С.Мезенцева (r = 0.32-0.69 и 0.72-0.77) и Л.Холдриджа (r = 0.78-0.84).

Выводы

На основе статистического анализа и пространственного сравнения карт-схем распределения средних годовых значений испаряемости, можно сделать вывод о том, что из тринадцати рассмотренных методов расчета испаряемости наиболее надежными для использования на территории юга Русской равнины являются методы А.И.Будаговского, Пенмана-Монтейта, Н.Н.Иванова, М.И.Будыко, А.Р.Константинова, Э.М.Ольдекопа, и К.Тортвейта. Одним из наиболее предпочтительных из них является метод Торнтвейта, использующий только данные температуры воздуха. Доступность, высокая надежность и достоверность данных температуры, а также большая длина рядов наблюдений и густая сеть метеорологических станций, наблюдающих за температурой воздуха, является несомненным достоинством метода оценки испаряемости по температуре воздуха. При расчетах средних годовых величин испаряемости на юге Русской равнины наименее согласованными с остальными методами показали себя методы В.С.Мезенцева, Л.Тюрка и Л.Холдриджа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Будаговский А.И.* Испарение почвенной влаги. М.: Наука, 1964. 242 с.
2. *Будыко М.И.* Тепловой баланс земной поверхности. Л.: Гидрометеоиздат, 1956. 256 с.
3. *Иванов Н.Н.* Об определении величин испаряемости // Изв. Всесоюзного географического общества. 1954. Т. 86. № 2. С. 189-196.
4. *Константинов А.Р.* Испарение в природе. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. 532 с.
5. *Мезенцев В.С.* К методике расчета суммарного испарения и характеристик увлажнения за внутригодовые периоды // Труды Омского сельскохозяйственного института (ОмСХИ). 1962. Т. XXVI. С. 35-54.
6. *Ольдекоп Э.М.* Об испарении с поверхности речных бассейнов // Сб. трудов, исполненных студентами при Метеорологической обсерватории Юрьевского университета. Юрьев. Т. 4. 1911. 209 с.
7. *Тюрк Л.* Баланс почвенной влаги. Л.: Гидрометеоиздат, 1958. 228 с.
8. Указания по расчету испарения с поверхности суши (проект). Валдай.: Изд-во ГГИ, 1970. 133 с.
9. *Хромов С.П., Мамонтова Л.И.* Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 568 с.
10. *Шумова Н.А.* Оценка точности модели для расчета динамики запасов воды в почве. Метеорология и гидрология. 2003. № 10. С. 124-133.
11. *Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M.* Crop evapotranspiration. Rome, 1998. 301 p.
12. *Holdridge L.R.* Simple Method for determining Potential Evapotranspiration from Temperature Data. Science, 1959. 130. P. 572.
13. *Monteith J.L.* Evaporation from land surface: progress in analysis and prediction since 1948 // Advances in Evapotranspiration. Proceedings of the ASAE Conference on Evapotranspiration, Chicago, Ill. ASAE. Michigan: St.Joseph, 1985. pp. 4-12.
14. *Penman H.L.* Natural evaporation from open water, bare soil and grass // Proc.Roy.Soc. London: A193, 1948. pp.120-146.
15. *Thornthwaite C.W.* The climates of North America // Geograph. Rev. 1931/ 21(3). pp.633-655.

POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION IN QUANTITY INDICATORS OF CLIMATE

© 2007 E.A.Cherenkova*, N.A.Shumova**

** Institute of Geography, Russian Academy of Sciences,*
Staromonetnyi per. 29, Moscow, 109017 Russia

*** Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences,*
Gubkina ul. 3, Moscow, 119991 Russia

Quantity indicators as the rate of a moisture resources to necessity of a moisture are used often for estimations of influence of possible climate change on hydrothermal conditions of territory. Atmospheric precipitation are used as a moisture resources; and potential evapotranspiration or the replacing factor defines necessity for a moisture. Difficulties of a method choice for an estimation of potential evapotranspiration arise if precipitation are measured at meteorological stations or are the forecast object. Analysis attempt of the most known methods of potential evapotranspiration estimation and an opportunity of their usage for the south of Russian plain has been made in this paper.

There are four groups of methods for potential evapotranspiration calculation. The group depends on meteorological elements used for calculation. The first group includes methods based on the equation for the potential evapotranspiration from an open water, offered Penman (1948): A.I.Budagovsky (1964) and Penman-Monteith (Monteith, 1985) methods. The full complex of meteorological elements – net radiation,

wind speed, temperature and humidity of air is necessary for potential evapotranspiration calculation by A.I. Budagovsky and Penman-Monteith methods. The second group includes methods where the temperature and humidity of air data are required: N.N.Ivanov (1954), A.R.Konstantinov (1968) and V.S.Mezentsev (1962) methods. The third group includes methods where characteristics of humidity of air are used: M.I.Budyko (1956), E.M.Oldekop (1911) and V.S.Mezentsev (1962) methods. The fourth group includes the methods where air temperature data is used: Thornthwaite (1931), L.Turk (1958) and Holdridge (1959).

To compare methods, annual potential evapotranspiration calculation on the basis of average annual meteorological elements for 45 meteorological stations of the south of Russian plain is made.

Average annual potential evapotranspiration isolines, calculated by A.I.Budagovsky and Penman-Monteith methods are shown on Figure 1. In spite of the fact that the identical equation is a base for both methods (Penman, 1948), Budagovsky method provided a wider range of potential evapotranspiration. The excess of potential evapotranspiration calculated according to a Budagovsky method is approximately 100 mm for the low values of potential evapotranspiration observed in northwest of the south of Russian plain, and more than 200 mm for the high values observed in a low Volga. Correlation between potential evapotranspiration values based on these methods is equal 0.94.

Average annual potential evapotranspiration, calculated on the basis of air temperature and humidity of air data is presented on Figure 2. The range of potential evapotranspiration calculated by N.N.Ivanov method (Fig. 2-а) for the investigated territory varies from 425 mm in northwest up to 1147 mm in a low Volga.

Potential evapotranspiration based on average monthly temperature and absolute humidity of air and on average annual values according to A.R.Konstantinov methods can be calculated using the same chart (Konstantinov, 1968). The range of potential evapotranspiration based on monthly values is 676-1168 mm and the one based on annual values is 730-1095 mm. Correlation between average annual potential evapotranspiration values of two Konstantinov methods is equal 0.93.

Results of potential evapotranspiration calculation by V.S.Mezentsev method are presented on map-charts (Fig. 2-г and 2-д). In the first case, air temperature and humidity of air are used for average annual potential evapotranspiration calculation. In the second case, only a year humidity of air is used for potential evapotranspiration calculation. The range of potential evapotranspiration values based on monthly data is 1373-2416 mm and the range based on annual values is 623-2614 mm. There are no such a high values of average annual potential evapotranspiration for southern regions (and for northern regions in case of monthly data based calculation) in methods of other authors. Correlation between potential evapotranspiration values of different methods of V.S.Mezentsev is equal to 0.89.

Average annual potential evapotranspiration based on deficiency of humidity of air are shown on Figures 3-а and 3-в. M.I.Budyko method gives average annual potential evapotranspiration values varied from 712 up to 1238 mm, and E.M.Oldekop method - from 507 up to 1473 mm. Average annual potential evapotranspiration values based on net radiation (Budyko method) vary from 550 mm in northwest of investigated territory up to 935 mm in a low Volga. Correlation between average annual potential evapotranspiration by two mentioned methods is equal to 0.69.

Average annual potential evapotranspiration values, calculated based on air temperature are presented on Figure 4. Potential evapotranspiration values by Thornthwaite method vary from 546 up to 708 mm, minimum of average annual potential evapotranspiration by L.Turk and Holdridge methods is 348 and 371 mm, and maximum is 663 and 654 mm.

The increase of potential evapotranspiration values in the south of Russian plain calculated by various methods is directed from northwest on a southeast, with the exception of V.S.Mezentsev methods (Fig. 2-г, 2-д), L.Turk (Fig. 4-б) and L. Holdridge (Fig. 4-в).

A.I.Budagovsky (Fig. 1-а), Penman-Monteith (Fig. 1-б), N.N.Ivanov (Fig. 2-а), A.R.Konstantinov (Fig. 2-б and 2-в), M.I.Budyko (Fig. 3-а and 3-б), E.M.Oldekop (Fig.3-в) and K.Thornthwaite (Fig. 4-а) methods show the similar results for potential evapotranspiration calculation. The results calculated by methods of E.M.Oldekop using data of deficiency of humidity of air only and A.I.Budagovsky method based on a full complex of meteorological elements are very close (Fig. 3-в and 1-а).

The values calculated by M.I.Budyko method (Figures 3-а and 3-б) have some features of spatial distribution. The method on the basis of deficiency of humidity of air overestimates the values (in comparison with the other methods) in Central-Chernozem and Nonchernozem areas.

Spatial correlation between potential evapotranspiration values based on various methods have been calculated for the statistical analysis. Comparison has shown close dependence between A.I.Budagovsky, Penman-Monteith, E.M.Oldekop, N.N.Ivanov and M.I.Budyko (on the basis of data of deficiency of humidity of air) methods (correlation 0.9-0.99). Method of K.Thornthwaite is better correlated with A.R.Konstantinov, A.I.Budagovsky, E.M.Oldekop, N.N.Ivanov and Penman-Monteith methods (correlation 0.85-0.95). There is the lowest spatial correlation of L.Turk method (correlation 0.51-0.6), V.S.Mezentsev method (correlation 0.32-0.69 and 0.72-0.77) and L. Holdridge method (0.78-0.84).

Results

According to the statistical analysis and spatial comparison of maps-charts of distribution of average annual potential evapotranspiration A.I.Budagovsky, Penman-Monteith, N.N.Ivanov, M.I.Budyko, A.R.Konstantinov, E.M.Oldekop and K.Thornthwaite methods of potential evapotranspiration calculation are the most reliable for use in territory of the south of Russian plain. One of most preferable is Thornthwaite method based on air temperature only. The methods of V.S.Mezentsev, L.Turk and L.Holdridge are the least relevant methods of average annual potential evapotranspiration calculation in the south of Russian plain.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

УДК 574.9

СОВРЕМЕННЫЙ ГИДРОМОРФИЗМ: ПРОЦЕССЫ, ФОРМЫ ПРОЯВЛЕНИЯ, ПРИЗНАКИ В ЭКОСИСТЕМАХ[1]

© 2007 г. Н.М. Новикова*, О.Г. Назаренко**

**Институт водных проблем Российской академии наук*
119333 Москва ГСП-1, ул. Губкина, 3, novikova@aqua.laser.ru
***Донской государственный аграрный университет,*
334090 пос. Персиановка Ростовской области, nazarenkoo@mail.ru

Реферат. Дано определение «современного гидроморфизма» как природно - антропогенного явления, рассмотрены причинно-следственные связи, обусловливающие его возникновение, основные формы и диагностические признаки в почвах и растительности.
Ключевые слова: переувлажнение, засоление, почвы, растительность, индикаторы.

Хозяйственная деятельность человека и современные флуктуации климата стали причиной широкомасштабного изменения водного режима территорий и, как следствие, гидрогенной трансформации структуры, функционирования и компонентного состава не только гидроморфных, но и автоморфных ландшафтов. Наибольшее распространение эти процессы получили на юге европейской части России, в лесостепной и степной зонах. Это явление гидрогенной трансформации ландшафтов получило название «неогидроморфизм» или «современный гидроморфизм» (Назаренко, 2002). Развитие современного гидроморфизма приняло столь широкие масштабы, что некоторыми исследователями оценивается как национальное бедствие для нашей страны «…поскольку засоление и деградация распространяются на многие миллионы гектар ценнейших черноземных и других плодородных почв» (Зайдельман и др., 1998, с. 25). К настоящему времени явлением переувлажнения и подтопления на юге России охвачено около 9 млн. га, в том числе 5 млн. га сельскохозяйственных угодий (Гос. доклад…., 1999).

Исторически сложилось так, что наибольшее внимание к явлению неогидроморфизма проявили исследователи - почвоведы. Именно в рамках почвоведения первоначально сформировалось представление о многоликости современного гидроморфизма и было дано ему определение как процессу переувлажнения почв (Назаренко, 2002), но затем это явление стали рассматривать шире, как процесс гидрогенной трансформации ландшафтов и внутри них анализировать изменение компонентного состава (почв, растительности, животного населения и др.) и гидроморфных ПТК (Назаренко и др., 2000; Волкова, Назаренко, 2005; Волкова и др., 2005). Но к настоящему времени представления об особенностях водного режима, структуре, растительности гидроморфных ПТК разработаны намного слабее, чем о почвах. В связи с этим целью настоящей работы является рассмотрение причин, основных процессов современной гидрогенной трансформации ландшафтов или их морфологической структуры, компонентного состава и установление диагностических признаков.

Региональные изменения водного режима в степной зоне и реакции экосистем. Разрозненные исследования, выполненные разными авторами в лесостепной и степной зоне, позволяют проследить всю цепочку изменения водного режима экосистем в разных ландшафтных позициях. Основной причиной развития процессов современного возрастания

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 06-05-64159

влагообеспеченности территорий в региональном масштабе в степной зоне на юге России, в первую очередь, следует считать климатические изменения. Ряд исследователей (Антропогенные воздействия …, 2003; Золотокрылин и др., 2006; 2007) свидетельствуют о росте атмосферных осадков и потеплении климата в XX и начале XXI столетий. Анализ данных многих метеостанции на Юге России (Кузьмина, 2007 и др.), выявил устойчивую вековую региональную тенденцию к росту или перераспределению температур и атмосферных осадков в сторону их увеличения в зимний период в лесостепной и степной зонах России, что обусловило изменение водного режима ландшафтов на плакорах, и, в свою очередь, стало причиной изменения режима речного стока и водного режима ландшафтов пойм (Антропогенные воздействия… 2003 и др.).

Внутригодовое перераспределение стока со значительным усилением его роли в холодное время года обусловило изменение соотношения поверхностного и подземного стока на плакорах. Так, в Каменной Степи, располагающейся в лесостепной зоне, среднегодовой слой стока, составлявший до конца 80-х годов XX в. 29.8 мм, в последнее десятилетие увеличился почти на 30% по сравнению с предыдущим периодом наблюдений. В то же время поверхностный сток за весенний период уменьшился на 20%, а сток в зимнюю межень увеличился более чем в 4 раза (с 3.8 мм до 16.6 мм; Голубаш, Сенцова, 2006).

Отмеченное рядом авторов возрастание в зимний период осадков и температур или их перераспределение в течение года стало причиной увеличения питания и подъема грунтовых вод. Это явление отмечается в пределах Волго-Донского междуречья (Ростовская область; Назаренко, 2006). Подъем уровня грунтовых вод с 50-х годов XX века со средней скоростью 11 см в год отмечается также и на Прикаспийской низменности, на левобережье Волги (Джаныбекский стационар; Соколова и др., 2001). В настоящее время грунтовые воды там фиксируются на глубине 4-5 м от поверхности, в то время как граница капиллярной каймы поднялась до глубины 2 м. В солонцовом комплексе идут сложные процессы выравнивания водно-солевого режима. В то время как в растительном покрове преобладают процессы «остепнения» - сглаживания различий видового состава на разных элементах микрорельефа за счет расширения позиций степных видов (типчака, ковылей, остреца), в почвенном покрове и грунтовых водах происходит возрастание содержания солей и их токсичности в ранее не засоленных почвах микропонижений и повышении минерализации грунтовых вод под ними (Новикова и др., 2004; Соколова и др., 2001).

В масштабе крупного региона степных, южнотаежных и подтаежных ландшафтов Русской равнины по мнению Н.А. Золотокрылина (Золотокрылин и др., 2006) активизация глобального потепления в 1991-2001 гг. не внесла существенного изменения в зональное распределение тепла и влаги, но выявлено слабое улучшение гидротермических условий вегетации, способствовавшее увеличению продуктивности экосистем. Эта ответная реакция экосистем на увеличение влагообеспеченности, приобрела региональный масштаб. Явление увеличения ежегодных запасов зеленой массы растений было прослежено на территории Калмыкии А.Н. Золотокрылиным (2006) на основании показателя NDVI. По его данным там, начиная с конца 70-х годов идет повышение продукционного процесса в растительности, несмотря на продолжающийся сильный пастбищный пресс. Иными словами, природные процессы роста увлажнения в опустыненной степи не только компенсировали негативное воздействие выпаса на растительность в 80-х годах прошлого века, но и превзошли их.

Аналогичные процессы зарегистрированы на территории опустыненных степей Волго-Уральского междуречья в Саратовской области (Опарин, 2007). Рост влагообеспеченности здесь в конце XX – начале XXI вв. совпал по времени со снижением сельскохозяйственного пресса: переходом более 33% пахотных земель в категорию залежи, и снижением пастбищной нагрузки до 0.7 условной головы овцы на 1 га пастбищ. Это способствовало развитию демутационных процессов в растительности на залежи и заброшенных пастбищах, и

способствовало росту богатства и разнообразия биоты как за счет расселения местных видов, так и благодаря возросшей возможности проникновения видов лесного фаунистического комплекса с севера из-за увеличения осадков, и представителей пустынного мезофильного комплекса в связи с потеплением зим и снижения их снежности.

Современные природные климатические изменения наложились на широкомасштабные антропогенные преобразования водного режима лесостепных и степных территорий и в определенных ландшафтных условиях способствовали возникновению новых очагов или усилению существующего гидроморфизма. Причинно-следственные связи (рис. 1), обусловливающие возникновение и развитие современного гидроморфизма под влиянием человека могут быть представлены в виде блок-схемы, отражающей причину – различные виды хозяйственной деятельности, выступающие в виде ведущего фактора (на схеме – агенты), обусловленные ими процессы – переувлажнение, развитие современного гидроморфизма, засоление, деградация земель и результат их воздействия – различные варианты формирующихся вторично гидроморфных ландшафтных комплексов (ПТК).

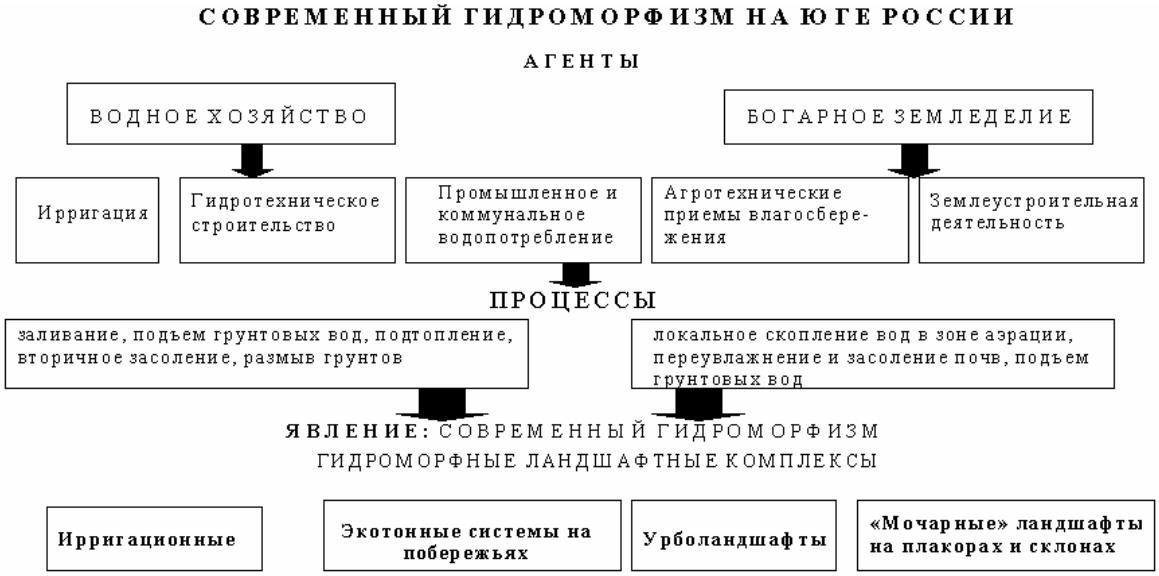


Рис. 1. Причинно-следственные связи формирования природных комплексов в условиях переувлажнения. **Fig. 1**. Relationships of cause and effect of formation of natural complexes in conditions of overmoisterning.

Несмотря на различные ландшафтные условия и причины, провоцирующие развитие гидроморфных ПТК, процессы неспецифичны - они развиваются по природному типу. В связи с тем, что они обусловливают изменение свойств природных комплексов в неблагоприятную для человека сторону, необходимо установление стадийности их развития, и выявление диагностических признаков как в растительности, так и в почвах. Проведенные исследования в очагах локального переувлажнения и на побережьях водоемов на юге России позволили нам установить их в условиях конкретных ландшафтов.

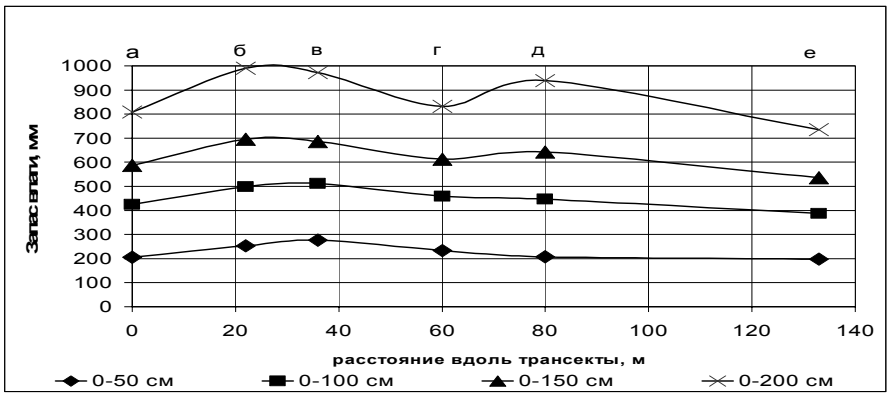
Процессы переувлажнения локального масштаба в богарных автоморфных агроландшафтах. На фоне региональных процессов трансформации биоты, способствующих в целом активизации восстановительных процессов в биокомплексах, нарушенных землепользованием, которые можно оценить как положительное явление,
получили развитие и процессы, которые следует идентифицировать с позиций землепользования как негативные, снижающие природный потенциал территорий. Они проявляются локально, в особых ландшафтно-экологических условиях. К их числу можно

отнести явление локального переувлажнения в агроландшафтах, не имеющих связи с гидрографической сетью, урбанизированными территориями или ирригационными системами. ПТК, развивающиеся в подобных условиях, часто называют «мочарными» или «мочарами» (Сувак и др., 1976) и относят к группе агроландшафтного богарного неогидроморфизма (Назаренко, 2002). Распашка территорий, использование однолетних культур и агротехнические приемы, направленные на перевод поверхностного стока во внутрипочвенный и запасание влаги в почвах лесостепных и степных регионов нередко становятся причиной повышения грунтовых вод или появления верховодки. Эти процессы усиливаются при соответствующих изменениях климата. По наблюдениям авторов в 1997-2006 гг. в пределах юго-восточной окраины Донецкого кряжа, основываясь на данных, полученных на 58 обследованных участках очагов локального переувлажнения на плакорах, выявлена зависимость изменения площади переувлажнения земель от отклонения осадков конкретного года от среднемноголетней суммы за период с ноября по май. Так, при обеспеченности осадков P≥75% наблюдается максимум площадей переувлажненных земель, при P≤25% – минимум (Волкова, Назаренко, 2005).

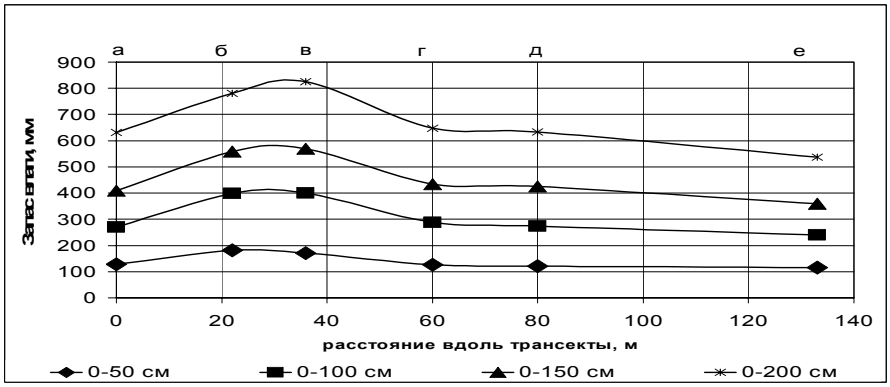
В подобных условиях локального переувлажнения в агроценозах возникают участки, занятые сорнотравьем. Наблюдения, проведенные на 6 соседствующих площадках с различными растительными сообществами в периоды с максимальными и минимальными запасами влаги (в мае и августе) показали, что распределение растительности внутри переувлажненных ПТК имеет неслучайный характер. Во все сроки периода отборов наибольший запас почвенной влаги находится под тростниковыми сообществами (*Phragmites australis*, рис. 2, точки «б» и «в»), в центре переувлажненного участка. Меньший запас характерен для почв окружающих их участков, на которых формируются сообщества с доминированием пырея ползучего (*Elytrigia repens,* рис. 2, точка «д»). Еще более низкие показатели обнаруживаются в зоне перехода очага переувлажнения к выращиваемым культурам с преобладанием бодяка и дурнишника (*Cirsium arven*se, *Xanthium strumarium*, рис. 2, точки а, е).

В связи с тем, что грунтовые воды в исследованных очагах переувлажнения содержат легко растворимые соли, происходит вторичное засоление почв сульфатного, хлоридно-сульфатного, сульфатно-хлоридного кальциево-магниево-натриевого состава. Растительные сообщества отражают и солевой состав почв. На основе собранных данных был проведен анализ тесноты экологических связей, или частоты встреч видов (процент от количества описаний на данном варианте почв), что является характеристикой "верности индикатора". В итоге была определена возможность использования того или иного вида в качестве показателя степени засоления почв. Были выделены следующие градации значения частоты встреч видов: *сомнительный индикатор* - от 60% до 74%; *удовлетворительный* - от 75% до 89%; *верный* - более 90%; *бсолютный индикатор* -100%. В тех ситуациях, когда частота встреч вида в определенных условиях превышала 60%, данный вид принимался в качестве индикатора (табл. 1, 2).

Так, виды *Artemisia austriaca* и *Tripolium pannonicum* можно назвать маркерами черноземов обыкновенных солончаковых сильно засоленных (частота встреч составила 80% и 100% соответственно). *Phragmites australis* наиболее часто встречается на почвах с признаками периодического слабого оглеения в нижней части пахотного слоя (67%). Тесной связи тростника с определенной степенью засоления черноземов не выявлено. Отмечено лишь снижение доминантной роли вида на фоне уменьшения почвенного засоления в местах его произрастания. *Lappula squarrosa* маркирует солончаковые слабозасоленные почвы (86%). *Sinapis arvensis* приурочен к глубокосолончаковатым слабозасоленным почвам (71.4%), *Thlaspi arvense* - солончаковые слабозасоленные почвы (86%), *Veronica agrestis* – незасоленные (66.7%) и солончаковатые слабозасоленные (67%) черноземы. *Lactuca serriola* можно назвать удовлетворительным индикатором глубокосолончаковатых слабозасоленных почв.



А



Б

Рис. 2. Изменение весеннего (А) и позднелетнего (Б) запаса влаги в почвах под разными видами растений вдоль трансекты в слоях разной мощности на ключевом участке. Условные обозначения: сообщества с доминированием: **а** - дурнишника обыкновенного (*Xanthium albinum*)*;* **б-** тростника обыкновенного (*Phragmites australis*)*;* **в-** тростника обыкновенного и пырея ползучего (*Elytrigia repens*)*;* **г-** астры солончаковой (*Tripolium pannonicum*)*;* **д-** пырея ползучего*;* **е-** бодяка обыкновенного (*Cirsium arvense*). **Fig. 2**. Change of a spring (A) and a late summer (Б) moisture in soils under different plant species in different depth. Symbols: communities with domination species.

Черноземы обыкновенные среднезасоленные маркируются (табл. 2) сообществами с доминированием астры солончаковой (82%), а также лебеды продолговатолистной (100%). Удовлетворительными индикаторами незасоленных почв оказались такие степные виды, как *Coronilla scorpioides, Euphorbia volhynica, Salvia verticillata*. Эти участки часто становятся очагами расселения карантинных сорняков, таких, как виды амброзий и др. (Новикова и др., 2002).

Среди видов растений, произрастающих на участке, имеющих широкую экологическую амплитуду и встреченных на всех почвенных вариантах с разной частотой и обилием, можно назвать: *Ambrosia artemisifolia, Convolvulus arvensis, Elytrigia repens, Lactuca tatarica, Lappula squarrosa, Melilotus officinalis, Thesium linifolium, Daucus carota.*

Таблица 1. Сопряженность видов (%) травянистых растений с условиями засоления почв.
Table 1. Interlinks (%) of grassy plant species with the depth of layer of dissolved salts in soils.

Вид	Динамические варианты почв по засолению		
	солончаковые сильно засоленные	солончаковые слабо засоленные	глубоко солончаковатые слабо засоленные

Artemisia austriaca	80		
Tripolium pannonicum	100		
Lappula squarrosa		86	
Puccinellia distans	60		
Thlaspi arvense		86	
Artemisia absinthium	78		
Sinapis arvense			71
Lactuca serriola			88

Таблица 2. Сопряженность видов (%) со степенью засоления почв.
Table 2. Interlinks (%) of grassy plant species with amount of salts in soils.

Вид	Степень засоления черноземов обыкновенных		
	незасоленные	слабо засоленные	средне засоленные
Tripolium pannonicum			82
Coronilla scorpioides	60		
Lactuca tatarica		67	
Senecio vernalis	67		
Cichorium intybus	69		
Euphorbia volhynica	80		
Salvia verticillata	80		
Sonchys arvensis	82		
Atriplex oblongifolia			100

Растительность более быстро реагирует на изменения водного и солевого режимов почв и в агроландшафтах каждый год практически не остается видов-реликтов предшествующих стадий за исключением очагов сильного переувлажнения, не используемых под пашню. В то же время почвы, как более консервативный компонент экосистем, изменяются существенно медленней и долгое время сохраняют «память» о следах гидроморфизма, если они таковой переживали. Для обследованной территории Восточного Донбасса предложен следующий подход к характеристике морфологических признаков почв, обеспечивающий оценку степени их гидрогенной трансформации (Назаренко, 2002): при наличии признаков гидроморфизма в почвенном профиле, с 25% долей ошибки, почву с мощностью гумусового горизонта более 100 см и интенсивным черным оттенком верхней толщи и сизоватостью тонов, нужно рассматривать как исходно полугидроморфную. Наличие кротовин на глубине более 150 см говорит об исходно автоморфном режиме почв. Палевость, размытость карбонатов могут свидетельствовать о прохождении стадии гидроморфизма. Судить о современности или наследуемости этих признаков нужно в сочетании с другими факторами. Современное переувлажнение исходно автоморфных почв способствует редукции гидроокислов железа, появлению солевых выцветов и гипсовых новообразований при сульфатном засолении почвенно-грунтовых вод, формированию более темной окраски верхней гумусовой толщи.

Изменение водного режима ландшафтов и трансформация экосистем под влиянием водохранилищ. Процессы формирования гидроморфных природных комплексов на побережьях водохранилищ вследствие подтопления наиболее полно изучены на водоемах таежной зоны (Вендров, Дьяконов, 1976; Емельянов, 2007 и др.). Для изучения «водохранилищного» гидроморфизма - одного из наиболее широко распространенных типов современного гидроморфизма на юге России, были проведены полевые исследования в различных ландшафтных условиях экотонной зоны «вода-суша» на Цимлянском, Пролетарском

и Веселовском водохранилищах в степных районах Волгоградской и Ростовской областей. Исследования показали, что в зоне гидрологического воздействия (заливание и близко залегающие к поверхности грунтовые воды), наблюдается смена степной растительности на луговую, почвы формируются также луговые. В зоне гидрогеологического влияния, которая наиболее выражена на Веселовском водохранилище, вследствие подпора сильно засоленных грунтовых вод, создаваемого водохранилищем, широкое развитие получило засоление почв, вплоть до формирования мокрых солончаков, на расстоянии от 50 до 500 м от уреза воды в летний период. На разнообразии растительности сказывается множество факторов: характер и степень заливания, глубина залегания грунтовых вод, засоление почв, положение – крутизна склонов, отсутствие волноприбойных обрывов и др. На Цимлянском водохранилище в условиях заливания распространены луговые и древесные сообщества - ивово-тополевые, ветловые, аморфово-ясеневые (Балюк и др., 2007). На Веселовском и Пролетарском – тростниковые и лугово-солончаковые.

Существенный вклад в познание процессов формирования природных комплексов на побережьях искусственных водоемов внесли исследования С.С. Улановой (Новикова и др., 2006; Новикова, Уланова, 2007) в Калмыкии. Все рассмотренные водоемы относительно невелики. Воды в них засоленные и сильно засоленные. Средние многолетние значения колеблются от 1.7 до 10.5 г/л. От весны к концу лета минерализация вод водоемов возрастает. Динамика уровня водоемов в большинстве случаев зависит от водности года и от антропогенного фактора (времени сброса и подачи воды). Питание большей части водоемов атмосферное, этим можно объяснить наличие тесной связи с коэффициентом корреляции равным +0.8 между площадью водных объектов и их минерализацией. Близкое залегание (1.5-2 м) на побережье сильно минерализованных (7.7-65.9 г/л) грунтовых вод в условиях аридного климата является причиной засоления почв побережий водоемов. Засоление почв изменяется от 0.04 до 5.9%. На участках весеннего заливания оно преимущественно приповерхностное (0-10 см), что является следствием выпотного режима. На не заливаемых участках с близкими грунтовыми водами засоленным оказывается весь почвенный профиль до грунтовых вод. Коэффициент корреляции минерализации вод изучаемых объектов и засоления почв составляет +0.7.

Следствием этого является доминирование галофильной растительности, которая имеет проективное покрытие от 20% до 100%. Границы заливания маркируются полосами тамарикса: нижняя вдольбереговая граница (у уреза воды) сомкнута, преимущественно представлена подростом тамариксов, верхняя – прерывистая, - старыми экземплярами. Общее число видов достаточно велико (46), преобладают виды – галофиты и фреатофиты. Биологическая продуктивность растительности максимальная на побережье (Уланова, 2003).

При создании водохранилища участки затопленной поймы часто превращаются в *острова*. Водный режим ландшафтов, сформировавшихся на их побережьях определяется режимом изменения уровня водохранилища. Представление о направлении и скорости развития этих процессов и динамике наиболее подвижного компонента экосистем –орнитокомплексах, дает исследование, выполненное И.Б. Шаповаловой (Шаповалова, Завьялов, 2007).

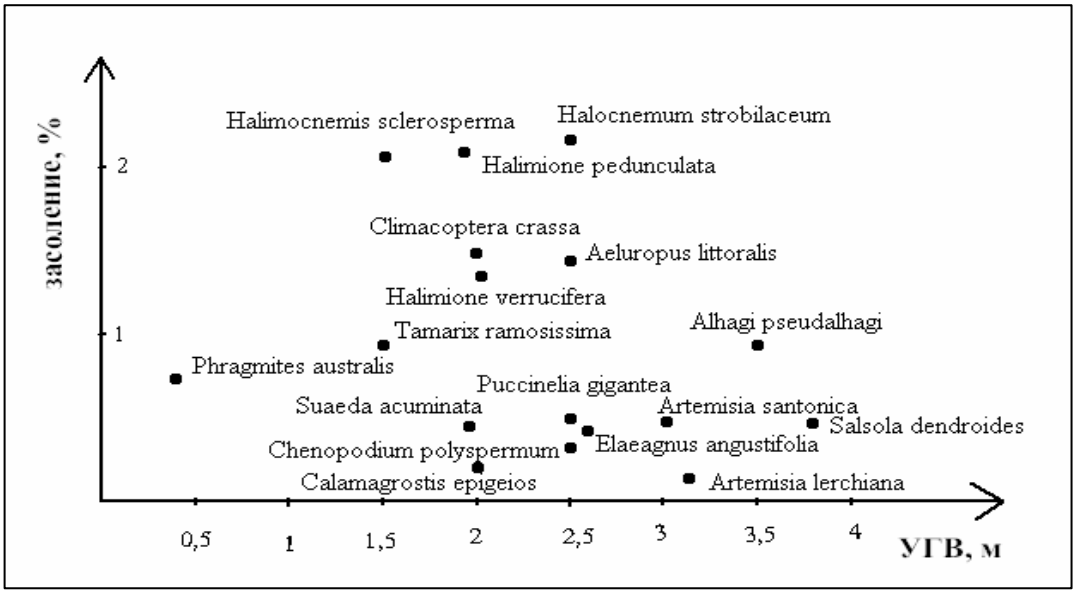


Рис. 3. Ординация растительных сообществ, встреченных на побережье искусственных водоемов Калмыкии по засолению и глубине залегания грунтовых вод (Уланова, 2003).
Fig. 3. Ordination of the plant communities at the coasts of artificial reservoirs of Kalmykia within scales of soils salinization and ground water depths (Ulanova, 2003).

Обследование птичьего населения островов, сформировавшихся в средней части Волгоградского водохранилища на месте затопленной поймы в течение ряда лет, показало, что в результате создания и функционирования водохранилища в орнитокомплексе островов, возникших на месте затопленной поймы, видовое разнообразие пойменных экосистем изменилось за счет исчезновения некоторых лесных видов и видов открытых пространств, и увеличения разнообразия птиц околоводного комплекса. Современный видовой состав гнездящихся птиц стабилен по годам. Его разногодичные колебания не превышают 10% общей численности и видового состава, что свидетельствует о том, что через 50 лет после создания водохранилища на островах сложился свой орнитокомплекс, адаптированный к водному режиму вновь созданного водоема. Состав и экологическая структура населения птиц обнаруживают определенную связь с экотонной структурой ландшафтов островов (рис. 4). По результатам кластерного анализа (рис. 4) можно сказать, что население птиц отражает особенность биотопов по длительности заливания. Так, по сходству их видового состава выделяются две большие группы биотопов: I – биотопы1, 2 и 4 и II – биотопы 3, 7 и 5, 6 - имеющие между собой 18 % сходства, а внутри групп 28% и 31% соответственно. В первой группе доминируют виды лимнофильной экологической группы (птицы болотно-околоводного комплекса, а во второй – виды, экологически мало приспособленные к пойменному режиму,. При более детальном рассмотрении видового сходства внутри больших групп, установлено, что наиболее близкими по видовому составу оказались орнитокомплексы трех биотопов: 1 и 2 - 53% сходства; 3 и 7 - 43% сходства; 5 и 6 - 49% сходства. Близкое сходство видового состава населения птиц внутри этих групп можно объяснить более близкими условиями для гнездования и обитания: первую группу представляют водные и околоводные птицы; вторую - кампофильные виды (серая куропатка, луговой чекан, чернолобый сорокопут, жулан или варакушка, тростниковая овсянка, садовая камышевка) и третью группу представляют виды лесных биотопов, сходные по способу гнездования и добывания корма: дуплогнёздники, кронники, кустогнёздники и наземногнездящиеся виды.

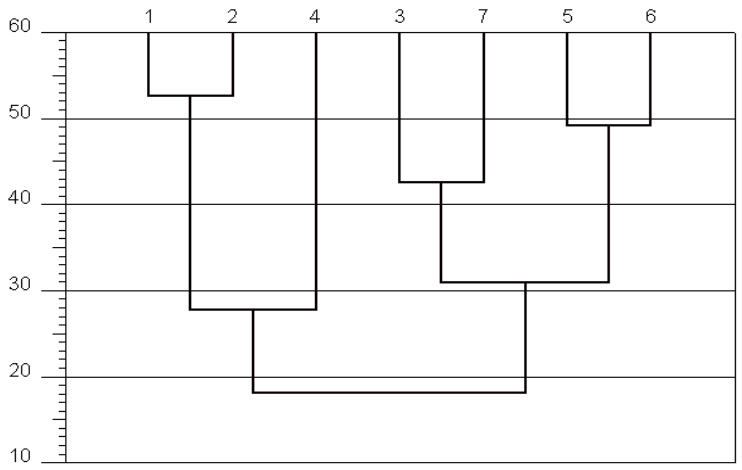


Рис. 4. Дендрограмма видового сходства орнитофауны различных биотопов экотонной системы на островах Волгоградского водохранилища в его средней части. (По Шаповалова, Завьялов, 2007). Виды, обитающие в биотопах: 1 – открытого водоема (глубины более 2,5 м); 2 – прибрежных тростниково-ивовых зарослях (зона суточных колебаний уровня воды до 20 см) -); 3 - заливной луг, лугово-кустарниковые сообщества (зона ежегодного подтопления); 4 – осокорево-вязовых лесов (зона заливания в годы максимальной водности); 5 – суходольных лоховых лесов, лесных колков и их опушек (незаливаемый биотоп); 6 – суходольные луга (незаливаемый биотоп). **Fig. 4.** Graf of similarity of the bird species of the different biotopes of ecotone system on islands of the Volgograd water basin in its middle part :open water (depth >2,5 m); 2 – reed -willow communities (daily change of the water level – close to 20 cm); 3 - wet flooded meadow (every year flooded); 4 - Poplar –elm forest (flooded only in wet years); 5 – *Elaeagnu*s forests combined with dry meadow (non flooded) .

Большинство лесных видов используют открытые пространства для поиска корма. Всё это свидетельствует о том, что большинство видов как второй, так третьей группы нуждаются в комплексе разного рода биотопов, как открытых пространств, так и густых зарослей леса. Ещё дальше от объединеных второй и третьей групп по степени сходства отстоит первая основная группа и группа птиц береговых обрывов и пляжей, которые, в свою очередь, сходны между собой только на 18%. Вероятно потому, что представители склерофильной группы часто используют луго-степной и лесной комплексы как место для питания и укрытия от хищников. Таким образом, видовой состав орнитокомплексов также может быть индикатором динамических процессов в экосистемах.

Зоны сработки водохранилища испытывают наиболее контрастные смены увлажнения, не имеющие аналогов в природе. Они ежегодно от 6 до 10 месяцев находятся под водой. Обследование Краснодарского водохранилища показало, что в период с июня по ноябрь отметки уровня воды опускаются на 4 м и постепенно выходят на дневную поверхность из-под воды все новые участки дна водохранилища. При этом вблизи берегового обрыва, где территория освобождается от воды в июне, высота ив и проективное покрытие травяного покрова достигают максимальных значений (18 м и 100% соответственно). В то же время участки суши, освободившиеся от воды в августе-сентябре, заселяются единичными пионерными видами. Наиболее широко распространены *Xanthium albinum, Abutilon teophrasti, Crypsis shoenoides, Bolboshoenus maritimus.* На остальной территории господствуют низкорослые ивы, высота и густота которых повышается от уреза воды в сторону коренного берега. На этих участках ведется любительское рыболовство в период их обводнения и охота за птицей и зверями – в период обнажения.

Эстуарии подтопленных речных долин на водохранилищах занимают обширные площади. Они также к концу лета освобождаются от воды, но представляют собой топкие болотистые ландшафтные комплексы с клубнекамышом морским (*Bolboshoenus maritimus*), образующим

фон и рогозом длиннолистным (*Typha angustifolia*), маркирующим русловые протоки. Эти участки не имеют никакого хозяйственного использования.

Изменению водного режима пойм рек в нижних бьефах гидроузлов посвящено значительное число исследований (Бармин и др., 2004; Балюк, 2005 и др.). Здесь процессы трансформации экосистем связаны с градиентами высоты над урезом воды в реке в межень: наиболее возвышенные участки рельефа – прирусловые валы, гривы и самые гипсометрически низко расположенные участки поймы – прирусловая пойма, межрусловые понижения, - испытывают наиболее сильное воздействие измененного режима увлажнения. Первые выходят из-под ежегодного заливания и нередко теряют связь с грунтовыми водами. Вторые, наоборот, подвергаются более длительному, чем прежде, заливанию. В итоге на повышениях развиваются процессы остепнения, а на прирусловой пойме и межрусловых понижениях рельефа – заболачивание. Это находит выражение как в растительности, так и в почвах и легко индицируется.

Создание на реках низконапорных гидротехнических сооружений, спрямление русел, как показали исследования Ж.В. Кузьминой (2007а), оказывает медленно текущее, но глубокое изменение водного режима пойм: частоты и длительности заливания, подъем и стабилизацию меженного уровня, снижение амплитуд колебания уровней в реке и подъем грунтовых вод и застаивание их в верхних горизонтах почвенной толщи, что обусловливает вымокание и гибель пойменных лесов практически на всех экологических уровнях пойм и сукцессионные смены луговой растительности, приводящие к широкому развитию сорнотравных ценозов. В почвах процессы переувлажнения индицируются развитием глеевого процесса вблизи поверхности. В растительности - видами – индикаторами: *Cirsium arvense, C. vulgare, Carduus personata, C. crispus, C. palustre, C. acanthoides, Impatiens glandulifera, I. parviflora, Equisetum hyemale, Polygonum amphibium и др*.

Заключение

Интенсивная хозяйственная деятельность на фоне современных изменений климата в лесостепных и степных районах на юге России обусловила возникновение переувлажнения на обширных территориях.

Современные глобальные изменения климата в степном регионе затрагивают все звенья гидрологического цикла и вносят изменения в водный режим как автоморфных, так и исходно гидроморфных ландшафтов и экосистем. Они проявляются в изменении продуктивности растительности и видовом составе животного населения, возрастании влагозапасов и изменении структуры почвенного покрова, пополнении грунтовых вод и подъеме их уровня к поверхности. В связи с повсеместной распашкой степей наиболее уверенно изменения региональной влагообеспеченности можно диагностировать по изменениям в растительности охраняемых территорий.

В богарных агроландшафтах переувлажнение проявляется в виде очагов. Установленные взаимосвязи между компонентами ландшафта открывает возможность ранней диагностики изменений и принятию решений по их ослаблению или ликвидации.

