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

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

ARID ECOSYSTEMS

Vol. 8, № 16, 2002 JANUARY

Journal is founded in January 1995 Issued 4 times per year

Editor-in-chief Z.G. Zalibekov**
Deputy editor V. M. Neronov*
Executive Secretary T.V. Dikariova

Editorial Board:
M. G. Giants (USA), P. D. Gunin, Prof. I. S. Zonn,
N.M. Novikova, E. V. Komarov, G. S. Kust, Y. Safriel,
I. V. Springel (Egypt), Z.Sh. Shamsutdinov, A.A. Chibilev

Editorial counsil
Dr. M. E. Kotenko**, Dr. J. V. Kouzmina, Dr. N. N. Mitina, Dr. P. M.-S. Muratchaeva**

Addresses:
*117312, Moscow, Fersmana Str., 13
Tel.: (7-095) 124-6000, Fax: (7-095) 129-1354,
**367025, Makhachkala, Gadjieva St., 45,
Tel.: (872-2) 67-09-83 E E—mail:
danbio@datacom.ru

MOSCOW - MAKHACHKALA 2002

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ
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 8, № 16, 2002, январь
Журнал основан в январе 1995 г.
Выходит 4 раза в год

Главный редактор З. Г. Залибеков**
Заместитель главного редактора В. М. Неронов*
Ответственный секретарь Т. В. Дикарева

Редакционная коллегия:
М. Г. Глянц (США), П. Д. Гунин, И. С. Зонн, Н.М. Новикова, Е.В. Комаров, Г.С. Куст, У. Сафриель, И. В. Спрингель (Египет), З.Ш. Шамсутдинов, А.А. Чибилев

Редакционный совет
М.Е. Котенко**, Ж.В. Кузьмина, Н.Н. Митина, П.М. —С. Муратчаева**

Адрес редакции:
* 117312 Москва, ул. Ферсмана, 13
Телефон: (7-095) 124-60-00, Телефакс: (7-095) 129-13-54
**367025 Махачкала, ул. Гаджиева, 45
Телефон (872-2) 67-09-83
E-mail: danbio&datacom.ru

Москва - Махачкала

2002

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

Том 8, номер 16, январь 2002

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Основные результаты по оценке и картографированию опустынивания в Российской Федерации 7

Г.С. Куст, Н.Ф. Глазовский, О.В. Андреева, Б.П. Шевченко, Д.В. Добрынин

Использование эколого-фитоценотической классификации пустынь и степей при создании "Карты растительности Европы",м 1 : 2 500 000 28

И.Н. Сафронова

Влияние характеристик русла на устойчивость речных берегов при катастрофическом паводке 40

В. Геер, Дж. Карлиз, Т. Неррл, К. Брукс, Н.Н. Митина

Индикатор аридности климата 47

А.Н. Золотокрылин

Продуктивность пастбищ севера провинции Хорасан (Исламская республика Иран) 60

Н. Хассани, А.С. Фрид, М. Нурбердыев, Х. Таваколи

Аральская экологическая катастрофа как модель медико-экологических последствий аридизации и опустынивания (к проблеме глобального изменения климата) 67

Л.И. Эльпинер

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

К сравнительному анализу влияния режима использования экосистемы в центральной части Дагестанского побережья Каспия на некоторые признаки растений клевера подземного (Trifolium 76 subterraneum L.) 76

А.Д. Хабибов, А.А. Хабибов

Разнообразие сорняков на новых сельскохозяйственных землях на западном и восточном берегах озера Нассер 86

А.М. Шаэн

Цикличность годовой суммы атмосферных осадков как одна из природных предпосылок расширения локального переувлажнения черноземов 93

О.Г Назаренко, Н.Б. Хитров, П.П. Гриценко, В.Г. Ионова

Галофиты: ресурсы, экологические особенности, направления использования 106

Н.З. Шамсутдинов

СОДЕРЖАНИЕ

РЕЦЕНЗИИ

Рецензия на книгу Хельмута Лиц, Мартина Лохман, 2000. "Перспективные галофиты для будущего галофитного земледелия". (32 стр. и приложения на 16 стр.) 122
Институт изучения окружающей среды Университета Оснабрук, 1 издание 5/2000, Оснабрук, N20 (Cashcrop Halophytes for Future Halophyte growers)

З.Ш. Шамсутдинов, Н.З. Шамсутдинов

О книге: «АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В КИТАЕ». Под редакцией Ли Вэньхуа. Серия «Человек и биосфера», том 26, Париж, ЮНЕСКО, 2001, 433 с. "Agro — Ecological Farming Systems in China". Edited by Li Wenhua. Man and the Biosphere series, volume.26, Paris, UNESCO, 2001, 433 pp. 126

В.М. Неронов, И.Ю. Шутова

Правила для авторов 129

CONTENTS

Volume 8, Number 16, january 2002

SYSTEMATIC STUDY OF ARID TERRITORIES

Basic results on desertification assessment and mapping in Russian Federation 7

G.S. Kust, N.F. Glazovskiy, O.V. Andreeva, B.P. Shevtchenko, D.V. Dobrynin

Using of ecologycal —phytocoenotical classification of deserts and steppes for the Vegetation map of Europe, s 1 : 2 500 000 28