На побережьях водохранилищ и в поймах зарегулированных рек, под их влиянием формируются экотонные системы, испытывающие разнообразное воздействие. В качестве индикаторов могут служить как гидро-экологические группы растений, так и изменения в структуре профиля почв в сторону большей гумусности и галоморфности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / Отв. ред. Н.И. Коронкевич, И.С. Зайцева. М.: Наука, 2003. 367 с.
2. *Балюк Т.В.* Последствия изменения длительности и обеспеченности паводкового заливания Волго-Ахтубинской поймы после создания Волгоградского водохранилища для растительности // Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы / Отв. ред. Новикова Н.М. М.: Наука, 2005. С. 176-193.
3. *Балюк Т.В., Кутузов А.В., Назаренко О.Г.* Экотонная система юго-восточного побережья Цимлянского водохранилища // Водные ресурсы. 2007. Т.34. № 1. С. 104-112.
4. *Вендров С.Л., Дьяконов К.Н.* Водохранилища и окружающая природная среда. М.: Наука, 1976. 136 с.
5. *Волкова Н.*А., *Назаренко О.Г.* Растительность природно-территориальных комплексов современного гидроморфизма на юго-восточных отрогах Донецкого кряжа / Ред. Новикова Н.М., Хитров Н.Б. М.: РАСХН, 2005. 201 с.
6. *Волкова Н.А., Новикова Н.М., Назаренко О.Г., Хитров Н.Б.* Эколого-биологическая оценка явления локального переувлажнения почв на водосборных территориях степной зоны. зоны // Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы / Отв. ред. Новикова Н.М. М.: Наука, 2005. С.41-70
7. *Бармин А.*Н., *Голуб В.Б., Дормидонтова Г.Н., Лысенко Т.М.* Оценка динамики травяной растительности Волго-Ахтубинской поймы во второй половине 20 столетия // Аридные экосистемы. 2004. Т.10. № 21. С. 50-56.
8. *Голубаш Т.Ю., Н.И. Сенцова.* Изменение водного режима лесостепного агроландшафта // Известия РАН. Серия географическая. 2006. № 3. С. 76-83.
9. Государственный доклад “О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1998 году”. М.: МПР, 1999. 573 с.
10. *Емельянов А.Г.* Геоэкологический анализ бассейнов малых и средних водоемов / Труды IV Международной научно-практической конференции «Экология речных бассейнов» / Под общ. ред. проф. Т.А. Трифоновой. Владимирский гос. ун-т. Владимир, 2007 . С. 5-9.
11. *Зайдельман Ф.Р., Тюльпанов В.И., Ангелов Е.Н., Давыдов А.И.* Почвы мочарных ландшафтов - формирование, агроэкология и мелиорация. М.: Изд-во Московского университета, 1998. 159 с.
12. *Золотокрылин А.Н., Виноградова В.В.* Соотношение между климатическим и антропогенным факторами восстановления растительного покрова юго-востока Европейской России // Аридные экосистемы. 2007. Т. 13. № 33. С. 20-33.
13. *Золотокрылин А.Н., Черенкова Е.А.* Изменения индикаторов соотношения тепла и влаги, биопродуктивности в зональных равнинных ландшафтах России во второй половине XX в. Известия РАН. Серия географическая. 2006. №3. С. 19-28.
14. *Кузьмина Ж.*В. Анализ многолетних метеорологических трендов на Юге России и Украины (от лесостепи до пустынь) // Аридные экосистемы. 2007. Т.13. № 32. С. 47-61.
15. *Кузьмина Ж.*В. Воздействие низконапорных гидротехнических сооружений на динамику наземных экосистем зоны широколиственных лесов Центральной и Восточной Европы, Автореферат дисс. докт. геогр. наук. Москва, Институт водных проблем РАН. 2007а.44 с.
16. *Назаренко О.Г.* Современные процессы развития локальных гидроморфных комплексов в степных агроландшафтах. Автореф. дисс. доктора биол. наук. Москва, МГУ, 2002. 46 с.
17. *Назаренко О.Г., Новикова Н.М., Хитров Н.Б.* Очаговое переувлажнение почв в формировании флористического разнообразия степных водоразделов // Аридные экосистемы. 2000. Т. 6. №13. С. 47-53.
18. *Новикова Н.М., Н.А. Волкова, Н.Б. Хитров.* Растительность Джаныбекского научного стационара // Аридные экосистемы. 2004. Т.10. № 22-23. С. 9-18.
19. *Новикова Н.М., Назаренко О.Г., Хитров Н.Б.* Проблема биологического загрязнения

ландшафтов степных районов России / Научные аспекты экологических проблем России. Труды Всероссийской конференции. Москва, 13 - 16 июня 2001. Под ред. Ю.А. Израэля. Т.2. М.: Наука, 2002. С. 234-239.
20. *Н.М. Новикова, С.С. Уланова.* Геоэкологический мониторинг водных объектов Калмыкии с использованием информационных технологий // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2007. №4. С. 106-108.
21. *Новикова Н.М., Ташнинова Л.Н., Уланова С.С.* «Возможные изменения биоразнообразия экотонных систем побережий водоемов Калмыкии в условиях флуктуаций климата»/ Сборник научных статей «Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем Юга России». Ростов-на-Дону: ЮНЦ, 2006. С. 222-249.
22. *Опарин М.Л.* Антропогенная трансформация и естественное восстановление биоты сельскохозяйственных ландшафтов Нижнего Поволжья и Закавказья. Автореф. дисс.докт. биолог. наук. Москва, Российский университет дружбы народов, 2007. 46 с.
23. *Сувак П.А., Шпакова Т.Д., Анипченко Н.В.* Гидроморфные почвы склонов и их мелиоративная характеристика // Исследования по мелиорации и физике почв Молдавии. Кишинев, 1976. С.43-56.
24. *Соколова Т.А, Сиземская М.Л. Толпешта И.И. Сапанов М.К. Субботина И.В.* Динамика солевого состояния целинных почв полупустыни Северного Прикаспия в связи с многолетними колебаниями уровня грунтовых вод (на примере Джаныбекского стационара Института Лесоведения РАН) // X1X чтения памяти академика В.Н. Сукачева / экологические процессы в аридных биогеоценозах. М.: РАН, 2001. С. 113-131.
25. *Уланова С.С.* Исследование экотонных систем «вода-суша» на территории Калмыкии / Степи Северной Евразии. Эталонные степные ландшафты: проблемы охраны, экологической реставрации и использования. Материалы III международного симпозиума. Под научной редакцией члена-корреспондента РАН А.А. Чибилёва. Оренбург: ИПК «Газпромпечать», 2003. С. 535-537.
26. *Шаповалова И.Б., Завьялов Е.В.* Состав и структура сообщества птиц тростниково-ивовых ассоциаций островных экосистем средней зоны Волгоградского водохранилища под влиянием динамики водного режима // Экология и промышленность России. Февраль. 2007. С. 38-41.

CURRENT HYDROMORPHISM: PROCESSES, FORMS, DIAGNOSTICS IN ECOSYSTEMS[2]

© 2007 . N.M. Novikova*, O.G. Nazarenko**

**Water problems Institute of the Russian academy of sciences*
119333 Moscow, Goubkina str., 3, novikova@aqua.laser.ru
***Don State Agrarian University,*
334090 Persianovka village, Rostovskaya oblast, nazarenkoo@mail.ru

Definition of «current hydromorphysm» is given as natural-anthropogenous phenomenon, the relationships of cause and effect causing its occurrence, the basic forms and diagnostic attributes in soils, vegetation and zoocomplexes are considered. The phenomenon of current hydromorphysm in the steppe zone, a having natural-anthropogenous origin, represents response of the ecosystems on change of a water regime of the landscapes.

Regional fluctuations of a climate changed all parts of a hydrological cycle and make changes to a water regime as in automorphouse, and initially hydromorphouse landscapes and ecosystems. They are shown in changes of efficiency of vegetation and specific structure of the animal population, increasing of soil's humidity. In connection with total plough of steppes most confidently regional overmoisterning can be

[2] Work is executed at financial support of the project of Russian Federation Foundation (RFFI) № 06-05-64159.

diagnosed in vegetation only within of protected territories.

In agrolandscapes it is develops as an local processes. The established interrelations between components of a landscape are opened with an opportunity of early diagnostics of changes, and to decision-making on their easing or liquidation.

At coasts of water basins under their influence are formed ecotone systems testing various impact of reservoirs. As indicators of a different degrees of this influence one can use the hydro-ecological groups of plants, salts and a soil structure.

Key words: overmoisterning, secondary salinization of soils, halophytes, indicators.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 634.0.956.953:671.0.1.

ОБОСНОВАНИЕ ОБЛИГАТНОСТИ ИНТЕНСИВНЫХ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ УХОДОВ ДЛЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ДРЕВОСТОЕВ АРИДНОЙ ЗОНЫ

© 2007 г. В.Д. Шульга, А.И. Густова, Д.К. Терехина

Гос. научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации Российской академии ссельхоз. наук (ГНУ ВНИАЛМИ РАСХН) Россия, 400062 Волгоград, Университетский пр-т., 97, E-mail:vnialmi@avtlg.ru

Реферат. Изучены гидрофизические свойства древесины, влажность древесины и листьев (хвои) некоторых хвойных и лиственных пород, произрастающих на территории Волгоградской области, и на основании результатов сделаны выводы о состоянии древостоев. Даны предложения по технологии формирования климаксовых лесных насаждений.

Ключевые слова: изотерма капиллярного испарения, заболонь, ядро, потенциал влагопереноса, окислительно-восстановительный потенциал, водородный показатель (pH), комплексный оценочный показатель (КОП).

Принятые меры ведения лесного хозяйства не исключают периодического массового усыхания степных лесов и ЗЛН, особенно дубрав. По данным Н.П. Калиниченко (2000) с 1973 по 1998 гг. площадь дубрав в Европейско-Уральской части России сократилась на 862 тыс. га или 24%. Отсутствие лесоводственных уходов обесценивает опыт создания около 3 млн. га защитных насаждений – государственных, полезащитных лесополос, противоэрозионных насаждений (Шульга, Максимов, 1991).

Гомеостатические механизмы лесных культур Волгоградской области требуют постоянных уходов, т.к. почвенно-климатические условия здесь неблагоприятны для выращивания лесов. Следовательно, нужно стремиться к формированию такой структуры насаждения, при которой осуществляется естественная саморегуляция древостоя. Однако при подборе древесных пород надо соблюдать и основное правило – они должны соответствовать лесорастительным условиям, поэтому успешное разведение лесных культур не может быть осуществлено без знания биологии древесных пород как основного объекта ведения лесного хозяйства. С целью повышения устойчивости лесных насаждений в аридной зоне нами проводилась оценка основных характеристик свежесрубленной древесины, так как существуют глубокие различия гидрофизических свойств пород и их зависимость от уровня ведения лесного хозяйства и качества условий роста.

В системе дерево – среда очень хорошо изучены физические характеристики почвы и практически отсутствуют таковые для древесных пород, также являющихся капиллярно-пористыми коллоидными телами (Чудинов, 1984). Гидрофизические свойства живой (свежесрубленной) древесины основных лесообразующих пород видоспецифичны, – изотерма капиллярного испарения (ИКИ) древесных пород, заболони и ядра существенно различаются (табл. 1). Физические же свойства сухой древесины для всех пород считаются примерно одинаковыми (Справочное руководство по древесине, 1979). Нами был составлен гидрофизический паспорт древесных и кустарниковых пород. В него мы включили видоспецифическую ИКИ, потенциал влагопереноса, полную влагоемкость, диапазоны функциональной влажности, окислительно-восстановительный потенциал и водородный показатель.

На основании ИКИ рассчитывается фундаментальная гидрофизическая характеристика древесины – потенциал влагопереноса в любом диапазоне ее влагосодержания (табл. 2). Потенциал характеризует ее как третий видоспецифичный двигатель влагопереноса. По величине потенциала, рассчитанного в диапазоне функциональной влажности, древесные породы дифференцируются на: ксерофиты < -10.0 МПа; мезофиты -5 – -10.0 МПа; гигрофиты > -5.0 МПа. Так, например, лиственница сибирская, ель колючая, жимолость татарская и другие являются мезофитами. У них потенциал влагопереноса древесины при 0.5 ПВ составляет -6.8 – -7.0 МПа. Появилась возможность рассчитать силы взаимодействия почвы и растения в любом диапазоне влажности, оценить направления влагопереноса вдоль и поперек ствола (в каких диапазонах влажности ядро может быть донором или акцептором влаги). В определенных диапазонах влажности ядро ели колючей при 0.5 ПВ и пихты одноцветной при 0.9 ПВ, а также бузины черной, скумпии кожевенной и др. становятся акцептором влаги. Напротив, жимолость татарская, тамарикс – это породы доноры по функции ядра во влагообмене.

Таблица 1. Изотерма капиллярного испарения свежесрубленной древесины хвойных и лиственных пород (здесь и в последующих таблицах числитель – заболонь, знаменатель – ядро). **Table 1.** The isotherm of capillary evaporation of the cut down wood of coniferous and deciduous breeds (here and in the subsequent tables numerator – sap-wood, a denominator - a heartwood)

Древесная порода	Равновесная влажность древесины (%) при относительном давлении пара (P/Ps*)						
	0.14	0.33	0.54	0.77	0.92	0.98	1.00
Ель колючая. (*Picea pungens Engelm*)	4.9 / 5.1	7.2 / 8.1	12.5 / 11.2	22.5 / 14.8	31.4 / 28.7	137.1 / 103.2	173.1 / 125.1
Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*)	4.8 / 5.5	6.6 / 6.8	10.2 / 9.7	17.9 / 15.2	31.6 / 18.7	148.9 / 53.8	184.6 / 84.6
Лиственница сибирская (*Larix sibirica Ledeb.*)	5.2 / 3.2	6.8 / 6.1	11.0 / 9.8	19.0 / 14.3	28.5 / 24.1	93.2 / 79.2	114.9 / 95.9
Дуб черешчатый (*Quercus robur L.*)	3.9 / 4.2	7.2 / 7.9	10.8 / 11.5	20.8 / 18.2	80.9 / 45.1	121.5 / 81.3	154.0 / 103.0
Ольха черная (*Alnus glutinosa (L.) Gaertn*)	3.6 / 3.6	7.4 / 7.3	10.9 / 10.6	18.1 / 17.5	70.0 / 76.3	126.9 / 136.0	175.5 / 181.5

* – P/Ps – давление пара соответственно при данной влажности воздуха и при полном насыщении воздуха влагой и температуре 20 ^{0}C.
** – P/Ps - pressure pair accordingly at the given humidity of air and at full saturation of air by a moisture and temperature 20 ^{0}C*

Изучение гидрофизических свойств древесных пород позволяет по результатам измерения функциональной влажности судить об энергетике связи влаги с древесиной во всем диапазоне ее изменений. Становится понятной глубина водного стресса, переживаемого древесной породой. Так, у ели колючей при влажности заболони 83, а ядра 31% потенциал влагопереноса достигает -6.9 и -10.6 МПа. Говорить о наличии свободной влаги не приходится. Но в то же время видно, что большую часть вегетации в заболони нет свободной влаги, а дотация влаги из ядра возможна и осуществляется. Отмеченная низкая величина функциональной влажности заболони и ядра свидетельствует о том, что влагообмен в стволе живого дерева, например, ели и дуглассии происходит при величине потенциала влагопереноса значительно меньшем -15 – -30 МПа – при полном отсутствии свободной влаги. Понятной становится слабая устойчивость ели колючей в

степи: заболонная древесина с высоким потенциалом влагопереноса не обеспечивает потребности породы.

Таблица 2. Связь потенциала влагопереноса и влажности древесины.
Table 2. Connection of potential of carry of a moisture and humidity of wood.

Древесная порода	ПВ,%	Абсолютная величина потенциала влагопереноса (МПа) при влажности древесины в долях от ПВ*				
		0.9	0.8	0.6	0.5	0.3
Pinus sylvestris L	185 ±6.2 85 ±5.8	1.3(167)** 0.6(76)	2.7(148) 1.5(68)	5.4(111) 3.4(51)	6.8(92) 5.2(42)	9.3(56) 9.3(25)
Larix sibirica Ledeb.	115 ±7,1 99 ±7,6	1,6(103) 1.1(86)	2.8(92) 2.4(77)	5.6(69) 5.4(58)	7.0(58) 6.8(48)	9.8(35) 9.8(29)
Picea pungens Engelm.	173 ±7.0 125 ±9.5	1.5(156) 1.3(113)	3.0(139) 2.8(100)	5.7(104) 5.6(75)	6.8(89) 6.8(63)	10.0(52) 9.8(38)
Quercus robur L.	154±5.5 103±2.1	1.3(99.0) 1.3(99.0)	2.6 (98.1) 2.7(98.0)	8.5(93.8) 7.0(94.9)	13.3(90.5) 9.7(93.0)	24.1(83.4) 22.9(84.1)
Alnus glutinosa (L.) Gaertn	176 ±6.1 182 ±9.8	0.6(100) 1.3(99)	1.8(99) 1.9(99)	5.9(96) 6.4(95)	8.3(94) 8.8(946)	18.8(87) 19.6(87)

*– ПВ – полная влагоемкость древесины, %. *– FM – the full moisture capacity of wood, %.
**– В скобках указана абсолютная влажность древесины в %. **– In brackets absolute humidity of wood in % is specified

Различия в величине потенциалов влагопереноса заболони и ядра имеет несколько новых следствий для практического степного лесоводства. При подборе плюсовых деревьев необходимо также учитывать долю заболони в объеме древесины ствола. Предпочтение следует отдавать видам с широкой заболонью (более 30 – 40%). Например, у лиственницы сибирской заболонь значительно более эффективный, чем ядро третий двигатель влагопереноса и резервуар доступной влаги. Поэтому все мероприятия, направленные на увеличение прироста, повысят долю заболони и эффективность названных функций.

К настоящему времени мы располагаем основными гидрофизическими характеристиками 15-17 древесных пород, что позволяет нам выделить еще один диапазон влажности древесины – диапазон «наибольшего благоприятствования росту» 0.8 – 0.9 ПВ. Оказалось, что в этом случае потенциал влагопереноса древесины не превышает -3 МПа для всех изученных пород. В данном диапазоне влажности влагоперенос в системе «растение – среда» более гармоничен.

Изотермы капиллярного испарения древесины лиственных, хвойных и кустарниковых пород отличаются друг от друга. В таблице 3 представлена связь потенциала влагопереноса и влажности древесины в долях от полной влагоемкости хвойных и лиственных пород в сравнении.

Если потенциал влагопереноса в точке перегиба полинома шестой степени древесины хвойных составляет в среднем для 9 пород -15.6 МПа (заболонь) и -15.5 МПа (ядро), то для 15 видов лиственных пород -27.4 МПа (заболонь) и -29.3 МПа (ядро). Различия между лиственными и хвойными породами в заболони составляют 7.9% равновесной влажности воздуха и -11.8 МПа потенциала влагопереноса, а в ядре соответственно 8.7% и -13.8 МПа.

Изучение гидрофизических свойств древесины включало также измерение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) и водородного показателя (pH) древесины, корней, листьев (хвои). Они играют важную роль в различных физиологических процессах (дыхание, фотосинтез). Измерение ОВП и pH свежесрубленной древесины проводились по тем же принципам, что и при изучении данных показателей почвы с помощью электронного иономера И-500 (табл. 4).

Таблица 3. Связь потенциала влагопереноса и влажности древесины.
Table 3. Connection of potential of carry of a moisture and humidity of wood.

Древесные породы	ПВ, %	Потенциал влагопереноса (МПа) в абсолютных величинах при влажности древесины в долях от ПВ						
		0.9	0.8	0.6	0.5	Точка перегиба графика полинома		
						Равновесная влажность, %	Относительная влажность, %	Потенциал влагопереноса, МПа
СРЕДНЕЕ ПО 9 хвойным породам	165 112	1.4±0.3 1.1±0.2	2.7±0.2 2.5±0.2	5.4±0.2 5.1±0.4	6.8±0.2 6.6±0.4	31.5±1.5 28.8±2.4	88.9±0.7 89.0±0.7	15.6±1.1 15.5±1.0
Среднее по главным лиственным породам	147 130	1.1±0.4 1.0±0.3	2.2±0.7 2.1±0.6	6.0±1.5 6.3±2.5	8.8±2.0 8.3±2.1	23.1±3.2 22.5±3.9	0.8±0.1 0.8±0.1	27.4 ± 1.6 29.3 ± 2.1
Среднее по кустарникам	103 85	0.5±0.1 0.9±0.3	1.6±0.2 1.6±0.1	4.0±0.9 2.9±0.8	8.3±2.7 6.5±2.3	35.3±4.1 35.8±4.9	0.9±0.0 0.9±0.1	17.0 ± 1.3 15.8 ± 0.9

Древесина исследованных хвойных пород имеет pH < 7. Ядро сосен, лиственницы, ели имеют более кислую реакцию, чем заболонь; а дуглассия, можжевельник наоборот. pH хвои с возрастом становится менее кислым (например, у сосны обыкновенной водородный показатель снижается с 4.9 до 5.4). pH корня также находится в кислом диапазоне (4.9 – 5.5). Разброс значений ОВП достаточно большой от 25 до 160 мВ. Так у корней всех видов сосен он примерно одинаков и находится в пределах 100 мВ, что указывает на большую подвижность электронов. У дуглассии, лиственницы, ели, можжевельника он более низкий. Активность электронов в хвое снижается с возрастом примерно на 20 – 30 мВ. ОВП и pH ели и можжевельника виргинского примерно соотносятся с таковыми показателями лиственницы сибирской, только ОВП ядра можжевельника составляет 118 мВ, камбия ствола ели колючей 84 мВ. pH ядра можжевельника 5.7, ели 4.9. Можно предположить, что у пород с довольно влажным ядром, как, например лиственница, сосна крымская, ель, дуглассия, ядро довольно активно участвует в водообмене. Так как ОВП ближе к той системе, окисленные или восстановленные формы содержатся в большем количестве, а значения, полученные в результате исследования, находятся в пределах (+100 – -100 мВ) можно сделать вывод о том, что потенциалопределяющая система в древесине исследуемых хвойных и лиственных пород восстановительная.

Для лиственных пород в летний сезон высокие показатели редоксипотенциала имеют смородина золотая, тамарикс, скумпия кожевенная, груша лесная, тополь белый, что говорит о недостатке влаги в древесине этих пород, а низкие и отрицательные – бузина черная, жимолость татарская, дуб черешчатый, липа мелколистная, что свидетельствует о повышении влажности. В весенний период значения ОВП (груши лесной, тополя белого) высокие и находятся в диапазоне 58 – 80 мВ. Низкие имеют скумпия кожевенная, береза повислая, вяз мелколистный. pH лиственных пород в летнее время, в отличие от хвойных, изменяется от кислой реакции среды (жимолость татарская, дуб черешчатый, тополь белый) до щелочной (тамарикс, смородина, липа, скумпия). Полученные значения ОВП могут служить показателем поражения древесины дереворазрушающими грибковыми заболеваниями, так как большая часть ОВ реакций имеет биохимическую природу и самым тесным образом связана с микробиологическими процессами. (Федоров, 1984).

По ИКИ можно рассчитать лимиты функциональной влажности древесины и листьев (хвои). Мы предположили, что границы качественного изменения влажности почв будут совпадать с таковыми древесины, поэтому методы изучения свойств древесины будут подобны методам,

используемым при изучении почв. При изучении диапазонов доступной влаги в выборе методик мы руководствовались высказыванием Эдлефсена (Козловский, 1969, с.128), где он утверждал, что почву, растение и атмосферу следует рассматривать как комбинированную систему, для оценки которой можно использовать общие понятия и методы. Мы взяли в основу обобщенные критерии влажности почвы по Е.Н. Романовой (1977) и Т.Ф. Рывкиной (1977): *оптимальная влажность* 0.9-0.8 ПВ – в этом случае потенциал влагопереноса не выходит за пределы 3 МПа; *достаточная* 0.8-0.6 ПВ; *напряженно-достаточная* 0.6–0.5 ПВ; *критическая*, или порог необратимых изменений, 0.3-0.5 ПВ.

Таблица 4. Редоксипотенциал и водородный показатель органов некоторых древесных пород в период вегетации: в числителе – ОВП, в знаменателе – pH. **Table 4.** The oxidation-reduction and hydrogen parameter of parts of some tree species during vegetation.

Древесная порода	Ствол			Корень		Листья, хвоя	
	камбий	заболонь	ядро	камбий	древесина	Хвоя 1-летняя	Хвоя 2-летняя
Larix sibirica Ledeb.	58.6±3.4 / 5.8±0.0	74.4±2.3 / 5.9±0.1	87.8±3.4 / 5.3±0.1	90.9±3.1 / 5.2±0.1	64±3.8 / 4.8±0.1	162.0±9.3 / 3.4±0.0	-
Pseudotsuga menzi-esii (Mirb) Franco	40.1±1.7 / 6.1±0.1	36.3±2.2 / 5.4±0.2	63.4±5.3 / 5.8±0.1	42.2±5.2 / 5.5±0.2	59.6±2.5 / 4.9±0.1	96.3±6.5 / 5.1±0.1	71.9±8.1 / 5.3±0.1
Pinus sibirica Du Tour	76.6±1.3 / 5.6±0.1	111.0±10.6 / 5.2±0.1	160.2±9.6 / 4.7±0.1	104.1±1.9 / 5.4±0.1	92.6±9.6 / 5.2±0.1	131.4±8.5 / 4.3±0.0	110.8±7.2 / 4.6±0.1
Pinus pallasiana D. Don	63.5±1.9 / 6.3±0.1	64.1±6.3 / 5.7±0.1	78.7±6.8 / 4.9±0.1	86.5±3.6 / 5.4±0.1	90.5±2.1 / 5.2±0.0	130.8±7.0 / 5.0±0.1	99±4.8 / 5.3±0.1
Pinus ponderosa Dougl. et Laws.	59.3±3.1 / 5.8±0.1	95±4.6 / 4.8±0.2	139.3±8.7 / 3.9±0.2	67±2.6 / 5.7±0.1	91.7±3.9 / 5.4±0.1	114.2±8.1 / 4.6±0.1	82.5±4.3 / 5.1±0.1
Pinus sylvestris L.	75.3±2.9 / 5.7±0.1	75.5±3.0 / 5.4±0.1	94.5±4.8 / 5.1±0.2	71.3±3.1 / 5.6±0.1	96.8±4.0 / 5.3±0.1	113.7±6.4 / 4.9±0.1	92.1±5.6 / 5.4±0.1
Robinia Pseudoacacia	85.5±4.4 / 5.7±0.1	60.6±1.3 / 5.4±0.2	40.8±1.0 / 5.7±0.2	49.0±5.1 / 5.3±0.1	39.3±0.6 / 5.2±0.1	31.7±2.6 / 7.2±0.1	-
Armeniaca vulgaris	-8.2±1.8 / 4.5±0.1	-29.6±3.2 / 5.2±0.1	-21.2±1.3 / 4.9±0.2	21.0±0.2 / 5.1±0.1	22.3±1.5 / 4.8±0.7	39.4±3.3 / 6.4±0.1	-
Ribes Aureun Pursh	35.0±3.7 / 7.3±0.1	83.0±1.6 / 7.5±0.2	-	64.5±4.0 / 7.7±0.1	0.8±1.7 / 7.7±0.1	-61.8±5.3 / 5.3±0.1	-
Caragana arborescenses Lam.	17.4±3.5 / 6.8±0.1	33.8±3.6 / 6.3±0.1	50.1±1.7 / 6.1±0.2	-43.7±3.8 / 5.9±0.1	19.8±0.7 / 5.5±0.1	50.1±1.7 / 6.1±0.2	-
Quercus robur L.	42.1±1.9 / 5.7±0.1	20.1±0.7 / 5.1±0.2	52.0±2.4 / 5.2±0.1	36±3.3 / 5.4±0.2	20.6±1.1 / 5.5±0.1	13.0±2.8 / 7.1±0.2	-
Tamarix gracilis L.	58.4±4.7 / 7.6±0.1	75.2±4.9 / 7.5±0.1	82.7±4.8 / 7.5±0.1	56.8±1.9 / 6.1±0.2	56.2±4.1 / 5.7±0.1	34.0±4.2 / 4.9±0.2	-
Alnus glutinosa (L.) Gaertn	21.2±1.9 / 6.2±0.1	-24.2±4.8 / 6.8±0.1	-25.4±2.9 / 6.4±0.1	34.7±1.3 / 6.7±0.7	-44.2±11.8 / 6.5±0.1	-	-

Наши данные подтверждают, что недостаток влаги в первую очередь сказывается на влажности древесины и в последнюю очередь на влажности листьев (хвои).

Динамика влажности древесины и хвои показывает, что наибольшая влажность наблюдается в весенний период, наименьшая в конце лета, причем разница довольно существенная, например, у сосны желтой по заболони она достигает 40%, а у сосны черной почти 60%, у других пород колебания также значительны и находятся в пределах 20–40%.

У хвойных в весенний период, когда влагозапас в почве достаточно высокий влажность заболони находится – в достаточном и оптимальном диапазоне, хвои – в оптимальном, корня колеблется от 0.8 ПВ до 0.4 ПВ, ядра – в критическом диапазоне. В летний период картина

влажности довольно резко ухудшается. Заболонь находится в диапазоне напряженно-достаточного увлажнения (0.6–0.8 ПВ) у сосен, только у лиственницы 0.9 ПВ; ядро – у всех пород в критическом диапазоне; корень – от напряженно-достаточной (сосны), достаточной (ель, пихта) до критической (кедр, дуглассия, лиственница, можжевельник); хвоя – в диапазоне достаточного увлажнения. Это алгоритм экспресс анализа состояния лиственных древесных пород

Заболонь имеет, как правило, лучшие воднофизические свойства и потому лучше выполняет функции не только резервуара, но и водного насоса. Это подтверждает необходимость проведения интенсивных мер ухода за древостоем, позволяющих сохранить структуру древесины близкую к ювенильной – с минимальным содержанием ядровой ее части.

Все предложения по улучшению ведения лесного хозяйства не выходят за пределы «своевременного обновления» лесов и ЗЛН. Основное отличие климаксовых лесов состоит в эффективной профилактике этиолированности древостоев, в стабилизации водного режима ассимиляционного аппарата для обеспечения фотосинтеза (Берри, 1997), в увеличении запасов доступной влаги в почве и в древесине деревьев будущего, в существенном увеличении размера крон и количестве запасных питательных веществ для получения катаболической влаги (Новицкая, 1971), в определении интенсивности рубки по числу оставшихся, а не вырубленных деревьев и формировании заданного (сбежистого) морфологического типа средних деревьев. Целью является создание резервных (многоцелевых) климаксовых старовозрастных лесов. Под *заведомо устойчивыми,* по формулировке К.Ф. Тюрмера (Берри, 1997, с.63), или *климаксовыми* древостоями мы понимаем древостои, находящиеся в устойчивом равновесии с условиями окружающей среды, что близко к высказываниям Р. Риклефса (1979), В.Н. Сукачева (1975).

Анализ более 90 таблиц хода роста шести главных лесообразующих пород России в нормальных насаждениях выявил достаточно строгое однообразие морфологического типа средних деревьев. Отношение высоты дерева к площади поперечного сечения на таксационном диаметре (величина комплексного оценочного показателя или КОП, или единичного среднего объема ствола дерева) практически одинаково для всех пород по классам возраста (табл. 5).

Это раскрывает алгоритм изменения внешнего вида средних деревьев в нормальных древостоях. По сравнению с заведомо устойчивыми (климаксовыми) лесами, которые в возрасте 20, 30…50, 70, 100 и 120 лет имеют небольшую густоту и величину КОП – соответственно 4.0; 3.5; 3.0; 2.0 и 1.5 см/см^2, нормальные леса чрезмерно этилированны и потому неустойчивы. Заметим, что при указанном соотношении высоты и площади поперечного сечения стволов субклимаксовые молодняки нельзя назвать жердняками и потому метод создания заведомо устойчивых насаждений из молодняков мы назвали интенсивным безжердняковым, а принцип ведения хозяйства – лесопарковым, климаксовым.

Отсутствие в работе лесоводов опоры на фундаментальную математически доказанную зависимость эффективности фотосинтеза от стабильности оводненности ассимиляционных тканей является одним из основных недостатков современного степного лесоводства (Берри, 1997). Многочисленные исследователи зарегистрировали существенные колебания влажности листьев, побегов, древесины в течение суток, месяцев, сезонов года в степи, лесостепи и бореальной зоны. Уменьшить колебания влажности, снижающие эффективность фотосинтеза, можно лишь одним способом – увеличением площади питания до вполне определенных лимитов. Требуемая густота или площадь питания определяется по диаметру крон средних деревьев, равному в климаксовых насаждениях половине длины ствола. В ординарных же древостоях диаметр крон средних деревьев меньше 30…35% длины ствола. А.В. Гурский (1957) и В. Желявски (1980), В.О. Казарян (1990), В.Д. Шульга (2004)

объясняют продолжительность жизни главной породы в степи временем достижения унифицированной высоты или «потолка», что не имеет отношения к "старению" или "долговечности" породы. Лимит роста в высоту исчерпан, когда ствол достигает предельной высоты капиллярного подъема влаги древесиной. Если же размер кроны в борах, дубравах и своевременно изреженных ЗЛН превышает половину высоты деревьев, то периодический дефицит влаги выльется не в суховершинность, а в безболезненный отпад мелких ветвей (ветвепад), так как оставшаяся бóльшая часть кроны подпитывается капиллярами древесины. Здесь много запасных питательных веществ – резерва катаболической влаги. После достижения критической высоты дальнейший рост главных пород возможен только в толщину при облигатном снижении густоты древостоя. КОП деревьев I класса Крафта соответственно в 2 и 4 раза меньше, чем деревьев III и IV классов, что в первом приближении объясняет наблюдаемые различия во влажности древесины: по закону Пуазейля масса воды переносимая по трубке в единицу времени обратно пропорциональна расстоянию. В нашем случае длина трубки – это длина единичного объема ствола (КОП), о чем говорит его размерность.

Таблица 5. Морфологический тип средних деревьев основных лесообразующих пород в нормальных древостоях I класса бонитета. **Table 5**. Morphological type of average trees of the cores of species forest forming in normal forest stands I (first) of a bonitet class.

Главная порода	Величина КОП, см/см^2 в возрасте, лет:				
	20	30	50	70	100
Сосна	20.6	12.3	6.8	4.8	3.4
Лиственница	22.9	12.6	7.3	5.0	3.8
Ель	19.9	11.5	6.5	4.4	3.0
Пихта	16.2	11.3	5.7	3.8	2.7
Дуб	22.7	12.6	6.2	3.9	2.5
Берёза	22.1	13.4	7.2	5.0	3.7
В среднем для нормальных лесов	20.7	12.3	6.6	4.5	3.2
Для заведомо устойчивых лесов	4.0	3.5	3.5	3.5	2.0

Климаксовые древостои состоят преимущественно из деревьев I и II классов Крафта, так как при интенсивных рубках в 1 – 2 приема выбираются деревья низших классов и в древостое остаются только деревья будущего в количестве 250 – 450 шт/га. Любой довод о преимуществах господствующих деревьев по сравнению с деревьями III – V классов Крафта свидетельствуют о преимуществах климаксовых древостоев. Это превосходство отмечено в литературе: по влажности древесины; массе, влажности и площади хвои; количеству шишек; объёму среднего дерева; размеру ядра; размеру и объёму крон; величине КОП; динамике рангов; смолопродуктивности; числу здоровых деревьев; отпаду; снижению прироста в засуху; отзывчивости на рубки ухода.

Новые знания позволяют отказаться от представлений о быстром старении главных древесных пород в аридной зоне и перейти к интенсивному ведению лесного хозяйства. Создание устойчивых (климаксовых) старовозрастных древостоев с помощью своевременных интенсивных рубок ухода, изменяющих морфологический облик и биологическую устойчивость деревьев и древостоев, может служить надежной альтернативой принятому лесоводству и лесопользованию. Это предполагает перевод лучших (по ассортименту, условиям роста и продуктивности) 15 – 20% лесного фонда леса в климаксовое состояние и сохранить их до 200 – 250-летнего возраста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Берри Д.А.* Зависимость фотосинтеза от факторов окружающей среды. Ред. О.Д. Говинджи // Фотосинтез. М.: Мир, 1997. Т. 2. С. 273-364.
2. *Гурский А.В.* Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. М.-Л.: АН СССР, 1957. 303 с.
3. *Желявски В.* Старение растительного организма // Физиология растений. Т. 27. Вып. 4. 1980. С. 869-879.
4. *Казарян В.О.* Физиологические аспекты эволюции от древесных к травам. Л.: Наука, 1990. 348 с.
5. *Калиниченко Н.П.* Дубравы России. М.: ВНИИЦЛесресурс, 2000. 536 с.
6. *Козловский Т.* Водный обмен растений. Ред. Н.С. Петинова. М.: Колос, 1969. 247с.
7. *Новицкая Ю.Е.* Особенности физико-биохимических процессов в хвое и побегах ели в условиях Севера. Л.: Наука, 1971. 117 с.
8. *Перехоженцев А.Г.* Вопросы теории и расчета влажностных соотношений неоднородных участков ограждающих конструкций зданий. Волгоград: Нижневолжское кн. изд-во, 1997. 273 с.
9. *Риклефс Р.* Основы общей экологии. М: Мир, 1979. 494 с.
10. *Романова Е.Н.* Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 280 с.
11. *Рывкина Т.Ф.* Анализ влияния суточного хода испарения на экстремальные значения влажности почв при грунтовом питании // Энерго- и массообмен в среде обитания растений. Л.: АФИ, 1977. С. 53-56.
12. Справочное руководство по древесине. М.: Лесная промышленность, 1979. 544 с.
13. *Сукачев В.Н.* Избранные труды // Проблемы фитоценологии. Т. 3. Л.: Наука АН СССР, 1975. Т. 3. 344 с.
14. *Федоров Н.И.* Корневые гнили хвойных пород. М.: Лесная промышленность, 1984. 160 с.
15. *Чудинов Б.С.* Влага в древесине. Новосибирск: Наука СО, 1984. 270 с.
16. *Шульга В.Д., Максимов А.Н.* Влияние затопленных почв Волго-Ахтубинской поймы на состояние лесов // Почвоведение. 1991. № 1. С. 105-110.
17. *Шульга В.Д.* Гидрофизическая мотивация приемов создания заведомо устойчивых древостоев в степи // Лесное хозяйство. 2004. № 2. С. 28-31.

SUBSTANTIATION OF NECESSITY INTENSIVE CARE OF FORESTRY IN RECREATIONAL FOREST STANDS OF THE ARID ZONE

© 2007. V.D. Shulga, A.I. Gustova, D.K. Terehina

The All-Russia scientific research agrosylviculture institute
Russia, 400062, Volgograd, the Prospectus University, 97 E-mail:vnialmi@avtlg.ru

The physical properties of wood, moisture of wood and leaf (needles) some of coniferous and leaf-bearing kinds growing in territory of the Volgograd region are investigated, and on the basis of results the conclusions about a condition of wood stands are made. The recommendations for technology of formation of steady protective wood plantings are given.

Key words: isotherm of capillary evaporation; sap-wood; a heartwood; potential of carry of a moisture; oxidation-reduction potential; hydrogen parameter; the complex estimated parameter.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 551.435.2

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЕРВИЧНЫХ СУКЦЕССИЙ АРАЛЬСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ

© 2007 г. Л.А. Димеева

Институт ботаники и фитоинтродукции Министерства образования и науки Казахстана Казахстан, 050040 Алматы, ул. Тимирязева, 36-д, E-mail: dimeyeva.liliya@nursat.kz

Реферат. На побережье Аральского моря выявлено три типа первичных сукцессий – псаммосерия, галосерия и потамосерия. Для отнесения первичных сукцессий к тому или иному ряду (серии) принимаются во внимание особенности экологических условий (механический состав и засоление почвогрунтов, глубина залегания и менерализация грунтовых вод) и экологический тип растительности зрелых стадий сукцессии. Типы сукцессий отличаются закономерностями временной динамики и трендами индексов видового разнообразия.

Ключевые слова: Аральское море, первичная сукцессия, видовое разнообразие.

Отступание Аральского моря началось в начале 1960-х годов. Первичная сукцессия охватывает территорию более 50 000 кв.км. Последовательность смен растительности, направленность процессов зарастания и предполагаемые конечные стадии зависят от субстрата. Осушенная полоса (Аралкум) является уникальной территорией – природной лабораторией для изучения процессов аридизации климата, опустынивания, формирования первичных фитоценозов и экосистем. На Казахстанской части осушки в настоящее время произрастает 344 вида растений, из них 19 видов – эндемики.

Возникновение первичных сукцессий связано с освоением растениями территорий, где ранее растительность отсутствовала. Первичные сукцессии – это не только возникновение первичных фитоценозов, а затем их последовательные смены, но и формирование определенных типов биогеоценозов (экосистем) при решающем значении средообразующего влияния живых организмов (Работнов, 1983). В первичной сукцессии последовательно происходят процессы миграции диаспор и приживания всходов, взаимодействия растений и усиления конкуренции, изменения условий произрастания и смены фитоценозов. Часто первичные сукцессии начинаются на безжизненном субстрате. Присутствие в субстрате хотя бы в незначительных количествах минеральных элементов питания растений обеспечивает поселение сосудистых растений. Происходит образование почвы, накопление в ней органического вещества и азота, расчленение почвы на горизонты. Длительность периода, необходимого для достижения климаксового состояния зависит от климата, состояния субстрата и образующейся почвы. Формирование климаксовых сообществ на почвах еще не имеющих признаков, типичных для климакса, следует относить к квазиклимаксу (Danserau, 1965).

Первичная сукцессия может протекать по разным моделям: благоприятствования, толерантности, ингибировании, нейтральности (Drury, Nisbert, 1973; Connel, Slatyer, 1977; Bradshaw, 1993; Миркин и др., 2001 и др.). В большинстве случаев разные стадии сукцессий протекают в соответствии с разными моделями. Чаще процесс начинается с модели благоприятствования. На ранних стадиях сукцессии конкуренция между растениями ослаблена, условия среды благоприятствуют формированию монодоминантных сообществ и группировок, развивающихся по модели нейтральности независимо друг от друга (Миркин и др., 2001). В дальнейшем происходит трансформация местообитания в сторону ухудшения. Происходит постепенное расходование ресурсов, усиление конкуренции (за влагу) и смена

видового состава в сторону усиления роли видов с выраженным свойством патиентности, когда основными доминантами становятся виды стресс-толеранты. Модель ингибирования имеет место, как на стадиях сукцессии, так и в зрелых сообществах (моховые саксаульники п-ова Барсакельмес, лишенные зоогенного влияния).

Единицей сукцессии по Ф. Клементсу (Clements, 1916) является серия, состоящая из растительных сообществ, последовательно сменяющих друг друга от пионерной стадии к конечному климаксу. Сукцессионная серия начинается на обнаженном субстрате, свойства которого оказывают влияние на характер сукцессии. В зависимости от исходного состояния субстрата Ф. Клементс выделил гидрические и ксерические серии, которые в свою очередь разделяются на литосерии, псаммосерии и геосерии.

В условиях осушенного дна Аральского моря для отнесения первичных сукцессий к тому или иному ряду (серии) имеет значение механический состав и засоление почвогрунтов, глубина залегания и менерализация грунтовых вод, а также экологический тип растительности зрелых стадий сукцессии (субклимакс). Выделены следующие типы сукцессий: псаммосерия – первичная сукцессия на песчаных отложениях с псаммофитнокустарниковой растительностью на заключительных стадиях формирования; галосерия – на засоленных отложениях тяжелого механического состава, развивающаяся в направлении формирования галофитнополукустарничковой растительности; потамосерия – на засоленных отложениях с формированием кустарниковой тугайной растительности – *Potamothyta* по классификации З.А. Майлун (1973) и Н.М. Новиковой (1997).

Объекты и методы исследований

Исследования проводились на северо-восточном побережье Аральского моря в 10 км юго-западнее устья Сырдарьи (трансекта Баян). Наблюдения проводились на экологических участках профиля от уреза воды к коренному берегу с 1981 г. По результатам исследований опубликован ряд работ (Вухрер, 1990; Димеева, 1994; Димеева, Кузнецов, 1999; Wucherer, Breckle, 2001). Настоящая статья посвящена изучению первичной сукцессии на основе анализа многолетних данных, полученных на участках профиля. В пространственном отношении профиль охватывает стадии зарастания осушенного дна моря от инициальных сообществ и группировок однолетних солянок- *Salicornia europaea, Suaeda acuminata* на полосе маршевых солончаков и *Climacoptera aralensis, Petrosimonia triandra* – на приморских солончаках; через полосу галофитных кустарников и полукустарничков (*Halostachys belangeriana, Halocnemum strobilaceum*) на приморских почвах к псаммофитным сообществам побережья 60-х годов (*Eremosparton aphyllum, Stipagrostis pennata*).

Исследование растительности проводилось стандартными методами (Полевая геоботаника, 1959 – 1974; Быков, 1978). Описания растительных сообществ выполнялись на площадках размером от 100 до 200 м^2 (в зависимости от проективного покрытия) с использованием геоботанических бланков. Видовое разнообразие сообществ определяли с помощью меры видового богатства и индекса Шеннона (альфа-разнообразие). Бета-разнообразие оценивали по коэффициенту флористического сходства Съеренсена.

Обсуждение результатов

Псаммосерия. Полоса песков опоясывает все побережье Аральского моря. На первых этапах снижения моря формирование растительности по всему периметру побережья шло по псаммосерии. В настоящее время на приморских песках сформировалась псаммофитнокустарниковая растительность. Основными доминантами являются виды рода *Calligonum,* которых на Казахстанском побережье насчитывается 32 вида, а также *Haloxylon aphyllum, Eremosparton aphyllum, Astragalus brachypus.* Псаммофитная сукцессия на юго-восточном побережье Арала была описана В. Вухрером и З.-В. Брекле (2003). На трансекте

Баян песчаный пояс занимает территорию около 150 м шириной. Пески незасоленные 0.02-0.06%. Грунтовая вода на глубине 130-220 см, слабосолоноватая (1.2-1.4 г/л; Вухрер, 1990). Наблюдения проводились на двух участках, в статье приводятся сведения по одному из них, выводы сделаны с использованием всех данных.

Псаммосерия 3.[1] Наблюдения в сообществе начаты на 17 год континентального развития территории. За 20 лет наблюдений на участке было зарегистрировано 20 видов растений. Предполагается, что на первых этапах зарастание осуществлялось сначала солеросом и сведой, далее происходило формирование лебедовых группировок. Зарастание лебедой в первый год сукцессии также возможно (Вухрер, Брекле, 2003). Появление селиновых группировок возможно уже на третий год сукцессии (по аналогии с побережьем п-ова Барсакельмес). К моменту наблюдений сформировалось селиновое сообщество с проективным покрытием 24% и флористическим составом 10 видов (табл. 1), среди которых есть единичные кустарники эремоспартон и жузгун. Проективное покрытие сообщества с течением времени имеет тенденцию к увеличению. Постепенно возрастает роль кустарников в сообществе. На 23 год сукцессии эремоспартон начинает играть роль субдоминанта

Таблица 1. Видовой состав растительных сообществ в псаммосерии 3 (1964 год осушки).
Table 1. Floristic composition of plant communities in psammosere 3 (time of desiccation 1964).

Годы наблюдений	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1989**	**1990**	**1992**	**1994**	**1998**	**1999**	**2001**
Годы сукцессии	17	18	19	20	21	22	23	25	26	28	30	34	35	37
Число видов	10	10	12	10	12	11	12	10	10	11	13	10	7	7
Проективное покрытие, %	**24.0**	**24.0**	**26.2**	**26.4**	**26.6**	**26.9**	**33.0**	**32.8**	**32.0**	**31.7**	**35.2**	**21.0**	**21.5**	**43.7**
Вид /Проективное покрытие														
Stipagrostis pennata	**20.0**	**20.0**	**20.0**	**20.0**	**20.0**	**20.0**	**20.0**	**20.0**	**20.0**	10.0	10.0	4.0	1.0	3.0
Eremosparton aphyllum	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	10.0	10.0	10.0	**20.0**	**20.0**	**10.0**	**10.0**	**15.0**
Leymus racemosus	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1			
Lycium ruthenicum	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.5	1.0	7.0
Calligonum crispatum	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.0	4.0	5.0	**12.0**
Lactuca tatarica	0.1		0.1	0.1	0.1							0.2		
Salsola paulsenii	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	
Corispermum aralo-caspicum	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.0	0.1	1.0	0.5
C. hyssopifolium.	0.1	0.1		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.0	0.1		
Atriplex pratovii	0.1		0.1											
Convolvulus subsericeus		0.1												
Astragalus brachypus		0.1	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1			
A.lehmannianus			0.1											
Chondrilla brevirostris			0.1		0.1	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	2.0	3.0	6.0
Linaria dolichoceras					0.1		0.1							
Horaninovia ulicina										0.1				
Anisantha tectorum						0.1	0.1			0.1	0.1			0.2
Lappula semiglabra											0.1			
Senecio noeanus											0.1			

[1] Цифра соответствует номеру участка на трансекте

сообщества, а с 28 года является доминантом селиново-эремоспатронового сообщества. Роль жузгуна очень незначительна в течение более, чем 30 лет развития. Но на 37 год сукцессии он начинает играть роль субдоминанта псаммофитнокустарникового сообщества. Это знаменует следующую стадию формирования растительности, находящейся по-прежнему на самой низкой ступени развития песчаной растительности (Курочкина, 1978). Смена доминирования селина на эремоспартон связана с эоловыми процессами – аккумуляцией и дефляцией и преобладанием экзогенных процессов в разреженных растительных сообществах. Наблюдения за параметрами альфа- и бета-разнообразия показали следующее. Видовое богатство имеет незначительную тенденцию к снижению (рис. 1). В то же время индекс Шеннона показывает заметный рост в ходе сукцессионного развития. Изменение коэффициента Съеренсена в многолетней динамике сообщества показало рост степени сходства при высоком первоначальном его значении.

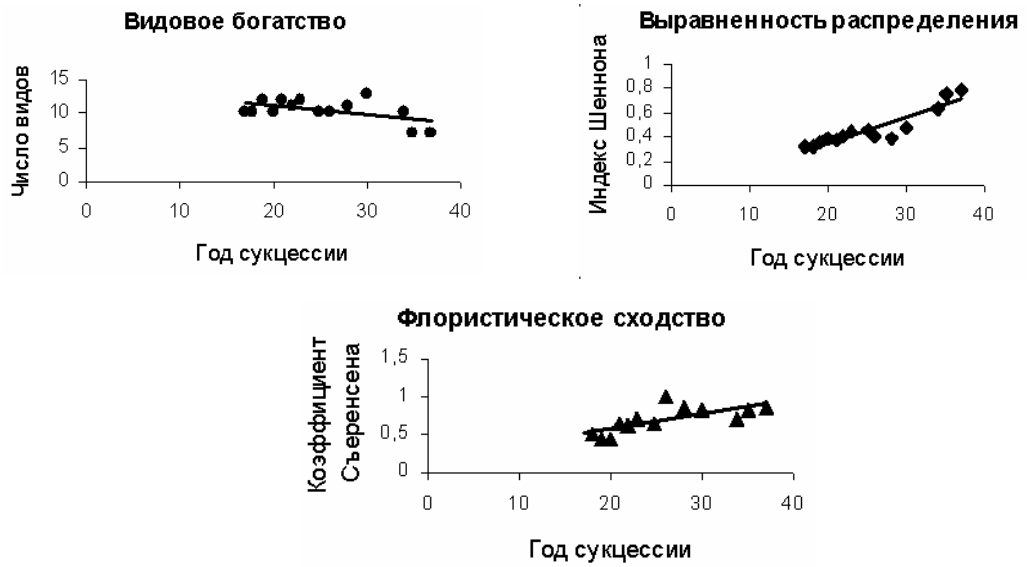


Рис. 1. Индексы видового разнообразия в псаммосерии 3.
Fig. 1. Plant species diversity indices in psammosere 3

Псаммосерия начинается со стадии однолетних солянок на маршевых и приморских солончаках. По мере рассоления и перевевания поверхностных горизонтов, формирования первичного рельефа смены растительности могут идти в разных направлениях. На выровненных песках и межбарханных понижениях стадия однолетних солянок (лебедовая) может длиться более 30 лет (восточном побережье, урочище Козжетпес). С формированием эолового рельефа сукцессионные ряды соответствуют дефляционным и аккумулятивным сменам растительности. Злаковый этап (селиновый) соответствует фазе аккумуляции песка. Кустарниковый этап (эремоспартоновый) соответствует фазе дефляции (зона выноса). От степени аккумуляции и дефляции зависит обратимость процессов зарастания и возврат к прежним стадиям (Курочкина, 1978). Поселение кустарниковых бобовых (*Eremosparton aphyllum, Astragalus brachypus*) в зонах дефляции важно для обогащения бедной питательными элементами песчаной почвы азотом (Курочкина, 1978). Переход от инициальных стадий к древесно-кустарниковому этапу происходит на 35-40 год сукцессии. На песчаных пляжах п-ва Барсакельмес формирование псаммофитнокустарниковых и саксауловых сообществ происходит на 15 год зарастания.

Сукцессия подчиняется модели благоприятствования. В течение 2-3 лет на маршевых солончаках поддерживается высокая влажность почвогрунтов для произрастания суккулентных галофитов. Постепенно уровень грунтовых вод снижается, расходуется

содержание органического вещества первичных донных почвогрунтов (с 1% до 0.5-0.05%). Такие условия становятся неподходящими для солероса и сведы, но благоприятными для поселения лебеды Пратова. Верхний горизонт постепенно рассоляется и подвергается перевеванию. На небольших повышениях рельефа поселяется селин, сначала единичный, потом – группировки. Устойчивое рассоление наступает через 10 лет континентального развития (Боровский и др. 1983), к этому времени формируются сообщества селина и эремоспартона. Начинает стабилизироваться почва, накапливается опад, в растительных сообществах появляются псаммофиты континентальных песков *Chondrilla brevirostris, Linaria dolichoceras, Astragalus lehmannianus.*

Галосерия. Развитие растительности происходит в условиях сильного засоления почвогрунтов и грунтовых вод. Это наиболее распространенный тип сукцессии не только на трансекте Баян, но и по всему побережью Арала. Сильное засоление и тяжелый механический состав являются главными признаками развития растительности по галосерии. Засоление поверхностных горизонтов на трансекте варьирует от 1.7 до 7.2%. Грунтовые воды залегают на глубине 1.2-2.3 м. Минерализация грунтовых вод составляет 32-34 г/л (Вухрер, 1990). Наблюдения проводились на 8 модельных участках, в статью вошли данные по одному из них.

Галосерия 10. Наблюдения были начаты на 4 год сукцессии. К этому времени сформировалось солеросовое сообщество с проективным покрытием 57% и флористическим составом из 17 видов. Очевидно, что зарастание начиналось с инициальных солеросовых группировок. До 7 года зарастания был отмечен рост видового разнообразия на фоне снижения проективного покрытия. На 5 год сукцессии снижение уровня грунтовых вод обусловило уменьшение проективного покрытия и смену доминанта на климакоптеру. Роль галофитных кустарников (тамарикса, дерезы) незначительна. На 7 год зарастания они достигают покрытия 6.5%, но в дальнейшем постепенно выпадают из сообщества (табл. 2). Кустарник соляноколосник появляется на участке на 5 год зарастания, на 12 год сукцессии он начинает доминировать. Появление сарсазана отмечено на 12 год зарастания, на 17 год он становится субдоминантом, на 21 год сукцессии – доминантом, а соляноколосник – субдоминантом. Проективное покрытие после 20 лет сукцессионного развития достигает 60%. За период наблюдений на участке было зарегистрировано 37 видов. Индексы разнообразия имеют тенденцию к снижению. Это определяется быстрой сменой экологических условий и сопряжено с ними растительным покровом. Средообразующая роль доминантов в растительном покрове обусловливает низкие значения выравненности распределения.

Развитие растительности по галосерии начинается на влажных маршевых и приморских солончаках, где формируются солеросовые сообщества в течение 1-3 лет после отступания моря. По мере иссушения поверхности и понижения уровня грунтовых вод в растительном покрове появляются другие виды солянок. На третий год меняется доминантный вид на климакоптеру, доминирование которой наблюдается с 4 по 14 год сукцессии. Часто содоминантом однолетнесолянковых сообществ выступает петросимония, которая на некоторых участках доминирует на 4-5 год зарастания. Стадия однолетних солянок длится более 20 лет, на некоторых участках – до 30 лет. В отдельные годы происходят вспышки продуктивности, до 90 ц/га сухой массы (Димеева, 1994). Появление многолетних видов, особенно кустарников и полукустарничков имеет большое значение для дальнейшего хода сукцессионного развития. Первые кустарники (тамарикс) появляются на 1-3 год зарастания, иногда на 5-7 год они могут доминировать в разреженных группировках. Усиление засоления выдвигает на доминирующую позицию следующий вид – соляноколосник. Он появляется на осушенной полосе на 5(4)-7 годы, может быть субдоминантом, доминирование этого вида наблюдается на 7-18 год сукцессии. На этом завершается кустарниковая стадия. Первые полукустарнички (сарсазан) появляются 10(7)-12 годы зарастания. На 17-18 год

сарсазан становится субдоминантом, а с 21-24 года доминирует на значительных пространствах осушенной полосы. Доминирующее положение сарсазана усиливается за счет способности к вегетативному размножению. Длительность сарсазановой стадии будет

Таблица 2. Видовой состав растительных сообществ в галосерии 10 (1977 год осушки)
Table 2. Floristic composition of plant communities in halosere 10 (time of desiccation 1977)

Годы наблюдений	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1989**	**1994**	**2001**
Годы сукцессии	4	5	6	7	8	12	17	21
Число видов	17	21	18	23	16	9	14	12
Проективное покрытие (%)	**57.0**	**13.5**	**15.0**	**20.0**	**3.0**	**16.0**	**27.0**	**60.6**
Вид / проективное покрытие								
Salicornia europaea	**30.0**	0.2	0.1	0.1	0.1			
Senecio noeanus	8.0	0.2	0.1	0.1	0.1			0.3
Polygonum aviculare	5.0			0.1			0.1	
Tamarix laxa	0.5	0.5	0.2	1.5	0.5			
T.hispida	0.5	**2.0**	1.5	3.0	0.5			1.0
Lactuca tatarica	8.0	0.2	1.0	0.3				
L.serriola	0.2	0.2		0.4				
Lycium ruthenicum	0.5	0.5	1.0	2.0	0.4		0.1	
Limonium otolepis	0.5	0.2		0.1		0.2	0.1	
Cynanchum sibiricum	0.3	1.0	0.2	0.4				
Climacoptera lanata	2.0	**5.0**	**5.0**	**7.0**	0.1			
Phragmites australis	0.2	0.2	0.2	0.4	0.1			
Frankenia hirsuta	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	
Atriplex pratovii	0.2	0.2		0.1	0.1	0.2	2.0	
Eremopyrum orientale	0.1	0.2						
Gypsophila perfoliata	0.3		0.2					
Tamarix ramosissima	0.5	1.0	1.0	0.1				
T..elongata		0.3						
Atriplex sphaeromorpha		0.2	0.2	0.3				
Aeluropus littoralis		0.2		0.1	0.1			
Karelinia caspia		0.3	0.2	0.3	0.1	0.1		
Bassia hyssopifolia		0.2					0.2	
Suaeda crassifolia		0.2	0.2			0.1		
Halostachys belangeriana		0.3	0.3	0.3	0.1	**15.0**	**15.0**	**10.0**
Climacoptera aralensis			**2.0**	**2..5**	0.1	0.1	0.1	1.0
Petrosimonia triandra			1.5	0.4	0.1		0.1	
Salsola australis				0.3	0.1		0.1	
Suaeda acuminata				0.1				1.0
Nitraria schoberii					0.4		0.1	
Halocnemum strobilaceum						0.1	**7.0**	**40.0**
Kalidium foliatum						0.1	1.5	
Ofaiston monandrum							0.5	0.5
Petrosimonia brachiata								0.5
Lappula semiglabra								0.2
Strigosella circinata								5.0
S. africana								0.1
Salsola nitraria								1.0

зависеть от глубины грунтовых вод. При понижении уровня грунтовых вод ниже 3 м сарсазан снижает прирост, а при 4-5 м – отмирает (Никитин, 1966). При установлении автоморфного режима почв и развития солонцового почвообразования формируются

биюргуновые сообщества (северное побережье Аральского моря). Интересно, что на песчаных побережьях п-ва Барсакельмес сарсазановые сообщества развиваются на 3 год осушки, но постепенно утрачивают свое доминирующее значение к 10 году сукцессии.

Изучение галосерии на разных участках трансекты выявило несовпадение сукцессионных рядов. Каждое сообщество развивается по собственному сценарию. Видовой состав подбирается в зависимости от механического состава донных отложений, скорости отступания моря и снижения грунтовых вод, количества осадков в период прорастания семян и другими факторами (Greoneveld et al., 2005). Однако направление развития контролируется общим механизмом.

Галосерия представляет собой сукцессию, развитие которой идет по модели толерантности в условиях изменения водно-солевого режима грунтов и перераспределения солей по почвенному профилю. Среда определяет подбор солеустойчивых видов. Видовое богатство в ходе сукцессии увеличивается, но если наблюдения были начаты не с первого года зарастания, отмечается его снижение (рис. 2). Выравненность распределения снижается, что определяется усилением роли доминантов и их средообразующей роли в растительных сообществах. Бета-разнообразие повышается, поскольку коэффициент флористического сходства снижается, что определяется изменением экологических условий.

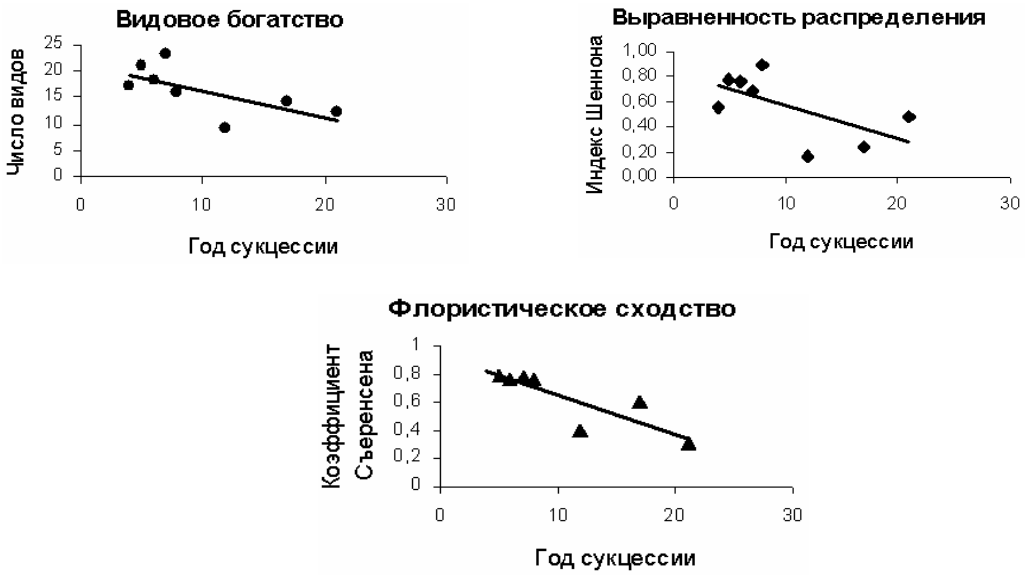


Рис. 2. Индексы видового разнообразия в галосерии 10.
Fig.2. Plant species diversity indices in halosere 10

Потамосерия. Потамосерия характеризует формирование тугайной растительности (табл. 3). На осушенном дне Арала к этому типу растительности относятся тамариксовые и дерезовые сообщества. Тамариксовые тугаи в долинах рек относятся к опустынивающимся тугаям (Никитин, 1966), они формируются на территориях, вышедших из сферы затопления. Тамарикс произрастает при уровне грунтовых вод 2-5 м. На осушенном дне Аральского моря первые всходы тамарикса могут появляться уже на первый год после отступания моря, но это не является свидетельством развития растительности по потамосерии. Формирование тамариксовых сообществ происходит главным образом в прибойной полосе в период длительного стояния моря на одной высотной отметке. По мере отступания моря могут образоваться несколько полос параллельно береговой линии. На песчаных отложениях вокруг п-ова .Барсакельмес сформировалась цепь из параллельных тамариксовых дюн. Тамариксовые сообщества характеризуются высоким проективным покрытием,

достигающим 100% (западное побережье, залив Чернышева). Иногда формирование тамариксовых сообществ начинается на промежуточных стадиях более, чем через 10 лет после осушения. На исследованной территории (в 10 км от Сырдарьи) появление всходов тамарикса часто носит случайный характер и бывает связано с паводковыми водами Сырдарьи.

Таблица 3. Видовой состав растительных сообществ в потамосерии 4 (1966- 67 годы осушки).
Table 3. Floristic composition of plant communities in potamosere 4 (time of desiccation 1966-67).

Годы наблюдений	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1992**	**1994**	**1998**	**1999**	**2001**
Годы сукцессии	15	16	17	18	19	26	28	32	33	35
Число видов	17	15	18	19	18	18	14	8	8	10
Проективное покрытие (%)	**45.0**	**40.0**	**55.0**	**50.0**	**55.0**	**50.0**	**80.0**	**73.0**	**78.0**	**39.0**
Вид / проективное покрытие										
Tamarix laxa	**34.0**	**30.0**	**40.0**	**40.0**	**40.0**	**40.0**	**60.0**	**55.0**	**50.0**	**30.0**
Calligonum crispatum	0.1	0.1	0.2	1.0	1.0	1.0	0.5			
Lycium ruthenicum	1.0	0.2	0.2	1.0	5.0	1.0	0.5	4.0	**15.0**	0.5
Stipagrostis pennata	2.0	2.0	0.1	2.0	2.0	1.0				
Lactuca tatarica	2.0	0.1	1.0	0.5	1.0		0.1			
L.serriola			0.1	0.5		0.1				
Phragmites australis	2.0	2.0	1.0	1.0	0.5	1.0	2.0			
Salsola paulsenii	1.0					0.1	0.1	0.5	1.0	
Coryspermum hyssopifolium	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1				
C.aralo-caspicum	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1		0.2	1.0	
Atriplex pratovii	0.3			0.1	0.2					
Suaeda acuminata	0.1									
Senecio noeanus	1.0		3.0		2.0		0.1			
Hyoscyamus pusillus	0.1									
Anisantha tectorum	0.1	0.1	5.0	0.1	0.1	0.1	1.0			
Strigosella circinata	0.1				0.1					
Descurainia sophia	1.0	0.1								
Polygonum aviculare	0.1	0.1				0.1				
Aeluropus littoralis		5.0	1.0	0.2	2.0	1.0	5.0	4.0		0.5
Calamagrostis dubia						0.5	2.0			
Cynanchum sibiricum		0.1	1.0	0.2		0.2	0.1	0.5	1.0	0.5
Argusia sibirica		0.1								
Eremopyrum orientale		0.1			0.1	0.1				
Karelinia caspia			1.0	0.1	0.1	0.2	3.0	4.0	5.0	
Astragalus brachypus			0.2	1.0	0.5	0.5	0.5			
Eremospartom ahyllum			0.1	1.0	0.5	0.5	0.5			
Gypsophila perfoliata			0.1	0.3						0.5
Juncus gerardii			0.1							
Chondrilla brevirostris				0.3						
Lappula semiglabra				0.3						
Petrosimonia triandra					0.1					
Alhagi psedalhagi								5.0	4.0	0.5
Glycyrrgiza glabra									1.0	
Tamarix hipida										5.0
Salsola nitraria										0.5
S.ausrtalis										0.5
Limonium otolepis										0.5

Потамосерия 4. Наблюдения начаты на 15 год сукцессии. За 20-летний период наблюдений зарегистрировано 37 видов растений. В сообществе ярко выражена роль доминантного вида – тамарикса рыхлого (*Tamarix laxa*), проективное покрытие которого может составлять до 60% (табл. 3). Сообщество представляет собой полосу ориентированную параллельно береговой линии, сформировавшуюся в период длительного стояния моря на данной высотной отметке. В составе сообщества много лугово-тугайных видов – *Aeluropus littoralis, Calamagrostis dubia, Alhagi pseudalhagi*, есть также псаммофиты, галофиты и эфемеры. На 35 год сукцессии проективное покрытие сообщества и доминанта снизилось, что может быть связано с климатическими и антропогенными факторами. Изменение индексов видового разнообразия выражено слабо. Есть только определенный тренд снижения видового богатства (рис. 3). Индекс Шеннона имеет слабую тенденцию к увеличению, а коэффициент сходства – к уменьшению.

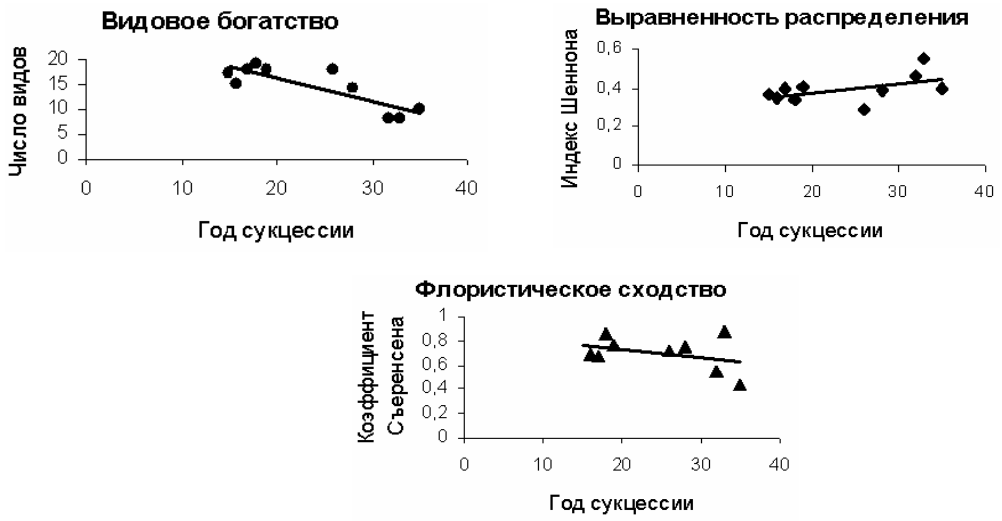


Рис. 3. Индексы видового разнообразия в потамосерии 4.
Fig. 3. Plant species diversity indices in potamosere 4.

Формирование растительных сообществ, относящихся к тугайному типу растительности на осушенном дне Арала происходит под покровом доминирующего вида кустарника – тамарикса или дерезы и в большей степени зависит от их эколого-биологических особенностей. В сообществах тугайного типа характерными видами являются: *Aeluropus littoralis, Karelinia caspia, Gipsophila perfoliata, Cynanchum sibiricum, Alhagi pseudalhagi.* Потамосерия характеризуется слабыми трендами индексов разнообразия, что свидетельствует от некоторой стабилизации экологических условий. Однако коэффициент сходства имеет тенденцию к снижению, указывающему на слабые изменения среды. Индекс Шеннона снижается при усилении роли доминанта, но может незначительно возрастать при ослаблении его значения.

Развитие растительности идет по модели благоприятствования, когда доминирующий вид создает условия для других видов, обычно ассоциирующихся с ним. Известно, что даже в разреженных тамариксовых сообществах создаются особые условия температурного режима и относительной влажности воздуха (Димеева, Альмурзаева, 2004).

Заключение

Исследования первичных сукцессий на северо-восточном побережье Аральского моря выявили закономерности формирования растительности. Выделено три типа первичных

сукцессий Аральского побережья – псаммосерия, галосерия и потамосерия, отличающиеся по механическому составу и засолению почвогрунтов, закономерностями временной динамики и заключительными стадиями.

Вслед за отступающим морем на засоленных маршах с достаточной влажностью и содержанием органических веществ (1%) происходит формирование группировок и сообществ галофильных солянок. В течение первых двух лет сукцессионный процесс подчиняется моделям благоприятствования и нейтральности. После двух лет континентального режима уровень грунтовых вод понижается, а в растительном покрове появляются другие более засухоустойчивые виды. На этом этапе в зависимости от субстрата модель сукцессионного развития может измениться. В случае псаммосерии и потамосерии модель остается прежней. В галосерии дальнейшее развитие идет по модели толерантности.

Оценка индексов видового разнообразия по типам сукцессий показала следующее. Псаммосерия характеризуется постепенным повышением альфа-разнообразия и низкими значениями бета-разнообразия, что свидетельствует о стабилизации экологическим условий и формировании полидоминантных растительных сообществ. В галосерии есть тенденция в снижении альфа-разнообразия и повышении бета-разнообразия, что определяется быстрыми изменениями среды и усилением роли доминантов и их средообразующей роли в растительных сообществах. Потамосерия характеризуется слабыми трендами индексов разнообразия, что указывает на некоторую стабилизацию экологических условий и формирование фитосферы доминантов.

Достижение климаксового состояния возможно только за достаточно длительный период времени. Это будет серия эдафических климаксов, связанных с разными почвенно-грунтовыми условиями. Предполагается, что псаммосерия завершится формированием черносаксауловой и псаммофитнополынной растительности на равнинных песках и псаммофитнокустарниковой по бугристым пескам. В зависимости от глубины залегания грунтовых вод галосерия может завершиться неоднозначно. При близких грунтовых водах сарсазановая растительность может существовать несколько тысячелетий как на северо-восточном побережье Каспия. При установлении автоморфного режима почв и формирования солонцов и солонцеватых почв основными растительными сообществами будут биюргуновые, белоземельнополынно-биюргуновые, чернополынные. Развитие потамосерии также будет зависеть от уровня грунтовых вод. На собственно осушенной полосе Арала не ожидается формирование как таковой тугайной растительности (как в поймах рек), но в условиях трансекты Баян при периодическом поверхностном или подземном стоке Сырдарьи формирование сообществ, близких по составу к пойменным, возможно. Растительность древних аральских террас может рассматриваться как конечное звено первичных сукцессий (Димеева, 1995). Но ее еще нельзя считать климаксовой, это квазиклимакс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Боровский В.М., Можайцева Н.Ф., Киевская Р.Х., Корниенко В.А., Богачев В.П.* Формирование почвенного покрова на осушающемся побережье Аральского моря в пределах Казахстана // Состояние акватории и осушенного дна Аральского моря. Алма-Ата, 1983. С. 43-91.
2. *Быков Б.А.* Геоботаника. Алма-Ата: Наука, 1978. 288 с.
3. *Вухрер В.В.* Формирование растительности новой суши в пустыне. Алма-Ата: Гылым, 1990. 216 с.
4. *Вухрер В., Брекле З.-В.* Псаммофитная сукцессия на юго-восточном побережье Аральского моря // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) (ред. Е.И. Рачковская и др.). СПб, 2003. С. 145-152.

5. *Димеева П.А.* Динамика урожайности фитоценозов осушенного дна Аральского моря // Известия НАН Респ. Казахстан. Сер. биол. 1994. № 5. С. 17-24.
6. *Димеева Л.А.* Эколого-исторические этапы формирования приморской растительности Приаралья // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 1995. Т.100. Вып. 2. С. 72-84.
7. *Димеева Л.А., Альмурзаева С.К.* Оценка изменений микроклимата после проведения фитомелиорации деградированных пастбищ Приаралья // Материалы Междунар .конф. «Развитие ботанической науки в Центральной Азии и ее интеграция в производство». 16-17 сентября 2004. Ташкент, Узбекистан, 2004. С. 127-129.
8. *Димеева Л.А., Кузнецов Л.А.* Флора приморской полосы Аральского моря // Ботан. журнал. 1999. № 4. Т.84. С.39-52.
9. *Курочкина Л.Я.* Псаммофитная растительность Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1978. 272 с.
10. *Майлун З.А.* Тугайная растительность – Potamophyta // Растительный покров Узбекистана. Т. 2. Ташкент, 1973. С. 303 – 375.
11. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.* Современная наука о растительности. М., 2001. 264 с.
12. *Никитин С.А.* Древесная и кустарниковая растительность пустынь СССР. М.: Наука, 1966. 355 с.
13. *Новикова Н.М.* Принципы сохранения ботанического разнообразия дельтовых равнин Турана. М., 1997. Дисс. докт. геогр.наук. 104 с.
14. Полевая геоботаника. М.- Л.: Наука, 1959-1976. Т.1-5.
15. *Работнов Т.А.* Фитоценология. М: Изд-во МГУ, 1983. 296 с.
16. *Уиттекер Р.* Сообщества и экосистемы. М.: Мир, 1980. 328 с.
17. *Bradshaw A.* Introduction: Understanding the fundamentals of succession // Primary succession on land. Eds. Miles J., Walton D. London, Vienna. 1993. pp.1-3.
18. *Clements F.* Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation. Washington, D.C.: Carnegie Institution of Washington, Publication No. 242. 512 pp.
19. *Connel J., Slatyer R.* Mechanisms of succession in natural communities and their role in stability and organization. Am. Nat., Vol. 111: 982. 1977. pp. 1119-1144.
20. *Dansereau P.* Biogeography. An ecological perspective. N.Y., 1957. 394 pp.
21. *Drury W., Nisbert I.* Succession. J.Arnold Arbor harv.Univ. Vol. 54: 3. 1973. pp. 331–368.
22. *Groeneveld J., Wissel C., Wucherer W., Dimeyeva L. Jeltsch F.* Computer simulations orientated towards plant succession on the desiccating Aral Sea floor // Okologische Forschung im globalen Kontext. Eds.: Veste M., Wucherer W. Culliver Verlag Gottingen, 2005. pp.129-140.
23. *Wucherer W., Breckle S.-W.* Vegetation dynamics on the dry sea floor of the Aral Sea // Sustainable Land Use in Deserts. Eds.: Breckle S.-W., Veste M., Wucherer W. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 2001. pp. 52- 68.

MECHANISMS OF PRIMARY SUCCESSIONS IN THE ARAL SEA COAST

© 2007. L.A. Dimeyeva

Institute of Botany and Phytointroduction Ministry of Education end Science of Kazakhstan Kazakhstan, 050040 Almaty, Timiryazav St., 36-D, E-mail: dimeyeva.liliya@nursat.kz

The studies on primary successions in the north-eastern Aral Sea seashore have revealed the regular features of vegetation development. Three types of primary successions have been identified in the dried seabed of the Aral sea: psammosere, halosere and potamosere. They differ by soil texture and salinity, temporal dynamics and final stages. Succession models and regularity of plant species diversity change have been determined for each sere.

For distinguishing succession types on the Aral Sea dried sea floor, it were taken into account texture and salinity of the initial soil, depth and mineralization of ground water as well as the ecological type of vegetation at final stages (sub-climax). Psammosere is a primary succession on sand sediments towards psammophytic shrub vegetation; halosere – on saline ground of heavy texture towards formation of halophytic dwarf semishrub communities; potamosere – on saline soils towards formation of tugaic shrub vegetation (Potamophyta according to Z.A.Mailun, 1973).

Following the retreating sea level succulent saltworts like *Salicornia europaea*, *Suaeda acuminata* form dense plant communities on the marsh solonchaks with sufficient moisture and organic matter content (1%). During the first two years, the succession process follows facilitation and neutrality models. Ecological conditions become more arid after two years of continental regime. Ground water table goes down; other more drought-resistant saltworts colonize such environs. At this stage the succession development model may change depending on the substratum. In cases of psammosere and potamosere the model remains unchanged. In halosere the further development follows the tolerance model. Species diversity indices assessment has revealed that psammosere is characterized by low species richness varying in small limits and by high coefficient of community. A trend towards increase of evenness index shows the formation of polydominant plant communities. In halosere there is a trend towards increase of species richness, while evenness comes down, which is determined by a greater role of dominant species in forming habitats. The coefficient of community decreases. Potamosere is characterized by weak trends of diversity indices, which shows a certain environmental stability as well as the formation of phyto-sphere of the prevailing species. Sörensen coefficient tends to decrease, indicating slight environmental changes.

The attainment of climax is possible only in sufficiently long period of time. That will be a series of edaphic climaxes connected with different ground conditions. It is supposed that psammosere will be accomplished by the formation of black saxaul (*Haloxylon aphyllum*) and psammophyte sagebrush (*Artemisia terrae-albae*) vegetation on plain sands and by psammophyte shrubs on hummocky sands. Depending on depth of ground water table, halosere finish ambiguously. With shallow ground water *Halocnemum strobilaceum* vegetation can exist for several millenniums. In the north-eastern Caspian seashore, on new Caspian sediments *Halocnemum strobilaceum* communities are the most widely spread in the vast spaces. Under a stable automorphic regime and formation of alkaline soils the main plant communities will be *Anabasis salsa; Artemisia terrae-albae–Anabasis salsa* and *Artemisia pauciflora.* Potamosere will also depend on ground water table. In the desiccated Aral belt proper, a formation of tugaic vegetation is not expected (unlike river flood plains), but a formation of communities that will stand close to flood-land ones is possible under conditions of Bayan transect with the Syr Darya regular surface or ground run-off. Currently, typical tugaic vegetation is being formed in the Syr Darya avandelta. The vegetation of the Old Aral terraces can be considered as a final stage of primary successions (Dimeyeva, 1995). However, this vegetation still cannot be considered as a climax , this is quasi-climax.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 551.435.2

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ФИТОЦЕНОЗОВ ПЕСЧАНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ АРАЛА

© 2007 г. И.В. Панкратова

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, каф. ботаники
Россия, 191186 Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48, E-mail: irvikpan@list.ru

Реферат. На песчаном побережье Северного Приаралья на протяжении двадцати лет изучался водный режим фитоценозов, представляющих собой ключевые стадии развития псаммофильного растительного покрова. Исследования параметров водного режима доминантов и динамика их фитомассы проводились в разные феноклиматические сезоны , охватывающие период вегетации растений. Установлено, что в ходе изучаемой сукцессии происходит принципиальная смена типа водного режима растительных сообществ.
Ключевые слова: Приаралье, водный режим растительности, аридные фитоценозы, сукцессия на побережьях.

Опустынивание среди глобальных экологических проблем занимает одно из первых мест, поскольку ему подвержена четверть всей суши. Этот процесс особенно активно происходит в условиях засоления почв и недостаточного увлажнения территорий. Одной из таких территорий оказалось Приаралье – бассейн величайшего озера пустынной зоны. Резкое падение уровня Арала привело к стремительной перестройке экосистем побережий и обсохшего дна. Для понимания происходящих процессов, их прогнозирования и управления ими необходимо исследовать один из важнейших компонентов экосистемы – растительный покров и такие важные составляющие его функционирования как водный режим и его динамику. Изучение этих процессов имеет и существенное теоретическое значение. В связи с этим впервые в условиях иссушающегося Северного Приаралья было проведено исследование водного режима на фитоценотическом уровне, который является важным экологическим показателем степени стабильности растительного сообщества аридных экосистем. Одной и центральных задач этого исследования было установление особенностей характера водного режима фитоценозов разных стадий зарастания в процессе формирования псаммофильного растительного покрова побережья.

Работа проводилась с конца 70-х до середины 90-х годов на о. Барсакельмес (Аральское море), избранного в качестве ключевой территории для Северного Приаралья. Островное положение территории стало изменяться в связи с высыханием Аральского моря. С 2003 года море сохранилось лишь у его западной оконечности. В 2005 году нами были проведены наблюдения за растительным покровом бывшего острова. Они показали, что характер зональной растительности сохраняется. Увеличилась полоса песков, на которой активно развиваются сообщества черносаксауловой формации (*Haloxyleta aphyllum*).

Растительность

Характерная черта растительного покрова острова – комплексность, что весьма обычно для пустынь казахстанского типа и широко распространено вообще в северном Приаралье (Демченко, 1950; Кузнецов, 1979; 1995; Ботаническая…, 2003; Димеева, Алимбетова, 2006).

Плато и сниженную равнину острова занимает группа плакорных комплексов, складывающихся из трех компонентов – фитоценозов формаций *Artemiseta terrae-albae, Anabaseta salsa, Agropyreta desertorum*. Во многих случаях в серополынниках встречается

редкостойный черный саксаул – *Haloxylon aphyllum*. Приморская часть острова покрыта псаммофильной растительностью, комплексный характер которой сохраняется. Здесь выделено 25 формаций (Кузнецов и др., 1986). Основными доминантами их являются *Tamarix spp., Calligonum spp., Haloxylon aphyllum, Ephedra distachya* и другие. На характер комплексности оказывает влияние расчлененность рельефа, зависящая от этого глубина залегания гипсоносного горизонта и характер увлажнения. Общим является псаммофильный и галофильный характер входящих в фитоценозы видов.

Предпесковая полоса сниженной равнины представляет собой пограничную полосу между глинистой и песчаной пустыней. В растительном покрове обычны черносаксауловые сообщества, тянущиеся полосами по краю древнеаральской террасы. С ними чередуются пустынно-пырейные *(Agropyron desertorum)* фитоценозы биюргуново-серополынных *(Anabasis salsa+Artemisia terrae-albae)* плакорных комплексов. Выровненные уплотненные пески характеризуются распространением на значительных площадях черносаксаульников с высокой сомкнутостью, джузгунников (обычны джузгунники эфедровые – *Calligonum ssp.– Ephedra distachya*) и курчавников *(Atraphaxis spinosa).*

Грядово-бугристые пески – полоса наибольшего распространения комплексов. Песчанополынники *(Artemisia arenaria)* и курчавники приурочены к депрессиям и выровненным участкам; саксаульники и джузгунники чаще встречаются на более обширных выровненных участках, а в случае большей выраженности рельефа они занимают бугры и гряды; тамарищатники (*Tamarix sp.)* обычны для положительных элементов и только в условиях близкого стояния почвенных вод они связаны с депрессиями.

Авандюна – полоса берегового вала – имеет небольшую ширину, и лишь местами на востоке острова достигает нескольких десятков метров. Для нее характерны различные сочетания тамарищатников и черносаксаульников, составляющих здесь основу растительного покрова. Джузгунники встречаются по внешней и внутренней стороне дюны. Для авандюны характерны поверхностно перевеваемые пески. Это в течение длительного времени поддерживает существование открытых фитоценозов с исключительной ролью кустарников-псаммофитов. В настоящее время вышедшие на поверхность песчано-алевритовые грунты служат источником переносимого материала, что способствует росту авандюны во внутрь террасы. С другой стороны наблюдается разрушение внешней стороны дюны, несмотря на стабилизирующее влияние кустарников. Процессы эолового перераспределения еще более характерны для молодых частей побережья, что отражается в сложении растительного покрова.

Смены фитоценозов на разновозрастных полосах осушки представляют собой сукцессионные ряды зарастания побережья. Отношения компонентов в серийных экосистемах изменчивы и, в основном, определяются характером абиотических факторов. В полосе осушки одно-двугодичного возраста развивается слабо сформированный маршевый растительный покров из *Suaeda acuminata, Salicornia europaea, Climacoptera aralensis.* В полосе пяти-десятилетнего возраста значительные пространства лишены сообществ высших растений и заняты альгоценозами. Встречаются пятна разреженных лебедовников (*Atriplex pratovii, Atriplex tatarica* и др.*)*. Дальнейший ход сукцессии может иметь несколько направлений. В связи с этим нами установлены три типа сукцессионных серий, каждый из которых назван по узловым этапам сукцессии. Лебедово-сарсазаново-черносаксауловый тип *(Atriplex pratovii, Halocnemum strobilaceum, Haloxylon aphyllum)* обычен для участков побережья с наиболее засоленными грунтами и мелкокучевыми песками. В условиях большей выраженности песчаного рельефа среди сарсазанников выделяется полоса аристидников *(Stipagrostis pennata)*. Лебедово-аристидово-черносаксауловый тип *(Atriplex pratovii, Stipagrostis pennata, Haloxylon aphyllum)* формируется в условиях более выраженного эолового процесса (особенно при переходе кучевых песков в бугристые).

Снижение мощности песчаного плаща приводит к уменьшению роли аристидников, вплоть до полного их выпадения. За счет этого чаще всего расширяется полоса с господством маревых. В других случаях, напротив, подвижность песков в полосе саксаульников обусловливает существование дополнительных полос аристидников. Лебедово-аристидовый тип *(Atriplex pratovii, Stipagrostis pennata)* особенно характерен для южного побережья острова. Это наиболее бедный по характеру фитоценозов растительный покров. Для вариантов этого типа характерно глубокое взаимное внедрение аристидников и лебедовников в соседние полосы.

Заключительным звеном завершившейся ранее сукцессии является растительный покров полос *выровненных уплотненных песков* и *грядово-бугристых песков*. Это местообитания зонального типа и приуроченные к ним фитоценозы с доминированием *Haloxylon aphyllum* , *Calligonum ssp., Ephedra distachya* носят также зональный климаксовый характер (Кузнецов и др., 1986; Вухрер, 1990; Исмагилов и др., 1990). В настоящее время еще трудно говорить о продолжительности сукцессий на молодой осушке, однако ясно, что в будущем (100 и более лет) этот процесс приведет к формированию грядово-бугристых песков с зональными древесно-кустарниковыми сообществами.

Материалы и методы

Исследование проводилось в песках северо-восточной части острова, где наиболее четко прослеживаются пространственно-временные связи растительных сообществ в сингенезе песчаного побережья. Объектами исследования послужили фитоценозы, характеризующие основные этапы лебедово-аристидово-черносаксаулового типа зарастания (рис. 1). Это аристидники на побережье 70-80-х годов и 60-х годов. Для последних характерно включение редкостойного черного саксаула. Тамарищатники, черносаксаульники, джузгунники и аристидники на авандюне. Фитоценозы эфедрово-джузгуново-черносаксаулового комплекса на выровненных уплотненных песках: эфедровый джузгунник и эфедровый черносаксаульник.

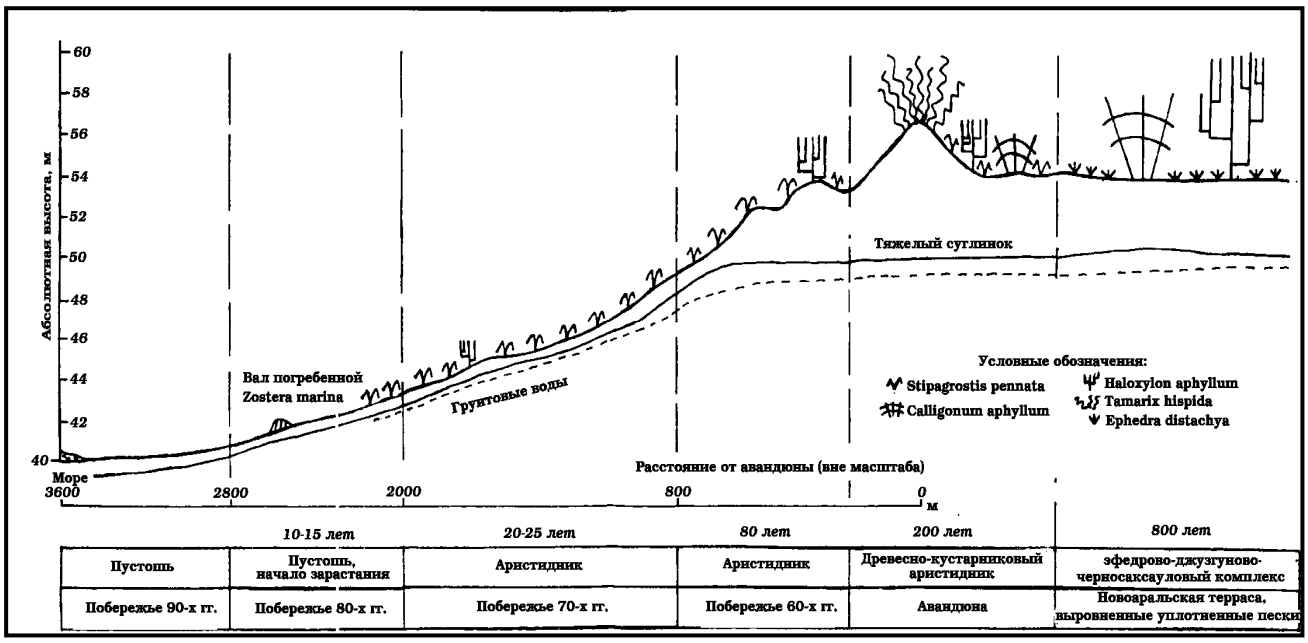


Рис. 1. Профиль растительности песчаного побережья о.Барсакельмес.
Fig. 1. Profile of the vegetation of the Barsakelmes island sandy coast.

Тип зарастания и растительные сообщества, характеризующие его основные стадии, устанавливались методом экологических профилей и геоботанических описаний (Юнатов, 1964).

Для определения особенностей типа водного режима фитоценозов изучались:

1) показатели водного режима доминантов, прежде всего таких как *Haloxylon aphyllum*, *Calligonum aphyllum, Tamarix hispida, Stipagrostis pennata, Ephedra distachya*:
   - *интенсивность транспирации;* измерялась методом быстрого взвешивания (Иванов и др., 1950) на торзионных весах типа W T - 1000 круглосуточно или в течение светового дня (с 8 до 20 часов) через каждые 2 часа. Повторность трехкратная, время экспозиции 3 минуты.
   - *содержание воды* в ассимилирующих частях растений; определялось термо-весовым методом. При этом использовались те же навески, что и при определении интенсивности транспирации. В качестве контроля брались навески в 50-80 г в пятикратной повторности (Алексеенко, 1976).
2) *фитомасса* ассимилирующих побегов у доминирующих видов в сообществах разных этапов сингенеза за период вегетации. Определялась методом модельных кустов и методом пробных площадей в 1м^2 в трехкратной повторности (Программа…, 1974; Базилевич и др., 1978). Полученные данные использовались для расчетов запаса и расхода воды в фитоценозах.

Результаты исследования водного режима доминантов и продуцируемой ими фитомассы позволили рассчитать суточный и сезонный запас воды, ее расход на транспирацию и скорость водообмена растительным сообществом. Вычисления проводились по методике И.Н. Бейдеман, В.Н. Паутовой (1969).

Запас воды в растительных сообществах

Исследования водного режима псаммофильных сообществ показали, что развитие растительного покрова на песчаном побережье о. Барсакельмес сопровождается увеличением запаса воды в ассимилирующей части фитоценозов (рис. 2). Аристидники побережья 70-80 х годов аккумулируют в среднем до 0.8 т/га воды, на порядок выше обводнены аристидники на побережье 60-х годов – 0.18 т/га. Дневное содержание воды в ассимилирующих частях древесно-кустарниковых аристидников авандюны составляет 2.77 т/га. На выровненных уплотненных песках запас воды в сообществах комплексной растительности равен 4.60 т/га, что почти в 60 раз больше, чем в сообществах начальных стадий зарастания. Отметим, что в джузгуннике эфедровом 80% воды аккумулируется в нижнем эфедровом ярусе, а в черносаксаульнике эфедровом, напротив, 65% воды сосредоточено в верхнем ярусе, где преобладает черный саксаул. На протяжении периода вегетации максимальное накопление воды в сообществах приходится на разные феноклиматические [1]сезоны.

Анализ сезонности изменений метеофакторов и соответствующих изменений в живой природе более, чем за 20 лет позволил выделить несколько феноклиматических сезонов о.Барсакельмес внутри основных времен года (табл. 1). Так, аристидники побережья 70-80-х и 60-х годов в знойное лето аккумулируют в 6-10 раз воды больше, чем весной. На авандюне аристидники и джузгунники содержат воды больше в начале лета, саксаульники в знойное лето, а тамарищатники во второй половине лета. В сообществах завершающей стадии

[1] Под феноклиматическим сезоном следует понимать период времени года, характеризующийся определенным режимом температуры, осадков, света и сопровождающийся соответствующими изменениями фенологического состояния животных и растений (Кузнецов, 1968; Кузнецов, Бурамбаев, 1976).

зарастания на выровненных уплотненных песках влагозапас больше весной. В этот период в нижнем ярусе эфедрово-джузгуново-черносаксаулового комплекса бурно развиваются эфемеры. Они аккумулируют треть водного запаса (33%). Участие эфемеров в сообществах комплекса различно. Так, в джузгуннике эфедровом от общего запаса воды в сообществе на долю эфемеров приходится 56%, на эфедру 36%, джузгун и саксаул 8%. В черносаксаульнике эфедровом на долю

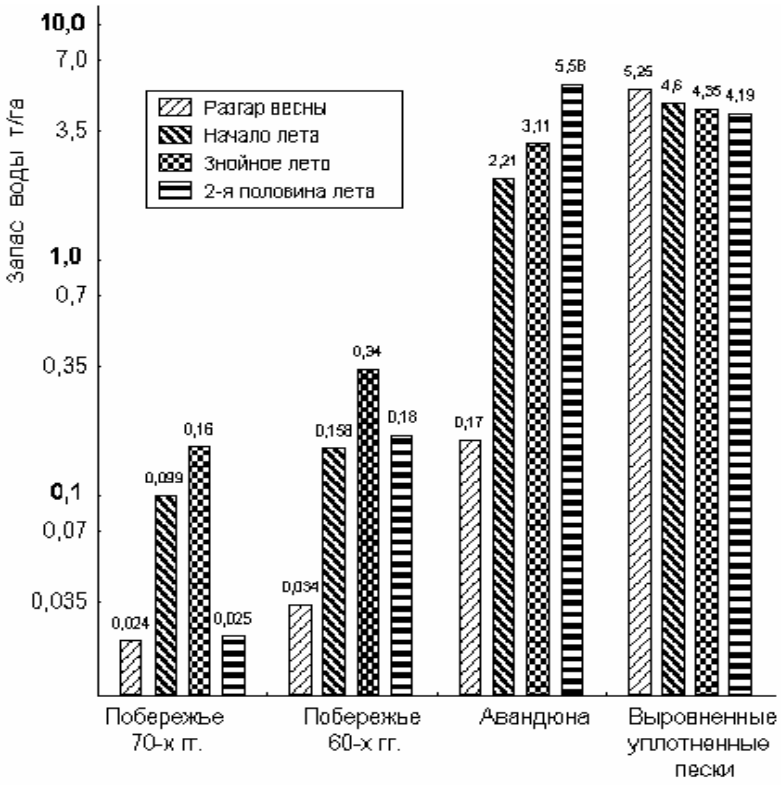


Рис. 2. Запас воды в сообществах в разные феноклиматические сезоны.
Fig. 2. Water reserve in communities in different phenoclimatic seasons.