I.N. Safronova

Stream characteristics affecting bank stability during a major flooding event 40

W. Geyer, J. Carlisle, T. Neppl, K. Brooks, N. Mitina

The indicator of climatic aridity 47

A.N. Zolotokrylin

Productivity of pasture areas in the northern part of horasan province (Islamic republic Iran) 60

N. Khassani, A.S. Frid, M. Nurberdiev, Kh. Tavakoli

The Aral ecological catastrophe as a model of medical ecological consequences of aridization and desertification (to the problem of global climate change) 67

L.I. Elpiner

BRANCH PROBLEMS OF ARID LANDS DEVELOPMENT

On comparative analysis of the growth regime influence on some features of Trifolium subterraneum L. clover in the central part of Daghestan Caspian coast —line 76

A.D. Khabibov, A.A. Khabibov

Weed diversity of newly farmed land on the southern border of Egypt (Eastern and Western shores of Lake Nasser) 86

A.M. Shaheen

Cyclicity of the average annual precipitation as a natural premise for local waterlogging expansion within black earths 93

O.G. Nazarenko, N.B. Khitrov, P.P. Gritsenko, V.G. Ionova

Halophytes: their resources, ecological particularities and management 106

N.Z. Shamsutdinov

CONTENTS

BOOK REVIEWS

Book review: Helmut Lis, Martin Lochman, 2000. "Promising halophytes for future holophytic farming". (32 p.) 122

Z.Sh. Shamsutdinov, N.Z. Shamsutdinov

Book review: "Agro — Ecological Farming Systems in China" Edited by Li Wenhua. Man and the Biosphere series, volume 26, Paris, UNESCO, 2001, 433 p. 126

V.M. Neronov, I.Yu. Shutova

Guidelines to Authors 129

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2002, том 8, № 16

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

УДК 528.9

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ОЦЕНКЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЮ ОПУСТЫНИВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ[1]

© 2002 г. Г.С. Куст, Н.Ф. Глазовский*, О.В. Андреева, Б.П. Шевченко, Д.В. Добрынин**

**Институт почвоведения МГУ РАН*
119889 Москва, Воробьёвы горы, МГУ, Россия
***Институт географии Российской Академии наук*
119017 Москва,Старомонетный переулок, 29, Россия

Засушливые, полузасушливые и сухие субгумидные районы занимают значительную часть стран СНГ, включая отдельные части Молдовы, Южную Украину, Юг Европейской части России и отдельные регионы в ее Азиатской части, равнинную часть Азербайджана, ряд долин Армении и Грузии, а также большую часть государств Центральной Азии. По существующим расчетам (Глазовский Н.Ф., Орловский Н.С., 1996) площадь сухих и засушливых регионов с отношением осадков к потенциальной эвапотранспирации < 0,65 составляет здесь свыше 4,6 млн.кв.км.

В России почвы, находящиеся в сельскохозяйственном использовании, в результате водной эрозии нарушены на площади 300 тыс. кв. км, ветровой - 79 тыс. км2. Ежегодно площадь эродированных земель возрастает на 4 - 5 тыс. км2, на площади 7,7 тыс. км2 происходит вторичное засоление орошаемых земель. Деградация растительного покрова лишь в Калмыкии и в Астраханской области превышает 60 тыс. км2, а в целом захватывает около 7000 тыс. км2. На Северном Кавказе практически все сельскохозяйственные угодья являются эродированными или эрозионно-опасными. В Поволжье, на Южном Урале и в Западной Сибири не менее 25% пашни подвержено эрозии. Лишь в пределах степной зоны уменьшение плодородия почв и почвенная эрозия привели к снижению продуктивности пашни на 36% (Государственный доклад…, 1994).

Пастбища составляют основную часть сельскохозяйственных угодий сухой и засушливой зон. Вместе с тем, преобладающим по площади видом опустынивания во многих частях России является деградация растительного покрова пастбищ. В России лишь в пределах Калмыкии и Астраханской области - на 60 тыс.км. кв. В результате продуктивность пастбищ снижена на 40 -60 %. В полупустынях и пустынях только 15-20% пастбищ находятся в удовлетворительном состоянии, 30-40% площади занято умеренно сбитыми пастбищами, 30-40% - сильно сбитыми, а 15-20% пастбищ вышли из сельскохозяйственного использования и превратились в сбитые пески и бедленды. В пределах песчаных пастбищ площадь открытых и подвижных песков увеличилась с 5 - 10 % до 20 -30%.

Недостатки в проектировании, строительстве и эксплуатации оросительных систем привели к тому, что в России из 5 млн. га орошаемых земель 739 тыс.га (или 15 %) находятся в неудовлетворительном состоянии.

Еще большую площадь занимают территории, подверженные действию засух. Области с вероятностью засух более 25% помимо сухих и засушливых регионов включают значительную часть Молдовы, Украины, юга России и Закавказье, а области с вероятностью засух менее 25% включают еще более северные территории до широты Санкт-Петербурга в европейской части региона (60° с.ш.), часть юга Сибири и даже Центральную Якутию.