Таблица 1. Феноклиматические сезоны на о. Барсакельмес.
Table 1. Phenoclimatic seasons on the Barsakelmes island.

ВРЕМЕНА ГОДА	СЕЗОНЫ	СРОКИ
весна	ранняя весна	3 декада марта – 1 декада апреля
	разгар весны	2 и 3 декады апреля – 1 декада мая
лето	начало лета	2 и 3 декада мая – 1 и 2 декада июня
	знойное лето	3 декада июня - июль
	вторая половина лета	август - сентябрь
осень	начало осени	1 и 2 декада октября
	разгар осени	3 декада октября – 1 и 2 декада ноября
зима	ранняя зима	3 декада ноября – 1и 2 декада декабря
	разгар зимы	3 декада декабря - февраль
	конец зимы	1 и 2 декада марта

эфемеров приходится 19%, эфедру 34%, а джузгун и саксаул 47%. Таким образом, сообщества разных стадий зарастания характеризуются различной сезонной динамикой содержания воды. В разные по погодным условиям годы величина запаса воды в исследованных сообществах изменяется в среднем не более чем в 3 раза. Например, за период наблюдений в аристидниках побережья 70-80-х годов содержание воды изменялось в пределах от 0.11 до 0.19 т/га, на побережье 60-х годов - от 0.13 до 0.42 т/га, на авандюне - от 2.59 до 3.91 т/га. В сообществах выровненных уплотненных песков содержание воды в разные годы колебалось от 2 до 7.4 т/га. Такие, в общем, небольшие флюктуации могут свидетельствовать об относительно стабильном водоснабжении сообществ, что и показали наши исследования по водно-солевому режиму почв (Кузнецов и др., 1993).

Расход сообществами воды на транспирацию

Развитие растительного покрова сопровождается увеличением расхода воды на транспирацию в среднем в 1.5 раза (рис. 3).

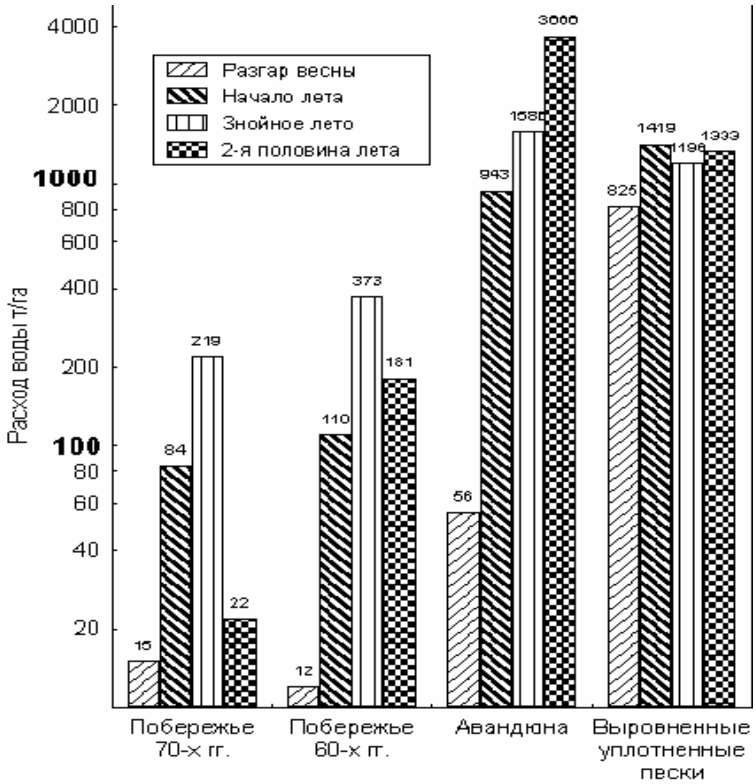


Рис. 3. Расход воды на транспирацию сообществами в разные феноклиматические сезоны.
Fig. 3. Water loss for transpiration by communities in different phenoclimatic seasons.

Аристидники побережья 70-80-х годов теряют ежедневно 2.1 т/га воды. На побережье 60-х годов они транспирируют в два раза интенсивнее. Сообщества авандюны в целом характеризуются дневной водопотерей равной 30.9 т/га, при этом, на тамарищатники приходится 88%, на саксаульники – 2%, на джузгунники – 1%, на аристидники – 9%. На выровненных уплотненных песках днем фитоценозы испаряют до 30 т/га. Обратим внимание на разницу водопотерь в разных ярусах. Так, в джузгуннике эфедровом водопотери травяно-кустарничкого яруса составляют 81.5%, а древесного 18% от общей водопотери фитоценоза. В черносаксаульнике эфедровом потери составляют соответственно 46% и 54%. В целом

черносаксаульники теряют в два раза больше воды, чем джузгунники, что составляет 64% от общих водопотерь комплекса.

Очевидно, что расход воды в разные феноклиматические сезоны различен. По-разному распределяются между сообществами и максимальные водопотери. Аристидники побережья 70-х и 60-х годов больше всего испаряют воды в период знойного лета. Потери составляют соответственно 219 т/га и 373 т/га. Сообщества авандюны характеризуются огромной потерей воды во второй половине лета – 3666 т/га, превышающей весеннюю в 65 раз. Основная доля при этом (96%) приходится на тамарищатники. Другие сообщества расходуют значительно меньше и их максимальные потери воды наблюдаются в иные феноклиматические сезоны. Так, для аристидников и черносаксаульников это период знойного лета, когда весенний расход превышается соответственно в 5 и 3 раза. Для джузгунников это сезон начала лета с превышением весенней водопотери в 10 раз. На выровненных уплотненных песках сообщества эфедрово-джузгуново-черносаксаулового комплекса теряют больше воды весной. Величина сезонной водопотери равна 2544 т/га. Такая потеря воды происходит за счет растений эфедрового яруса, в котором весной присутствует большое количество эфемеров. На их долю в среднем приходится 1719 т/га или 68% от общей водопотери комплекса. В разные по погодным условиям годы на долю эфемеров приходится от 42% до 99% от средней водопотери растительностью выровненных уплотненных песков. По мере усыхания эфемеров и отрастания однолетних побегов у эфедры, джузгуна и саксаула общая водопотеря комплекса снижается в среднем в 2 раза. Однако в джузгуннике эфедровом максимальная водопотеря наблюдается в начале лета и равняется 554 т/га, где основная доля (79%) принадлежит нижнему эфедровому ярусу. Отметим, что и в другие феноклиматические сезоны в этом фитоценозе нижний ярус испаряет в 3 раза больше воды, чем древесный. Таковы особенности сезонной динамики испарения воды сообществами экологического ряда.

В черносаксаульнике эфедровом в начале лета нижний и верхний ярусы транспирируют почти одинаковое количество воды: величина водопотерь кустарничковым ярусом составляет 436 т/га, а древесным 429 т/га, при этом 72% водопотерь приходится на черный саксаул. В дальнейшем - в знойное лето и во второй половине лета эфедровый ярус транспирирует почти в 1.5 раза меньше, чем древесный, в котором 82-85% от общей водоотдачи принадлежит черному саксаулу. Большая водопотеря в этом фитоценозе комплекса наблюдается во второй половине лета и равна 896 т/га. В знойное лето в сообществах эфедрово-джузгуново-черносаксаулового комплекса наблюдается снижение транспирации, что связано с уменьшением ассимилирующей массы за счет веткопада.

Отличаются годичные флюктуации водопотерь фитоценозов (рис. 4). Так, аристидники начальных стадий зарастания характеризуются тем, что максимальные значения водопотерь превосходят минимальные почти в 2 раза, в аристидниках преддюнья в 3 раза, в тамарищатниках авандюны в 1.5 раза, в остальных сообществах в 3 раза, в сообществах выровненных уплотненных песков в 4 раза. Увеличение диапазона годичных флюктуаций от начальных к конечным стадиям зарастания, связано с динамикой продуцирования ассимилирующей массы растений. Отметим, что потери воды на транспирацию возрастают во влажные годы и снижаются в сухие в среднем в 1.5 раза. Такие же изменения водопотерь отмечены в Каракумах в бело- и черносаксаульниках (Дедков, 1989).

Скорость обмена воды ассимилирующей частью растительных сообществ

Данные по расходу воды на транспирацию и ее запасу в зеленой массе фитоценозов позволяют получить значения скорости оборота воды в сообществе. В ходе сукцессии скорость влагооборота в сообществах снижается (рис. 5). Так, в среднем за вегетацию в

аристидниках побережья 70-80-х и 60-х годов полностью сменяются запасы воды 913 и 834 раза, на авандюне в древесно-кустарниковых аристидниках скорость водообмена снижается в 2 раза и составляет 479 раз, еще меньше она в сообществах эфедрово-джузгуново-черносаксаулового комплекса на выровненных уплотненных песках, где в среднем составляет 347 раз. Отметим, что в пределах этого комплекса в джузгуннике эфедровом полностью сменяется запас воды 354 раз, а в черносаксаульнике эфедровом 319 раз. Таким образом, сообщества конечных стадий зарастания характеризуются наиболее экономным водным обменом. Максимальные величины скорости водообмена наблюдаются в разные феноклиматические сезоны. Так, в период знойного лета аристидники побережья 70-х годов полностью сменяют запасы воды до 1366 раз. Весной в этих сообществах скорость водообмена в 2 раза меньше. Аристидники преддюнья и древесно-кустарниковые аристидники авандюны имеют наибольшие скорости водообмена во второй половине лета, где они соответственно составляют 1189 и 656 раз. Эти величины несколько выше, чем в знойное лето и в 3-2 раза больше, чем весной. В сообществах завершающих стадий зарастания – на выровненных уплотненных песках наиболее интенсивный водообмен наблюдается весной. Основную роль в этом процессе играет нижний эфедровый ярус, где присутствует большое количество эфемеров, за их счет влагозапас полностью меняется до 716 раз. В начале лета, когда мезоксерофиты высыхают, скорость водообмена снижается в 2 раза. В знойное лето водообмен наиболее низкий и равен 277 полным сменам влагозапаса, причем скорости водообмена разных ярусов близки. Во второй половине лета джузгун и саксаул теряют значительную часть ассимилирующих побегов, поэтому в верхнем древесном ярусе скорость водообмена снижается в 1.5-1.8 раза по сравнению с нижним эфедровым ярусом и основной водообмен идет за счет нижнего яруса.

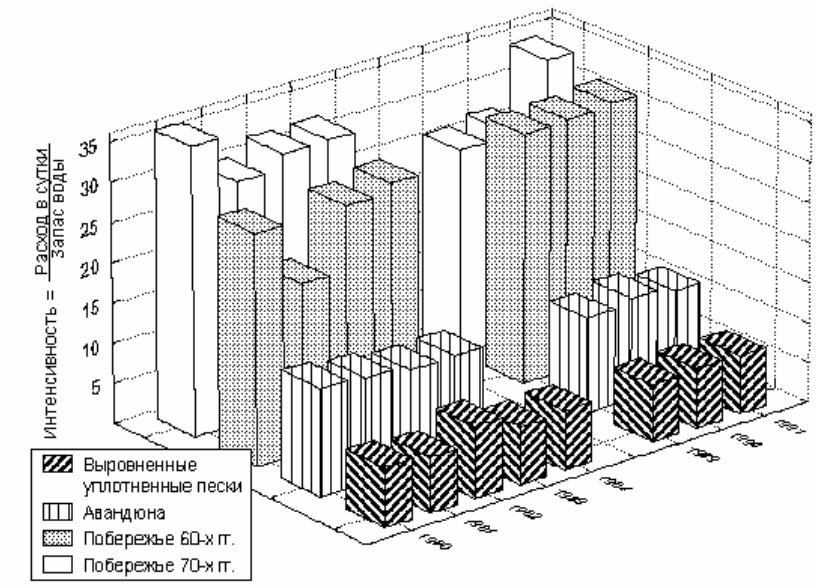


Рис. 4. Разногодичная динамика расхода воды сообществами на транспирацию в период знойного лета. **Fig. 4.** Annual dynamics of water loss for transpiration by communities in the hot summer period.

Многолетние наблюдения показали, что в разные по погодным условиям годы скорость водообмена больше варьирует в сообществах первых этапов зарастания и значительно меньше в сообществах, завершающих формирование растительности. Таким образом, можно сказать, что водообмен фитоценозов в ходе сукцессии становится более стабильным, уравновешенным и менее зависимым от внешних условий.

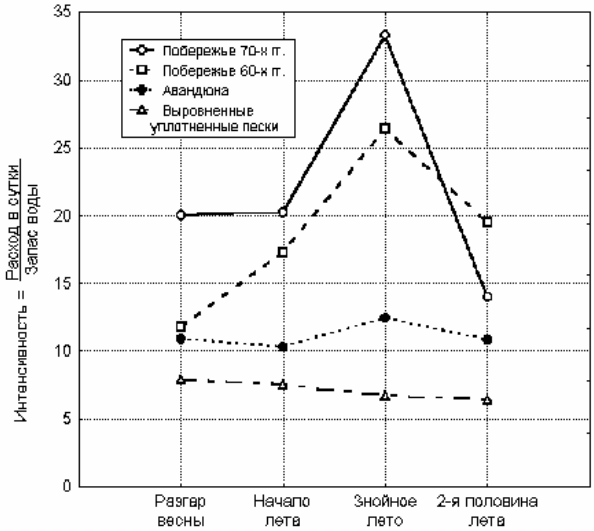


Рис. 5. Интенсивность водообмена в фитоценозах в разные феноклиматические сезоны. **Fig. 5.** Water exchange intensity in the superterrene assimilating part of phytocenoses in different phytoclimatic seasons.

Заключение

Сравнение запасов и расходов воды на транспирацию, а также скоростей водообмена в сообществах позволяет оценить тип их водного режима.

Сообщества первых этапов зарастания – аристидники побережий 70-80-х и 60-х годов характеризуются интенсивным расходом воды на транспирацию, который превышает ее запасы в листовой фитомассе сообществ в 1.5-2 раза. Скорости воодобмена здесь высокие и по годам значительно колеблются. Поэтому тип водного режима в аристидниках побережья 70-х и 60-х годов не стабильный, не уравновешенный, не экономный.

На авандюне в древесно-кустарниковых сообществах происходит постепенная смена типа водного режима. Запас воды в ассимилирующей части фитоценозов почти равен ее расходу на транспирацию. Скорость водообменных процессов замедляется в 2-2.5 раза. Таким образом, на авандюне происходит изменение типа водного режима в сторону стабилизации.

На выровненных уплотненных песках в сообществах эфедрово-джузгуново-черносаксаулового комплекса. общий расход воды на транспирацию меньше, чем ее запас в 2 раза, при этом объем испаряемой воды увеличивается в 60 раз в сравнении с сообществами начальных стадий зарастания, а скорость водообмена уменьшается в 4 раза. Снижается и амплитуда ее колебаний по годам. Это свидетельствует о том, что водный режим в сообществах выровненных уплотненных песков становится экономным и стабильным.

Таким образом, в ходе изучаемой сукцессии происходит принципиальная смена типа водного режима растительных сообществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеенко Л.Н.* Водный режим луговых растений в связи с условиями среды. Л., 1976. 198 с.
2. *Базилевич Н.И., Титлянова А.А., Смирнов В.В. и др.* Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. М.: Мысль, 1978. 183 с.
3. *Бейдеман И.Н., Паутова В.Н.* Водный режим растений на островах и берегах озера Байкал и методика его изучения // Тр. Лимнологического института. 1969. Т. 9 (29). Вып. 2. 383 с.

4. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) / под ред. Е.И.Рачковской, Е.А.Волковой, В.Н.Храмцовой. СПб, 2003. 434 с.
5. *Вухрер В.В.* Формирование растительности новой суши в пустыни. Алма-Ата: Ылым, 1990. 216 с.
6. *Дедков В.П.* Экологическая ниша и водный баланс доминантов пустынных фитоценозов. Л.: ЛГУ, 1989. 264 с.
7. *Демченко Л.А.* Растительность острова Барсакельмес как кормовая база копытных // Труды государственного заповедника Барсакельмес. Вып. 1. Алма-Ата, 1950. С. 6-37.
8. *Димеева Л.А., Алимбетова З.Ж.* Заповедник Барсакельмес // Заповедники и национальные парки Казахстана (сост. Иващенко А.А.). Алматы: ТОО «Алматы кіман», 2006. С. 82-94.
9. *Иванов Л.А., Силина А.А., Цельникер Юл.* О методике быстрого взвешивания для определенния транспирации в естественных условиях // Бот. журнал. Т. 35. №2. 1950. С. 171-185.
10. *Исмагилов М.И., Кузнецов Л.А., Рашек В.Л.* Заповедник Барсакельмес // Заповедники СССР. Заповедники Средней Азии и Казахстана. М.: Мысль, 1990. С. 42-57.
11. *Кузнецов Л.А.* Фенологический аспект изучения сезонной динамики пустынной растительности // Материалы по динамике растительного покрова. Владимир: ВПИ, 1968. С. 194-197.
12. *Кузнецов Л.А.* Физико-географический очерк острова Барсакельмес // Проблемы экологии. Стационарные исследования экосистем северного Приаралья. Л.: ЛГПИ, 1979. С. 4-28.
13. *Кузнецов Л.А.* Флора острова Барсакельмес // Биологические и природоведческие проблемы Аральского моря и Приаралья. Тр. зоологического ин-та РАН. Т. 262. 1995. С. 106-128.
14. *Кузнецов Л.А., Бурамбаев К.* Наблюдения за сезонным развитием пустынной растительности острова Барсакельмес // Систематика, анатомия и экология растений Азиатской части СССР. Л.: ЛГПИ, 1976. С. 171-192.
15. *Кузнецов Л.А., Левицкая К.И., Лукомская К.А., Макаренко О.В., Панкратова И.В., Савицкая Н.Н.* Динамика экосистем побережья Аральского моря в период прогрессирующего падения его уровня. Деп. в ВНТИЦ № 79081701; 0.2.860087363 Л., 1986. 160 с.
16. *Кузнецов Л.А., Левицкая К.И., Макаренко О.В., Панкратова И.В.* К характеристике почв контактной зоны полоса море-суша о.Барсакельмес (Аральское море) // Экологический кризис на Аральском море. Тр. Зоологического ин-та РАН. Т. 250. СПб., 1993. С. 154-173.
17. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1974. 400 с.
18. *Юнатов А. А.* Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей // Полевая геоботаника. Т. 3. Л.Наука. 1964. С. 9-36.

THE WATER REGIME OF THE SANDY COAST PHYTOCENOSES OF THE ARAL SEA

© 2007. I.V. Pankratova

The A.I. Hertzen Russian State Pedagogical University, Dept. of Botany
Russia, 191186 Sankt-Petersburg, nab. r. Moyka, 48, E-mail: irvikpan@list.ru

The aim of our study was to investigate the functional peculiarities of the psammophilous vegetation in the course of its formation. The work was carried out in the North Aral region on the Barsakelmes island (the Aral Sea) from the late 70's to the mid-90's. The insular position of the territory started to change due to the drying of the Aral Sea. Since 2003, only its western end keeps contact with the sea. In 2005, we carried out observations of the former island vegetation. They demonstrated that the zonal vegetation retained its pattern. The belt of sands with actively developing communities of the *Haloxyloneta aphyllum* formation widened.

Vegetation. Complexity is characteristic of the island vegetation, which is a very usual feature of the Kazakhstan-type deserts and is widely distributed throughout the North Aral region (Kuznetsov, 1979, 1995; Botanical…, 2003; Dimeyeva, Alimbetova, 2006). *The plateau and the lowered plain* of the island are occupied by a group of plain complexes consisting of three components: phytocenoses of *Artemisieta terrae-albae, Anabaseta salsa, Agropyreta desertorum formations*. The maritime part of the island is covered with psammophilous vegetation which retains its complex pattern. 25 formations were established here (Kuznetsov et al., 1986). The pre-sand belt of the lowered plain is a borderline between the clay and sand deserts. Communities of *Haloxylon aphyllum* forming strips along the edge of the ancient Aral terrace are common in the local vegetation. The smoothed compacted *sands* demonstrate a wide distribution of *Haloxylon aphyllum, Calligonum ssp.* and *Atraphaxis spinosa*.

The ridge-hilly sands are the belt of the widest distribution of *Haloxylon aphyllum* and *Calligonum ssp.* community complexes. *Tamarix hispida, T. elongata, T. laxa, T. ramosissima* are common for lowered areas. The avant-dune – the seaside bank belt – is narrow, just occasionally measuring up to a few hundred metres. Various combinations of *Tamarix hispida, T. elongata, T. laxa, T. ramosissima* which form the base of vegetation here are typical for this belt. Communities of *Calligonum ssp.* occur on both the exterior and interior sides of the dune.

Changes of phytocenoses in dried areas of different age are succession lines of the coast overgrowing with vegetation. (Fig. 1). The relationships of components of serial ecosystems are variable and mostly determined by the types of abiotic factors. A poorly formed marsh vegetation comprising *Suaeda acuminate, Salicornia europaea, Climacoptera aralensis* develops on the one- or two-year-old dried seabed. Algocenoses occupy sufficient areas in the belt of five to ten years of age. The following succession can develop in several directions. In this relation, we have determined three types of succession series, each called by the critical stages of succession: I type (*Atriplex pratovii* et al., *Halocnemum strobilaceum, Haloxylon aphyllum*) is usual on the coast sites with saline grounds and small-heap sands; II type (*Atriplex pratovii* et al., *Stipagrostis pennata, Haloxylon aphyllum*) is formed under a more distinctive aeolian process (especially during the replacement of small-heap sands by hilly sands); III type (*Atriplex pratovii, Stipagrostis pennata*) is characteristic of the southern coast of the island. It is the most poor in phytocenotic patterns kind of vegetation. Variations of this type demonstrate deep mutual penetration of *Stipagrostis* and *Atriplex* into the neighboring belts.

The vegetation of belts of *smoothed compacted sands* and *ridge-hilly sands* is the final link of a previously completed succession. Such habitats of zonal type and related phytocenoses with dominating *Haloxylon aphyllum, Calligonum ssp.*, *Ephedra distachya* also demonstrate the zonal climactic pattern (Kuznetsov et al., 1986; Vuhrer, 1990; Ismagilov et al., 1990). Today it is yet hard to estimate the time of successions on the newly dried bottom, but the process will doubtlessly lead to the formation of ridge-hilly sands with zonal arboreal-shrubby communities in the future (100 years and more).

Water reserves of plant communities. Studies of water conditions of psammophilous communities have demonstrated that the development of vegetation on the sandy coast of the Barsakelmes island is accompanied by an increase of the water reserve in the assimilating part of phytocenoses (Fig. 2). The calculations we made in accordance with I.N. Beydeman's method (Beydeman, Pautova, 1969) have shown that the daily accumulation of water by a community of *Stipagrostis pennata* on the coast of the 70's was up to 0.08 t/ha on the average daily; the communities of *Stipagrostis pennata* on the coast of the 60's accumulate by a factor of 10 more water, – 0.18 t/ha. The daily water content in the assimilating parts of arboreal-shrubby communities comprising *Stipagrostis pennata* on the avant-dune is 2.77 t/ha. The complex vegetation communities on smoothed compacted sands contain 4.60 t/ha of water, which is almost 60 times as much as the communities of the early stages of overgrowing. We should note that in the *Calligonum aphillum–Ephedra distachya* phytocenoses 80% of water is accumulated in the lower layer with *Ephedra distachya*, while in the *Haloxylon aphyllum–Ephedra distachya,* on the contrary, 65% of water is concentrated in the upper layer, where *Haloxylon aphyllum* dominates. During the vegetation period, the maximum water accumulation in the assimilating parts of the profile phytocenoses is observed in different phenoclimatic seasons[2]. The water reserve in the profile communities in years varying in the weather

[2] The analysis of the seasonal changes of meteofactors and the corresponding changes in the living nature has permitted to definite some phenoclimatic seasons within the main seasons for the Barsakelmes island (Kuznetsov, 1968; Kuznetsov, Burambayev, 1976).

conditions was changing by no more than 3 times on the average. Such relatively small fluctuations can be indicative of a relatively stable water supply of the profile communities, as our studies of the water-saline conditions of the soils demonstrated (Kuznetsov et al., 1993).

Water expenditures for transpiration in the communities. The development of vegetation is accompanied by the growth of the water expenditures by 1.5 times on the average The communities of *Stipagrostis pennata* on the 70's coast lose 2.1 t/ha of water daily. Their transpiration on the 60's coast is twice as intensive. The avant-dune communities feature the daily water loss of 30.9 t/ha, while 88% of it are due to the *Tamarix ssp.* phytocenoses, 2% – to the *Haloxylon aphyllum* phytocenoses, 1% – to the *Calligonum aphillum* phytocenoses, 9% – to the *Stipagrostis pennata* phytocenoses. The phytocenoses of smooth compacted sands lose up to 30 t/ha daily. We should regard the water losses in different layers. Thus, in the *Calligonum aphyllum–Ephedra distachya* communities the water losses of the lower layer are 82% of the total water loss by the phytocenosis; those by the upper layer are 18%. In the *Haloxylon aphyllum – Ephedra distachya* communities the water losses are, correspondingly, 46% and 54%. In general, the *Haloxylon aphyllum* communities lose twice as much water as the *Calligonum aphyllum* communities. That comprises 64% of the total water loss of the complex.

The losses of water are different depending on the phenoclimatic season (Fig. 3). The annual fluctuations of water losses by phytocenoses are also different. The range of annual fluctuations increases from the early overgrowing stages to the final ones. It may be attributed to the dynamics of the production of the assimilating plant mass. Water losses for transpiration increase in moist years (Fig. 4) and decrease in dry ones by 1.5 times on the average. Such changes of water were observed in the Karakum desert (Dedkov, 1989).

The rate of water exchange in communities. The data on the water loss for transpiration and its reserve in the green mass of the phytocenoses makes it possible to calculate the rate of water turnover in a community. The rate of water turnover in the communities decreases in the course of succession. So, the water reserves in the *Stipagrostis pennata* communities on the 70's and 60's coasts are completely changed 913 and 834 times on the average during one vegetation season. The rate is two times lower in the avant-dune communities: 479 times. It is even lower in the *Haloxylon aphyllum–Calligonum aphyllum–Ephedra distachya* complex communities on the smoothed compacted sands: 347 times on the average. So, the communities of the final stages of overgrowing are characterized by the most economic water exchange.
The maximum rates of water exchange are observed in different phenoclimatic seasons. For instance, in the communities of the late stages of overgrowing, on the smoothed compacted sands, the most intensive water exchange is observed in the spring. The lower layer, rich with ephemerous plants, plays the leading part. In the early summer, when mesoxerophytes get dried, the water exchange rate is half as much as before. The water exchange is lowest and its rates in different layers are closest during a hot summer. In the second half of the summer, *Haloxylon aphyllum* and *Calligonum aphyllum* lose a sufficient fraction of their assimilating organs. So the water exchange rate in the upper arboreal layer becomes 1.5-2 times less than in the lower layer which provides the main part of the community water exchange.

Long-term observations have shown that the water exchange rate in years with different weather conditions varies more in the communities of the early overgrowing stages and much less in those where the vegetation formation is almost finished. (Fig. 5) So we can say that the water exchange becomes more stable, balanced and less dependent of the environmental conditions in the course of succession.

Conclusion

The comparison of the water reserves and losses for transpiration, as well as of the water exchange rates in communities permits to estimate the type of their water regime.

The type of water regime of the *Stipagrostis pennata* on the 70's and 60's coast is not stable, not balanced, not economic.

A step-by-step change of the type of water regime and its shift to stabilization occur in the avant-dune and arboreal-shrubby communities.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 581.5

ГАЛОАДАПТАЦИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ ОСУШЕННОЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ В СВЯЗИ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ И ЗАСОЛЕНИЕМ ПОЧВ

© 2007 г. Х.К. Матжанова

Институт биоэкологии Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан
Узбекистан, Каракалпакстан, 742000 Нукус, пр. Бердаха, 41, E-mail: kholidamk@mail.ru

Реферат. В статье рассматриваются вопросы изучения галоадаптации и галоаккумуляции растений, произрастающих на осушенной Южной части дна Аральского моря, для выявления видов, избирательно накапливающих анионы водорастворимых солей в условиях засоленности почв, для оценки адаптации растений к условиям засоленной среды. Приведены результаты исследований биоэкологических особенностей некоторых видов растений и их галоадаптация.

Ключевые слова: Опустынивание, засоление почв, растения, галофиты, галоадаптация.

Усиливающееся антропогенное воздействие на природу становится причиной ее изменения. Эти изменения нередко сопровождаются деградацией экосистем, что, прежде всего, выражается в упрощении структуры природных систем и снижении их восстановительной способности.

Усыхание Аральского моря – яркий и крупномасштабный пример антропогенного изменения природы. Оно не только гибельно отразилось на экосистемах самого моря, но и сопровождается аридизацией климата, опустыниванием и засолением почв, усилением ветров, повышением температуры воздуха, степени эрозии, уменьшением водообеспеченности территорий, и, в конечном счете - снижением биологического потенциала всего Приаралья.

Проблема усыхания Аральского моря в настоящее время приобрела всемирную известность. Это диктует необходимость изучения вопросов галоадаптации и галоаккумуляции растениями в связи с опустыниванием и засолением.

Галоаккумуляция растениями является одним из выраженных проявлений их галоадаптации. Качественные и количественные показатели галоаккумуляции растениями могут характеризовать их галотолерантность.

Изучением процессов формирования ландшафтов, тенденций развития отдельных компонентов природно-территориальных комплексов (ПТК) и изменения растительных сообществ обнаженной части дна Арала занимались и занимаются многие авторы с начала катастрофы (Кесь, 1969; 1978; Вухрер, 1979; Ишанкулов и др. 1979; Кабулов, 1989; Кабулов, 1997; Ниязов и др., 1998; Аширбеков и др., 2002; Кузьмина и др, 2006; Матжанова, 1999; Матжанова и др., 2006).

Настоящее исследование преследует цель выявить виды растений, в том числе и галофиты, избирательно накапливающие анионы водорастворимых солей в условиях засоленности почв. Качественное и количественное содержание тех или иных ионов (хлоридов, сульфатов и карбонатов) может служить оценкой адаптации растений к условиям засоленных почв.

Материал и методика исследований

В исследованиях использовались галофиты и различные виды растений, отобранные в Южной части обсохшего дна Аральского моря.

Нами была использована модифицированная методика определения водорастворимых минеральных солей в растениях (Кабулов и др., 1997), разработанная на основе методики определения солей в почвах (Аринушкина, 1970) и Методов агрохимических анализов почв и растений Средней Азии (1977). На анализ бралась средняя проба наземной части 3–5 растений. Водная вытяжка растений приготавливалась из расчета: сухое вещество и дистиллированная вода в отношении 1:50 (одна часть сухой массы растений и 50 частей воды).

Содержание карбонатов определялось объемным методом – путем титрования фильтрата 0.02 н[1] раствором серной кислоты, и использованием индикаторов, соответственно фенолфталеина и метилоранжа; хлоридов – аргентометрическим методом – титрованием 0.1 н раствором азотнокислого серебра с использованием индикатора 10% раствора хромовокислого калия; суммарное содержание ионов кальция и магния – комплексонометрическим методом – титрованием 0.05 н раствором Трилона Б в присутствии индикатора хромогена черного; содержание кальция также определялось титрованием 0.05 н раствором Трилона Б с использованием индикатора мурексида; содержание магния определялось по разнице содержания кальция от суммы ионов кальция и магния.

Содержание в фильтрате сульфатов определялось арбитражным методом. Сульфаты осаждались в кислой среде 0.05 н раствором хлористого бария, осадок фильтровался через обеззоленный фильтр «синяя лента», прокаливался в муфельной печи при температуре 400-450^{0}С до постоянного веса. Суммарное содержание натрия и калия учитывалось по разнице суммы анионов – карбонатов, бикарбонатов, хлоридов, сульфатов и катионов – кальция и магния. Содержание ионов в растительной массе рассчитывалось в мг-экв и процентах на 100 г абсолютно-сухого веса. Результаты химического анализа контролировались методом плотного (сухого) остатка (Кабулов и др., 1997).

Количественное накопление водорастворимых солей классифицировалось по Х.К. Матжановой (1999), где изучаемые растения условно разделяются на три группы: малосоленакапливающие (до 5%), среднесоленакапливающие (5-15%) и многосоленакапливающие (более 15%). Преимущественное накопление анионов также определялось по данной методике, в которой растения условно были разделены на хлоридофилы, сульфатофилы, карбонатофилы.

Результаты и обсуждение

Наибольший интерес у исследователей вызывают галофиты, а также растения, произрастающие на сильно засоленных и опустыненных почвах. Поэтому наши исследования касались в первую очередь этих растений, растущих на обсохшем дне Аральского моря.

Исследование галоаккумуляции дикорастущими растениями имеет ряд преимуществ, связанных с тем, что в течение всей жизни они находятся под влиянием естественного отбора и особенности их развития почти не подвергаются воздействию человека.

Растения-галофиты характеризуются повышенной проницаемостью клеточных оболочек для минеральных солей. В этой связи они могут накапливать в себе значительное, как выразился Б.А.Келлер (1940), «сверх предельное количество минеральных солей», что и подтверждается нашими исследованиями (табл.).

Исследования базировались на качественном определении в листьях водорастворимых

[1] Раствор, содержащий в литре один граммэквивалент растворенного вещества, называется однонормальным или, просто, нормальным раствором и обозначается буквой «н».

хлорид-ионов – наиболее токсичных и осмотически активных компонентов широко распространенных в Приаралье минеральных солей.

Полученные данные химического анализа водного экстракта листьев 6 видов дикорастущих растений флоры Каракалпакстана представлены в таблице, где растения расположены по убыванию общей солеустойчивости – распространению на засоленных почвах в природе и по содержанию в их листьях водорастворимых хлорид-ионов.

Сведа заостренная – *Suaeda acuminata (C.A.M.) Moq.* – является одним из наиболее солеустойчивых растений. Она произрастает по солончакам и на засоленных почвах в районах орошаемого земледелия. Из общего количества накопленных сведою анионов

Таблица. Химический состав и содержание водорастворимых солей в листьях растений (в % и мг-экв. на 100 г абсолютно-сухой растительной массы). **Table.** Chemical compound and the maintenance of water dissolving mineral salts in the leaves of plants (in % and mg-equ. on 100 g in absolute-dry vegetative weight)

Название растений	Сумма солей, %	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+ по разнице
Suaeda acuminata[*]	18.4	20.0	253.5	30.4	8.0	14.0	281.9
Limonium otoleps	21.04	24.0	221.0	88.9	14.0	18.0	301.9
Zygophyllum oxianum	28.41	216.0	182.0	8.57	85.0	67.5	254.0
Haloxylon aphyllum	3.4	14.0	32.5	5.65	2.0	6.0	44.15
Aeluropus litoralis	11.54	96.0	30.0	32.21	42.0	42.0	74.21
Alhagi pseudalhagi	3.16	7.2	12.8	27.5	14.0	9.5	24.0

[*] - все образцы взяты в фазе интенсивного роста, т.к. большинство видов растений отличаются максимальным соленакоплением именно в этой фазе. [*]- samples are taken in a phase of intensive growth since the majority of kinds of plants differ maximal salt accumulated in this phase.

(303.9 мг-экв) – 8.41% (253.5 мг-экв) относится к хлорид-ионам. Можно ее считать многосоленакапливающим, хлоридофилом.

Кермек ушколистный – *Limonium otolepis (Schrenk) O. Ktze,* широко распространен на солончаках и по берегам водоемов и как сорное на полях. По общему содержанию водорастворимых солей может превосходить сведу, но по преимущественному накоплению хлорид-иона – несколько уступает. Из общего количества накопленных кермеком анионов (333.9 мг-экв) – 66.1% (221.0 мг-экв) относится к хлорид-ионам. Его также можно считать многосоленакапливающим, хлоридофилом.

Парнолистник амударьинский – *Zygophyllum oxianum Boriss.* распространен по менее влажным и супесчаным почвам слабого и среднего засоления. Он произрастает на обсохшей части дна Аральского моря. Как видно из таблицы, он может превосходить вышеуказанные виды растений по общему содержанию водорастворимых солей. Однако в составе преобладают менее токсичные карбонаты. Из общего количества накопленных им водорастворимых анионов (406.57 мг-экв) только 44.77% или 182.0 мг-экв составляют хлорид-ионы. Его можно отнести к группе многосоленакапливающих, карбонатофилов.

Саксаул безлистный или черный – *Haloxylon aphyllum (Minkw.) Iljin* – широко распространен на такырах, засоленных песках и по окраинам солончаков. Является малосоленакапливающим, хлоридофилом.

В таблице также приведены данные по содержанию водорастворимых солей в листьях прибрежницы солончаковой– *Aeluropus littoralis* (Gouan) Pall. Она произрастает на луговых и

лугово-солончаковых, главным образом, орошаемых полях, слабо- и среднезасоленных почвах. Как видно из таблицы, она может превосходить саксаул по общему содержанию водорастворимых солей. Однако в их составе преобладают менее токсичные карбонаты. Из общего количества накопленных ею водорастворимых анионов (158.21 мг-экв) 60.67% или 96.0 мг-экв составляют бикарбонат-ионы, и только 18.96% или 30.0 мг-экв составляют хлорид-ионы. Ее можно отнести к группе среднесоленакапливающих, карбонатофилов.

Верблюжья колючка (янтак) – *Alhagi pseudalhagi (Bieb) Fish.* – индикатор пресных и незасоленных песков. По накоплению водорастворимых солей она может приравниваться к саксаулу черному, однако в отличие от саксаула больше половины накопленных ею солей составляют сульфат-ионы. Общее количество анионов в верблюжьей колючке достигает 47.5 мг-экв, из них (27.5 мг-экв) 57.89% приходится на долю сульфат-иона, а (12.8 мг-экв) 26.9% – на долю хлорид-иона. Поэтому, ее можно считать малосоленакапливающей, сульфатофилом.

Выводы

1. Из изученных нами 6 видов дикорастущих растений 3 вида показали себя как многосоленакапливающие, 1 вид – среднесоленакапливающий и 2 вида – малосоленакапливающие; благодаря избирательному поглощению водорастворимых солей – 3 вида представляют собой хлоридофилы, 2 вида – карбонатофилы, 1 вид – сульфатофил.
2. Каждый из изученных видов накапливает в листьях разные ионы.
3. Группа многосоленакапливающих видов относится к различным семействам: *Suaeda acuminata (C.A.M.) Moq.* – из семейства *Chenopodiaceae, Limonium otoleps (Schrenk) O. Ktze.* – из *Plumbaginaceae,* а *Zygophyllum oxianum Boriss.* – из *Zygophillaceae.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв// М.: Изд. МГУ, 1970. 275 с.
2. *Аширбеков У.А., Курбанбаев Е.К., Каримова О.Ю.* Опустынивание дельты Амударьи и закрепление осушенного дна Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. 2002. №1. С. 27-30.
3. *Вухрер В.* Первичное зарастание обсыхающего побережья Арала //Проблемы освоения пустынь. 1979. №2. С. 66-70.
4. *Кабулов С.* Изменение пустынных фитоценозов Приаралья в связи с усыханием Аральского моря // Автореферат диссертации доктора биол. наук, Ташкент, 1989. 40 с.
5. *Кабулов С.К., Матжанова Х.К., Орел М.М.* Особенности изучения воднорастворимых солей // Вестник КК О АН РУз. 1997. №1-2. С. 15-21.
6. *Кесь А.С.* Основные этапы развития Аральского моря // Проблема Аральского моря. М.: Наука, 1969. С. 23-27.
7. *Кесь А.С.* Причины изменений уровня Арала в голоцене // Изв. АНСССР. Сер. геогр. 1978. №1. С. 40.
8. *Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е., Бахиев А., Мамутов Н.* Опыт формирования растительности на солончаках обсохшей части Аральского моря // Международная научно-практическая конференция. Нукус. 2006. С. 42.
9. Методы агрохимических анализов почв и растений Средней Азии. Изд. 5-е, дополн. 1977. 188 с.
10. *Ишанкулов М.Ш., Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.М., Некрасова Т.Ф.* О динамике процессов ландшафтообразования юго-восточного побережья Аральского моря

(Босайский створ) // Проблемы освоения пустынь. 1979. №2. С. 40-51.
11. *Матжанова Х.К., Орел М.М.* Мониторинг растительности осушенной Южной части Аральского моря // Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья. Международная научно-практическая конференция. Нукус. 2006. С. 44.
12. *Матжанова Х.К.* Биоэкологические особенности соленакопления растений в условиях Каракалпакстана // Автореферат диссертации кандидата биол. наук. Ташкент, 1999. 18 с.
13. *Ниязов Р.А., Мавлянов Т.Э., Пинхасов Б.И., Ташматов Х.М.* Динамика развития экзогенных процессов на обсохшем дне Аральского моря и опустынивание в Приаралье // Опустынивание в Узбекистане. Ташкент, 1998. С. 66-70.

THE HALOADAPTATION AND BIOECOLOGICAL FEATURES OF PLANTS OF THE DRAINED SOUTHERN PART OF A BOTTOM OF THE ARAL SEA IN CONNECTION WITH A DESERTIFICATION AND SALTIFICATION OF SOILS

© 2007. Kh.K. Matzhanova

Institute of Bioecology Karakalpak Branch Uzbek Academy of Sciences
Uzbekistan, Karakalpakstan, 742000 Nukus, pr.Berdakha, 41, E-mail: kholidamk@mail.ru

The findings of investigation of the author on analysis of haloadaptation of the halophyte plants growing on a drained Southern part of a bottom of the Aral Sea are represented in this scientific article.

The problem of drying of the Aral Sea has gained now a world-wide notoriety. It dictates necessity of analysis of problems of haloadaptation and haloaccumulation of plants in connection with a desertification and salification.

Drying of the Aral Sea, both pollution of underground and surface waters, extensive usage of water resources has resulted in an omnipresent salification of soils, that is mirrored in features of growth, development and on phyto-production of plants. In adding up conditions haloadaptation, halotolerancy and intensive salt metabolism are a condition of successful growth and development of plants.

The present research pursue the objective that to reveal of kinds of halophyte plants which selectively accumulates anions of water soluble salts in the conditions of salty soils. The qualitative and quantitative contents of those or diverse anions (chlorides, sulfates and carbonates) can serve as an estimation of acclimatization of plants to conditions of the salted soils. The researches based on qualitative test of water soluble chlorides of the leaves. These ions are most toxic and osmotically components of eurysynusic mineral salts in Aral Sea region. It is represented a method of definition of water soluble salts in plants in this article and classification of plants according to their quantitative and qualitative indicators of accumulation of salts in them.

Under the obtained data is determined, that each kind of plants stores in itself toxic ions only within the limits of halotolerancy. The correlation between accumulation of chloride ions and degree of general salt resistance of kinds of plants is detected and it is established that the predominance of chloridophyle-plants probably is a consequent of the acclimatization of plants to sulfate-chloride type of salification of soils.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

УДК 633·32:632·937·2(470·67)

О СТРУКТУРЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПО ГОДАМ СБОРА БИОМАССЫ ГЕНЕРАТИВНОГО ПОБЕГА ДАГЕСТАНСКОГО ЭНДЕМА *TRIFOLIUM RADDEANUM* TRAUTV.

© 2007 г. А.Д. Хабибов*, А.А. Хабибов*, П.М.-С. Муратчаева**

**Горный ботанический сад ДНЦ РАН*
Россия, 367025 Махачкала, ул. Гаджиева, 45, E-mail: gakbari05@mail.ru
***Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН*
Россия, 367025 Махачкала, ул. Гаджиева, 45, E-mail: pibrdncran@iwt.ru

Реферат. Установлен высокий уровень погодичной изменчивости сухой биомассы генеративного побега и его составляющих (стебля, листьев и соцветия). Репродуктивное усилие имеет средний уровень изменчивости. Исследованы корреляционные связи между сухой биомассой генеративного побега и сухой биомассой его составляющих.

Ключевые слова: Клевер Радде, генеративный побег, стебель, листья, соцветия, репродуктивное усилие, изменчивость.

Из 72 эндемов Дагестана специалисты выделили 31 палеоэндем, среди которых числится и дагестанский высокогорный эндем третичного периода клевер Радде - *Trifolium raddeanum* Trautv., который относится к подроду *Trifoliastrum* Ser. и секции *Galearia* Presl. (Львов, 1976, 1978, 1979; Еленевский, 1966). По литературным данным (Флора СССР, 1945; Гроссгейм, 1949, 1952; Галушко, 1980; Магомедов, 1972; Раджи, 1970, 1979; Черепанов, 1981) и по нашим многолетним наблюдениям (начиная с 1974 года) этот вегетативно подвижный многолетник произрастает на известняковых склонах только трёх хребтов (Богосс, Нукатль и Снеговой) Высокогорного Дагестана на высоте 2500 метров над ур. м. и выше. Ниже этой отметки его высотно замещает пастбищная форма клевера сходного – *Trifolium ambiguum* Bieb., относящегося к тому же подроду, но к другой секции *Amoria* Presl. А.А. Гроссгейм (1952) считает, что этот редкий вид очень сходен с *T. physodes* Stev., от которого отличается данный альпийский эндем «…исключительно низким ростом, настолько укороченными нижними междоузлиями, что растение кажется бесстебельным» (с. 435). По утверждению А.А. Гроссгейма, цветки и чашечка до и после цветения обеих видов весьма сходны, хотя чашечка при плодах у *T. raddeanum* обычно краснеющая. А.Г. Еленевский (1966) выделяет *T. raddeanum* как своеобразный высокогорный вид, имеющий отношение не только к *T. physodes,* но и *T. tumens* Stev., поскольку все три вида относятся к одному и тому же подроду и секции. По А.А. Гроссгейму (1952) этот узколокальный эндем дагестанского происхождения заслуживает серьезного внимания, как объект введения в культуру в условиях высокогорья.

Для клевера Радде, как и для многих других видов и форм альпийского высокогорья в суровых условиях (Jolls, 1980) характерны приземистая стелющаяся форма и преобладание вегетативного размножения над половым.

Предварительное сравнение двух видов – *T. raddeanum* и *T. ambiguum*, высотно замещающих друг друга, показывает резкие их отличия. Эти виды очень сходные по таксономическим признакам в вегетативном состоянии, отличаются размерами: таксономическое расхождение их в период плодоношения - у *T. raddeanum* плоды по мере их органогенеза сильно расширяются, становятся «вздутыми» (Хабибов, 1978). Кроме того, А.Д. Хабибовым впервые установлены некоторые особенности семенной продуктивности данного эндема. Они заключаются в уменьшении числа цветков в головковидном соцветии и

в увеличении числа двусемянных плодов, которые способствуют, по предположению автора, повышению надёжности формирования семенной продукции в популяциях при недостатке опылителей в условиях высокогорий.

Как известно, благодаря адаптивной стратегии виды и популяции поддерживают свою численность. При этом интенсивно изучаются K - и r – стратегии, направленные на оптимальное использование организмами бюджета времени, вещества и энергии (Пианка, 1981) и всё большее признание получают подходы, выявляющие типы стратегии по вещественно-энергетической цене, осуществление функций, в особенности по распределению ресурсов между вегетативными и генеративными частями растений в соответствии их конкурентными и репродуктивными функциями (Harper, 1977). Различия адаптивных (репродуктивных) стратегий обычно выражаются в резком увеличении относительной массы репродуктивных частей от общей биомассы растения (Newel, Tramer, 1978) при эволюционном переходе цветковых растений от многолетней жизненной формы к однолетней, что обычно связывается с действием K - и r – отбора (Магомедмирзаев, 1990; Магомедмирзаев А.М., Магомедмирзаев М.М., 1996).

При изучении популяционной изменчивости и для характеристики ее White (1979) и Harper (1977) предложили использовать модули - единицы конструкции растений, повторяющие в той или иной степени облик целого растения, каковыми являются генеративные побеги - основные элементы строения особи.

Данная работа посвящена сравнительному анализу погодичной изменчивости признаков сухой массы генеративного побега в целом и его компонентов (сухая масса стебля, листьев и соцветия) и адаптивной стратегии клевера Радде, являющегося ценным кормовым растением.

Материал и методика

В условиях Высокогорного Дагестана (Снеговой хребет, 2500 м над ур. м., окрестности сел. Верхнее Гаквари Цумадинского района РД, в.д. 45° 59' 36.27", с.ш. 42° 33' 37.60", северная экспозиция склона, интенсивно выпасаемые в летнее время альпийские пастбища, нижняя граница островного ареала природной популяции из данного хребта) в течение 15 лет (1987-2007 гг.) на фазе цветения первого верхушечного головковидного соцветия проводили сборы генеративных побегов *T. raddeanum*. Для взятия образцов прокладывали ряд случайных маршрутов. Учитывая вегетативное размножение данного вида, индивидуальные образцы брали на расстоянии не ближе 10 м друг от друга. В каждой выборке на уровне почвы срезали генеративные побеги - по одному максимально развитому с особи (в большинстве случаев, n=30). В лабораторных условиях каждый генеративный побег после учета 24 морфологических признаков (листовых, ростовых или размерных и количественных) и дополнительного определения индексных признаков подразделяли на фракции (стебель, листья с черешками и соцветия со стрелками цветоноса - кистеножками). Эти структуры после предварительного высушивания в тени на открытом воздухе, доводили до постоянной массы в термостате и взвешивали. При сравнительном анализе признаков сухой массы генеративного побега в целом и его компонентов, а также репродуктивного усилия (Re) были получены средние статистические характеристики с последующим использованием методов корреляционного и дисперсионного анализов (Лакин, 1980; Зайцев, 1983). Силу влияния фактора на изменчивость признаков определяли по Н.А. Плохинскому (1961). При проведении расчетов использовали ПСП Statgraf version 3.0. Shareware, система анализа данных Statistica 5.5.

Результаты и обсуждение

Результаты сравнительного анализа структуры вариабельности весовых признаков генеративного побега 15 - летнего материала (23 выборки) высокогорной популяции альпийского эндема – клевера Радде показывают, что масса генеративного побега (X) и его

составных частей – стебля (x_1), листьев (x_2) и соцветия (x_3) колеблются в сравнительно широких пределах (табл. 1).

Таблица 1. Колебание весовых признаков генеративного побега объединённой выборки (1987-2007 гг., n =677) высокогорной популяции *T. raddeanum* из Снегового хребта. **Table 1.** Hesitation of weight signs of generative shoot of united sample (1987-2007, n=677) of high – mountain population *T. raddeanum* from show mountain range.

Признаки	Minimum, мг	Maximum, мг	Range	Maximum / Minimum
X	19	383	364	20.2
x_1	1	40	39	40.0
x_2	3	108	105	36.0
x_3	9	238	229	26.4
Re, (x_3/X)	0.17	0.93	0.76	5.47

Варьирование сухой биомассы генеративного побега в целом за 15-летний период составляет от 19 до 383 мг, массы стебля – от 1 до 40 мг, листьев – от 3 до 108 мг, соцветия – от 9 до 238 мг, размах достигает до 364, 39, 105 и 229 мг, соответственно. Отношение максимума к минимуму у генеративного побега – 20.2, стебля – 40.0, листьев – 36.0 и соцветия – 26.4. У репродуктивного усилия (Re) выше отмеченные показатели самые низкие и колеблются от 0.17 до 0.93, при этом размах составляет 0.76, отношение максимума к минимуму – 5.47. Таким образом, среди весовых признаков генеративного побега в целом и его компонентов максимальные значения размаха изменчивости отмечены у сухой массы соцветий, минимальные – у сухой массы генеративного побега в целом, при промежуточном положении сухой биомассы стебля и листьев. Средние значения сухой биомассы объединённой выборки по годам (табл. 2) варьируют: у генеративного побега от 39.4 до 88.2 мг, стебля – от 2.6 до 15.7 мг, листьев – от 11.8 до 28.8 мг, соцветия – от 25.0 до 58.9 мг и главного показателя адаптивной стратегии - репродуктивного усилия – от 0.47 до 0.73, при средних значениях таковых у объединённой выборки за 15 лет 66.6, 7.8, 20.0, 38.8 мг и 0.58, соответственно. Показатель облиственности (x_2/ X, %) за 15-летний период колеблется в пределах от 16.5 до 38.5%, при 30.0% у объединённой выборки за 15 лет.

Значения коэффициентов вариации подтверждают высокий уровень варьирования по годам сухой биомассы генеративного побега и его частей (табл. 2). Колебания коэффициентов вариации (Cv, %) за 15 лет составили: для генеративного побега в целом 25.4 – 73.3%, стебля 35.1 – 73.1%, листьев 34.1 – 78.7%, соцветия 26.9 – 82.2%, Re 11.7 – 27.1%. Особенно высокий уровень варьирования сухой биомассы наблюдался в 2006 году, где коэффициент вариации для генеративного побега составил 73.3%, для стебля, листьев, соцветия и репродуктивного усилия соответственно 70.5, 77.2, 82.2 и 21.3%. Для объединённой выборки (за 15 лет) коэффициент вариации сухой биомассы имел значения: для генеративного побега 48.7%, для стебля, листьев, соцветия и репродуктивного усилия соответственно 67.8, 57.6, 58.3 и 19.9%. Репродуктивное усилие имеет средний уровень варьирования (Cv =11.7 – 19.2%) и только в течение трёх лет (1987, 1993 и 2006 годы) уровень варьирования Re является большим и составляет соответственно 27.1, 21.7 и 21.3%, но это значительно ниже варьирования сухой биомассы генеративного побега и его компонентов за эти и за все остальные годы (табл. 2). В структуре генеративного побега всех 15 выборок преобладает компонента соцветий (рис.), которая варьирует от 47.5 (1987) до 75.5% (1977) при 58.3% таковой у объединённой выборки (n = 677). Минимальные значения имеет доля сухой массы стебля (11.7% у объединённой выборки), погодичные колебания которой варьирует в пределах от 6.4 (2005) до 16.6% (1990). Промежуточное положение занимает доля сухой массы листьев (30.0%), варьирование которой в разные годы составляет от 16.5 (1977) до 38.5% (1995).

Таблица 2. Сравнительная характеристика изменчивости весовых признаков генеративного побега *T. raddeanum* по годам сбора. **Table 2.** Comparative characteristics of change of generative shoot weight signs *T. raddeanum* in years of gathering.

№ п/п	Сроки сбора	Хар-тики	n	Весовые признаки, мг					
				X	x_1	x_2	x_3	x_2/X,%	Re
1	26.08.1987	X±Sx	30	84.8±5.3	15.7±1.6	28.8±2.4	40.3±3.3	34.0	0.47±0.02
		Cv, %		34.3	57.3	45.0	45.3		27.1
2	Σ (05.08.+ 01.10.) 1988	X±Sx	60	80.2±4.3	11.9±0.7	24.0±2.0	44.3±2.2	29.9	0.56±0.01
		Cv, %		41.5	48.3	63.1	38.0		15.7
3	Σ (07.08.+ 28.09.)1990	X±Sx	60	67.6±2.1	11.2±0.6	18.3±0.9	38.1±1.8	27.2	0.57±0.01
		Cv, %		33.2	44.7	36.3	36.7		14.6
4	Σ (25.06.+ 19.08.)1993	X±Sx	60	54.5±2.2	6.9±0.4	18.8±1.3	28.8±1.3	34.6	0.53±0.02
		Cv, %		31.3	48.3	51.8	36.1		21.7
5	28.08.1994	X±Sx	30	58.8±2.7	8.5±0.5	19.5±1.6	30.8±1.5	33.2	0.54±0.01
		Cv, %		25.4	35.1	43.8	27.3		11.7
6	17.08.1995	X±Sx	30	63.3±3.4	6.1±0.5	24.4±2.0	32.8±1.7	38.5	0.53±0.02
		Cv, %		29.6	43.3	45.1	27.8		17.3
7	09.08.1997	X±Sx	30	74.6±6.5	5.7±0.6	12.3±1.3	56.6±6.7	16.5	0.73±0.02
		Cv, %		48.0	52.6	58.7	64.3		17.1
8	12.08.1998	X±Sx	30	54.6±2.7	5.7±0.4	19.5±1.7	29.4±1.4	35.7	0.55±0.02
		Cv, %		27.1	41.8	48.4	26.9		17.0
9	05.09.1999	X±Sx	30	39.4±4.7	2.6±0.3	11.8±1.7	25.0±3.0	29.9	0.63±0.02
		Cv, %		65.2	54.0	78.7	64.8		13.4
10	Σ(23.06.+05.07. + 25.09). 2000	X±Sx	77	88.2±4.8	8.4±0.5	21.0±1.1	58.8±3.9	23.8	0.64±0.01
		Cv, %		47.3	49.0	45.6	58.7		19.2
11	05.09.2001	X±Sx	30	74.5±6.9	5.9±0.8	21.8±2.6	46.8±4.3	29.3	0.64±0.02
		Cv, %		50.6	73.1	65.1	49.9		17.9
12	08.09.2003	X±Sx	30	59.6±3.8	4.5±0.4	20.2±1.3	34.9±2.8	33.9	0.58±0.01
		Cv, %		35.3	47.7	34.1	44.4		13.2
13	12.08.2005	X±Sx	30	53.2±3.0	3.4±0.4	17.5±1.6	32.3±1.9	32.9	0.62±0.02
		Cv, %		30.8	62.0	49.8	32.1		17.3
14	Σ(01.07+26.08.) 2006	X±Sx	60	67.5±6.4	8.5±0.8	22.1±2.2	36.9±3.9	32.8	0.55±0.02
		Cv, %		73.3	70.5	77.2	82.2		21.3
15	Σ(20. 06. + 20.07. + 02.09.). 2007	X±Sx	90	58.3±2.3	6.7±0.4	18.2±1.0	33.4±1.2	31.2	0.59±0.01
		Cv, %		37.9	62.7	52.9	35.3		17.6
Σ		X±Sx	677	66.6±1.3	7.8±0.2	20.0±0.4	38.8±0.9	30.0	0.58±0.00
		Cv, %		48.7	67.8	57.6	58.3		19.9

Примечание. Над чертой средние значения, под чертой коэффициенты вариации в процентах (Cv, %).
Note. Above the line an average meanings, under the line – coefficients of variations in percents (Cv, %).

Между сухой биомассой генеративного побега в целом, с одной стороны, и его компонентами – стебля и соцветия, с другой, а также, за редким исключением, и сухой массой листьев, наблюдаются существенные значения корреляционной связи (табл. 3). При этом корреляции, за исключением нескольких вариант, существенны на самом высоком уровне достоверности. Однако, не у всех выборок отмечены достоверные связи между весовыми признаками самих компонентов генеративного побега. Корреляции между репродуктивным усилием и сухой массой генеративного побега и двух его составляющих – сухая масса листьев и соцветия, в преобладающем большинстве случаев, несущественны и носят случайный характер. В то же время отмеченные существенные связи между репродуктивным усилием и сухой массой листьев отрицательны, т.е. с увеличением сухой массы листьев происходит уменьшение относительного показателя – репродуктивного усилия.

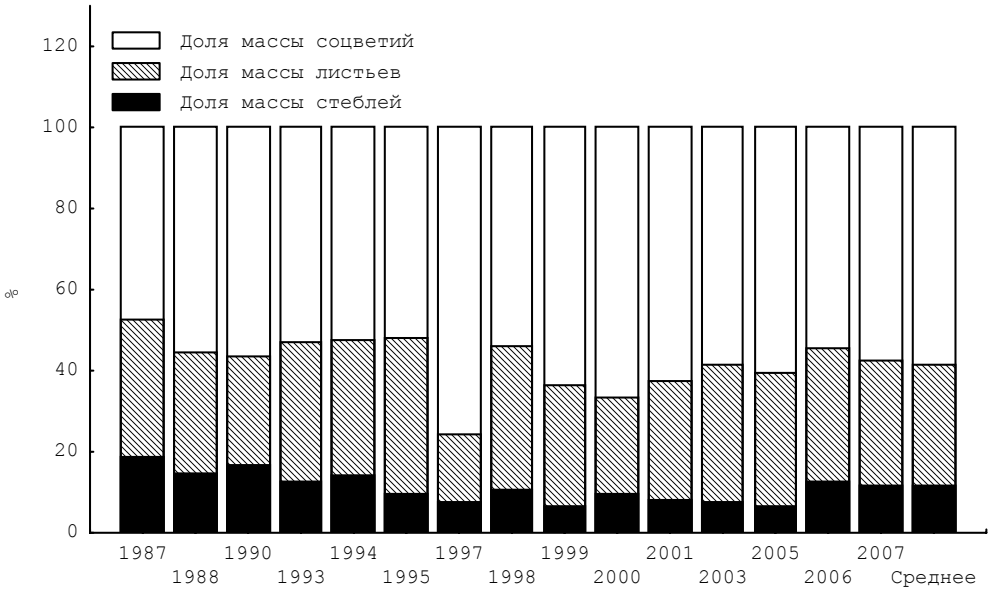


Рис. Доля компонентов генеративного побега *T. raddeanum* по годам.
Fig. Fir the components of generative shoot *T. raddeanum* in years.

Таблица 3. Сравнительная характеристика корреляционных связей (r_{xy}) весовых признаков генеративного побега *T. raddeanum* по годам (df =n -2). **Table 3.** Comparative characteristics of correlation relations (r_{xy}) of weight signs of generative shoot *T. raddeanum* in years (df= n-2).

Выборки	df	r_{xy} между признаками								
		X и x_1	X и x_2	X и x_3	x_1 и x_2	x_1 и x_3	x_2 и x_3	x_2 и Re	X и Re	x_3 и Re
26.08.1987	28	71^{***}	62^{***}	80^{***}	-	40^{*}	-	-55^{**}	-	63^{***}
Σ 1988	58	88^{***}	87^{***}	90^{***}	71^{***}	77^{***}	59^{***}	-65^{***}	-32^{*}	-
28.09.1990	58	72^{***}	88^{***}	94^{***}	61^{***}	52^{**}	70^{***}	-43^{*}	-	-
19.08.1993	58	79^{***}	81^{***}	71^{***}	56^{**}	54^{**}	-	-68^{***}	-	46^{*}
28.08.1994	28	60^{***}	78^{***}	77^{***}	38^{*}	-	-	-	-	49^{**}
Σ 1995	28	32^{*}	84^{***}	82^{***}	-	-	43^{***}	-42^{***}	-	55^{***}
09.08.1997	28	75^{***}	-	94^{***}	-	75^{***}	-	-76^{***}	47^{*}	73^{***}
12.08.1998	28	72^{***}	78^{***}	70^{***}	43^{*}	50^{**}	-	-76^{***}	-	49^{**}
05.09.1999	28	68^{***}	95^{***}	98^{***}	63^{***}	88^{***}	62^{***}	-	-	-
Σ 2000	75	89^{***}	68^{***}	98^{***}	73^{***}	77^{***}	51^{***}	-	58^{***}	70^{***}
05.09.2001	28	85^{***}	92^{***}	91^{***}	99^{***}	55^{**}	67^{***}	-65^{***}	-	-
08.09.2003	28	43^{*}	76^{***}	96^{***}	-	-	57^{**}	-	-	59^{***}
12.08.2005	28	84^{***}	72^{***}	80^{***}	60^{***}	63^{***}	-	-37^{*}	-	-
Σ 2006	58	80^{***}	69^{***}	96^{***}	72^{***}	68^{***}	73^{***}	-35^{**}	-	-
Σ 2007	88	76^{***}	84^{***}	87^{***}	64^{***}	52^{***}	50^{**}	-67^{***}	-	-
Σ Σ	675	91^{***}	67^{***}	-	57^{***}	57^{***}	44^{***}	-33^{***}	-	39^{***}

Примечание. Прочерк означает отсутствие существенной связи. df – число степеней свободы. Коэффициент корреляции r_{xy} приведён в виде первых двух знаков после запятой. * - P < 0.05; ** - P < 0.01; *** - P < 0.001. Note. The line means absence of essential relations, df-number of the grade freedom, Coefficient of correlation r_{xy} given as first three symbols after comma * - P < 0.05; ** - P < 0.01; *** - P < 0.001.

Результаты дисперсионного анализа показали, что разногодичные условия местообитания существенно влияют на изменчивость весовых признаков генеративного побега в целом и его фракций (табл. 4).

Таблица 4. Результаты дисперсионного анализа изменчивости весовых признаков генеративного побега *T. raddeanum* по годам сбора. **Table 4.** Results of dispersion analysis of the change of weight signs of generative shoot *T. raddeanum* in years of gathering.

Признаки	SS	mS	F(14)	h^2, %
X	112343.19	8024.51	8.89^{***}	15.8
x_1	8882.53	634.47	5.21^{***}	9.9
x_2	5944.23	424.59	21.40^{***}	31.2
x_3	66260.44	4732.89	11.19^{***}	19.1
Re	1.90	0.14	12.75^{***}	21.2

Примечание. SS – сумма квадратов, mS – дисперсия, F – критерий Фишера. В скобках указано число степеней свободы. h^2,% - сила влияния фактора в процентах. Прочерк означает отсутствие существенного влияния фактора. * - $P < 0.05$; ** - $P < 0.01$; *** - $P < 0.001$.
Note. SS-sum of squares, mS – dispersion, F – criteria of Fisher. Number of freedom grade are specified parenthetically, h^2,% - power of influence of factor in percents. The line means absence of essential influence of factor. * - $P<0.05$; ** - $P<0.01$; *** - $P<0.001$.

При этом показатели критерия Фишера (F) достоверны на самом высоком уровне значимости. Максимальная величина компоненты дисперсии (h^2 =31.2 %) характерна для сухой массы листьев, минимальная (h^2 =9.9 %) - для сухой массы стебля. Сила влияния сухой массы генеративного побега в целом в 1.60, листьев – в 3.15, соцветия – 1.93 и репродуктивного усилия – в 2.14 раза превышает соответствующую величину сухой массы стебля.

Однако, для объективной оценки мониторинга разногодичных выборок по структуре изменчивости генеративного побега и его компонентов, на наш взгляд, не хватает двух моментов: в силу объективных причин сбор материала в разные годы был проведен не в одни и те же сроки (месяцы и числа), хотя и в наступлении самих фаз развития могут быть сдвиги, и, второе, ближайшая метеостанция «Сулак Высокогорная», чьи данные могли бы быть использованы для интерпретации, анализа и увязки с метеоусловиями, расположена на достаточно удалённом Богосском хребте, на высоте 3000 м над ур. м.

Заключение

На обширном материале (23 выборки) в течение 15 лет в условиях высокогорий Дагестана изучена внутрипопуляционная структура изменчивости весовых признаков генеративного побега одного из 32 палеоэндемов Дагестана - *Trifolium raddeanum*, являющегося вегетативно подвижным многолетником дагестанского происхождения. В структуре генеративного побега всех выборок клевера Радде отмечена высокая доля сухой массы соцветия (58.3%), минимальные значения имеет доля сухой массы стебля (11.7%), на долю сухой массы листьев приходится 30.0% от общей биомассы генеративного побега. Для каждой выборки вычислены некоторые качественные, практически ценные параметры: облиственность и репродуктивное усилие. Первый является показателем кормовой ценности, второй – главным показателем адаптивной стратегии вида или популяции.

С погодичным материалом проведен сравнительный анализ изменчивости весовых признаков генеративного побега в целом и его компонентов или фракций. Установлены границы размаха изменчивости всех четырех учтенных здесь весовых признаков – сухой массы генеративного побега в целом и его составляющих – стебля, листьев и соцветия. Отмечается высокий уровень погодичного варьирования сухой биомассы генеративного побега и его составляющих (стебля, листьев и соцветия), репродуктивное усилие имеет средний уровень варьирования.

Разногодичные условия места произрастания выборок существенно влияют на изменчивость всех анализируемых здесь признаков.

Между сухой биомассой генеративного побега и сухой биомассой его компонентов - стебля и соцветия, а также, за редким исключением, и сухой массой листьев наблюдались существенные корреляционные связи. Однако, не у всех выборок отмечены достоверные связи между весовыми признаками самих компонентов генеративного побега. Корреляции между репродуктивным усилием и сухой массой генеративного побега и двух его составляющих – сухая масса листьев и соцветия, в преобладающем большинстве случаев, несущественны и носят случайный характер. В то же время отмеченные существенные связи между репродуктивным усилием и сухой массой листьев отрицательны, т.е. с увеличением сухой массы листьев происходит уменьшение относительного показателя – репродуктивного усилия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галушко А.И.* Флора Северного Кавказа. Определитель. Ростов-на-Дону: РГУ, 1980. Т. 2. С. 130-138.
2. *Гроссгейм А.А.* Определитель растений Кавказа. М.: Советская наука, 1949. С. 115-121.
3. *Гроссгейм А.А.* Флора Кавказа. М.-Л.: Советская наука, 1952. Т. 5. С. 194 – 221.
4. *Еленевский А.Г.* О некоторых замечательных особенностях флоры Внутреннего Дагестана // Бюлл. МОИП. Отд. биологии. 1966. Т. LXXI (5). С. 107-117.
5. *Зайцев Г.Н.* Методика биометрических расчётов. М.: Наука, 1973. 256 с.
6. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
7. *Любищев А.А.* Дисперсионный анализ в биологии. М.: МГУ, 1986. 200 с.
8. *Львов П.Л.* Редкие и исчезающие виды растений Дагестана // Бюл. Глав. бот. сада. 1976. Вып.102. С. 102.
9. *Львов П.Л.* Растительный покров Дагестана (Учебное пособие). Махачкала, 1978. 51 с.
10. *Львов П.Л.* К сохранению редких растений и фитоценозов Дагестана // Природа. 1979. № 3. С. 80-87.
11. *Магомедмирзаев М.М.* Введение в количественную морфогенетику. М.: Наука, 1990. 230 с.
12. *Магомедмирзаев А.М., Магомедмирзаев М.М.* Некоторые аспекты изучения адаптивных стратегий в связи с интродукцией растений (аналитический обзор) // Интродукционные ресурсы горного растениеводства. Махачкала, 1996. С.111-119.
13. *Магомедов Г.Г.* Клевера и эспарцеты Дагестана. Махачкала: Дагучпедгиз, 1972. 106 с.
14. *Пианка Е.Р.* Эволюционная экология. М.: Мир, 1981. 400 с.
15. *Плохинский Н.А.* Биометрия. Новосибирск: СО АН СССР, 1961. 364 с.
16. *Раджи А.Д.* Клевера Дагестана // Сб. научн. сообщ. Махачкала, 1970. Вып. 2. С. 36-45.
17. *Раджи А.Д.* Клевера и горошки Дагестана. Махачкала, 1979. 40 с.
18. Флора СССР. М.-Л., 1945. Т. XI. С. 189-214.
19. *Хабибов А.Д.* Изменчивость некоторых показателей семенной продуктивности в популяциях *Trifolium ambiguum* Bieb. и *T. raddeanum* Trautv // Проблемы эволюционной и популяционной генетики. Махачкала, 1978. С. 115-127.
20. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения СССР. Л.: Наука, 1981. С. 224-246.
21. *Halle F., Oldeman R.A.A., Tomlinson P.B.* Tropical trees and forests: An architectural analysis. B.: Springer, 1978. 441 p.
22. *Harper J.L.* Population biology of plants. L.: Acad. Press, 1977. 982 p.
23. *Jolls C.L.* Phenotypic patterns of variacion in biomass allocation in Sedum lanceolatum Torr. at four elevational sites in the Front Range, Rocky Mountains, Colorado // Bull. Torrey Bot. Club. 1980. Vol. 107. № 1. Pp. 65-70.

24. *Newell S.J., Tramer E.J.* Reproductive strategies in herbaceous plant communities during succession // Ecology. 1978. Vol. 43, N 2. pp. 228-233.
25. *White J.* The plant as a metapopulation // Annu. Rev. Ecol. Sist. 1979. Vol. 10. pp. 109-145.

ABOUT A STRUCTURE OF CHANGE OF BIOMASS OF GENERATIVE SHOOT OF DAGESTAN ENDEM *TRIFOLIUM RADDEANUM* TRAUTV. IN YEARS OF GATHERING

© 2007. A.D. Habibov*, A.A. Habibov*, P.M.-S, Muratchaeva**

**Mountain botanic garden of Daghestan Scientific Center of the Russian Academy of sciences*
Russia, 367025, Makhachkala, Gadjiev str., 45, E-mail: gakbari05@mail.ru
***Caspian Institute of biological resources*
of Daghestan Scientific Center of the Russian Academy of sciences
Russia, 367025, Makhachkala, Gadjiev str., 45 E-mail: pibrdncran@iwt.ru

High level of in year change is established of dry biomass of generative shoot and its parts (stem, leaf and raceme).

Reproductive effort has a middle level of change. Correlative connection between dry biomass of generative shoot and dry biomass of its parts is studied.

Key words: clover Radde, generative shoot, stem, leaf, raceme, reproductive effort, change.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

УДК 576+574.46

ECONOMIC IMPORTANCE OF SOME LOCAL ENDEMIC PLANTS OF THE EGYPTIAN NUBIA: BASED ON TOTAL PROTEIN AND AMINO ACID COMPOSITION

© 2007. S. Heneidak*, A.S.M. Shaheen**

**Biological Sciences Department, Suez Faculty of Education, Suez Canal University, Egypt*
***Botany Department, Aswan Faculty of Science, South Valley University, Egypt,*
E-mail: abudshaheen@yahoo.com

Abstract. Plant diversity of the Egyptian Nubia is of critical importance to the quality of life of local nomadic population. Some nutritional characteristic and biological value of the seeds of ten taxa (five trees, two shrubs and three herbs) from the Egyptian Nubia (mostly local endemic) were studied based on total protein, essential (EAA) and non-essential amino acids (NEAA) composition. The seed contain a range of a minimum of 2.1% in *Medemia argun* to a maximum of 20.3% in *Lupinus digitatus* of total protein. Several EAA profile of the seed protein of the studies species are reported and compared well with FAO/WHO reference pattern, and the nutritional quality of proteins as measured by their essential amino acids chemical scores ranging from 4.66% for lysine in *Moringa peregrina* seed protein to 220% for methionine in *Rhynchosia minima* seed protein. EAA of the seed protein of *Rhynchosia minima* register higher values than the FAO/WHO (1990) recommended pattern (threonine, 4.39; valine, 4.32; methionine, 5.50 & tyrosine 6.67 g/100 g protein). Sulphur containing amino acids such as methionine and cystine are the first limiting amino acids in all plants. There is a significance variation of total protein and amino acids contents between seeds of trees, shrubs and herbs. Fruits of *Hyphaene thebaica* and *Medemia argun* (trees of Aracaceae) show a unique pattern of total protein, EAA as well as, NEEA profiles; being there is no significant variation between them. Hence, some taxa can serve as a valuable fodder for sheeps and camels (*Acacia nilotica*, *Fahidherbia albida*, *Rhynchosia minima* and *Salsola imbricata*) as well as, as alternative protein source among the economically weaker section of populations especially tribal people (nomadic) living in Western and Eastern deserts of Egyptian Nubia (*Hyphaene thebaica*, *Lupinus digitatus*, *Medemia argun* and *Sesamum alatum*).

Key words: Amino acids, Aracaceae, Chenopodiaceae, Egyptian Nubia, Leguminosae, Moringaceae, Pedaliaceae, total protein.

Introduction

To a large extent, livestock feed in arid African lands (Egyptian Nubia is part of it) is based on grazing senescent grasses, cereal crop and trees residues (Van Soest, 1988), which are deficient in protein but have high fiber contents that limit intake and digestibility of cell wall carbohydrates (Rittner, Reed, 1992). Lake of reliable dietary protein sources is one of the greatest problems facing inhabitants of these areas (Rittner, Reed, 1992).

Some plants growing in Nubian lands are widely used in folk medicine and have proved to be effective against many diseases (Boulos, 1983; Mabberley, 1997). Also some Plants are edible, and some others are used for fodder, as fuel, in making lawns, mats, furniture, building materials, and many household items (El-Hadidi, Boulos, 1988; Boulos, 1994). Many species in Egyptian Nubia are known to be of potential value and useful for both domestic and wild animal grazing (Springuel, Mekki, 1994; Briggs et al., 1999; Shaheen, Hammed, 2003).

The search for novel high-quality but cheap sources of protein and energy has continued to be a major concern of governments and bodies charged with the responsibility for food and nutrition in many parts developing countries (Balogun, Fetuga, 1986). The problems of poor livestock nutrition is magnified by the fact that most studies attempting to address Africa's forage shortage problems usually ignore wild vegetation (Bayer, 1990).

Many research efforts are being directed to identify and evaluate under exploited seed food sources as alternative protein crops for the future (Daussant et al., 1983; Nwokolo, 1987; Egbe, Akinyele, 1990; Rajaram, Janardhanan, 1990; Davis, 1992; Heneidy, 1995; Lock, 1998; Lewis et al., 2005). M.A. Badri and A.I. Hammed (2000) as well as, A.M. Shaheen and A.I.Hammed (2003) reported the usefulness of some desert and weedy species collected from Wad Allaqi and Nubian Nile valley as a fodder; their seeds are very rich with protein and some essential amino acids.

The present study determines the total proteins and amino acids contents of seeds and fruits of ten local endemic species collected from the Egyptian Nubia in order to evaluate the nutrition value of these plants for fodder production. Obtained results were compared with the FAO/WHO reference pattern to define the usefulness of these species for both the human and animal consumption.

Materials and Methods

Mature seeds of the studies taxa are collected from Nubian Nile Valley, Nubian Eastern Deserts as well as, Nubian Western Deserts (Table 1) from 2005-2006. The most of seeds and fruits represented the local endemic species which are native to the Nubia (Boulos, 1999; 2002; 2005; Lock, 1998; Lewis, 2005). The identification of the seed was achieved by the morphological comparison with herbarium specimens kept at ASW herbarium (Aswan Herbarium, Faculty of Science, Botany Department, South Valley University, Egypt).

Protein content

Protein was determined according to improved Kjeldahl methods of AOAC (1970) modified by distilling the ammonia into boric solution and titrated with standard acid according to A.L. Page et al. (1982) at Central Laboratory of Food Science, Faculty of Agriculture, Cairo University.

Amino acids

Samples of 50-100 mg taken from different studied species dried seeds (fruits in *Hyphaene thebaica* and *Medemia argun*) were defatted and weighed in the screw-capped tubes; 5 ml of HCl 6.0 N were added to each tube and 0.2% Mercapto ethanol. The hydrolysis was attached to a system, which allows the connection of nitrogen and vacuum lines without disturbing the sample. The tubes were capped 7 mol placed in an oven at 110°C for 24 h. (AOAC 1995). The content of each tube was filtered and then evaporated in a rotary evaporator. Ready made buffers H1 (4-buffer system) was added to each dried film of the hydrolyzed sample. After all soluble materials had been completely dissolved the samples were filtered using a 0.2 µm membrane filter, (Winder, Eggum 1966). The samples were analyzed using High Performance LC 3000 Amino Acid Analyzer, Eppendorf, Biotronik (Hydrolysate Programme) at The Regional Centre for Mycology and Biotechnology, Al-Azhar University. Separation of a hydrolysate standard, 4 n mol/Amino Acid; and conditions; LC 3000 Standard Program H1, Column H 125 x 4 mm, Pre-column type H60 x 4 mm. Data analysis of chromatogram apparatus, which was done by EZChrom^{TM} Chromatography Data System Tutorial and Users Guide-Version 6.7.

The contents of the different amino acids recovered were expressed as g per 100 g protein and were compared with the FAO/WHO (1990) reference pattern (Vijayakumari et al., 1997; Shaheen, Hamed, 2003).

The essential amino acid score was calculated as follows:

$$\text{Essential amino acid score} = \frac{\text{essential amino acid in 100 g of the test protein} \times 100}{\text{g of essential amino acid in 100 g of FAO/WHO reference pattern}}$$

Table 1. Classification (after Boulos, 1999; 2002; 2005), source, life form and palatability status (according to Heneidy et al., 1999) of the studied species. **Таблица 1**. Таксономическая принадлежность (по Boulos, 1999; 2002; 2005), источник, жизненная форма и степень съедобности (по Heneidy, et al., 1999) изученных растений.

Family	Species	Source	Life form	Palatability status
Dicotyledoneae				
Leguminosae (Fabaceae)	**Subfamily Mimosoideae**			
	Acacia nilotica subsp. *tomentosa* (Benth.) Brenan (= *Acaia arabica* (Lam.) Willd.)	AL-Agaba; 18 km north Aswan. (Na)	Trees	Highly palatable
	Faidherbia albida (Delile) A. Chev. (*Acacia albida* Delile)	First Cataract Island; Aswan (Na)	Trees	Highly palatable
	Mimosa pigra	First Cataract Island Aswan (Na)	Shrubs	Low palatable
	Subfamily Papilionoideae			
	Lupinus digitatus Forssk (= *Lupinus varius* L.)	Wadi Egate (E.Dn)	Herbs	Highly Palatable
	Rhynchosia minima (L.) DC. (= *Dolichos memnonius* Delile)	Kubbanya island, 15 km north Aswan (Na)	Herbs	Palatable
Moringaceae	*Moringa peregrina* (Forssk.) Fiori (= *M. aptera* Gaertn.; *M. arabica* Pers.)	Wadi Um Sheha (E.Dn)	Trees	Palatable
Chenopodiaceae	*Salsola imbricata* Forssk. (= *S. baryosma* (Roem. & Schult.) Dandy	Wadi Allaqi (E.Dn)	Shrubs	Highly palatable
Pedaliaceae	*Sesamum alatum* Thonn.	Wadi Egate (E.Dn)	Herbs	Highly palatable
Monocotyledoneae				
Aracaceae (Palmae)	*Hyphaene thebaica* (L.) Mart. (=*H. sinaitica* Furtado)	Dungul Oasis (W.Dn)	Trees	Highly palatable
	Medemia argun (Mart.) Württemb. Ex H. Wendl (= *Hyphaena argun* Mart.ex H. Wendle)	Dungul Oasis (W.Dn)	Trees	Highly palatable

E.Dn: Eastern Nubian Desert; W.Dn: Western Nubian Desert; Na: Nubian Nile Valley.

Results and Discussion

The natural variation can occur in the protein content of the fruits and seeds of the different species as a result of extraneous factors such as nutrient availability. There is notable variation in crude protein, essential amino acids (EAA) and non-essential amino acids (NEAA) values of the seeds and fruits of the ten studied taxa. The data are represented in Tables 2 and 3 as well as, Figs. 1 and 2.

Total protein percentages

The results of the total protein of the studies species presented in Table 2 and Figure 1. The minimum crude protein is 2.1% in the seeds of *Medemia argun* and the maximum is 20.3% in *Lupinus digitatus*. Seeds of *Lupinus digitatus*, *Faidherbia albida* and *Rhynchosia minima* show a

higher percentage of crude protein (20.3, 19.1, 17.8% respectively) than those required for lactation (15%) during the lactation period (Norton, 1981). In contrast, protein seeds of *Acacia nilotica*, *Mimosa pigra*, *Salsola imbricata*, *Hyphaene thebaica* and *Medemia argun* is less than those essential for lactation. These results agree with those obtained by M.A. Badri and A.I. Hammed (2000) as well as A.M. Shaheen and A.I. Hammed (2003) who reported that some species (*Xanthium spinosum*, *Astragalus vogelii* and *Cardiospermum halicacabum*) collected from Nubian Eastern Desert & Nubian Nile Valley have a higher value of protein (more than 15%) and others (*Citrullus colocynthis* and *Ipomaea eriocarpa*) have less than the lactation level. In this connections, Daussant et al. (1983) found that the protein content of some legumes ranged from 19-30%, notably the soybean at over 30%. Furthermore the total protein content ranged from 14.22 to 17.42% in four species of *Senna* (Amer & Sheded, 1998); from 39% to 53% in five species of *Lathyrus* (Hassan, 1999); from 7.7 to 21.5% in two species of Leguminosae and four species of Solanaceae (Shaheen, Hammed, 2000); from 8.25 to 22.0% in three true weeds and three transitional weeds (Shaheen, Hammed, 2003); or from 10.9% to 42.1% in seven species of *Phaseolus* (Hassan, 2004).

Table 2. Mean values of total protein and essential amino acids content existing in the studied species, expressed as g/100 g protein, Practice values = essential amino acid score. **Таблица 2.** Среднее содержание общего протеина и основных аминокислот в изученных растениях, выраженных в г/100 г протеина, реальная величина = количеству основных аминокислот.

EAA → Species ↓	% of total protein	Leucine (Leu)	Threonine (Thr)	Valine (Val)	Lysine (Lys)	Methionine (Met)	Tyrosine (Tyr)
Acacia nilotica	12.7	3.11 (47.12)	1.45 (42.65)	0.75 (21.43)	0.84 (14.48)	1.51 (60.40)	1.16 (18.41)
Faidherbia albida	19.1	3.35 (50.76)	2.07 (60.88)	1.43 (40.86)	1.13 (19.48)	1.23 (49.20)	1.04 (16.51)
Mimosa pigra	13.6	3.57 (54.09)	1.13 (33.24)	1.39 (39.71)	2.92 (50.35)	1.68 (67.20)	1.36 (21.59)
Lupinus digitatus	20.3	5.62 (85.15)	2.08 (61.18)	1.12 (32.00)	0.87 (15.00)	2.00 (80.00)	2.62 (41.59)
Rhynchosia minima	17.8	4.83 (73.18)	4.39 (129.12)	4.32 (123.43)	5.39 (92.93)	5.50 (220.00)	6.67 (105.87)
Moringa peregrina	14.4	4.01 (60.76)	2.10 (61.77)	1.45 (41.43)	0.27 (4.66)	1.62 (64.80)	3.54 (56.19)
Salsola imbricata	9.4	4.17 (63.18)	3.11 (91.47)	1.81 (51.71)	-	2.27 (90.80)	2.49 (39.52)
Sesamum alatum	13.8	3.61 (54.70)	1.92 (56.47)	1.60 (45.71)	0.31 (5.35)	1.52 (60.80)	3.14 (49.84)
Hyphaene thebaica	3.4	4.25 (64.39)	3.32 (97.65)	3.72 (106.29)	-	2.58 (103.20)	-
Medemia argun	2.1	4.78 (72.42)	3.72 (109.41)	-	-	2.97 (118.80)	-
FAO/WHO (1990)	-	6.6	3.4	3.5	5.8	2.5	6.3

Amino acids

The amounts of different amino acids (EAA & NEAA) in the ten studies species as well as, EAA score of total seed protein are given in Tables 2 and 3 and Histograms (Figs. 1, 2).

Table 3. Mean values of non essential amino acids existing in the studied species (mg/g D.Wt., expressed as g per 100 g protein). **Таблица 3**. Среднее содержание неосновных аминокислот в изученных растениях (мг/г сухого веса, выраженные как г на 100 г протеина).

NEAA → Species ↓	Proline (Pro)	Glutamic acid (Glu)	Aspartic acid (Asp)	Histi-dine (His)	Glycine (Gly)	Cystine (Cys)	Serine (Ser)	Alanine (Ala)	Phenyla-lanine (Phe)	Argi-nine (Arg)
Acacia nilotica	-	12.89	17.42	7.50	12.79	29.04	4.94	3.95	2.30	0.32
Faidherbia albida	24.32	15.37	12.05	7.11	6.23	15.84	4.20	3.11	1.01	0.51
Mimosa pigra	16.86	11.36	13.38	18.98	6.54	6.37	3.76	2.88	2.24	5.59
Lupinus digitatus	27.66	18.80	11.77	6.76	6.03	3.19	4.88	2.97	2.78	0.91
Rhynchosia minima	21.61	5.42	4.90	5.72	2.77	8.85	3.87	3.28	6.08	6.42
Moringa peregrina	38.42	16.66	6.74	3.39	7.48	3.72	3.25	3.65	3.02	0.68
Salsola imbricata	-	14.34	23.59	17.16	11.49	4.73	6.86	-	7.99	-
Sesamum alatum	29.72	14.67	9.08	3.90	6.90	2.79	4.00	3.38	2.58	10.89
Hyphaene thebaica	-	16.07	20.69	12.94	16.06	2.70	7.85	9.81	-	-
Medemia argun	-	17.49	21.38	14.95	15.30	3.67	8.16	7.58	-	-

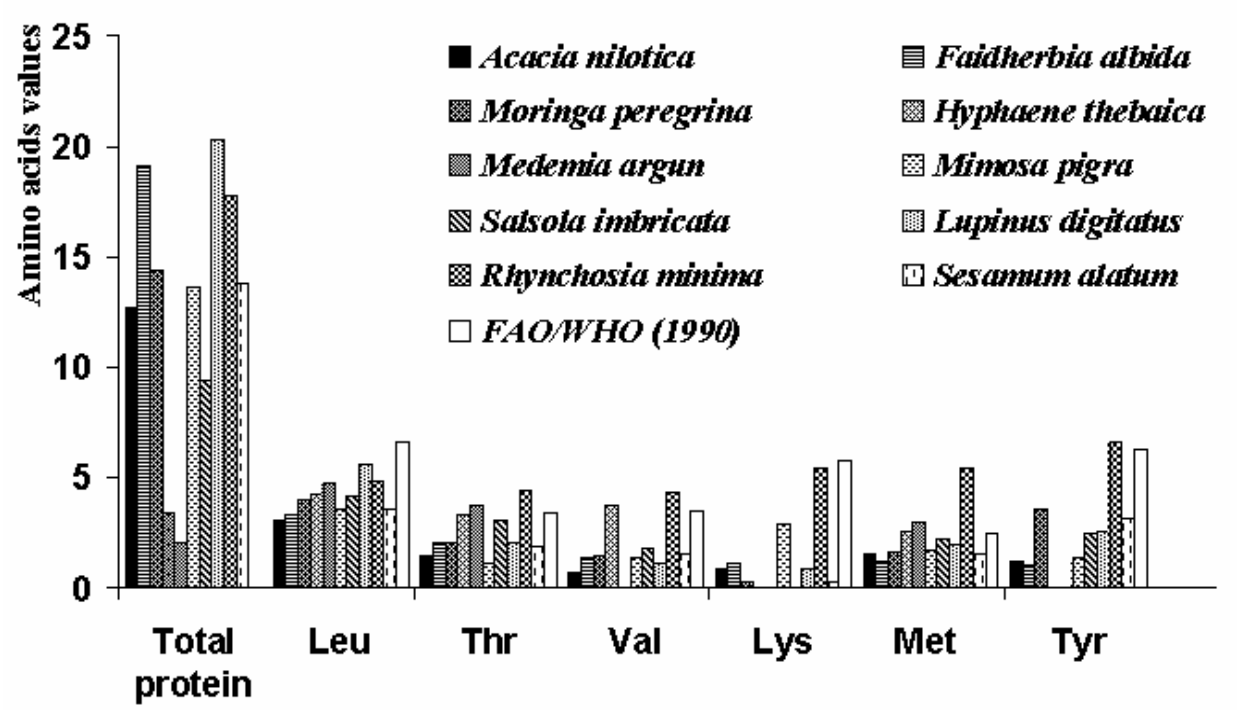


Fig. 1. Essential amino acid percentages in the studied species. **Рис. 1.** Процент основных аминокислот в изученных растениях.

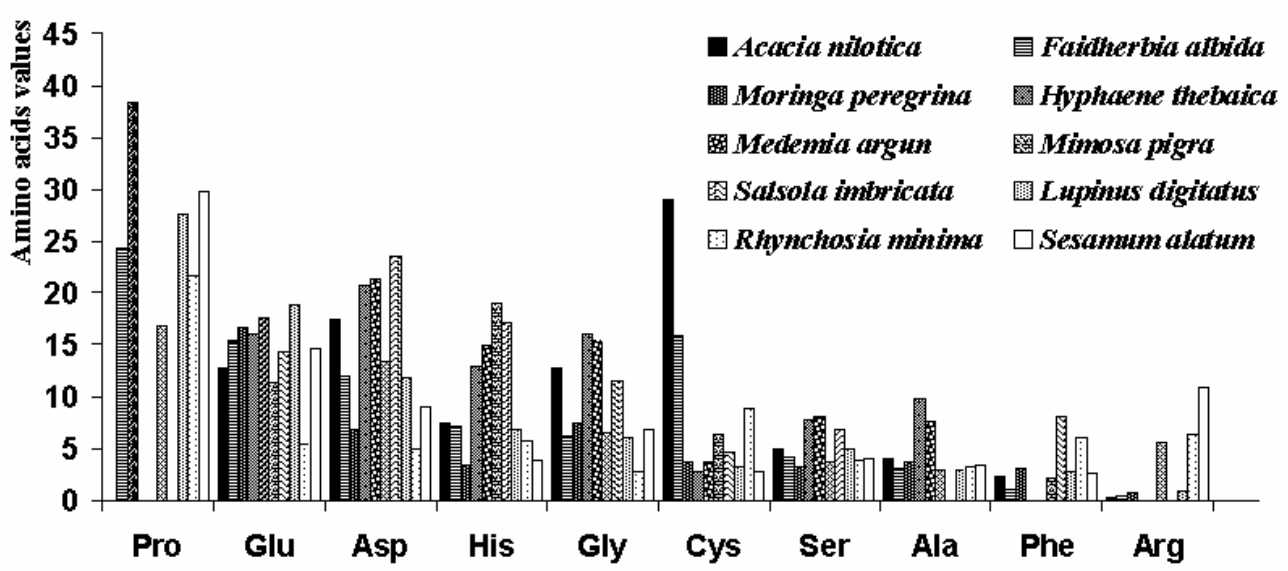


Fig. 2. Non-essential amino acid percentages in the studied species. **Рис. 2**. Процент неосновных аминокислот в изученных растениях.

Essential amino acids (EAA)

The results of the present studies (Table 2 and Fig. 1) showed that the most essential amino acids of seed protein in *Rhynchosia minima* register higher values than the FAO/WHO (1990) recommended pattern (threonine, 4.39; valine, 4.32; methionine, 5.50 and tyrosine 6.67 g/100 g protein respectively). The methionine (sulphar containing amino acid) is present at high levels in *Rhynchosia minima*, *Medemia argun* and *Hyphaene thebaica* (5.50, 2.97 and 2.58 g/100 g protein, respectively) compared with the FAO/WHO (1990) recommended pattern (2.5 g/100 g protein). Furthermore, leucine, threonine, valine and tyrosine are present in higher values in the studies taxa compared with other species studied from the same area (Shaheen, Hammed, 2003) In contrast, the levels of leucine (aliphatic amino acid) and lysine (basic amino acid) from the seeds or fruits of all studies taxa show lower values than those of FAO/WHO (1990) recommended pattern). In addition, lysine (basic amino acid) is found to be the first limiting amino acid with a corrected score of 0.27 g/100 g protein in the seed protein of *Moringa peregrina*; it is present at a low level thus resulting in a low chemical score (4.66%). *Hyphaene thebaica* and *Medemia argun* (trees of Aracaceae) are lacking of lysine and tyrosine and have a unique pattern of accumulation of other essential amino acids in their fruits protein. Also, seed protein of *Salsola imbricata* show lacking of lysine, while valine is absent in fruits of *Medemia argun*. The present study indicates that the seed protein in some trees are rich with leucine and threonine while in herbs the seed protein are rich with tyrosine, methionine, lysine and valine. These results are in agreement with those of Vijayakumari et al. (1997) who reported that the essential amino acids of seed protein from *Bauhinia purpurea* registered higher values than the FAO/WHO (1990) recommended pattern. In this connection, some essentials amino acids (tyrosine, valine, methionine) composition of some studied species (*Rhyncosia minima, Faidherbia albida*) seems to be higher (especially sulfo-amino acid methionine) than the previous findings of E. Nwokolo (1987), W. Amer and M. Sheded (1998), N. Rajaram and K. Janardhanan (1990), S.Z. Heneidy (1995), A.M. Shaheen and A.I. Hamed (2000; 2003). On the other hand, deficiency of some essential amino acid had been registered in some unique grasses as well as, some shrubs and trees (Badri, Hammed, 2000; Shaheen, Hammed, 2003).

Non-essential amino acids (NEAA)

Arginine (basic amino acid) is the limiting amino acids in all protein of the different species; *Acacia nilotica* (0.32 g/100 g), *Faidherbia albida* (0.51 g/100 g), *Moringa peregrina* (0.68 g/100 g) and *Lupinus digitatus* (0.91 g/100 g protein). However, the content of glutamic (acidic amino acid) is high in all studies species, ranges from 5.42 g/100 g protein in *Rhynchosia minima* to 18.80 g/100 g protein in *Lupinus digitatus*. As well as, the other acidic amino acid; aspartic acid show the same result in all taxa, ranges from 4.90 g/100 g in *Rhynchosia minima* to 23.59 g/100 g in *Salsola imbricata*. Trees seed protein of the studies taxa demonstrate the high content of glutamic, aspartic acids and glycine, however seed protein of *Faidherbia albida* and *Acacia nilotica* contain high values of cystine (15.84 and 29.04 g/100 g, respectively). As well as, *Hyphaene thebaica* fruits protein contain the high amount of the two aliphatic amino acids; alanine and glycine (9.81 and 16.06 g/100 g); *Moringa peregrina* with high content of proline (heterocyclic amino acid 38.42 g/100 g)**;** and *Medemia argun* with high content of serine (hydroxylated amino acid, 8.16 g/100 g). Shrubs seed protein like *Salsola imbricata* have the higher values of aspartic acid (acidic amino acid, 23.59 g/100 g) and phenylalanine (aromatic amino acids, 7.99 g/100 g); or like *Mimosa pigra* have the higher values of histidine (basic amino acid, 18.98 g/100 g). Moreover, herbs seed protein like *Rhynchosia minima* and *Sesamum alatum* have higher values of basic amino acid; arginine (6.42 and 10.89 respectively), while *Lupinus digitatus* has a high content of proline and glutamic amino acid (27.66 and 18.80 g/100 g, respectively). In addition, seeds and fruits protein of *Acacia nilotica*, *Hyphaene thebaica* and *Medemia argun* (trees) and *Salsola imbricata* (shrubs) show lacking of proline. Furthermore, seed protein of *Hyphaene thebaica* and *Medemia argun* (trees of Aracaceae) show lacking of phenylalanine and arginine. These results to somewhat agree with those of A.M. Shaheen and A.I. Hammed (2000; 2003) who reported that there is a variation of the non-essential amino acids content between some trees and shrubs which collected from Wadi Allaqi (Nubian Eastern Desert). However, M.A. Badri and A.I. Hammed (2000), A.I. Hammed (2000) reported that there is no significant variation of the amino acids between the grasses, herbs and trees on their investigation for some species collected from Wadi Allaqi biosphere reserve.

Palatability status and economic importance

S.Z. Heneidy (1995) described the fooder palatability dividing it to three scales; highly palatable, palatable and low palatable. According to such classification, the seeds of *Acacia nilotica, Faidherbia albida*, *Salsola imbricata* and *Rhynchosia minima* are highly palatable, and can serve as a valuable local fodder for cheeps, camels and some wild animals. The fruits of *Hyphaene thebaica* (doum palm) and *Medemia argun* have high palatability with nutrient edible fruits eaten like dates. *Lupinus digitatus* is highly palatable, and can be cultivate for locally eaten (seeds) and cattle food (whole plant). Also, *Sesamum alatum* seeds have high palatability sprinkled on bread and cakes, and containing most important vegetable oil (Mabberley, 1997). Furthermore, *Hyphaene thebaica*, *Lupinus digitatus*, *Medemia argun* and *Sesamum alatum* can be used as alternative protein source for nomads living in Nubian desert. *Moringa peregrina* seeds (14.4 g/100 g) are palatable with important oil used as salad oil (Mabberley, 1997). Only *Mimosa pigra* seeds are low palatable, and potent drink extracted from its roots rich in tryptamines (Mabberley, 1997).

Summary

The variable content of total protein, essential and non-essential amino acids composition of the seeds and fruits of ten species (mostly show local endemic to the Egyptian Nubian flora) was investigated. The results obtained could be outlined as follows**:**

The trees seed protein (five taxa) contain several essential amino acids with high chemical scores (excepting lysine) compared with those of FAO/WHO, however, *Hyphaene thebaica* and *Medemia argun* fruits (trees of Aracaceae) show lacking of lysine and tyrosine. As well as, the trees seed protein of the studies taxa record high content of non-essential amino acids glutamic, aspartic (acidic amino acids), glycine (aliphatic amino acid) and cystine (sulphar containing amino acid).

The herbs seed protein show a deficiency of sulphar containing amino acids (cystine and methionine) while they accumulated in the seed protein of *Salsola imbricate* shrubs. The herbs seed protein particularly *Rhynchosia minima* contains the higher amounts of the most essential amino acids than the FAO/WHO (1990) recommended pattern. The nutritional quality of proteins as measured by their essential amino acids chemical scores ranging from 4.66% for lysine in *Moringa peregrina* (trees) seed protein to 220% for methionine in *Rhynchosia minima* (herbs) seed protein.

Considerable amounts of hydroxylated amino acids (threonine and serine) are accumulated more in the seed protein of *Medemia argun* and *Hyphaene thebaica*, moreover, their seed protein show lacking of tyrosine (aromatic amino acid). In addition, seed protein of *Medemia argun* show lacking of valine (aliphatic amino acid).

There are no significant variations in contents of the amino acids (EAA & NEAA) between *Hyphaene thebaica* and *Medemia argun*, their seed protein show lacking of lysine, tyrosine (EAA), proline, phenylalanine and arginine (NEAA).

From the preceding results and discussions, it appears that the seeds and fruits of the studies species (especially trees) are rich in crude protein and several essential amino acids (compared well with FAO/WHO 1990 recommended pattern). Hence, these species can serve as a cheap source of protein for both animal and human consumption particularly to nomadic population living in Nubian part of the Eastern and Western deserts and its livestock.

Acknowledgement. We would like to thank Dr. Irina Springuel professor of ecology, Faculty of Science, Botany Department, South Valley University, Egypt for her critical reading of the manuscript. Also we would like to thank Ekramy Abassery and Tarek Radwan for collecting seeds of Lupinus and Moringa.

LITERATUTE CITED

1. *Amer W. M., Sheded M.* Relationships within genus *Senna* in Egypt, based on variations in protein, free amino acid and RAPD markers // J. Union Arab Biol. 1998. 6 (B). P. 47-61.
2. Official Methods of Analysis. 11th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD. 1970. P. 63–70.
3. Official Methods of Analysis. 16th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD. 1995. P. 22 - 32
4. *Badri M.A., Hamed A.I.* Nutrient value of plants in an extremely arid environment (Wadi Allaqi Biosphere Reserve, Egypt) // J. Arid Envir. 2000. 44. P. 347-356.
5. *Balogun A.M., Fetuga B.L.* Chemical composition of some underexploited leguminous crop seeds in Nigeria // J. Agric. Food Chem. 1986. 34. P. 189-192.
6. *Bayer W.* Use of native brows by Fulani cattle in central Nigeria // Agroforesty Sys. 1990. 12. P. 217-228.
7. *Boulos L.* Medicinal Plants of North Africa. Reference Publications. Inc., Algonac, Michigan 48001, USA. 1983. 286 p.
8. *Boulos L.* The Weed Flora of Egypt. The American University Press, Cairo. 1994. Vol. 361 p.
9. *Boulos L.* Flora of Egypt. Vol. 1 (Azollaceae-Oxalidaceae). Al Hadara publishing, Cairo, Egypt. 1999. 419 p.
10. *Boulos L. Flora of Egypt*, vol. 3. (Verbenaceae-Compositae). Al Hadara Publishing, Cairo, Egypt. 2002. 373 p.

11. *Boulos L.* Flora of Egypt. Vol. 4. (Alismataceae-Orchidaceae). Al Hadara Publishing, Cairo, Egypt. 2005. 617 p.
12. *Briggs J., Badri M., Mekki A.* Indigenous Knowledges and Vegetation use among Bedouin in the Eastern Desert of Egypt // App. Geog., 1999. 19. P. 87-103.
13. *Daussant J., Mosse J., Vaughan J.* Breeding for protein quantity and protein quality in seed crops / In *seed protein*. Berlin: Springer. (1983). P. 223-249.
14. *Davis A.M.* The Phytochemistry of the Flora of Qatar. The Scientific and Applied Research Centre, University of Qatar. Richmond, Great Britain: King-Print. 1992. 582 p.
15. Egbe I.A., Akinyele I.O. Effect of cooking on the anti-nutritional factors of lima beans (*Phaseolus lunatus*). Food Chem., 1990. 35. P. 81-88.
16. *El-Hadidi M.N., Boulos L.* The Street Trees of Egypt. The American University in Cairo Press, 2nd ed, 1988. P. 44-53.
17. FAO/WHO. Protein quality evaluation. In: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, Italy, 1990. 23 p.
18. *Hammed A.I.* Assessment of the protein quality of plants in an extremely arid environment, using amino acid analysis (Wad Allagi biosphere reserve, Egypt) // Proc. 1st Int. Conf. Biol. (ICBS). Fac. Sci., Tanta Univ., 7-8 May, 2000. 1. P. 861-871.
19. *Hassan A.E.* Identification of some *Lathyrus* species by electrophoretic analysis of seed protein // Egypt. J. Appl. Sci. 1999. 14 (12). P. 16-29.
20. *Hassan A.E.* Use of protein electrophoresis and amino acids for some *Phaseolus* species // Egypt. J. Appl. Sci. 2004. 19 (12B). P. 400-416.
21. *Heneidy S.Z.* Palatability and nutritive value of some common plant species from the Aqaba Gulf area of Sinai, Egypt. J. Arid Envir. 1995. 34. P. 115-123.
22. *Lewis G.P., Schrire B., Mackinder B., Lock M.* Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, Kew, 2005. 577 p.
23. *Lock J.M.* Legumes of Africa. A check-list. Royal Botanic Gardens, Ke, 1989. 619 p.
24. *Mabberley D.J.* The Plant-Book: A portable dictionary of the higher plants . Cambridge University Press, Cambridge 2nd ed. 1997. P. 396-399.
25. *Norton B.W.* Difference between species in forage quality // Nutritional limits to animal production from pastures. Ed.: Hacker J.B. Proceeding of an International Symposium, held at St. Lucida, Qeensland, Australia. 1981. P. 89-110.
26. *Nwokolo E.* Nutritional evaluation of pigeonpea meal // Plant Food Hum. Nutr. 1987. 37. P. 283-290.
27. *Page A.L., Miller R.H., Keeney D.R.* Methods of soil analysis part 2: Chemical and microbiological properties // 2nd ed., American Society of Agronomy. Madison, 1982. P.149-430.
28. *Rajaram N., Janardhanan K.* Chemical composition and nutritional evaluation of certain under-exploited *Vigna* species // Food Sci. Nutr. 1990. 42. P. 213-221.
29. *Rittner U., Reed J.D.* Phenolics and in-vitro degradability of protein and fiber in West Africa browse // J. Sci. Food Agric. 1992. 58. P. 21-28.
30. *Shaheen A.M., Hammed A.I.* Implications of Total Proteins Content and Amino Acid Composition on the Relationships of some Genera in Leguminosae and Solanaceae // Proc. 1st Int. Conf. Biol. (ICBS). Fac. Sci., Tanta Univ., 7-8 May, 2000. 1. P. 256-265.
31. *Shaheen A.M., Hammed A.I.* Comparative studies and nutritional values of some weedy species collected from newly reclaimed areas (Western shore of Lake Nasser, Aswan, Egypt) // Egypt. J. Biotechnol. 2003. 13. P. 176-186.
32. *Springuel I., Mekki A.* Economic value of desert plants // Acacia trees in Wadi Allagi Conservation areea. Envir. Conservation. 21(1). 1994. P. 41-48.
33. *Van Soest P.J.* Effect of environment and quality of fiber on the nutritive value of crop residues // Plant breeding and nutritive value of crop residues. Ed. Reed JD, Capper BS, Neate PJH.ILCA. Addis Ababa, Ethiopia, 1988. P. 71-94.

34. *Vijayakumari K., Siddhuraju P., Janardhanan K.* Chemical composition, amino acid content and protein quality of the little-known legume *Bauhinia purpurea* L. // J. Sci. Food Agric. 73. 1997. P. 279-286.
35. *Winder K., Eggum O.B.* Protein hydrolysis. A description of the method used at the department of animal physiology in Copenhagen // Acta Agric. Scandinavia. 1966. 16. P. 1115.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ МЕСТНЫХ ЭНДЕМИЧНЫХ РАСТЕНИЙ ЕГИПЕТСКОЙ НУБИИ: НА ОСНОВЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО ПРОТЕИНА И АМИНОКИСЛОТ

© 2007 г. С. Хенейдак*, А.С.М. Шахин**

**Кафедра ботаники, факультет прикладных наук, Университет Суэцкого канала, Суэц, Египет, E-mail: samia.heneidak@gmail.com*

***Кафедра ботаники, Асуанский факультет наук, Университет Южной Долины, Египет, E-mail: abudshaheen@yahoo.com*

Реферат. Разнообразие растений в Египетской Нубии имеет особое значение для качества жизни местного кочевого населения. Некоторые питательные свойства и биологическая ценность семян десяти растений (пять видов деревьев, два вида кустарников и три вида трав) из района Египетской Нубии (главным образом эндемичных) были исследованы нами с точки зрения содержания общего протеина, основных (EAA) и неосновных (NEAA) аминокислот. Содержание общего протеина в семенах колеблется от минимума в 2.1% в *Medemia argun* до максимума в 20.3% в *Lupinus digitatus.* В работе представлены несколько диаграмм распределения основных аминокислот в семенах изученных растений и дано сравнение их распределения с данными ФАО/ВОЗ. Также представлены питательные свойства протеинов в зависимости от содержания основных аминоксилот, количество которых колеблется от 4.66% для лизина в *Moringa peregrina* до 220% для метионина в *Rhynchosia minima.* Содержание основных аминокислот в *Rhynchosia minima* выше, чем в рекомендациях ФАО/ВОЗ (1990) (треонин, 4.39; валин, 4.32; метионин, 5.50 и тирозин 6.67 г/100 г протеина). Серосодержащие аминокислоты, такие как метионин и цистин являются определяющими питательные свойства во всех растениях. Выявлены значительные различия в содержании общего протеина и основных аминокислот между семенами деревьев, кустарников и трав. Плоды *Hyphaene thebaica* и *Medemia argun* (деревьев из семейства Aracaceae) обнаруживают необыкновенно высокое содержание общего протеина, основных и неосновных аминокислот. Таким образом, некоторые виды могут быть ценными кормовыми культурами для овец и верблюдов (*Acacia nilotica*, *Fahidherbia albida*, *Rhynchosia minima* и *Salsola imbricata*), а также альтернативным источником протеинов для экономически слабых слоев населения, в особенности для племен (кочевых), проживающих в западной и восточной пустынях Египетской Нубии (*Hyphaene thebaica*, *Lupinus digitatus*, *Medemia argun* и *Sesamum alatum*).

Ключевые слова: Аминокислоты, аракациевые, маревые, Египетская Нубия, бобовые, моринговые, кунжутовые, общий протеин.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

УДК 581.5

MAPPING THE VEGETATION OF SOUTHERN MONGOLIAN PROTECTED AREAS: APPLICATION OF GIS AND REMOTE SENSING TECHNIQUES

H. von Wehrden* **, K. Wesche*

**University of Halle/Wittenberg, Germany, E-Mail: henrikvonwehrden@web.de*
***Research Institute of Wildlife Ecology, Savoyen Strasse 1, Vienna, 1160 Austria*

Abstract. We present initial results of a vegetation survey of the Great Gobi A Strictly Protected Area. The plant biodiversity within this area is closely related to the average precipitation pattern. Thirteen plant communities were derived, and we chose plots for the nine zonal communities as ground truth data for a supervised classification of Landsat data. Accuracy of the final habitat map was > 90 %. We additionally give an overview of all remotely sensed data which we compiled to create a complex GIS data base. The GIS can serve as a tool for the protection and conservation of Przewalski Horses and Khulans.
Key words. Mongolia, Khulan, Takhi, Landsat, rangelands, biodiversity, DCA

Introduction

The protected areas of the southern Mongolian Gobi host many endangered animals and plants. At a total size of more than 90 000 square kilometres these reserves cover vast regions, which are appropriate because of the large home range of several focal species, mainly mammals. The range of habitats extends from high mountain peaks downwards into depressions, but current land use and climate change are thought to threaten some of these ecosystems (Gunin et al., 1999; Batkhishig, Lehmkuhl, 2003; Christensen et al., 2004).

Montane and extrazonal habitats show patchy mosaics of different plant communities, whereas the semi-desert and desert vegetation is rather homogeneous. Several nationwide overviews of the Mongolian vegetation have already been compiled (Anonymous, 1990; Gunin, Vostokova, 1995; Hilbig, 2000), but higher resolution data are needed to understand the habitat requirements of the wildlife in order to improve protection schemes. Mapping based on remote sensing and GIS techniques offers an alternative to classic survey methods, which may be too time-consuming with respect to the size of regions to be covered (Gunin et al., 1999). Landsat is a standard platform for vegetation mapping, offering a suitable spatial scale for ecological applications (Cohen, Goward, 2004) even in dry and species poor environments (Nagendra, 2001).

Interannual changes are pronounced in these non-equilibrium ecosystems (Fernandez-Gimenez & Allen-Diaz, 1999). These can be quantified by 4-dimensional analysis based on timelines of MODIS or NOAA data, as has already been done for central Asia (Lee et al., 2002; Kogan et al., 2004). Thus, a comprehensive assessment of the vegetation of the southern Mongolian Gobi depends on a combination of several data sources. Our project aims at eventually compiling a complex GIS database for all southern Mongolian nature reserves, which should be readily applicable to both nature conservation and wildlife management. Here we present initial results from the driest part of our working area, the Great Gobi A Strictly Protected Area (map 1), and additionally present an overview of all data which we will finally compile into our GIS. In terms of nature conservation, our primary focus is currently on protection of the Khulan (*Equus hemionus hemionus*); however, other applications are equally possible.

Methods

Vegetation sampling followed a modified Braun-Blanquet approach, using 281 plots as ground truth data (see Wesche et al., 2005 for details). All plots were 10 x 10 metres in size. Topsoil samples were taken from each plot and later analyzed for pH and conductivity. Basic environmental data collected in the field were supplemented by a public domain climate model (Hijmans et al., 2005), and by standard parameters derived from SRTM datasets (Rabus et al., 2003), e.g. altitude, slope and aspect. The vegetation data was digitalized using TABWIN. CA and DCA ordinations were used to evaluate relationships between vegetation data and environmental background information (Jongman et al., 1987)

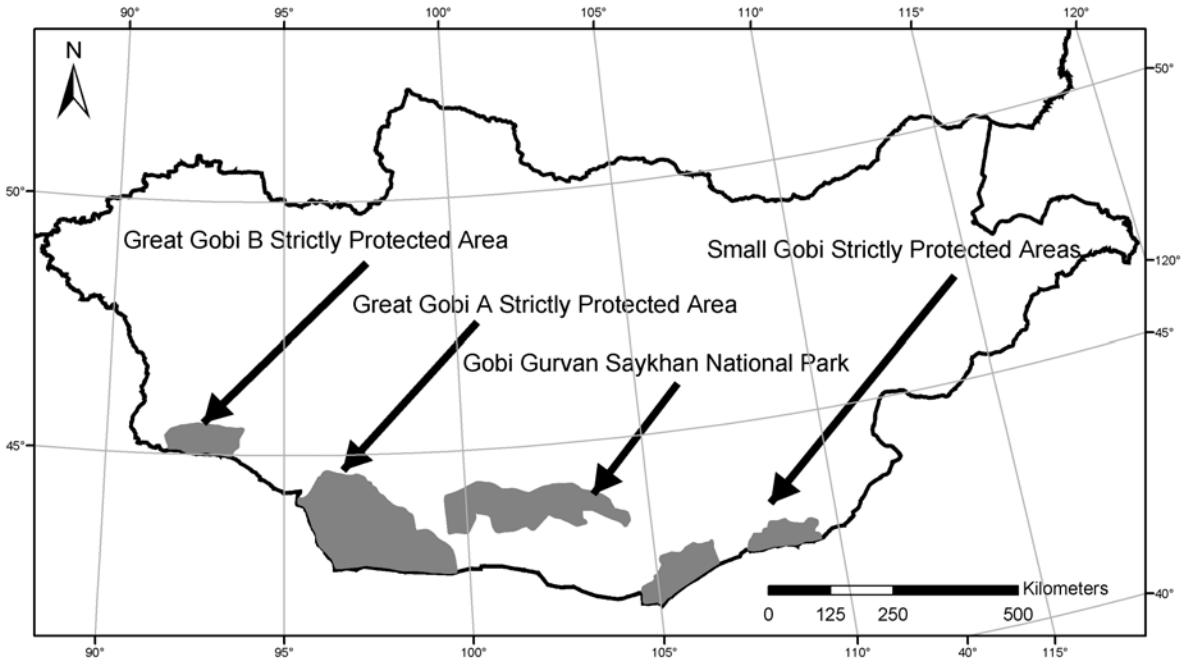


Fig. 1. Overview of the protected areas mapped within the framework of our project. **Рис. 1.** расположение охраняемых заповедных территорий, исследуемых в рамках проекта.

Manual classification was aided by employing statistical fidelity measures (COCKTAIL, Bruelheide, 2000; implemented in the JUICE software package, Tichy, 2002). The large data sets were initially split into major groups using a cluster analysis (UPGMA based on Sörensen similarity). Plant communities were finally classified in accordance with those provided by W. Hilbig (1995; 2000), although some modifications were necessary (Wesche et al., 2005; von Wehrden et al., in prep; von Wehrden et al., 2006a). All 281 plots were assigned to a phytosociological group and then served as ground truth data for a supervised classification of the Landsat ETM+ raster datasets (von Wehrden et al., 2006b). Classifications were made using a Maximum Likelihood classifier, with a mean 7 x 7 pixel, nearest neighbour filter (Campbell, 1996). The results were evaluated using an independent dataset with ~300 plots assessing covariance matrices, kappa statistics (Foody, 2002) and the overlap between neighbouring scenes. All GIS analyses were made using Arc Map 9.0, BLACKART, 3DEM and Diva-GIS.

Results and Discussion

Description of the mapped units. Descriptions of the vegetation of the Transaltay region including

the Great Gobi A Strictly Protected Area were provided by E.I. Račhkovskaya and E.A. Volkova (1977). Based on our own data and classifications, we compiled a description of plant communities and habitats, details of which are available in H. von Wehrden and K.Wesche (2006), and details on the plant community composition are given by H. von Wehrden et al. (2006a). We therefore present only a brief summary here.

As is typical for arid environments, plant species diversity is mainly driven by available rainfall (fig. 1).

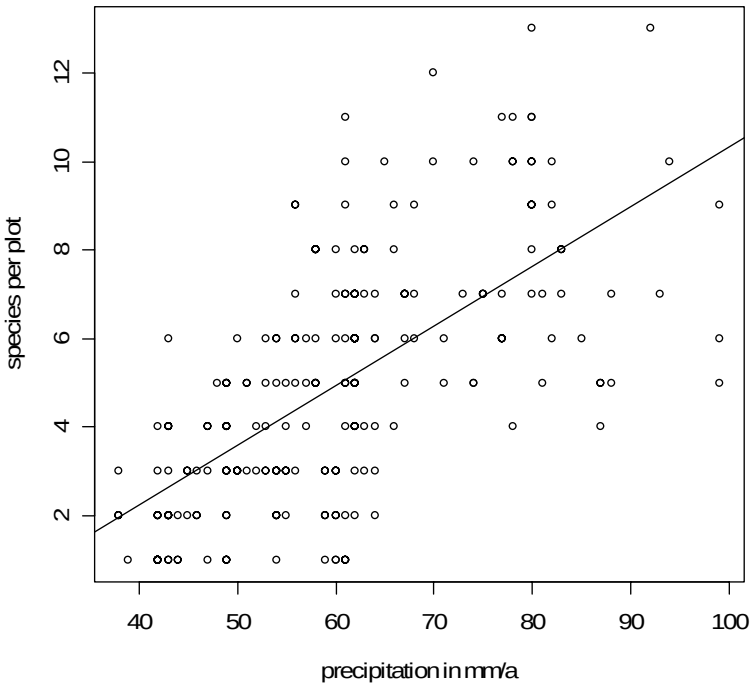


Fig. 1. Regression model plotting the number of species per 100 m² plot against the estimated mean annual precipitation in mm/a, based on 229 vegetation samples from the zonal vegetation. (r^2=0.4214; p<0.00001).
Рис. 1. Регрессионная модель, связывающая осадки, мм/а и число видов на 100 м², базирующаяся на 229 ключевых участках с зональной растительностью (r^2=0.4214; p<0.00001).

The higher mountain sites and hills are covered by species-poor regional variants of communities belonging to the *Caraganion* and the *Anabasietum sensu* Hilbig (2000). Compared to other regions of the southern Mongolian Gobi (Wesche et al., 2005; von Wehrden et al., 2007), both vegetation cover and number of species are lower in the Transaltay Gobi. A few stands lacked both *Anabasis brevifolia* and *Caragana leucophloea* and were preliminarily mapped as a distinct unit, which is restricted to the higher forelands of the Atas Bogs and Tsagaan Bogd. It is clear that all of these three habitats contain a comparably high number of species per plot, and most stands are characterized by a stony or even rocky habitat, which is typical for the higher hills and mountain sites where they are found.

The pediments of these mountain ranges are often populated by an *Ephedra przewalskii-Zygophyllum xanthoxylon* community that mediates towards the lower semi-desert habitats, and which is clearly indicated by the central positions of the respective samples in the graph (fig. 2). Stands grow mainly along dry ravines, and the shrub-layer grows higher than in the previous communities. The presence of *Reaumuria songarica* hints at a high salt content in the soils.

Haloxylon ammodendron semi-deserts are common in the Transaltay region, and are mainly

found at the lower pediments. Although Saxaul can grow as a tree, we encountered mainly shrubs with average heights of around one metre. The relatively low habit may be due to grazing (Helmecke, Schamsran, 1979); however the almost complete lack of livestock in the study region implies that the availability of groundwater is a more important determinant. As in the previous unit, the shrubby *Reaumuria songarica* indicates again a higher salt content in the soils. At saline depressions mainly covered by a clayey soil matrix, mono-specific stands of this Tamaricaceae were sampled as well, but were mapped as a separate plant community. The shrub layer can be rather dense, but the amount of bare soil increases along the salinity gradient. The first axis indicates that the *Haloxylon* stands without *Reaumuria songarica* reach down to comparatively lower elevations than the Saxaul scrub with this Tamaricaceae.

The driest stands at the lower pediments and depressions are characterized by the drought-tolerant Chenopodiaceae *Iljinia regelii*, which may form dominant stands. The unique composition of these samples is evidenced by their position within the ordination (fig. 2). This group is rather heterogeneous, as shown by the wide scatter in the ordination, with some stands linking to the *Anabasis brevifolia* stands while others indicate affinities to the *Haloxylon* stands. The lowermost depressions of the Transaltay receive an average precipitation of below 40 mm/a, and rainfall may even only reach these areas in extraordinarily wet years. Not surprisingly, these sites are devoid of perennial plants. Table 1 gives an overview of the zonal plant communities.

Table 1. Overview of the zonal vegetation units and their running number, which are likewise used in figure 2 and map 2. **Таблица 1.** Зональные растительные сообщества и их порядковый номер, который используется на рисунке 3 и 4.

Community	**running number**
Caragana	1
Stipa-Allium	2
Stipa-Anabasis	3
Ephedra-Zygophyllum	4
Haloxylon	5
Haloxylon-Reaumuria	6
Reaumuria	7
Iljinia	8
vegetationless	9

The heterogeneous extrazonal vegetation had to be excluded from the DCA (fig. 2), in order to derive a clearer pattern for the zonal vegetation. The oases of the Transaltay Gobi provide a range of different habitats characterized by rather luxurious growth, which is in stark contrast to the surrounding semi-deserts and deserts. Several stands of poplar forest were sampled, which were often mixed or bordered by *Tamarix* stands. At the innermost parts of some oases, extensive reed beds were found, and few salt meadows of very limited spatial extent were also sampled.

Supervised classification and distribution of plant communities. The Tasselled Cap transformation proved a most valuable tool for post-sampling enlargement of training areas, which was necessary to guarantee a sufficient classification basis. The Tasselled Cap compensates for the soil signal, which is inevitably mixed with the vegetation's reflectance. NDVI transformations were instead only helpful in the dry steppe communities (Schmidt, Karnieli, 2001). The final classification showed an overall accuracy of well above 90%, which is comparable with results from the Gobi Gurvan Saykhan National Park (von Wehrden et al., 2006b) and the Great Gobi B Strictly Protected

Area (von Wehrden, 2005).The accuracy was higher in the relatively homogenous semi-deserts (~94%), which have a lower vegetation cover. The *Stipa glareosa* stands found at higher elevations have a somewhat more small-scale patchy distribution, which may be the reason for the lower mapping accuracy for these habitats (~84%). The extrazonal salt-adapted vegetation showed the highest vegetation signal, and the highest accuracy related to the characteristic and readily distinguishable spectral signatures of these stands (~97%). The overall accuracy of the vegetation map is comparable to maps already compiled for the Great Gobi B Strictly Protected Area (=GGB SPA) and the Gobi Gurvan Saykhan National Park (=GGS NP). In the latter area, spectral differences within the high mountain ranges were clearer due to an overall higher number of relevés and the denser vegetation cover found there. Therefore 17 communities were mapped in the GGS SPA (Wesche *et al.*, 2005; von Wehrden et al., 2006b), and 12 in the GGB SPA (von Wehrden, 2005). With respect to the much drier conditions in the Great Gobi SPA (table 2), a number of 13 mapping units is sufficient for that region (von Wehrden, Wesche, 2007). Map 2 gives an example of a part of the final vegetation map.

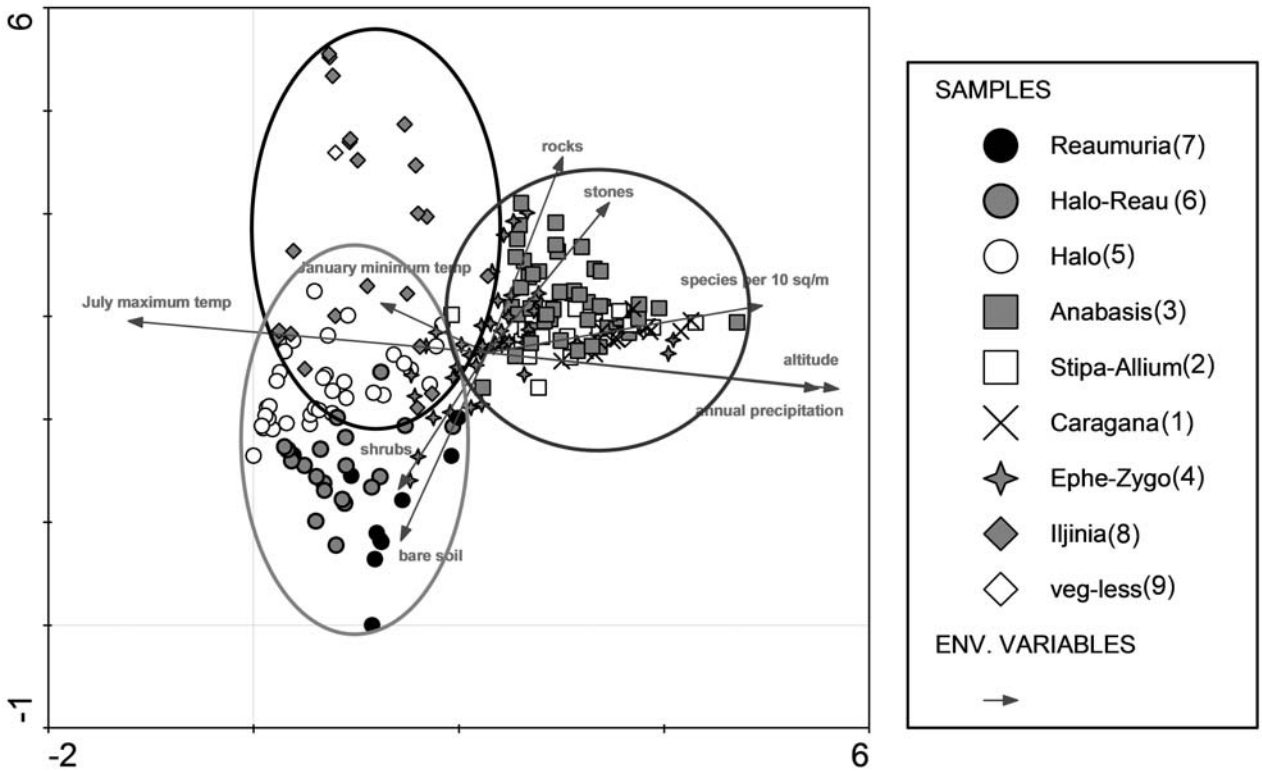


Fig. 2. Detrended Correspondence Analysis of the zonal vegetation (cover values log-transformed, down-weighting of rare species; length of gradient: 1st axis 6.103, 2nd axis 4.905; Eigenvalues: 1st axis 0.809, 2nd axis 0.480). The lowest circle indicates the units 5-7; the right circle includes units 1-3; the upper circle indicates units 8 and 9. **Рис.2.** Анализ соответствия с удаленным трендом зональной растительности (растительный покров log-трансформированный, оцененный через веса редких видов; линии градиентов:1ые оси 6.103, 2ые оси 4.905); собственные значения: 1ая ось 0.809, 2ая ось 0.480). Самый нижний круг показывает единицы 5-7; правый круг – 1-3; верхний – 8 и 9.

Rainfall largely originates from two directions. Western disturbances cross the Turanic highlands and dominate the climate of the Dzungarian Gobi, whereas the Gobi-Altay is mainly influenced by the eastern monsoon. The Transaltay region, situated in between both circulation systems, receives the lowermost precipitation of all protected areas in the southern Mongolian Gobi.

Hence, dry desert steppes, which dominate in the Zuun Saykhan in the eastern Gobi Altay, become rarer towards the west and are completely missing in the Transaltay ranges. Nevertheless, the southern ranges within the Great Gobi B strictly protected area are covered by plant communities that are comparable to the drier mountains of the Gobi-Altay (von Wehrden, 2005; von Wehrden et al., 2007).

Table 2: Estimates of mean annual precipitation rates in mm/a (Hijmans et al., 2005) as derived for the five protected areas in southern Mongolia ("min" and "max" refer to the driest and moistest sites in the given region). **Таблица 2.** Оценка значений годовых осадков в мм/а (Hijmans et al., 2005) как показателя различий пяти участков в Южной Монголии ("min" and "max" относятся к самому сухому и самому увлажненному участкам в районе исследований).

Area	min	max	range	mean	std
Great Gobi "B"	69	177	108	96	17
Great Gobi "A"	33	124	91	54	11
Gobi Gurvan Saykhan	39	222	183	103	35
Small Gobi "A"	63	115	52	84	8
Small Gobi "B"	113	173	60	139	14

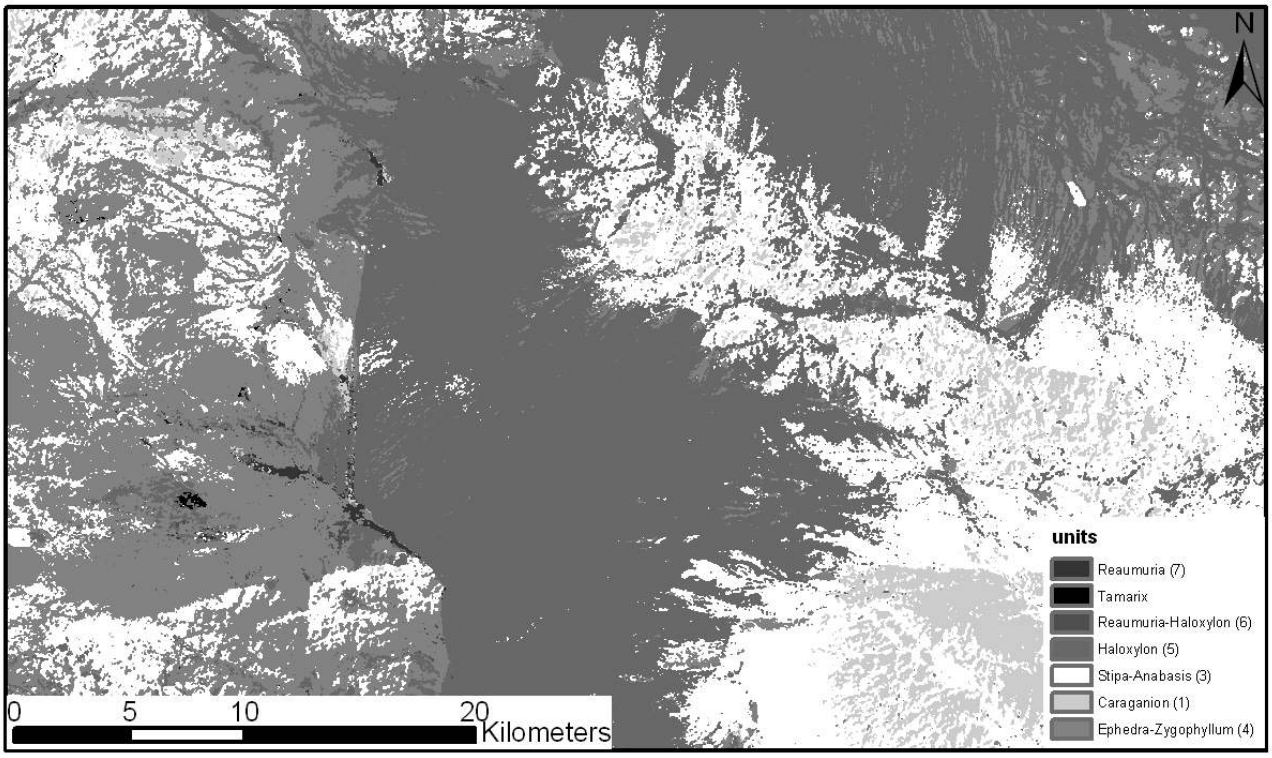


Fig. 4. Example of the vegetation map, showing the region west of the Tsagaan Bogd.
Рис. 4. Пример карты растительности, показывающий район к западу от Тасаган Богдо.

The climatic differences regarding the origin of the rainfall are important for the distribution of the semi-desert and true desert communities as well. In the Transaltay, the lowest depressions are almost devoid of plants, save a few mostly annual Chenopodiaceae (von Wehrden et al., 2006a). In the other protected areas within southern Mongolia, similar depressions are covered by shrubby

semi-deserts or extrazonal salt-tolerant vegetation (Wesche et al., 2005; von Wehrden et al., in prep; Hilbig, Tungalag, 2006).

Outlook and implications for nature conservation. Table 3 summarizes all data sources currently used within our project's framework. In total, 1518 vegetation checks were collected covering all reserves in the Mongolian Gobi. A revised complete plant community classification system is currently compiled for the entire Mongolian Gobi (von Wehrden et al., in prep). Samples will serve as a ground reference basis for the classification processes. More than 2000 additional locations were sampled, where we recorded only coordinates and the important diagnostic species; these data will be used for independent accuracy assessments. Our vegetation survey aims at a scale of approximately 1:100 000, based on the resolution of Landsat TM & Landsat ETM.

Initial classifications are currently improved using a stratification based on SRTM-datasets derived for the whole of central Asia. Additional information, such as locations of wells, springs, streams, roads, settlements etc. are compiled into the GIS. In order to understand the climatic determinants of the mapped units, climate data modelled by Hijmans et al. (2005) is used. Multi-temporal analyses will be attempted using all Landsat generations available, while gradual NDVI timelines are derived from MODIS and NOAA data. Seasonality will be assessed using rainfall models on a coarse spatial resolution (~8 km) based on a two week interval.

Table 3. List of data sources used within our study. **Таблица 3**. Список источников данных, использованных в данной работе.

data	**source**	**resolution**	**application**
Vegetation checks	own data	10x10 metres	ground truth data
Landsat MSS, TM & ETM	GLCF, USGS, DLR	79x79 m, 30x30 m	baseline data for vegetation mapping
MODIS, NOAA	GLCF	250 m-8 km	NDVI-timelines
Meteosat	GLCF	8 km	rainfall estimates
Gtopo 30	GLCF	~1 km	digital elevation model
SRTM	GLCF	~90 m	digital elevation model
Climate data	Berkeley, California	~1 km	averaged climate data model
Animal positions	Surveys and ARCOR	Point-information	habitat modelling

All these datasets are being used to understand the habitat use of the Mongolian Khulan. Migrations of these species are currently monitored using satellite-collars, which yields thousands of spatially explicit position records. The available data have already been used for a habitat correlation analysis for Przewalskii Horses and Khulans (Kaczensky et al., submitted). Several wild horses were already set free at a location in the western Great Gobi B Strictly Protected Area. Our vegetation maps indicated a suitable habitat comparable to the home ranges of already established groups, and this region was finally chosen for the reintroduction (see www.takhi.org). Other endangered species could also benefit from the improved knowledge on their habitats, including gazella (Milner-Gulland, Lhagvasuren, 1998), wild camel (Mix et al., 2002), argali (Reading et al., 1999; Schaller, 2000) and saiga (Milner-Gulland et al., 2001).

Acknowledgements

The beginnings of this project were made by G. & S. Miehe. Field work was aided by several people, namely K. Appel, M. Beckmann, A. Hilbig, E.J. Jäger, F. Rüthrich, A. Tsolmon and

D. Walter. W. Hilbig also helped with the data analysis. The UNDP project "Conservation of the Great Gobi and its umbrella species" and the Protected Area bureau in Ulaanbataar provided logistical support, and our partners at the National University of Ulaanbataar assisted in organizing the fieldwork. The data source of the Global land cover facility is crucial for our work. H. Zimmermann and D. McCluskey proofread earlier versions of this manuscript and polished our English. Financial support was granted by the gtz, represented by S. Schmidt. The Takhi-project (funded by the FWF) supported work in the Great Gobi B strictly protected area. H. v. Wehrden was supported by the German Academic Exchange Service. Ongoing studies are financed by the FWF (project P18624), in close cooperation with P. Kaczensky and C. Walzer.

We are grateful to members of the Russian-Mongolian complex biological expedition of the Russian Academy of Science and the Mongolian Academy of Science for laying the foundation for all plant ecological work in Mongolia.

LITERATURE CITED

1. Atlas of Mongolia. Ulaan Baatar. 1990. Pp. 140.
2. *Batkhishig O., Lehmkuhl F.* Degradation und Desertifikation in der Mongolei // Petermanns Geographische Mitteilungen. 2003. No. 147. Pp. 48-49.
3. *Bruelheide H* A new measure of fidelity and its application to defining species groups // Journal of Vegetation Science. 2000. No. 11. Pp. 167-178.
4. *Campbell J. B.* Introduction to Remote Sensing. New York, 1996. Pp. 622.
5. *Christensen L., Coughenour M.B., Ellis J.E., Chen Z.Z.* Vulnerability of the Asian typical steppe to grazing and climate change // Climatic Change. 2004. No. 63. Pp. 351-368.
6. *Cohen W.B., Goward S.N.* Landsat's role in ecological applications of remote sensing // BioScience. 2004. No. 54. Pp. 535-545.
7. *Fernandez-Gimenez M.E., Allen-Diaz B.* Testing a non-equilibrium model of rangeland vegetation dynamics in Mongolia // Journal of Applied Ecology. 1999. No. 36. Pp. 871-885.
8. *Foody G.M.* Status of land cover classification accuracy assessment // Remote Sensing of Environment. 2002. No. 80. Pp. 185-201.
9. *Gunin P.D., Vostokova E.A.* Ecosystems of Mongolia. Moscow, 1995. Pp. 223.
10. *Gunin P.D., Vostokova E.A., Dorofeyuk N.I.* Vegetation dynamics of Mongolia. Boston: Dordrecht, 1999. Pp. 238.
11. *Helmecke K., Schamsran Z.* Ergebnisse okologischer Untersuchungen in der Gobi der Mongolischen Volksrepublik. 1. Untersuchungsgebiet, Vegetationseinheiten und Ergebnisse der mikroklimatischen Untersuchungen // Archiv fur Naturschutz und Landschaftsforschung. 1979. No. 19. Pp. 1-22.
12. *Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A.* Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas // International Journal of Climatology. 2005. No. 25. Pp. 1965-1978.
13. *Hilbig W.* The vegetation of Mongolia. Amsterdam, 1995. Pp. 258.
14. *Hilbig W.* Kommentierte Ubersicht uber die Pflanzengesellschaften und ihre hoheren Syntaxa in der Mongolei // Feddes Repert. 2000. No. 111. Pp. 75-120.
15. *Hilbig W., Tungalag R.* Vegetationskundliche Untersuchungen in der Bordzongijn- und Gallbyn-Gobi (Omnogov Aimak, Mongolei) // Feddes Repertorium. 2006. No. 117. Pp. 399-429.
16 Jongman *R.H.G., ter Braak C.J.G., van Tongeren O.F.R.* Data analysis in community and landscape ecology. Wageningen, 1987. Pp. 299.
17. *Kogan F., Stark R., Gitelson A., Jargalsaikhan L., Dugrajav C, Tsooj S.* Derivation of pasture biomass in Mongolia from AVHRR-based vegetation health indices // International Journal

Remote Sensing. 2004. No. 25. Pp. 2889-2896.
18. *Lee R., Yu F., Price K., Ellis J., Shi P.* Evaluating vegetation phenological patterns in Inner Mongolia using NDVI time-series analysis // International Journal of Remote Sensing. 2002. No. 23. Pp. 2505-2512.
19. *Milner-Gulland E.J., Lhagvasuren B.* Population dynamics of the Mongolian gazelle *Procapra gutturosa:* an historical analysis // Journal of Applied Ecology. 1998. No. 35. Pp. 240-251.
20. *Milner-Gulland E.J., Kholodova M.V., Bekenov A., Bukreeva O.M., Grachev A., Amalan L., Lushchekina A. A.* Dramatic declines in Saiga antelope populations // Oryx. 2001. 35 p.
21. *Mix H.M., Reading R.P., Blumer E.S., Badamjaviin L.* Status and distribution of Wild Bactrian camels in Mongolia // Ecology and conservation of Wild Bactrian Camels. Eds.: Reading R., Dulamtserengiin E., Tuvdendorjiin G. Ulaanbaatar, 2002. Pp. 39-48.
22. *Nagendra H.* Using remote sensing to assess biodiversity // International Journal of Remote Sensing. 2001. No. 22. Pp. 1-12.
23. *Rabus B., Eineder M., Roth A., Bamler R.* The shuttle radar topography mission - a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. *ISPRS II* Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2003. No. 57. Pp. 241-262.
24. *Rachkovskaya E.I., Volkova E.A.* Rastitelnost Zaaltayskoy Gobi // Biol. Res. prir. Uslov MNR 1977. Vol. 7. Pp. 46-74.
25. *Reading R.P., Amgalanbaatar S., Lhagvasuren L.* Biological assessment of Three Beauties of the Gobi National Conservation Park, Mongolia // Biodiversity and Conservation. 1999. No. 8. Pp. 1115-1137.
26. *Schaller G.B.* Wildlife of the Tibetan Steppe. Chicago, 2000. 373 p.
27. *Schmidt K, Karnieli A.* Sensitivity of vegetation indices to substrate brightness in hyper-arid environment: the Makhtesh Ramon Crater (Israel) case study // International Journal of Remote Sensing. 2001. No. 22. Pp. 3503-3520.
28. *Tichy L.* JUICE, software for vegetation classification // Journal of Vegetation Science. 2002. No. 13. Pp. 451-453.
29. *Von Wehrden H.* Vegetation mapping in the Gobi Gurvan Saikhan national park and the Great Gobi B - a comparison of first results // Erforschung der biologischen Ressourcen der Mongolei. Halle: Martin-Luther-University, 2005. Vol. 9. Pp. 225-236.
30. *Von Wehrden K, Wesche K.* Mapping Khulan habitats - a GIS-based approach // Erforschung der bioogischen Ressourcen der Mongolei. Halle: Martin-Luther-University, 2007. Vol. 10. Pp. 31-44.
31. *Von Wehrden K, Hilbig W., Wesche K.* Plant communities of the Great Gobi A Special Protected Area in the Mongolian Transaltay Gobi // Feddes Repertorium. 2006 a. No. 117. Pp. 526-570.
32. *Von Wehrden K, Wesche K., Reudenbach C., Miehe G.* Mapping of large-scale vegetation pattern in southern Mongolian semi-deserts - an application of LANDSAT 7 data // Erdkunde. 2006 b. No. 60. Pp. 261-272.
33. *Von Wehrden K, Wesche K., Tungalag R.* Plant communities of the Great Gobi B // Mongolian Journal of Biological Sciences. 2007. No. 4. Pp. 3-18.
34. *Wesche K., Miehe S., Miehe G.* Plant communities of the Gobi Gurvan Sayhan National Park (South Gobi Aymak, Mongolia) // Candollea. 2005. No. 60. Pp. 149-205.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮЖНОЙ МОНГОЛИИ: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ И ГИС ТЕХНОЛОГИЙ

©2007 г. Г. фон Верден*', К. Веше****

** Университет Галле/Виттенберг, Германия, E-mail: henrikvonwehrden@web.de*
***Исследовательский Институт Естественной Экологии, Австрия, 1160 Вена, ул. Савоен, 1.*

Охраняемые территории на юге Монгольской пустыни Гоби дают приют многим исчезающим животным и растениям. Эта территория представляет широкое разнообразие местообитаний от высокогорных пиков до низменностей, однако, современное использование и изменения климата ставит под угрозу экосистемы этого района.

Горные и экстразональные местообитания представляют собой пеструю мозаику сообществ, в то время как полупустынные и пустынные районы более однородны. Картографирование, основанное на дистанционных методах и ГИС технологиях - это альтернатива классическим методам исследований, которые могут быть слишком долговременными и трудоемкими, в особенности на обширных территориях. Ландсат дает хорошую основу для картографирования растительности, предлагая удобную пространственную шкалу для экологических интерпретаций, даже в засушливых местообитаниях и маловидовых сообществах.

Наш проект предлагает комплексную базу данных ГИС для всех природных резерватов южной Монголии, которую возможно будет применить как для природоохранных мероприятий, так и для управления естественными экосистемами. В настоящей работе мы даем результаты для наиболее засушливой части, строго охраняемой территории Большой Гоби, а также дополнительно представляем обзор всех данных, которые в конечном итоге войдут в нашу базу данных ГИС. Что касается охраны видов, мы сфокусировали наше внимание на кулане *(Equus hemionus hemionus).*

В общей сложности было обработано 1518 описаний растительности из всех охраняемых территорий Монгольской пустыни Гоби. Переработанная и дополненная классификация растительности представлена нами для всей территории Монгольской пустыни Гоби. Более 2000 дополнительных местообитаний было закартировано, в которых мы отмечали только координаты и важные диагностические виды, эта информация послужит для независимых оценок точности. Наши исследования растительности производились примерно в масштабе 1:100 000, основанном на разрешении Ландсат ТМ и Ландсат ЕТМ.

Все данные из базы использовались нами для понимания особенностей местообитания монгольского кулана. Миграции этого вида отслеживаются в настоящее время благодаря использованию спутниковых маяков-ошейников, которые дают сотни данных о пространственном распространении вида. Полученные данные уже были использованы для корреляционного анализа местообитаний лошади Пржевальского и куланов. Несколько лошадей уже были выпущены на волю на территории Б строго охраняемой зоны Большой Гоби. Наша карта растительности показала, что именно здесь существуют подходящие условия для реинтродукции этого вида. Для других исчезающих видов также будут полезны наши данные о местообитаниях, для таких как газели, дикий верблюд, аргали и сайгак.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 599.735.5:591.613 (470.47)

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ САЙГАКА ЦЕНТРОМ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

© 2007 г. Н.Ю. Арылова

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Россия, 119071 Москва, Ленинский проспект, 33, E-mail: rusmabcom@gmail.com

Реферат. Центр диких животных Республики Калмыкия был создан Указам Президента Республики в 2000 г. За прошедшие годы в питомнике «Яшкульский» построены вольеры разной площади и в них содержится более 100 сайгаков разного пола и возраста, с которыми проводятся разные научные эксперименты. Разработан метод щадящего мониторинга репродуктивного статуса сайгака, отрабатывается технология повышения продуктивности пастбищ, начата программа по экологическому образованию и привлечению местного населения к мероприятиям по охране сайгака.
Ключевые слова: сайгак (*Saiga tatarica*), разведение в неволе, мониторинг популяции, улучшение местообитаний, экологическое образование.

Сайгак (*Saiga tatarica*) - ранее наиболее массовый вид копытных, населяющих аридные равнины Евразии, сейчас находится под угрозой исчезновения. Если до середины прошлого века численность сайгака в пределах всего его ареала (Северо-Западный Прикаспий, Казахстан и соседние страны Средней Азии, Западная Монголия) превышала два миллиона особей, то в последние годы их насчитывают (при относительном несовершенстве методов учета) всего около 50 - 60 тысяч голов (Жирнов и др., 1998). Как и другим видам копытных, сайгакам не удалось избежать хищнической охоты, браконьерства, антропогенного нарушения и сокращения ключевых мест обитания. Кроме того, резкому сокращению численности животных способствовали в последние годы неблагоприятные климатические условия и рост численности волков и других хищников. По опубликованным данным (Холодова и др., 2001) популяция сайгаков в Северо-Западном Прикаспии по своим генетическим характеристикам отличается от других популяций и мы вправе называть ее самостоятельной европейской популяцией. Основные местообитания этой популяции сосредоточены в настоящее время на востоке и юго-востоке Черных земель в Республике Калмыкия (Букреева, 2004), в то время как в четвертичном периоде ареал сайгака охватывал обширные районы Восточной и Западной Европы и даже Британские острова (Адольф, 1948; Барышников, Крахмальная, 1994).

Современное критическое состояние популяции сайгака привлекло внимание национальных органов, ответственных за сохранение биоразнообразия и охотничьей фауны, и международных организаций. В 1995 г. сайгак был включен в Приложение II СИТЕС. В 2002 г. Всемирный союз охраны природы (МСОП) включил его в свой Красный список, как вид, находящийся под угрозой исчезновения. На прошедшем в мае 2002 г. в г. Элисте Международном совещании был подготовлен План действий по сохранению, восстановлению и устойчивому использования сайгака и Меморандум о взаимопонимании между странами, в которых находится ареал сайгака. После дополнительных консультаций, проведенных Секретариатами СИТЕС и Конвенции по мигрирующим видам (CMS), в Алма-Ате в сентябре 2006 г. состоялось очередное Международное совещание по сохранению и

устойчивому использованию сайгака. На нем упомянутые Меморандум и План действий были подписаны государствами Средней Азии (Казахстан, Узбекистан, Туркменистан) и Монголией, но Россия по неизвестным нам причинам пока не поставила подписи под этими важнейшими документами.

Несмотря на этот факт, который мешает развитию международного сотрудничества для спасения сайгака и может вызывать только сожаление, следует отметить, что работа по выполнению отдельных разделов Плана действий в нашей стране активно проводится разными организациями, ответственными за сохранение природы и использование биологических ресурсов. Так, Управление по охране, контролю и регулированию использования охотничьих животных Республики Калмыкия проводит, хотя и не ежегодно, автомобильные и авиационные учеты численности сайгаков, патрулирование специально созданными отрядами районов обитания сайгака для предотвращения и борьбы с браконьерством. Территории государственного природного биосферного резервата «Черные земли» (Республика Калмыкия) и регионального природного заказника «Степной» (Астраханская область) находятся под неусыпным контролем сотрудников охраны этих двух ООПТ. Однако, несмотря на все принимаемые меры, за последние годы можно констатировать лишь некоторую стабилизацию численности сайгака, которая продолжает оставаться в пределах всего Северо-Западного Прикаспия на очень низком уровне (не более 18-20 тысяч голов). Чтобы переломить сложившуюся ситуацию и изменить ее в лучшую сторону, необходимо радикально пересмотреть взгляды на стратегию сохранения этого вида в природе.

Многолетний международный опыт говорит, что одной из надежных мер спасения попавших в особо бедственное положение видов животных, сохранения последних представителей этих видов, как носителей генофонда, может стать разведение их в искусственно созданных условиях – в вольерах специальных питомников и в зоопарках. Таким образом, в условиях резкого сокращения численности сайгака назрела необходимость разработать и осуществить комплексную программу по разведению сайгаков в неволе для дальнейшей интродукции их в природные местообитания, а также предусмотреть сохранение генофонда и создание племенных группировок для передачи животных другим участникам такой программы. Именно такая задача была поставлена перед «Центром по изучению и сохранению диких животных Республики Калмыкии». Указом Президента Республики Калмыкия (№ 102 от 23 июня 2000 г.). Позже он получил официальное название «Центр диких животных Республики Калмыкия». Рассмотрим основные направления работ этого Центра. В соответствии с Планом действий по сохранению, восстановлению и устойчивому использования сайгака, принятому в Алма-Ате в 2006 г., такой обзор может быть полезен для аналогичных центров, создаваемых в нашей стране (Ростовская и Астраханская области) и в других странах, в которых енаходится ареал сайгака.

Сотрудники Центра начали свои работы, опираясь на опыты по выращиванию сайгаков, которые проводились в 70-80-х гг. прошлого века на базе госпромхоза «Калмыцкий». Молодняк сайгаков в возрасте до 2-х месяцев отлавливали из стад сайгаков с применением небольшого переносного кораля. В дальнейшем животных передерживали в специально построенных вольерах до 3-4 месячного возраста, а затем отправляли в «Зоообъединение» (г. Москва). Отловленные животные приручались в условиях неволи, однако, среди молодняка наблюдался повышенный травматизм и гибель от постоянного стресса, инфекционных заболеваний, высокой зараженности гельминтами. Следует признать, что сайгак очень трудно поддается приручению и требует тщательного ухода, особенно в период выкармливания. Поэтому на различных этапах роста и развития сайгаков, содержащихся в вольерах, возникали те или иные проблемы по обеспечению их сохранности. После серии неудачных опытов госпромхоз «Калмыцкий» с 1987 г. прекратил свои работы по выращиванию сайгаков в неволе.

Спустя 10 лет исследования по содержанию сайгаков в неволе были возобновлены в Калмыкии на базе созданного в 1997 г. Центра по изучению и устойчивому использованию калмыцкой популяции сайгака. Во время отела было отловлено 40 новорожденных сайгачат, которых полностью удалось вырастить до 4-х месячного возраста. В августе 1997 г. животные самолетом были отправлены в Центр аридных животных, специально созданный в провинции Ганьсу для восстановления редких и исчезнувших в Китае животных. Сайгаки хорошо прижились в вольерах этого Центра и в 1998 году от группы сайгаков, доставленных из Калмыкии, получено потомство и даже защищена диссертация по биологии размножения сайгаков в неволе (Kang, 2004).

В 1999 году работы по выращиванию сайгаков проводились также на базе государственного природного биосферного резервата «Черные земли». Выращенная группа животных была отправлена автомашиной в зоопитомник Московского зоопарка. Однако, насколько нам известно, сохранить этих животных не удалось.

С июня 2000 г., когда был создан «Центр по изучению и сохранению диких животных Республики Калмыкии», работы по выращиванию сайгаков в неволе были продолжены на базе специально созданного питомника в поселке Хар-Булук. Они выполнялись на средства гранта Мюнхенского зоологического общества в рамках утвержденного проекта "Организация фермы по полувольному содержанию сайгака на территории Калмыкии". Животных для питомника брали из природной среды в период массового отела сайгаков, но на основе рекомендаций, разработанных Б.И. Петрищевым (1988), когда особое внимание необходимо было обращать на индивидуальные особенности поведения и характер оборонительной реакции сайгачат в первые часы после рождения. В дальнейшем, такой выборочный отбор позволил воспитать и создать группу животных для длительного вольерного содержания и добиться среди них успешного размножения в условиях неволи. Сайгачат в питомнике выкармливали небольшими группами (по 8-10 особей) в обустроенных вольерах размером 10х15 метров.

В ходе этого эксперимента в Центре были разработаны рационы питания для животных разного возраста. Прошел апробацию принципиально новый рацион питания для новорожденных сайгачат, что позволило значительно уменьшить отход молодняка во время молочного вскармливания. Основу такого рациона составляло цельное парное коровье молоко, разведенное кипяченой водой, с добавлением куриного желтка, витаминов и минеральных добавок. Растительные корма включались постепенно, в зависимости от индивидуального состояния животного. По отработанной схеме молочное и смешанное кормление проводилось до 2.5-3 месячного возраста. В этот период успех работ во многом зависел от человека, который постоянно ухаживал за молодыми сайгаками (Арылов, Букреева, 1998). Успешно выращенная в питомнике группа в 2001 г. дала жизнестойкое потомство.

Для продолжения успешно начатых работ по решению Правительства Калмыкии Центру была представлена в 2003 г. дополнительная территория (800 га) в Яшкульском районе Республики, где в настоящее время сайгаки содержатся в просторных вольерах, за животными ведутся постоянные наблюдения, построены лаборатория и визит-центр. За семь лет деятельности сотрудниками Центра уже приобретен достаточно большой практический опыт по выращиванию сайгаков в условиях неволи. Тем не менее, технология разведения сайгаков в условиях неволи в Центре продолжает совершенствоваться. В частности, улучшена конструкция вольер для временного пребывания сайгаков в период гона и отела, и, в случае необходимости, для лечения животных; что позволяет повысить уровень сохранности молодняка (новорожденных до 100%) и снизить среди молодых животных травматизм. В настоящее время на 100 га природных пастбищ, огороженных сеткой, в питомнике «Яшкульский» содержится и размножается более 100 сайгаков разного пола и возраста. Помимо создания резервного поголовья сайгаков в питомнике сотрудниками

Центра с привлечением специалистов из других институтов и ВУЗов осуществляются различные проекты, направленные на углубленное изучение биологии сайгака и подготовку рекомендаций для его охраны

С участием сотрудников Центра, государственного природного биосферного резервата «Черные земли» (Республика Калмыкия), регионального природного заказника «Степной» (Астраханская область) проводятся регулярные наблюдения за поведением сайгаков в природе в разные периоды их жизни (в первую очередь, во время гона и отела). Параллельно проводится оценка различных факторов, от которых зависит успех размножения, а затем и выживания молодняка сайгаков в природных условиях. Эти исследования были начаты в рамках международных проектов, поддержанных фондами ИНТАС и «Дарвинская инициатива». Полученные в течение 2003-2006 гг. данные наглядно показывают большую роль, которую стали играть особо охраняемые природные территории в выживании сайгака. Так, в период гона и отела именно на этих территориях концентрируется большинство сайгаков (70-80%), обитающих в Северо-Западном Прикаспии.

Осенью 2004 г. Центром был начат эксперимент по спутниковому слежению за мигрирующими сайгаками. С этой целью на пять взрослых самцов, выращенных в питомнике, были надеты ошейники с радиопередатчиками и они были выпущены на пастбище в непосредственной близости от места концентрации сайгаков. Как оказалось, выпущенные животные успешно адаптировались к новым условиям и присоединились к естественным группировкам сайгака. По данным со спутника удалось проследить их кочевки на несколько десятков километров. В ходе наземных наблюдений за животными с радиопередатчиками было установлено, что, по крайней мере, трое из выпущенных самцов в конце ноября приняли активное участие в гоне и смогли создать типичные для этого вида «гаремы» из 10-15 самок. Тем самым, можно считать, что выполнение одной из поставленных перед Центром задач - по восстановлению численности сайгаков за счет увеличения доли самцов, особо страдающих от бесконтрольного браконьерства, вполне реально, но для этого потребуются дополнительные усилия и ассигнования на увеличение числа животных, выращиваемых в вольерах питомника «Яшкульский».

В связи с такими планами в мае 2003 г. в питомнике было начато испытание возможностей применения искусственного оплодотворения самок сайгаков при их содержании в неволе. Впервые удалось получить семя (58 доз) от самцов сайгака, и сейчас эти дозы находятся в криобанке редких и исчезающих видов животных (г. Москва). После тщательной подготовки необходимого инструментария и подготовки достаточного для такого эксперимента числа самок можно будет приступить к его второй фазе.

В рамках проекта ИНТАС (2004-2007 гг.) проводились работы по разработке методов щадящего мониторинга репродуктивного статуса сайгаков в условиях вольерного разведения для последующей организации такого мониторинга в природе. В ходе изучения репродуктивной биологии сайгака разработан тест для диагностики беременности самок по содержанию эстрогенов в их фекалиях. Обнаружена достоверная корреляция между иммунореактивностью к эстрадиолу в фекалиях сайгака и стадией беременности. Иммунореактивность к эстрадиолу возрастает в 10 раз на стадии 4-5 недель беременности по сравнению с небеременными самками, в 30 раз – к 6-ой неделе беременности и более, чем в 50 раз, начиная с 7-ой недели беременности. Эти работы позволяют снизить стрессированность животных и осуществлять контроль физиологического статуса без какого-либо вмешательства в нормальную жизнь сайгаков.

Еще одним важным направлением в деятельности Центра стала работа с местным населением. Социально-экономический кризис 1990-х гг.привел к банкротству многие животноводческие хозяйства и к резкому снижению поголовья скота в Калмыкии, в результате чего увеличилось число безработных и ухудшилось общее благосостояние местного населения. Потеря гарантированных заработков вынудила местных жителей

прибегнуть к нелегальной охоте, наносящей, наряду с другими указанными выше факторами, огромный урон сайгаку. Для улучшения ситуации в рамках Программы малых грантов в сфере охраны окружающей среды при поддержке Министерства охраны окружающей среды, продовольствия и развития сельских районов Великобритании с октября 2005 г. в Калмыкии стал осуществляться проект «Разведение коров и оборот приплода для целей охраны сайгака». Проект выполняется сотрудниками Центра совместно с британскими партнерами. Ранее, в рамках проекта, поддержанного фондом «Дарвинская инициатива», был проведен социологический опрос местных жителей, проживающих в окрестностях государственного природного биосферного резервата «Черные земли», для уточнения каким образом можно повысить их благосостояние. В своих ответах большинство местных жителей подчеркивало, что улучшение пастбищного животноводства - ключ к устойчивому развитию региона и повышению их уровня жизни.

По предложению британских партнеров было решено применить для улучшения благосостояния местных жителей и снижения «пресса» браконьерства на популяцию сайгака схему по «разведению коров», используемую за рубежом организациями, работающими в области искоренения бедности и охраны окружающей среды. По этой схеме среди местных жителей выбираются семьи, которые получают за счет проекта коров. Приплод от этих коров в течение оговоренного периода возвращается в центральный «банк коров», чтобы затем быть переданным в другие семьи, что в результате создает эффект «снежного кома». Семьи выбираются по принципу их заинтересованности в участии в таком проекте, а поселки, в которых они проживают, могут быть отобраны при согласии их жителей соблюдать правила охраны природы и ни в коей мере не поддерживать браконьеров, добывающих сайгаков.

Были проведены встречи с администрацией Яшкульского района, по согласованию с которой было решено начать проект в двух поселках (пос. Хулхута - в 30 км севернее биосферного резервата «Черные земли» и пос. Таван-Гашун – вблизи его юго-западных границ). В этих поселках проводилось социологическое обследование, т.к. они оба расположены вблизи зоны концентрации стад сайгаков. В том и другом поселке было выбрано по одной семье, каждая из которых получила корову, помощь в строительстве коровника, в приобретении необходимого инвентаря и кормов, в оказании ветеринарных услуг. Приплод, получаемый от данных коров, в течение первых трех лет будет возвращаться проекту с тем, чтобы телят можно было передать другим семьям. В указанных поселках уже возник большой интерес к проекту, что должно усилить понимание связи между сохранением сайгака и улучшением благосостояния местных жителей. Необходимая поддержка проекту выполняется непосредственно в Центре диких животных, где на скотном дворе содержатся две коровы и бык. Продукция, произведенная на молочной мини-ферме Центра, поступает в местные школы и детские сады. Финансовая поддержка проекту британскими партнерами будет выделяться до конца 2007 г., и есть надежда, что основа, заложенная в течение трех лет, позволит применять аналогичные подходы и в будущем.

На аридных пастбищах в Республике Калмыкия круглогодично выпасаются не только сайгаки, но и многочисленные стада домашних животных. В течение последних 50-60 лет было предпринято несколько попыток добиться роста продуктивности животноводства, что привело к деградации пастбищ из-за перевыпаса, исчезновению многих ценных в кормовом отношении видов растений и развитию процессов опустынивания. Ясно, что если перед нами стоит задача по сохранению европейской популяции сайгака и повышению благосостояния местных жителей, то нужно незамедлительно предпринять шаги по восстановлению продуктивности пастбищ. Соответствующая попытка совместно с ВНИИ кормов им. Вильямса (г. Москва.) была осуществлена в 2006 г. на пастбищах, выделенных питомнику «Яшкульский». В ходе этого проекта было проведено маршрутно-экспедиционное обследование прилежащих районов, на территории которых удалось выявить в наименьшей мере трансформированные участки пастбищных экосистем и в их

пределах собрать наиболее ценные виды кормовых растений. Для получения семенного материала, необходимого для последующего восстановления полноценных пастбищных экосистем, было подготовлено несколько участков. В коллекционном питомнике и в питомниках размножения доминантных видов растений в настоящее время произрастают полукустарники (*Kochia prostrata*, *Camphorosma lessingii*, *Salsola orientalis*, *Eurotia ceratoides*, *Artemisia lercheana*, *Artemisia halophila)* и многолетние травы (*Agropyron desertorum, A. cristatum, Festuca valesiaca, Poa bulbosa).* Мы ожидаем от большинства из них получить хороший урожай семян для последующих экспериментов.

Как известно из литературы (Родин, 1975), пастбищные экосистемы могут быть оптимизированы по своей структурно-функциональной организации и продуктивности за счет поликультур, сформированных из экологически и биологически различающихся видов кормовых растений и их жизненных форм (кустарники, полукустарники и травы). Накопленный практический опыт конструирования природных пастбищ убедительно доказывает, что для будущих самовозобновляемых пастбищных экосистем крайне важно обеспечить интродукцию недостающих видов растений и провести в полном объеме фитомелиорацию. Только при полном соблюдении указанных подходов на базе поликультур можно гарантировать увеличение продуктивности пастбищных земель не менее чем вдвое, что должно обеспечить кормами и домашних и диких животных в полном объеме. Работы Центра в этом направлении будут продолжены в последующие годы, и их объем и успех в значительной мере будут зависеть от наличия дополнительных источников финансирования.

Результаты социологического опроса, проведенного сотрудниками Центра, еще раз убеждают, что обеспечить восстановление и сохранение европейской популяции сайгаков можно только при активном участии всех слоев населения в соответствующих проектах и программах. Исходя из этого, крайне важно предоставить всем слоям населения (от детсадов, школ и институтов до местных администраций, депутатов и лиц, непосредственно принимающих решения по развитию экономики и охране природы) исчерпывающую информацию о современном критическом состоянии сайгаков. Кроме регулярного освещения этих вопросов в печати и по телевидению необходимо создавать специальные места, где люди могли бы ознакомиться с такой информацией (об уникальной истории сайгака, его распространении, динамике численности, рациональном использовании его ресурсов, а также о мерах по его сохранению в России и за рубежом). Этим вопросам Центр диких животных Республики Калмыкия также уделяет большое внимание.

Для приема все возрастающего числа экскурсий, студентов и местных житедей на территории питомника «Яшкульский» при поддержке Фонда по крупным травоядным (Нидерланды) и Службы рыбы и дичи (США) построен визит-центр. Он по своей архитектуре похож на традиционную калмыцкую кибитку, в которой размещено все необходимое для повышения информированности населения о роли сайгака в степных экосистемах и о путях возможного повышения благосостояния местных жителей. Посетители могут не только посмотреть видеофильмы и ознакомиться с информационными материалами, но и взять их с собой для дальнейшего распространения, что серьезно расширяет круг информированных лиц и которые не останутся безучастными к судьбе живого наследия степных экосистем. Значительное место в визит-центре занимают материалы о случаях браконьерства и о других нарушениях природоохранного законодательства. Планируется создание передвижной экспозиции, которая позволит представить в полном объеме созданные в Центре информационные материалы в самых отдаленных уголках Калмыкии.

В последние годы на базе Центра студенты различных ВУЗов все чаще выполняют свои курсовые и дипломные работы. Благодаря высокой оснащенности визит-центра стало возможным проводить в нем встречи и рабочие совещания местных и иностранных специалистов и ученых, в ходе которых положительный опыт по разведению сайгака стал

известен в соседних и удаленных регионах России и за рубежом.

С мая 2006 г. Центр приступил к реализации проекта «Оценка подходов вовлечения общественности в процесс сохранения сайгака в Калмыкии». Начатые в его рамках исследования стали продолжением проекта «Использование охраны сайгака для улучшения благосостояния сельского населения», который проводился при поддержке фонда «Дарвинская инициатива» с апреля 2003 г. по март 2006 г. В новом проекте участвуют специалисты из других организаций, включая Центр экологических проектов, Государственный природный биосферный резерват «Черные Земли», Буддистский центр «Дхарма», Яшкульскую многопрофильную гимназию, Аршанский детский дом и Региональный природный заказник «Степной» (Астраханская обл.). Основные цели проекта - продолжение мониторинга популяции сайгака и случаев браконьерства, а так же подготовка базы данных для анализа этих показателей. Предстоит разработать Республиканскую программу по экообразованию и провести оценку отношения местных людей к охране сайгака в разных районах, отличающихся по социально-экономическим показателям. Полученные результаты должны позволить более эффективно планировать охранные меры в будущем; поднять статус сайгака в районах его обитания через СМИ и благодаря распространению информационных материалов среди широких слоев населения. Особую надежду на успех этого проекта мы возлагаем в случае поддержки его со стороны буддистских центров в Республике и различных НПО, участвующих в охране природы.

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что Центр диких животных Республики Калмыкия уже внес существенный вклад в изучение и сохранение сайгака и его опыт будет полезен для других регионов в пределах когда-то обширного ареала сайгака в Евразии. Работы Центра открывают также возможность приступить к массовому выращиванию сайгаков в неволе, создать в специальных питомниках резервное поголовье на случай дальнейшего ухудшения состояния европейской популяции этого уникального вида, сохранившегося на Земле еще с периода, когда его многочисленные стада обитали в Евразии совместно с мамонтами.

Учитывая большой спрос на рога сайгаков на рынках Восточной Азии, в первую очередь в Китае, необходимо обратить внимание на проведение специальных экспериментов по оценке достоинств такого сырья для производства лекарственных препаратов и биодобавок на месте. В случае успеха это обещает серьезную прибыль, что можно использовать для расширения питомников по выращиванию сайгаков, что повлечет за собой повышение занятости и улучшение благосостояния местного населения. Кроме того, следует признать, что вкусовые качества сайгачьего мяса весьма высоки, поэтому при расширении работ по разведению животных можно надеяться на получение высококачественного мяса даже для экспортных поставок на мировые рынки.

Уже неоднократно отмечалось, что разведение диких животных в условиях полувольного содержания экономически более выгодно, чем традиционное животноводство (Samogyvary, 1991 и др.). Поэтому мы считаем, что разведение сайгаков в неволе, наряду с содержанием домашних животных, должно стать одной из приоритетных отраслей сельского хозяйства в Республике Калмыкия. В современных условиях фермы диких животных могут приносить доход за счет продажи мяса, мясных продуктов, приготовленных по специальным рецептам, кожевенного сырья (шкуры сайгака особенно ценятся при выделке «дамской» замши), рогов для медицинских целей и сувениров и живых животных для зоопарков и других ферм, а также за счет экологического туризма и спортивной охоты. Расходы на организацию и содержание ферм диких животных составляют всего 20% от общих доходов, а на фермах домашнего скота они повышаются до 70% и более (Mossman, Mossman, 1976), что является немаловажным фактором при оценке их экономической эффективности (Dasmann, 1982; Ledger, 1983). Но пока о таких фермах на территории Республики Калмыкия можно говорить лишь как об отдаленной перспективе. Необходима широкая информация местных фермеров

об экономических выгодах такого инновационного подхода и, естественно, обеспечение поддержки со стороны государства на первых этапах создания ферм диких животных. Сотрудники Центра продолжат свои усилия по внедрению такого подхода в практику и о создании 1-2 модельных ферм будут проведены переговоры с Министерством сельского хозяйства Калмыкии и с другими заинтересованными организаторами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Адольф Т.А.* Изменения распространения сайги // Охрана природы. М.: Наука, 1948. С. 61-93.
2. *Арылов Ю.Н., Букреева О..М.* Опыт содержания сайгака // Проблемы сохранения биоразнообразия аридных регионов России. Волгоград. 1998. С. 121-123.
3. *Барышников Г.Ф., Крахмальная Т.В.* История и систематика сайгаков // Вестник зоологии. 1994. № 4-5. С. 48-54.
4. *Букреева О..М.* Состояние и охрана европейской популяции сайгака в Калмыкии // Бюллетень Московского общества испытателей природы. 2005. Т. 110. Вып. 4. С. 10-20.
5. *Жирнов Л.В., Бекенов А.Б., Грачев Ю.А.* Численность и ее изменения в историческое время и в современный период // Сайгак: филогения, систематика, экология, охрана и использование. М., 1998. С. 57-60.
6. *Родин Л.Е.* Продуктивность пустынных сообществ // Ресурсы биосферы. Л.-М.: Наука, 1975. Т. 1. С. 121-124.
7. *Холодова М.В., Лущекина А.А., Неронов В.М., Стрелкова М.В., Ниямбаяр Н., Амгалан Л.* Сравнительный анализ генетического разнообразия калмыцких и монгольских сайгаков // Доклады академии наук. 2001. Т. 376. № 6. С. 847-849.
8. *Dasman R. F.* Wildlife biology. Santa Cruz. Wiley eastern limited. 1982. 194 p.
9. *Ledger, H.P.* The rational use of wild animals // L. Peel, D.E. Tribe, eds. Domestication, conservation and use of animal resources. World animal science. Amsterdam. Elsevier Science Publishers. vol A1. 1983. 125 p.
10. *Mossman S.L., Mossman A. S.* Wild life utilization and game ranching // Morges. Switzerland. IUCN Occ. Paper No. 17. 1976. 99 p.
11. *Kang A.* Behavioral research of the Saiga Antelope, *Saiga tatarica,* in its main reproductive seasons in a semi-natural conditions. Abstract of PhD (biology) dissertation. College of Life Sciences East China Normal University. Harbin, 2004. 117 p.
12. *Somogyvari V., Akochegyi I.* Production of autlers in velvet at Kiskunfelegyhara // Trans. 20-th Congr. Int. Union Game Biol., Aug. 21-26. 1991. Pt. 2. C. 729-732.

RESTORATION AND CONSERVATION OF THE EUROPEAN POPULATION OF SAIGA ANTELOPE BY THE CENTRE OF WILD ANIMALS OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA

©2007 N. Yu. Arylova

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences
Russia, 117071 Moscow, Leninskyi pr., 33, E-mail: rusmabcom@gmail.com

Alongside with other nature protection actions devoted to restoration of natural ecosystems by a Decree of President of the Republic of Kalmykia in 2000 the Centre of wild animals of the Republic of Kalmykia has been created. One of goals of the Centre is captive breeding of saigas for the further introduction them to natural habitats and also preservation of a genepool and establishment of breeding stock. Currently there are more than 100 saigas of different sex and age contained in open-air enclosures (100 hectares of the fenced

natural pastures) in branch of the Centre "Yashkylskiy" on Yashkul administrative district of Kalmykia. The approbation of the principally new nutrition ration for newborn saigas was made. The improvement of technology of captive breeding of saiga is continuing, in particular, the design of individual open-air enclosures was improved that allows to increase a level of safety of young animals and to lower their traumatism.

Staffs of the Centre jointly with specialists from other nature protection organizations, the scientific research institutes and high education schools carry out various projects on study and conservation of saiga. So, together with Biosphere Reserve “Chernye Zemli”, Regional Sanctuary "Stepnoi" (Astrakhan oblast) regular field observations of saiga herds during the rut and lambing seasons. In 2004 five adult saiga males have been released in the nature and to the satellite tracking of their movements was conducted. In May 2003 semen (58 doses) was received from saiga males and up to now they are stored in the Cryobank of rare and endangered animal species (Moscow). In the future this material will be used for elaboration of methods of artificial insemination of females bred up in enclosures. The method of non-invasive monitoring of the reproductive status of saiga females is developed for future use in natural conditions. Jointly with Scientific research institute named after R. Williams at the base of the "Yashkylskiy" branch there was started elaboration of technique for introduction of valuable fodder plant species for increasing of pastures’ productivity.

The important direction among the Centre’s activities is work with the local population: particularly with support of “Darwin initiative” Fund sociological survey of people living within areas of saiga habitation has been made; jointly with British partners another project “Rotating cows as a tool for saiga conservation in Kalmykia” was carried out. The Centre pays special attention to ecological education of all strata of human population. For receiving excursions and students for practical work at the territory of “Yashkulskiy” branch a visit-centre has been constructed and equipped. Thanks to good providing of equipment in the visit-centre some meetings and workshops of local and foreign specialists and scientists are regularly conducted and in result of them positive experience on saiga breeding became known not only in adjacent and remote regions of Russia, but also abroad. In May 2006 the Centre in cooperation with other organizations has initiated the implementation of project “Survey of attitudes of local people to saiga conservation and the effectiveness of conservation projects”. Results of this project with help of mass-media and information materials prepared by the Centre should attract public attention to present critical status of saiga.

The research program and activities of the Centre open an opportunity to start the mass breeding of saigas not only for preservation of genepool, but also help to apply breeding of saigas by farmers as one of priority direction of agriculture in the Republic of Kalmykia.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

ХРОНИКА

ОСВЕЩЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ В ЖУРНАЛЕ АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

© 2007 г. М.Б. Шадрина

Институт водных проблем Российской академии наук
Россия, 119991 Москва, ул. Губкина, д. 3, E-mail: shadrim@aqua.laser.ru

Журнал «Аридные экосистемы» был организован как новый печатный орган секции «Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием», созданной в составе Научного Совета «Проблемы экологии биологических систем» Отделения биологии РАН для координации и разработки системного подхода к освещению фундаментальных исследований и результатов прикладных работ по проблемам аридных экосистем и борьбы с антропогенным опустыниванием в региональном и глобальном масштабах. Поэтому, прежде всего на страницах журнала подробно освещается работа как национальных, так и международных Координационных Совещаний и конференций по проблемам опустынивания, представляются и обсуждаются национальные программы по борьбе с опустыниванием.

В первом номере журнала (1, 1995 г.) освещается работа **Координационного совещания по проблемам борьбы с опустыниванием в южных регионах России (Махачкала, март 1994)**. В следующем номере (2-3, 1996 г.) публикуется резолюция **Всероссийского совещания по итогам работы секции «Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием»** Научного Совета по проблемам экологии биологических систем Отделения общей биологии РАН, проводившегося в Элисте (Республика Калмыкия) в ноябре 1995 г., а также представляется **Программа действий по борьбе с опустыниванием в Калмыкии**, разработанная Б.В. Виноградовым, Н.Ф. Глазовским, Э.Б. Габуншиной.

В 1997 г. исполнилось 20 лет с момента проведения **Конференции ООН по проблемам опустынивания**, состоявшейся в августе-сентябре 1977 г. в Найроби (Кения). В 6-7 номере за 1997 г. журнала «Аридные экосистемы» в статье И.С. Зона подводятся итоги реализации Плана действий по борьбе с опустыниванием, принятым на Конференции, освещаются основные мероприятия по оценке предпринимаемых мер, проводившиеся между ЮНКОД и ЮНСЕД – первая (1984) и вторая (1991) оценка ЮНЕП глобального состояние опустынивания и выполнения Плана действий, Доклад ЮНЕП «Состояние окружающей среды в мире 1972-1992» (1992). Освещается международная программа, направленная на принятие Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием «Борьба с опустыниванием и засуха», обсужденная на Конференции по Окружающей среде и развитию (ЮНСЕД), состоявшейся в 1992 г. в Рио-де-Жанейро, и включенная в ее программный документ - «Повестку дня на XXI век» как самостоятельная глава, а также собственно Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием, согласованная в Париже в 1994 г.

В 9 номере 1998 г. (4 том) представлена **региональная научно-техническая программа «Бархан»**, разработанная для осуществления неотложных мероприятий по восстановлению продуктивности деградированных и опустыненных территорий западного Прикаспия (Черных земель и Кизлярских пастбищ).

В 11-12 номере журнала за 2000 г. (6 том) подробно освещены результаты работы, решения и предложения **Международной Конференции по деградации почв и опустыниванию**, проводившейся в Москве в ноябре 1999 г.

Подробный отчет о решениях Второго заседания **Рабочей Группы Национальных координаторов по подготовке субрегиональной программы действий по борьбе с**

опустыниванием в бассейне Аральского моря (СРПДБО), проводившегося в Алматы (Казахстан) в апреле 2001 г. представлен в № 14-15 (том 7). Освещена работа международной конференции **«Экосистемы Центральной Азии» (Central Asian Ecosystems)**, проходившей в сентябре 2000 г. в Улан-Баторе (Монголия).

В этом же номере З.Г. Залибековым и И.С. Зонном представлен **проект «Национальной программы действий по борьбе с опустыниванием земель в республике Дагестан».**

В № 21 (том 10, 2004 г) И.С. Зонном представлен новый Международный Центр по проблемам пустынь.

Представляет интерес статья, представленная коллективом авторов (Г.С. Куст, Н.Ф. Глазовский, О.В. Андреева, Б.П. Шевченко, Д.В. Добрынин), посвященная основным результатам оценки и картографирования опустынивания в Российской Федерации, в которой подробно обсуждается понятия опустынивания, индикаторов опустынивания и засух с учетом региональных особенностей России.

В журнале представлены результаты многих региональных научных исследований процессов опустынивания. Ряд статей посвящен проблемам оценки, изучения, прогноза процессов опустынивания в Прикаспийском регионе:

влиянию изменяющегося уровня Каспийского моря на процессы опустынивания (В.М. Харченко, З.М. Санкуева и др., №1, т. 1, 1995 г.);

аспектам борьбы с антропогенным опустыниванием в регионах Прикаспийской низменности (Северо-западного Прикаспия, Калмыкии, в т.ч. Черных Земель, Дагестана; З.Г. Залибеков, №2, т. 2-3, 1996 г.).

Проблемы опустынивания плато Устюрт рассматриваются в статье С.В. Викторова в № 4 (том 2) журнала за 1996 г., долинных комплексов рек Теджен и Мургаб – в статье Т.В. Дикаревой (№ 6-7, т. 3, 1997 г.); особенности деградации и опустынивания растительных сообществ лесостепных и степных экосистем Забайкалья – в статье П.Д. Гунина, И.М. Микляевой, С.Н. Бажи, Н.Н. Слемнева, В.А. Чердоновой (№18-19 ,т. 9, 2003 г.).

Следует отметить обзорную работу, в которой освещается история вопроса изучения опустынивания в поволжских степях и пустынях в работах российских ученых конца XIX и начала XX века (А.Н. Порох, 2002 г., том 8, № 17).

Большой блок статей посвящен вопросам разработки научных подходов и методов изучения проблем опустынивания (табл. 1):

- ирригационного опустынивания и дестабилизации среды как элементов экологического влияния орошения в аридных зонах, экологической сущности опустынивания (В.С. Залетаев),
- фитоэкологическим концепциям и принципам, используемых в выработке мер по борьбе с опустыниванием (Ольга А. Лачко, Олег А. Лачко);
- выявлению индикаторов при мониторинге опустынивания Юга России (Б.В. Виноградов), использованию геоинформационных систем как основы космического мониторинга при изучении опустынивания в Приаралье (Е.В. Глушко, А.В. Птичников, Г.А. Капустин), биологической концепции проблемы опустынивания (З.Г. Залибеков), моделирования медико-экологических последствий аридизации и опустынивания на примере Аральского региона(Л.И. Эльпинер);
- вопросам рационального использования и охраны почв в условиях опустынивания (М-Р. Мирзоев, М.А. Баламирзоев, Н.Г. Гадаев).

Работы, демонстрирующие практический опыт борьбы с опустыниванием в Приаралье путем закрепления растительностью подвижных песков и солончаков и его научное осмысление, представлены в публикациях Л.А. Димеевой и Ж.В. Кузьминой с соавторами.

Этот научный и практический опыт вызвал большой интерес читателей из аридных стран за рубежами России.

Таблица 1. Основные материалы по проблемам опустынивания в журнале «Аридные экосистемы».

Год	Том, номер	Автор	Название
1995	1, 1	З.Г. Залибеков	Об основных направлениях исследований и организации НИР по проблемам борьбы с опустыниванием
1995	1, 1	Ольга А. Лачко, Олег А. Лачко	Фитоэкологические концепции и принципы в системе действий по борьбе с опустыниванием
1995	1, 1	В.С. Залетаев	Ирригационное опустынивание и дестабилизация среды как элементы экологического влияния орошения в аридных зонах
1995	1, 1	В.М. Харченко, З.М. Санкуева,.С.В. Веселова, Г.О. Суслякова, М.Н. Шипицын, В.П. Роженцев	Процессы опустынивания в условиях изменяющегося уровенного режима Каспийского моря
1995	1, 1	Б.Н.Можаев	Влияние молодых движений земной коры на интенсивность процесса опустынивания
1995	1, 1	Г.Г.Гамзатов,Н.И.Резников, Г.Н.Гасанов	Координационное совещание по проблемам борьбы с опустыниванием в южных регионах России Махачкала 16-17 марта 1994. Выступление участников Совещания
1996	2, 2-3	З.Г.Залибеков	Новые аспекты проблемы борьбы с антропогенным опустыниванием в регионах Прикаспийской низменности
1996	2, 2-3	Е.В. Глушко, А.В. Птичников, Г.А. Капустин	Геоинформационная система как основа космического мониторинга зоны экологического бедствия в Приаралье
1996	2, 2-3	Б.В. Виноградов, Н.Ф. Глазовский, Э.Б. Габуншина	Программа действий по борьбе с опустыниванием в Калмыкии
1996	2, 2-3	З.Г. Залибеков, Э.М-Р. Мирзоев	Об итогах работы отчетной сессии Секции "Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием" Научного Совета Отделения Общей биологии РАН. 13-15 ноября 1995 г.
1996	2, 2-3		Резолюция Всероссийского совещания по итогам работы секции "Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием" Научного Совета по проблемам экологии биологических систем Отделения общей биологии РАН за 1994-1995гг.Республика Калмыкия, Элиста 13-15 ноября 1995г.
1996	2, 4	С.В. Викторов	Опустынивание Устюрта
1996	2, 4	Б.В. Виноградов	Исследование индикаторов при мониторинге опустынивания юга России

Год	Том, номер	Автор	Название
1997	3, 5	З.Г. Залибеков	О биологической концепции проблемы опустынивания
1997	3, 5	М-Р. Мирзоев, М.А. Баламирзоев, Н. Г. Дадаев	К вопросу о рациональном использовании и охране почв аридных экосистем в условиях опустынивания
1997	3, 6-7	И.С. Зонн	Конференция ООН в Найроби: проблема опустынивания 20 лет спустя
1997	3, 6-7	Н.Г. Харин	Международная конвенция по борьбе с опустыниванием — новая надежда народов г пострадавших от экологического бедствия
1997	3, 6-7	В.С. Залетаев	Экологическая сущность опустынивания как явление дестабилизации природной среды
		Т.В. Дикарева	Опустынивание долинных комплексов рек Теджен и Мургаб
1998	4, 9	З.Г. Залибеков	О значении карт опустынивания земель в сохранении биоразнообразия
1998	4, 9	А.М. Аджиев, Э.М.-Р. Мирзоев, М.А Баламирзоев, А.К. Саидов, Г.Н. Гасанов	Агроэкологическая программа «Бархан» и борьба с опустыниванием земель Западного Прикаспия
2000	6, 11-12	Н.Г. Харин	Вклад Н.Т. Нечаевой в разработку индикаторов и критериев опустынивания
2000	6, 11-12		Международная Конференция по деградации почв и опустыниванию (Москва, 11-15 ноября 1999 г.)
2001	7, 14-15	З.Г. Залибеков, С.В. Зонн	О национальной программе действий по борьбе с опустыниванием земель в республике Дагестан
2001	7, 14-15	В. Вухрер	Решения Второго Заседания Рабочей группы национальных 151 координаторов по подготовке Субрегиональной программы действий по борьбе с опустыниванием в бассейне Аральского моря (СРПДБО) (26-27 апр. 2001, Алматы, Казахстан)
2002	8, 16	Г.С. Куст, Н.Ф. Глазовский, О.В. Андреева, Б.П. Шев-ченко, Д.В. Добрынин	Основные результаты по оценке и картографированию опустынивания в Российской федерации
2002	8, 16	Л.И. Эльпинер	Аральская экологическая катастрофа как модель медико-экологических последствий аридизации и опустынивания (к проблеме глобального изменения климата
2002	8, 17	А.Н. Порох	Проблема опустьнивания волжских степей и полупустынь в работах Российских ученых конца XDC -начала XX вв. (Волжские степи и полупустыни: виноградный край или пустыня?)
2003	9, 18-19	П.Д. Гунин, И.М. Микляева, С.Н. Бажа, Н.Н. Слемнев, В.А. Чердонова	Особенности деградации и опустынивания растительных сообществ лесостепных и степных экосистем южного Забайкалья
2004	10, 21	И.С. Зонн	Новый международный центр по проблемам пустынь
2004	10, 21	Ж.В. Кузьмина,	Влияние климатических изменений и полива на

Год	Том, номер	Автор	Название
		С.Е. Трешкин, Н.К. Мамутов	формирование растительности опытным путем в обсохшей части Аральского моря
2004	10, 22-23	И.С. Коршунова	Рецензия на книгу Н.Г. Харина и Р. Татеиши: "Словарь терминов по опустыниванию". Центр дистанционных методов исследования окружающей среды (ЦЕРеS), Университет Чиба, Япония, 2000 г., 405 с.
2006	12, 29	Ж.В. Кузьмина, С.Е. Трешкин, Н.К. Мамутов	Результаты опытного формирования естественной растительности на засоленных землях обсохшей части Аральского моря
2006	12, 29	Л.А. Димеева, В.Н. Пермитина	Влияние физико-химических свойств засоленных почв на результаты фитомелиорации осушенного дна Аральского моря
2007	13, 32	Н.З. Шамсутинов	Международная конференция по биосолевому сельскому хозяйству и высокой солеустойчивости и I Международный симпозиум по управлению САБХА
2007	13, 33-34	П.Д. Гунин, Е.И. Панкова	Развитие концепции опустынивания Российскими учеными.
2007	13, 33-34	Л.Я. Курочкина, А.Л. Кокарев	К методике составления мелкомасштабных карт опустынивания.

DESERTIFICATION PROBLEMS' PRESENTATION IN THE "ARID ECOSYSTEMS" JOURNAL

© 2007. M.B. Shadrina

Water Problems Institute Russian Academy of Sciences
Russia, 119991 Moscow, Gubkina str., 3, WPIRAS, E-mail: shadrim@aqua.laser.ru

"Arid Ecosystems" journal was founded as a special publication organ of the Section "Problems of Arid Ecosystems Exploration and Struggle Against Desertification" within Scientific Council "Problems of Biologic Systems Ecology" of the Biology Section RAS for the coordination and working out the system's approach for representing fundamental explorations and results of applied investigations on arid ecosystems' problems and a struggle against anthropogenic desertification in regional and global scales.

Table 1. The main publications on the problem of desertification in "Arid ecosystems" journal.

Year	Issue, number	Author	Title
1995	1, 1	Z.G.Zalibekov	On the main trends of research and organization of scientific work on the problem of combat against desertification
1995	1, 1	Olga A. Lachko, Oleg A. Lachko	Phytoecolgical conceptions and principles in the combat against desertification
1995	1, 1	V.S. Zaletaev	Irrigational desertification and environmental destabilization as elements of ecological influence of irrigation in arid zones
1995	1, 1	V.M.Kharchenko, Z.M.Sankueva,	Desertification processes in Kalmykiya in conditions

Year	Issue, number	Author	Title
		S.V.Veselova, M.N.Shipitsin, G.O.Suslyeakova, V.P.Rojentsev	of the changing Caspian sea regime
1995	1, 1	B.N. Mozhaev	The Earth crust resent influence on desertification processes (by remote sensing data)
1995	1, 1	G.G. Gamzatov, N.I. Reznikov, G.N. Gasanov	Coordinating Conference on the Problem of the Struggle Against Desertification in Southern Russia. Resolution of Conference. Makhachkala, 16-17, March 1994 Speechers of Conference participants.
1996	2, 2-3	Z G. Zalibekov	New aspects of the problem of desertification limiting in the regions of the Caspian Lowland
1996	2, 2-3	E.V. Glushko, A.V. Ptichnikov, G.A. Kapustin	Geoinformation system as the basis of space monitoring of the ecological disaster zone in the Aral Sea region
1996	2, 2-3	B.V. Vinogradov, N. F. Glazovskiy, E. B. Gabimshina	Plan of action in combat desertification in Kalmykia
1996	2, 2-3	Z.G. Zalibecov, E.M-R. Mirzoev	About the results of summary section "Problems of arid ecosystems studying and combat against desertification" Scientific Council of Biology Department Russian Academy of Sciences
1996	2, 2-3		Resolution of All-Russian meeting devoted to the results of work done by section "Problems of arid ecosystems study and combat against desertification" of Scientific Council "Problems of ecological-biological systems" Biology department, Russian Academy of Sciences during the period of 1994-1995 years. Kalmikia Republic, Elista 13-15 November 1995
1996	2, 4	S.V. Viktorov B.V. Vinogradov	Usturt desertification Study of indicators for monitoring the desertification in the South Russia
1997	3, 5	Z.G. Zalibekov	To the biological concept of desertification problem
1997	3, 5	E.M-R. Mirzoev, M.A. Balamirzoev, N.G. Dadaev	On the rational use and protection of soils in arid ecosystems under desertification conditions
1997	3, 6-7	I.S. Zonn	UN Conference in Nairobi: desertification problem - 20 years later
1997	3, 6-7	H.G. Kharin	International convention to combat desertification - a new hope of peoples suffered from ecological disaster
1997	3, 6-7	V.S. Zaletaev	Desertification as factor of ecological destabilization of natural environment and its ecological essence
1997	3, 6-7	T.V.Dikareva	Desertification of the valley complexes of the rivers Tedgen and Murgab
1998	4, 9	Z.G. Zalibekov	Importance of desertification maps for preservation of biological diversity
1998	4, 9	AM. Adjiev, E.M. Mirzoev, MA. BaIaMirzoev, AK. Saidov, G.N. Gasanov	Agro ecological programme "Barkhan" for struggle against desertification of the west Caspian lands
2000	6, 11-12	N.G. Kharin	N.T. Nechaeva's critical contribution to working out indicators and criteria of desertification
2000	6, 11-12		International conference on soil degradation and desertification (Moscow, 11-15 November, 1999)

Year	Issue, number	Author	Title
2001	7, 14-15	Z.G. Zalibekov, S.V. Zonn	The national programme to combat desertification in the Republic of Daghestan
2001	7, 14-15	Walter Woohrer	The Workgroup of National Coordinators on Development of the 151 Subregional Programme to Combat Desertification in the Aral Sea basin. Decisions of the 2nd session
2002	8, 16	G.S. Kust, N.F. Glazovskiy, O.V. Andreeva, B.P. Shevtchenko, D.V. Dobrynin	Basic results on desertification assessment and mapping in Russian Federation
2002	8, 16	L.I. Elpiner	The Aral ecological catastrophe as a model of medical ecological consequences of aridization and desertification (to the problem of global climate change)
2002	8, 17	A.N. Porokh	Desertification of the Volga steppe and semi-deserts in works of Russian scientists in the end of the Xix-beginning of the xx century (the Volga steppe and semi - deserts: a land of grapes or a desert?)
2003	9, 19-20	P.D. Gunin, I.M. Miklyaeva, S.N. Bagha, N.N. Slemnev, V.A. Cherdonova	The plant communities degradation and desertification peculiarities in forest-steppe and steppe ecosystems of south Transbaikal
2004	10, 21	I.S. Zonn	A new international center for desert problems
2004	10, 21	J.V. Kuzmina, S.Y. Trechkin, N.K. Mamutov	The effect of climate changing and watering upon the vegetation cover formation in experiment sites within the dried bottom of the Aral sea
2004	10, 22-23	V.S. Korshunova	About the book of Nikolai Kharin and Ryutaro Tateishi “Glossary of terms on desertification”
2006	12, 29	J.V. Kuzmina, S.Y. Trechkin, N.K. Mamutov	Genetic particularities and classificational criteria of arid soils division of Russia
2006	12, 29	L.A. Dimeeva, V.A. Permitina	Effect of physical-chemical characteristics of saline soils on phytomelioration results in the dried seafloor of the Aral Sea
2007	13, 32	N.Z. Shamsutdinov	International Conference on Biosaline Agriculture&High Salinuty Tolerance and I International Symposium on Sabkha Management
2007	13, 33-34	P.D. Gunin, E.I. Pankova, S.N. Bazha	Historical aspects of development of the concept of desertification in the domestic science
2007	13, 33-34	L.Ya. Kurochkina, A.L. Kokarev	To the methods on mapping of desertification in small scale.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

ХРОНИКА

О РАБОЧЕМ СОВЕЩАНИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ ГРУППЫ «ЭКОТОНЫ ВОДА-СУША: СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ»

© 2007 г. М.Б. Шадрина

Институт водных проблем Российской академии наук
Россия, 119991 Москва, ул. Губкина, д. 3, E-mail: shadrim@aqua.laser.ru

В Санкт-Петербурге 3 по 8 июня 2007 г. прошло рабочее совещание международной группы «Экотоны вода-суша:современные задачи исследований». В его организации приняли участие:

с российской стороны – представители институтов Российской академии наук: Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, Института водных проблем, Института биологии внутренних вод; Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН;

с американской стороны – научные сотрудники Геологическая служба США, Отдел охраны биологических объектов.

Приветственное слово с российской стороны произнес председатель огркомитета совещания, член-корреспондент РАН, заместитель директора Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Ю.Ю. Дгебуадзе. Его доклад был посвящен экотонным системам текущих вод и современным проблемам их изучения.

Приветственное слово с американской стороны произнес руководитель Отдела охраны биологических объектов Геологической службы США доктор Роберт К. Сзаро. Он кратко охарактеризовал направления деятельности своей организации, структуру проводимых научных работ, определил приоритетные направления, среди которых - изучение экотонных экосистем больших рек, таких как Миссисипи, Волга, Нил, Амазонка, Хуанхэ и др.

В докладе заведующей лабораторией Динамики наземных экосистем под влиянием водного фактора ИВП РАН, д.г.н. Н.М. Новиковой, были освещены современные представления о мировой сети экотонов «вода-суша», раскрыты современные проблемы экотонизации биосферы в связи с водохозяйственной деятельностью и перспективные направления исследований в дельтах рек.

В докладе заместителя директора Института биологии внутренних вод РАН, д.б.н. В.Т. Комова были представлены как теоретические положения концепция экотонов, так и на конкретном примере продемонстрированы результаты их применения для изучения динамики экосистем. В пресноводных экосистемах со сложным гидродинамическим режимом (малые реки и водохранилища) характерно наличие факторов, способствующих образованию специфичных типов переходных зон. Для таких экосистем характерно отсутствие жесткой пространственной организации сообществ гидробионтов, сочетание слабо и сильно заселенных участков. Такой тип организации экосистем и комплексов организмов характерен для раневых экотонов (Залетаев, 1989; 1997). Формированию переходных зон на малых реках и водохранилищах способствуют нарушения, среди которых особое значение имеют непредсказуемые (изменение уровенного режима водохранилищ, залповые сбросы загрязняющих веществ, заселение участков рек бобрами) и предсказуемые факторы (закономерные фенологические изменения гидрологического режима, температуры, накопления органических и биогенных веществ). Изучив видовой состав и трофическую структуру животного планктона, малые реки можно определить, как открытые

неравновесные системы типа раневого экотона, в существовании которых основную роль играют нарушения.

Также на конкретном примере рассматривались основные положения теории экотонов при изучении строения и динамики озерных экосистем в докладе д.б.н. В.Г. Панченкова (Институт биологии внутренних вод РАН). Вся литоральная зона озера рассматривается в качестве экотонной экосистемы 1-го порядка. За экотоны 2-го порядка принимаются пограничная полоса между прибрежными и плесовыми мелководьями, занимаемая сообществами гидрофитов с плавающими на воде листьями, узкая приурезовая полоса с сообществами гигрогелофитов, разделяющими ценозы воздушно-водных и береговых растений, а также обсохшие отмели, косы и пляжи озер. За экотоны третьего порядка приняты зоны контакта сообществ, формируемых растениями-доминантами разных экологических групп (например, зоны контакта гелофитной и гидрофитной растительности).

Дискуссию вызвал доклад д.б.н. П.Б. Шафрота (геологическая служба США) «Экотонные системы рек на юго-востоке США». В нем он рассказал об изучении особенностей динамики прибрежной растительности при управлении режимами речного стока для решения экологических задач - борьбы с инвазийными видами. На примере реки Билл Вильямс (пустыня Сонора/Мохаве, штат Аризона), был дан обзор основных экотонных сообществ и их пространственного распределения в пределах речных пойм. Эта система является прекрасной естественной лабораторией для изучения динамики прибрежной растительности в связи с особенностями режима речного стока. Предварительные исследования показывают, что регулируемые попуски воды из водохранилища способствовали успешному внедрению древесных видов естественной флоры и сокращению площадей тамариксов. Все виды тамариксов являются в США вселенцами из Азии и Австралии. Широкое распространение этих растений за последние десятилетия представляет бедствие для местного населения и требует больших материальных затрат на борьбу с ними. П.Б. Шафрот видит выход из этой ситуации в совершенствовании управления режимом речного стока.

Особенности строения и динамики экотонных систем побережий канала Волга-Дон были обсуждены в докладе М.Б. Шадриной (Институт водных проблем РАН). Как показывают ее исследования, на фоне общего преобладания антропогенно трансформированных экосистем вдоль канала на искусственных отвалах и участках обвалования процесс восстановления зональных экосистем достиг за 50 лет существенного прогресса – видовой состав представлен доминирующими видами, характерными для комплексных сообществ, произошла дифференциация отложений на почвенные горизонты. Эти проградационные процессы характерны для долинных участков, в то время как процессы засоления и деградации характерны для участков, расположенных гипсометрически ниже водного зеркала канала.

Теоретическим и практическим вопросам выделения зонального экотона и особенностей его строения и динамики был посвящен доклад И.Н. Сафроновой (Ботанический институт РАН) «Экотоны между степью и пустыней на территории европейской части России».

В своем решении рабочая группа отметила успешность проведенной встречи, было достигнуто взаимопонимание по современным вопросам изучения экотонных систем, одним из ведущих направлений исследований решили считать изучение возможностей управления режимом водных объектов, пришли к мнению о необходимости проведения не только совещаний, но и совместных полевых работ.

ABOUT STAFF CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP "WATER-TERRESTRIAL ECOTONES: MODERN AIMS FOR EXPLORATIONS"

© 2007. M.B. Shadrina

Water Problems Institute Russian Academy of Sciences
Russia, 119991 Moscow, Gubkina str., 3, WPIRAS, E-mail: shadrim@aqua.laser.ru

The Staff conference of The International Group "Water-terrestrial ecotones: modern aims for explorations" was held in St.Petersburg from the 3-d to the 8-th of June 2007. It was organized by: the representatives of The Russian Academy of Sciences institutes: Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Water Problems Institute, Institute for Biology of Inland Waters, Komarove Institute of Botany; the research associates of The US Geological Survey, (USA)

An opening speech from of Organizing Committee was prepared by its chairman Yury Yu. Dgebuadze, corresponding member of the Russian Academy of Science, deputy director of Severtsov Institute of Ecology and Evolution. He characterized problems of riparian or ecotone systems and modern possibilities and directions of there exploration.

Dr. Robert Szaro, Chef scientist for biology U.S. Geological Survey, sounded a word of salutation from American side. He characterized in a hole the main fields of activity of the organization, the structure of the conducting scientific investigations, defined the priority directions, ecotone ecosystems of the great rivers (such as Mississippi, Volga, Nile, Amazon, Huang He) investigations being among them.

Plenary meeting began with the report of Dr. Nina M. Novikova, the chief of the laboratory "Terresrial ecosystems dynamic under water factor influence", WPI RAS. Dr.Novicova represented modern concepts of world water-terrestrial ecotone net, pointed out actual problems of biosphere "ecotonisation" under water resources management and perspective directions of the investigations.

In the report of Dr.V.T. Komov, deputy director of the Institute for Biology of Inland Waters RAS, both theoretical points of the ecotone concept and concrete results of the approach for ecosystems dynamic investigations were represented. The same approach was reproduced for lake ecosystems structure and dynamic explorations in the report of Dr. B.G. Panchenkov (Institute for Biology of Inland Waters RAS).

Great interest was paid for the report of Dr. P. Shafroth (The US Geological Survey) "Woody Ecotonal vegetation of the Bill Williams River, Southwestern USA". He represented riparian vegetation structure and dynamic explorations of the ecosystems under stream flow regime management in order to work out the problem of invasive species.

Peculiar properties of the structure and dynamic of ecotone systems along Volga-Don canal were discussed in the report of M.B. Shadrina, Water Problems Institute RAS.

The report of Dr. I.N. Safronova "Ecotones between steppe and desert zone within Europe part of Russian Federation" was devoted to the theoretical and practical questions of zone ecotones distinguishing and there dynamic and structure exploration.

It the decision The International Group "Water-terrestrial ecotones: modern aims for explorations" pointed out the success of the hold meeting. Common ground on the questions of modern approaches for ecotone ecosystems explorations was reached. The task to investigate possibilities of water resources management was decided to be the leading direction for investigations. The decision was made to hold joint field explorations in addition to conferences.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2007, том 13, № 33-34

РЕЦЕНЗИИ

РЕЦЕНЗИЯ НА КНИГУ «ПОЛНЫЙ ОБЗОР ФАУНЫ ИРАНА», АВТОР: ФИРУЗ Э. ЛОНДОН-НЬЮ-ЙОРК: АЙ.Б.ТАУРИС, 2005. 322 с.

© 2007 г. В.В. Бобров, В.Ю. Ильяшенко, Л.А. Хляп

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

Богатая и разнообразная фауна Ирана представляет большой интерес, поскольку эта страна расположена на стыке различных фаунистических комплексов – средиземноморского, сахаро-аравийского, переднеазиатского, ирано-туранского. Поэтому следует приветствовать появление монографии, охватывающей всех позвоночных этой страны.

Мониторинг состава фауны страны представляет собой одну из важнейших и самостоятельных задач в изучении и сохранении биоразнообразия. Результаты регулярной инвентаризации фауны на национальном уровне служат основой для постановки задач по проведению научных исследований, и для принятия решений органами власти. Очевидно, что без точного определения вида и характера его пребывания на территории государства информация о нем в подавляющем большинстве случаев не представляет значительного интереса. Периодическая подготовка каталогов фауны квалифицированными экспертами – неотъемлемая часть процесса мониторинга животного мира. Именно такие публикации демонстрируют развитие систематики, очередной этап результатов изучения изменений в использовании территории животными и статуса редкости их видов и популяций.

Автор рецензируемой монографии – Эскандер Фируз – известный иранский натуралист, бывший директор Департамента окружающей среды Ирана. В течение многих лет был вице-президентом Международного союза охраны природы (МСОП) и внес большой личный вклад в изучение фауны Ирана.

Книга представляет собой аннотированный каталог позвоночных животных Ирана на видовом и более высоких таксономических уровнях. Это англоязычное переиздание книги, выпущенной в 2000 г. в Тегеране на фарси (Firouz, 2000). Она изложена на 322 страницах, богато иллюстрирована и снабжена обширной библиографией. Основу книги составляют главы по каждому классу позвоночных. Предваряет эту часть довольно обширное введение, в котором приведены краткие сведения по истории изучения фауны Ирана, данные по физической географии и зоогеографии, освещены вопросы сохранения биоразнообразия Ирана. Очень полезны имеющиеся карты административных районов, которые фигурируют в дальнейшем при описании распространения животных, а также другие карты, из которых следует особо отметить карту охраняемых территорий Ирана.

В основной части перечислены все сухопутные и водные позвоночные животных Ирана, за исключением морских рыб. Книга начинается с краткого исторического обзора литературы и накопления сведений о числе видов, обнаруженных на этой территории. Даны более подробные описания всех семейств и родов. Виды охарактеризованы либо по расширенной, либо по краткой схеме. Последняя включает: общепринятое название на английском языке, наиболее часто упоминаемый синоним, транскрипцию названия на фарси, латинское название, размеры животного, категорию статуса редкости по классификации МСОП. Для многих видов (кроме рыб и амфибий) перечислены административные районы, в которых они встречаются. Основой для книги послужили обобщающие труды по каждой крупной группе животных. Систематика соответствует взглядам зоологов рубежа XX и XXI вв., т.е. последним для времени издания книги.

Список млекопитающих Ирана включает 168 видов. По сравнению с изданием книги 2000 г. он дополнен 6 видами, а в 1959 г. было известно лишь 112 видов (Misonne, 1959). Расширенные характеристики отрядов, семейств и ряда видов чаще включают описание внешнего вида, особенностей суточной активности и питания, реже даны биотопическая приуроченность и некоторые другие экологические черты. Морфология млекопитающих охарактеризована длиной тела, хвоста и массой. Особое внимание уделено крупным видам млекопитающих, находящимся под угрозой исчезновения, исчезнувшим (таким, как тигр) и эндемичным, которые составляют 18.1% териофауны.

В Иране насчитывается 514 видов птиц. По сравнению с предыдущим изданием на фарси список видов увеличен на 12 видов: шесть добавлены на основании данных современной систематики – повышение таксономического статуса до видового уровня, еще шесть – в связи с техническими ошибками, пропуском, при подготовке рукописи к печати. Охарактеризованы редкие виды птиц и причины сокращения их численности. Важное место занимают водоплавающие и места их обитания. Дан статус пребывания каждого вида птиц на территории Ирана: обычный, оседлый, редкий оседлый и т.д. В основной части раздела описания внешнего облика, поведения и мест обитания птиц обобщены до уровня семейств. Описания иллюстрирует наиболее представительный, с точки зрения автора, рисунок одного из видов.

Герпетологические разделы посвящены 199 видам пресмыкающихся, которые описаны на основе двух крупных монографий – о змеях (Latifi, 1984) и ящерицах (Anderson, 1999), и 20 видам земноводных.

Фауна пресноводных рыб Ирана насчитывает 173 вида (включая интродуцированные).

При описании более тысячи видов животных, столь различных в экологическом отношении и по степени изученности, практически невозможно было соблюсти полное единообразие. Это прослеживается, например, в неравноценности различных очерков: одни виды (особенно это касается млекопитающих) описаны очень подробно, для других – из принятой схемы описания заполнены лишь названия. Для птиц не указаны ареалы, хотя заинтересованный читатель может найти подробную информацию в специальной литературе.

Наиболее существенное замечание - пропуски видов, обитание которых в Иране хорошо известно. К ним относятся солончаковый жаворонок (*Calandrella cheleensis*), который гнездится в Центральном и Восточном Иране, и желтобрюхая пеночка (*Phylloscopus nitidus*), гнездящаяся в Северном Иране. Встречаются некоторые неточности экологических характеристик: например, краснохвостые песчанки, хотя и могут вести дневной образ жизни, но не круглогодично. Как мы уже отмечали, книга посвящена исключительно позвоночным животным, что, возможно, следовало бы отразить в ее заглавии.

Высказанные замечания вряд ли умаляют достоинства этой книги. Ее вполне можно рекомендовать каждому, кто хочет ознакомиться с фауной позвоночных животных Ирана. Она может служить хорошей справочной книгой современного состояния разнообразия фауны позвоночных Ирана и его охраны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Anderson S.C.* The lizards of Iran // Ithaca: Society for the Study of Amphibians and Reptiles. 1999. 442 pp.
2. *Firouz E.A* guide to the fauna of Iran // Tehran: Iran Univ. Press., 2000. 491 pp. (in Persian).
3. *Latifi M.* The snakes of Iran // Oxford, Ohia: Society for the Study of Amphibians and Reptiles. 1984. 231 pp.
4. *Misonne X.* Analyse Zoogeographique des Mammiferes de l'Iran // Inst. Rot. Sci. Natur. Belg. 1959. 157 pp.

REVIEW OF THE MONOGRAPHY «THE COMPLETE FAUNA OF IRAN», THE AUTOR: E. FIROUZ. LONDON-NEW YORK: I.B.TAURIS, 2005. 322 pp.

© 2007. V.V. Bobrov, V.Yu. Ilyashenko, L.A. Khlyap

A.N.Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences
Russia, 119071 Moscow, Leninskiy prospekt, 33, E-mail: pgunin@online.ru

The reviewed book covers all terrestrial vertebrates and freshwater fishes of Iran. The Preface include color maps of Iran: physical geography, area of natural reserves, climate and zones of vegetation. Author described 168 species of mammals, 514 – birds, 199 – reptiles, 20 – amphibians and 173 – freshwater fishes including introduced exotics species, with color drawing pictures or good color photographs. Comprehensive bibliography is included.

ЮБИЛЕЙ ИРИНЫ НИКОЛАЕВНЫ САФРОНОВОЙ

Поздравления от Комиссии биогеографии Русского географического общества, Редакционной коллегии журнала “Аридные экосистемы”, коллег из Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова, Института водных проблем РАН, Института географии РАН

И. Н. Сафронова ведущий научный сотрудник Ботанического института им. В. Л. Комарова Российской Академии Наук (БИН РАН), доктор биологических наук, специалист в области изучения растительности пустынь и степей, родилась 11 июня 1937 г. в г. Ленинграде (ныне Санкт-Петербург). В 1955 г. поступила на географический факультет Ленинградского Государственного Университета, который окончила в 1960 г. С 1960 г. по 1962 г. работала старшим лаборантом Ландшафтно-Геохимической Экспедиции географического факультета ЛГУ. В октябре 1962 г. поступила в аспирантуру БИН АН СССР к академику Е.М. Лавренко. После окончания аспирантуры в октябре 1965 г. была зачислена в штат Отдела геоботаники в Лабораторию географии и картографии растительности. В 1966 г. защитила кандидатскую диссертацию по теме "Степные кустарники и кустарниковые степи Северного и Центрального Казахстана", в 1992 г. – докторскую диссертацию по теме "Растительность Мангышлака (классификация, картографирование, районирование)".

Начиная со студенческих лет по настоящее время, И. Н. Сафронова работает в экспедициях в различных регионах: в степной зоне России и Казахстана, Монголии; в пустынях России, Казахстана, Туркменистана, Узбекистана, Закавказья, в Арктике (на Таймыре, Ямале, Чукотке, островах Северного Ледовитого океана). Основное направление исследований – ботаническая география и картография растительности, биоразнообразие.

И. Н. опубликовала около 200 работ, активно участвует в научных симпозиумах и конференциях, как в России, так и за рубежом, ведет большую научно-организационную работу.

IRINA NIKOLAEVNA SAFRONOVA
(toward anniversary)

Commission on biogeography of Russian Geographical Society, Editorial board of "Arid ecosystems" journal, colleagues from Moscow State University named after M.V.Lomonosov, Institute of **Water problems RAS and Geographical Institute RAS congratulate heartily Irina Nikolaevna Safronova on her anniversary.**

I.N. Safronova is leading researcher of Botanical institute named after V.L. Komarov, Russian Academy of Sciences (BIN RAS), doctor in biological science, specialist in vegetation of deserts and steppes. She was born on 11 of June 1937 in Leningrad (Saint-Petersburg). In 1955 entered the geographical faculty of Leningrad State University (LGU) and graduated in 1960. From 1960 till 1962 she worked as senior laboratory assistant at Landscape-Geochemical expedition of Geographical faculty of LGU. In October 1962 entered the post-graduate courses of BIN Academy of Sciences of the USSR. His supervisor was E.M. Lavrenko. After graduation of the post-graduate courses she was taken on the staff of geobotanical department, Laboratory of geography and cartography of vegetation. In 1966 she defended a Ph.D. thesis "Steppe shrubs and shrub steppes in Northern and Central Kazakhstan", in 1992 - thesis for a Doctor's degree "Vegetation of Mangishlak (classification, cartography and regionalization)".

Beginning from student times till today I.N. Safronova works in expeditions in various regions: in the steppe zone of Russia and Kazakhstan, in Mongolia; in the deserts of Russia, Kazakhstan, Turkmenistan. Uzbekistan, Transcaucasia, in Arctic regions (on Taymir, Iamal, Chuckotka, on the islands of the Arctic Ocean). The main research theme - botanical geography and cartography of vegetation, biodiversity.

Irina Nikolaevna published about 200 papers and books, takes active part in scientific symposiums and conferences in Russia and abroad and works hardly as organizer of science.

АМИНУ БАХИЕВИЧУ БАХИЕВУ – 70 ЛЕТ

Поздравления от Комиссии биогеографии Русского географического общества, Редакционной коллегии журнала “Аридные экосистемы”, коллег из Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова, Института водных проблем РАН, Института географии РАН, Российской академии сельскохозяйственых наук

Вся трудовая деятельность Амина Бахиевича Бахиева проходила в Каракалпакском филиале, который **в** настоящее время является отделением Академии Наук Республики Узбекистан. Он прошел все ступени становления ученого - от младшего научного сотрудника до директора института и заместителя Председателя Президиума Каракалпакского отделения АН Республики Узбекистан. В настоящее время он - директор Института биоэкологии Каракалпакского Отделения Академии Наук Республики Узбектсиан.и академик АН РУз.

А.Б. Бахиев - талантливый организатор науки. Он длительное время является руководителем и организатором многочисленных научных исследований, выполняемых учеными Каракалпакского отделения АН Узбекистана. За преподавательскую работу в вузах Каракалпакстана. а также за большой вклад в подготовку науч-ных кадров (под его руководством были защищены 12 кандидатских и докторских работ биологического профиля) ему присвоено звание про-фессора.

Он является автором около 170 работ, среди которых 25 научных монографий, ряд учебников и методические разработки.

За большой вклад в развитие науки А.Б. Бахиев награжден почетной грамотой Президиума Верховного Совета Уз ССР, ему присвоено звание "Заслуженный деятель науки Республики Каракалпакстан ". С 1996 г. он имеет почетное звание лауреата Государственной премии им. Бердаха Республики Каракалпакстан.

А.Б. Бахиев - прекрасный семьянин, имеет семерых детей и нескольких внуков. Желаем ему и его большой семье здоровья, счастья и успехов.

AMIN BAKHIEVICH BAKHIEV IS 70 YEARS

Congratulations from Commission of biogeography of Russian geographical society -Russian Academy of Sciences, from Editorial board of Journal "Arid Ecosystems", from Moscow State Lomonosov University, from Institute of Water Problems RAS, from Geographical Institute RAS and from Russian academy of Agricultural sciences.

Nature of desert zone, severe but magnificent, attracts souls and efforts of people, who strive for revealing of mysterious laws and processes in nature. One of those devoted to the science people is Bakhiev Amin Bakhievich - well-known scientist, ecologist, who works out the tasks for transformation of ecological systems and arid zones landscapes, problems of protection and rational use of unique natural complex of deltaic plains of great Central Asian republic -the Amudarya. He is the author of 170 papers, 25 of them are monographs, several text-books and methodics.

The whole scientific life of Amin Bakhievich Bakhiev was at Karakalpak department, which is now the part of Uzbekistan Academy of Sciences. He went through all steps of scientific hierarchy - from junior scientist to director of the Institute and Vice-chairman of Karakalpakstan department of Uzbekistan Academy of Sciences. At present he is Director of the Bioecological Institute of Karakalpakstan department of Uzbekistan Academy of Sciences.

A. B. Bakhiev is talented organizer of science. He is chief and organizer of multiple scientific researches carried out by scientists of Karakalpakstan department of Uzbekistan Academy of Sciences. For his teaching work at the Karakalpakstan universities as well as for great input into preparation of scientists (he was the instructor of 12 candidate and doctoral theses on biology) he is awarded by the title of professor.

For his great input into the development of science A.B. Bakhiev is awarded by Honorable diploma of The Supreme Council Presidium Uzbekistan Republic, he is awarded by title "Honored Scientist of Karakalpakstan Republik". From 1996 year he has the honorable name of laureate of the State prize named after Berbakh of Karakalpakstan Republic.

A.B. Bakhiev is an excellent family man he has seven children and several grandchildren. We wish him and his large family health, happiness and successes.

“АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ” В БИБЛИОТЕЧНЫХ ФОНДАХ РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

"ARID ECOSYSTEMS" IN LIBRARY FUNDS OF RUSSIA AND ABROAD

Уважаемые коллеги, авторы и читатели!

В данном разделе публикуются адреса библиотек и организаций, в которых хранятся изданные ранее номера журнала “Аридные экосистемы”.

Полные подборки номеров журнала “Аридные экосистемы” (с момента образования журнала в январе 1995 года) можно найти в библиотечных фондах следующих организаций:

Российская Государственная библиотека им.В.И.Ленина).
Россия, 119992 Москва, ул. Воздвиженка, д.3/5, РГБ

Библиотека по естественным наукам Российской академии наук (БЕН).
Россия, 119890 Москва, Знаменский пер., 11/11, БЕН РАН, тел. (495) 291-21-49.

Центральная научная сельскохозяйственная библиотека РАСХН (ЦНСХБ РАСХН).
Россия, 107139 Москва, Орликов пер., 3, корп. В, тел. (495) 207-54-48, (495) 975-49-90.

Читальный зал **Библиотеки географического факультета**
Научной библиотеки **Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова.**
Россия, 119899 Москва, Воробьевы горы, МГУ, Главный корп. (ГЗ), 18 этаж, тел. 939-26-45.

Читальный зал **Библиотеки биолого-почвенного факультета**
Научной библиотеки **Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова.**
Россия, 119899 Москва, Воробьевы горы, МГУ, Биол.-почв. фак., 1 этаж. тел. (495) 939-27-76.

Научная библиотека **Института географии Российской академии наук.**
Россия, 109017 Москва, Старомонетный пер., д. 29.

Научная библиотека **Института водных проблем Российской академии наук.**
Россия, 119991 Москва, ул. Губкина, д. 3, тел. (8-499) 135-54-76.

Библиотека Российской академии наук (БАН).
Россия, 199034 Санкт-Петербург, Биржевая линия, 1, БАН, факс. (812) 328-74-36.

Научная библиотека **Ботанического института им.В.Л. Комарова РАН.**
Россия, 197376 Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2.

Библиотека **Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН.**
Россия, 367025 Махачкала, ул. Гаджиева, 45, тел. (872-2) 67-09-83, (872-2) 67-58-81.

Библиотека **Федерального агенства по охране природы Германии**
Bibliothek des **Bundesamt fuer Naturschutz (BfN).**
BfN, Konstantinstr. 110, D -53179 Bonn, Deutschland (Germany), Fax: 0228/ 84-91-200.

Библиотека **Российского комитета МАБ.**
Россия, 117312 Москва, ул. Вавилова, д. 41/5, тел. (495) 124-79-32.

Неполные подборки номеров журнала “Аридные экосистемы” Вы можете найти в библиотечных фондах следующих организаций:

Научная библиотека **Почвенного института им. В.В.Докучаева РАСХН.**
Россия, 109017 Москва, Пыжевский пер., д. 7.

Библиотека **Отделения биологических наук Российской академии наук.**
Россия, 119071 Москва, Ленинский проспект, д. 33.

Научная библиотека **факультета географии Российского Государственного Педагогического Университета им. А.И. Герцена.**
Россия, 191186 Санкт-Петербург, Набережная р. Мойки, д. 48, корп. 12.

Библиотека **кафедры ботаники факультета биологии Российского Государственного Педагогического Университета им. А.И. Герцена.**
Россия, 191186 Санкт-Петербург, Набережная р. Мойки, д. 48, корп. 3.

Библиотека **Всероссийского научно-исследовательского института агролесомелиорации.**
Россия, 400062 г. Волгоград, Университетский пр-т., 97, ГНУ ВНИАЛМИ,
тел. (8442) 46-25-67; факс (8442) 46-25-10.

Библиотека **Калмыцкого государственного университета.**
Россия, 358000 г. Элиста, ул. Пушкина, д. 11.

Научная библиотека **Института экологии Волжского бассейна РАН.**
Россия, 446003 Самарская обл., г. Тольятти, ул. Комзина, 10, ИЭВБ РАН, тел. 48-97-85.

Научная библиотека **Донского государственного аграрного университета.**
Россия, 346493 Ростовск. обл., Октябрьский район, п. Персияновский (проф. Назаренко О.Г.)

Библиотека **Казахского научно-исследовательского института экологии и климата.**
Казахстан, 050022 Алматы, пр.Суйфуллина, д.597, тел. (3272) 67-52-71. (проф. Семенов О.Е.)

Библиотека **Института ботаники** Министерства образования и науки Республики Казахстан
Казахстан, 050040 Алматы, ул. Тимирязева, д. 44.

Библиотека **биологического факультета Казахского национального Университета.**
Казахстан, 050022 Алматы.

Библиотека **Университета и земли Объединенная Саксония (Германия)**
Universitaet und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt.
Martin-Luter-Universitaet Halle-Wittenberg
August-Bebel-Str. 13. 06098 Halle/Salle, Deutschland (Germany).

Библиотека **Центрально-Черноземного Государственного биосферного заповедника им. Проф. В.В. Алёхина.**
Россия, 305528 Курская обл., Курский район, п/о Заповедное, ФГУ “Центрально-Черноземный заповедник”, тел. (4712)37-72-94, E-mail: zapoved@kursk.ru

Библиотека Берлинского Университета им. Гумбольдта (Германия)
Universitaetsbibliothek der Humboldt-Universitaet zu Berlin.
Dorotheenstr. 27, D - 10117 Berlin, Deutschland (Germany), Tel.: +49 (030) 2093 3215.

Библиотека **Российско-Монгольской комплексной экспедиция РАН и АНМ.**
Россия, 117312 Москва, ул.Вавилова, д. 41/5, тел. (495) 124-79-34.

Отдельные номера журнала “Аридные экосистемы” Вы можете найти в организациях:

Библиотека **Национального института пустынь, растительного и животного мира Туркменистана.** Туркменистан, 744000 Ашхабад, ул. Нейтральный Туркменистан, д. 15.

Библиотека **Института космических исследований** Республиканского государственного предприятия “Центр астрофизических исследований” Министерства образования и науки Республики Казахстан. Казахстан, 050010 Алматы, ул. Шевченко, д.28, тел. (3272) 61-02-60.

Библиотека **Каракалпакского отделения Республики Узбекистан.**
Узбекистан, 742000 Нукус, пр. Бердаха, д. 41 (Институт биоэкологии, академик Бахиев А.Б.).

Библиотека Гамбургского Университета (Германия)
Bibliothek der Universitaet Hamburg.
Martin-Luter-King Platz 3, D-20146 Hamburg, Deutschland (Germany).

Библиотека **Института пустынь Университета Бен-Гуриона (Израиль)**
J. Blaustein Institutes for Desert Research Ben Gurion University of the Negev , Israel.
Sede Boker Campus, Midreshet Ben-Gurion, 84990, ISRAEL, Tel.: 972-8-6596857.

Библиотека **Астраханского государственного педагогического университета.**
414000 г. Астрахань, ул.Татищева, д. 20А.

Библиотека **Тираспольского государственного Университета (Молдова).**
Молдавия, Тирасполь.

Библиотека **Кишиневского государственного Университета (Молдова).**
Молдавия, Кишинев.

Библиотека **Воронежского государственного Университета.**
394006, г. Воронеж, Университетская пл., д. 1, ВГУ.

Библиотека **Самарского государственного университета.**
Россия, 443011 Самара, ул. Академика Павлова д. 1., Биологический факультет.

Библиотека **Саратовсого государственного университета.**
Россия, 410026 Саратов, ул. Астраханская, д. 83.

Библиотека **Владимирского Государственного Университета.**
Россия, 600026 Владимир, ул. Горького, д.87, ВлГу.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Статьи, направляемые в журнал "Аридные экосистемы", должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Статьи должны содержать сжатое и ясное изложение современного состояния вопроса, описание методики исследования, изложение и обсуждение полученных автором данных. Статья должна быть озаглавлена так, чтобы название соответствовало ее содержанию.

2. Статьи, поступающие для публикации, обязательно должны иметь направление от учреждения, в котором выполнена данная работа.

3. Объем статьи не должен превышать 15 страниц текста. Размер текстового поля для формата страницы А4 170 х 245 мм должен иметь поля 2.5 см сверху и снизу, 2 см - справа и слева. Статью печатать на компьютере в программе Word Windows через 1.5 интервала. Для заголовка статьи предлагается использовать шрифт Times New Roman 14, для основного текста - Times New Roman 12, или любой другой близкий по строению шрифт. Величина абзационного отступа основного текста статьи должна соответствовать 0.7 см. Текст набирается без переносов с использованием стандартного разделения между словами, равного одному пробелу. Страницы нумеровать в верхнем правом углу листа.

4. Статьи представляют в двух экземплярах. В левом верхнем углу первой страницы рукописи следует проставить соответствующий содержанию индекс УДК. После заголовка ставятся инициалы и фамилии авторов, на следующей строке следует указать **название организации с полным указанием почтового адреса [почтовый индекс, страна, город, улица, дом. почтовый ящик, Б-mail (если есть) и т. д.].** Все страницы рукописи с вложенными таблицами (следующий лист после первой ссылки на таблицу) должны быть пронумерованы. Отдельно следует приложить аннотацию, переведенную на английский язык объемом не более 1 стр.

5. Таблицы должны представляться в минимальном количестве (не более 3-4 таблиц), каждая таблица на отдельном листе. Объем таблиц не более 1 машинописной страницы. Не допускается повторение одних и тех же данных в таблицах, графиках и тексте статьи. К таблицам должны быть даны названия. Все таблицы должны быть набраны в табличной форме Word for Windows.

6. Число иллюстраций должно быть минимальным (не более 2-3 рисунков). Каждая иллюстрация должна иметь на обороте (писать только карандашом) порядковый номер (для рисунков и фотографий дается общая нумерация), фамилию автора, заглавие статьи. Подписи к рисункам и фотографиям на русском и английском языках прилагаются на отдельном листе, где указываются фамилия автора и заглавие статьи. В соответствующих местах текста статьи даются ссылки на рисунки, на полях рукописи указывается их номер. Названия таблиц и рисунков должны быть представлены как на русском, так и на английском языках.

7. Размер авторских оригиналов чертежей должен соответствовать намеченному размеру иллюстраций в журнале. Рисунки представляются в двух экземплярах, вычерченными тушью, а также в виде четких репродукций. Следует максимально сокращать пояснения на полях рисунка, переводя их в подписи. Карты должны быть выполнены на географической основе ГУГК - это должны быть контурные или бланковые карты. Фотографии должны быть контрастные, на белой глянцевой бумаге, хорошо проработанные в деталях, в двух экземплярах. Все необходимые на фотографиях пояснения следует делать только на втором экземпляре. Первый экземпляр фотографии не должен иметь никаких дефектов: чернильных пятен, надписей, изломов, следов от скрепок, трещин и т.д. Наклеивать фотографии на бумагу или картон не разрешается.

Иллюстрации должны быть представлены как в печатном, так и в электронном виде: в отдельном файле каждая иллюстрация - в программе Paint (Painbrash for Windows) с расширением .bmp или, в крайнем случае, в Photoshop с расширением .tif.

8. Список цитируемой литературы следует оформлять в соответствии с ГОСТом 7.1 – 76. "Библиографическое описание произведений печати". Работы располагаются в алфавитном порядке, по фамилиям авторов. Сначала идут работы на русском языке, затем - на иностранных языках. Отдельные работы одного и того же автора располагаются в хронологической последовательности. Для журнальных статей указываются фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год издания, том, номер (выпуск), страницы; для книг- фамилии и инициалы авторов, название книги, город, издательство, год издания, общее количество страниц. Допускаются только общеизвестные сокращения, В тексте, в круглых скобках, указывается фамилия автора и год работы, на которую дается ссылка. Все приведенные в статье цитаты должны быть выверены по первоисточникам. Указание в списке литературы всех цитируемых работ в статье обязательно. Список литературы пронумеровать и печатать на отдельной странице.

9. Редакция просит авторов использовать единицы физических величин, десятичные приставки и их сокращения в соответствии с проектом государственного стандарта "Единицы физических величин", в основу которого положены единицы Международной системы (СИ).

10.К статье должно быть приложено резюме на русском и английском языках, составляющее по объему не более 1/3 статьи. Все подрисуночные подписи, названия таблиц и фотографий также приводятся на двух языках. Включение фотографий в статью возможно только высокого качества в ч/б варианте в случае крайней необходимости.

11.Направляемая в редакцию статья должна быть подписана автором с указанием фамилии, имени и отчества, полного почтового адреса, места работы и телефонов. При наличии нескольких авторов статья подписывается всеми авторами. Она должна иметь полную электронную версию на дискете (3,5") или CD-R. Возможно представление материалов статей по электронной почте. Если объем всех материалов превышает 500 Mb, посылайте их на адрес: jannaKV@yandex.ru.

10. Корректура авторам не высылается.

11. Отклоненные статьи авторам не возвращаются.

12. Материалы - 2 экземпляра статьи, дискета (3.5") или CD-R - при пересылке просим тщательно упаковать в твердой папке.

13. Редакция оставляет за собой право вносить в текст незначительные коррективы, дискеты, CD-R и рукописи не возвращаются.

16. Материалы, оформленные не по правилам, не могут быть опубликованы. По всем вопросам просим обращаться в редакционную коллегию.

Наши адреса:

119991, Москва, ул. Губкина, д. 3
Тел. (095)135-70-41,
Факс(095) 135-54-15,
E-mail: novikova@aqua.laser.ru,
jannaKV@yandex.ru

367025, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 45
Тел. (8722) 67-60-66, 67-09-83
Факс (8722) 67-09-83
E-mail: pibrdncran@iwt.ru

ПРИНИМАЮТСЯ ЗАЯВКИ НА РЕКЛАМУ ОТ КОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

GUIDELINES TO AUTHORS

All articles submitted to the journal "Arid ecosystems" must satisfy the following conditions.

1. Articles are to contain short and clear review of the. modern state of the problem, described methods, review and discussions of results received by author. Title of article must reflect its content.

2. Articles, submitted to the journal must have recommendation letter from the Institution in which the work had been done,

3. The volume of article must not exceed 15 pages. Article must be done in the program Word Windows with 1,5 line spacing. For the page A4 170x245 mm the top, bottom margins must be 2.5 cm, right and left - 2 cm. For the title of article we propose to use font Times New Roman 14, for the main body of text - Times New Roman 12 or some other similar font. First line spacing must be 0.7 cm. Text flow must be without hyphenations with standard break between words equal to one break. Pages must be numbered in pencil in the lower left comer of page.

4. Articles must have two copies. In the upper left comer of the first page author must write index UDK. After the title there must be initials and surname of author, next line must contain name of organization with full postal address (index, country, city, street, building, zip code, E-mail, etc.) All pages of article with tables (the next page after reference) must be numbered. If article is in English, the annotation in Russian - 1 pages.

5. Article must contain minimum tables (not more than 3-4), each on separate page. Table must be not more than 1 typewritten page. repeating of data in tables, figures and text is not desirable. Tables must contain footnotes. All tables must be written in Word for Windows.

6. Articles must contain minimum illustrations (not more than 2-3 pictures). Each illustration must have on the other side the number (written in pencil) (pictures and photographs must be numbered in the same sequence), surname of author, name of article. Captions for pictures and photographs must be done on separate page in Russian and in English (with surname of author and title of article). In corresponding places of the article there must be cross-references for illustrations, on the margins the number of illustration must be mentioned. Captions of tables and pictures should be submitted both in Russian and in English. The scale of original figures is to be the same of those published in the journal. Pictures are to be done in black Indian ink or they must be clear reproductions in two copies. Minimum notes on margins are recommended. All necessary explanations must be done in footnotes. Maps must be done on the geographical base of Main Department of Geodesy and Cartography - contour or blank maps. Photographs must be sufficiently contrast on white glossy paper, clear in details in two copies. All necessary explanations for photographs must be done on the second copy. The first copy of photograph mustn't have any defects: ink spots, signs, breaks, traces of clips, cracks, etc. It is forbidden to stick photographs on paper or cardboard. All tables and figures has be prepared in Paint (Painbrash for Windows) in .bmp format or in Photoshop in .tif format in different files.

7. Cited literature is to be listed in alphabetic order, according to the authors surnames. Russian works first and then foreign works. Separate works of the same author are to be listed in chronological order. For journal articles must be mentioned: surname and initials of authors, name of article, name of journal, year, volume, number (issue), pages; for books - surname and initials of authors, name of book, city, publication house, year, total pages number. Only common abbreviations are allowed. In text in round brackets author must mention the surname of cited author and year of edition. All citations must be verified with the original. All cited works must be mentioned in the list of publications. List of publications must be numbered and must begin from the separate page.

8. We ask authors to use conventional physical units, decimal endings and all abbreviations in accordance with the State standard "Physical units" based on the SI system.

9. Summary in Russian and English has to be not more than 1/3 of all paper. All figers and titles of tables has to be prepared in English and Russian.

10. Submitted article must be signed by author with indication of his surname, name and father name, the whole postal address, place of work and telephone number. If there are many authors, they all must sign the article. Paper are presented in paper and at computer versions.

11. Corrected articles are not send to author.

12. Rejected articles are not returned to authors.

13. Materials - 2 copies of article and **diskette** (3.5") or in **CD-R** are recommended to be carefully packed for mailing. It is possible to pass all by e-mail. If amount of paper is over 500 Mb, please, use e-mail jannaKV@yandex.ru, novikova@aqua.laser.ru, pibrdncran@iwt.ru .

14. Articles are not edited, diskettes and articles are not returned.

15. Articles prepared incorrectly can not be published.

For information please address the editorial staff.
Our addresses:

119991, Moscow, Goubkina St., bild. 3.
Tel.: (495)135-70-41
Fax:(495)135-54-15
E-mail: novikova@aqua.laser.ru,
jannaKV@yandex.ru

367025, Mahachkala, Gadjieva St. bid. 45
Tel. (8722) 67-60-66, 67-09-83.
Fax: (8722) 67-09-83
E-mail: pibrdncran@iwt.ru

APPLICATIONS FOR ADVERTISEMENT FROM COMMERCIAL ORGANIZATIONS ARE WELCOME