Особенно большую практическую опасность засухи представляют для регионов степной зоны. Именно к степной зоне приурочена максимальная продукция фитомассы в

[1] Работа выполнена при поддержке Программы ООН по окружающей среде, гранта РФФИ № 010448492, гранта Президентской программы поддержки молодых докторов наук № 01-15-99432.

растительном покрове, достигающая 22 т/га в год. Наличие здесь плодородных почв (во многих районах одного из наиболее плодородных типов почв мира - черноземов) исторически предопределило развитие здесь земледелия. Именно в этих районах расположен основной зерновой пояс Украины, России и Казахстана. Так, например, степи и лесостепи Русской равнины, занимающие 6 % территории России дают 40% ее сельскохозяйственной продукции (Государственный доклад…, 1994).

С 1998 по 2000 год в Институте географии РАН и Институте почвоведения МГУ-РАН проводилась работа по проекту UNEP по созданию Карты опустынивания Российской Федерации с целью обзорной характеристики проявлений деградации земель на территории Российской Федерации, связанных преимущественно с неблагоприятными антропогенными и природными воздействиями.

Понятие опустынивания, индикаторы опустынивания и засух с учетом региональных особенностей России

Опустынивание – деградация земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменения климата и деятельность человека (Конвенция…, 1996). Территории, подверженные опустыниванию, определяются как области, помимо полярных и субполярных районов, в которых отношение среднего ежегодного уровня осадков к потенциальной эвапотранспирации колеблется в диапазоне от 0,05 до 0,65.

Индикатор опустынивания – название негативного изменения элементов ландшафта или явления, указывающего на наличие опустынивания.

В рамках борьбы с опустыниванием земель приоритетно в качестве индикаторов рассматриваются почвенный (преимущественно под пастбищами и при орошении) и растительный покров. Именно эти компоненты составляют основу содержания термина «земли», согласно Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием. А так как почва является средством производства фитопродукции, то оценка ее деградации смыкается по своей задаче (или по смыслу) с оценкой деградации растительного покрова. То есть оценка опустынивания в конечном итоге сводится к оценке снижения биопродуктивности сельскохозяйственных и лесных угодий.

Соответственно, основным базовым индикатором опустынивания мог бы стать показатель снижения запасов (или прироста) биомассы – *индикатор конечного результата* (заметим, что в методике ЮНЕП этот индикатор используется, но не самостоятельно, а в составе групп других индикаторов). Однако один такой показатель (ранг 1) не может отразить разнообразия причин и особенностей этих процессов, знание которых необходимо для принятия решений, адекватных природным, хозяйственным и социально-экономическим особенностям различных регионов. Более того, для сельскохозяйственных земель, находящихся в севообороте, флористические характеристики вообще не имеют смысла. Поэтому вводятся дополнительные индикаторы, среди которых по праву преобладают почвенные.

Следующие по рангу индикаторы опустынивания (ранг 2) соответствуют по названиям *типам опустынивания* в системе ЮНЕП: ветровая эрозия, водная эрозия, засоление орошаемых земель, деградация растительного покрова, техногенное опустынивание. По содержанию это преимущественно индикаторы непосредственных причин. Каждый из них объединяет группу индикаторов 3 ранга. Так, индикатор опустынивания «ветровая эрозия» (2 ранг) объединяет следующие показатели (индикаторы 3 ранга): увеличение площади, занятой котловинами выдувания; уменьшение задернованности; увеличение площади, покрытой подвижными песками; проективное покрытие кустарников и полукустарников, и другие.

Индикаторами 3 ранга являются преимущественно показатели изменений элементов ландшафта (деградация растительности, сокращение проективного покрытия, засоление почв, уменьшение содержания гумуса и т.д.), социально-экономической обстановки (например,

вынужденное сокращение поголовья скота) или появление негативных событий (например, наводнений).

Помимо системы оценки действующих процессов опустынивания методика UNEP предлагает набор индикаторов, для оценки предрасположенности территории к опустыниванию (опасность опустынивания). Критерии опасности определяются следующим образом:

1. Засоление почв – по глубине грунтовых вод и качеству оросительной воды.

2. Ветровая эрозия – по группе ветроэрозионной опасности, скорости ветра, климатическому фактору ветровой эрозии.

3. Водная эрозия – по склонам, эрозионной характеристике поверхностного слоя почвы, климатическому фактору водной эрозии

4. Деградация растительного покрова – по климатическому фактору биологической деградации.

В целом система индикаторов опустынивания, разработанных UNEP, во многом применима и для России, однако в настоящем виде система может быть использована лишь в качестве блока для характеристики наиболее засушливых регионов страны, таких, например, как Калмыкия, Астраханская область. Для расширения сферы применимости предлагаемой ЮНЕП системы оценки опустынивания необходимо дополнительно учесть природную и социально-экономическую специфику России. Возможно расширение набора индикаторов и в самом «аридном» блоке. Об этом свидетельствуют и многочисленные работы специалистов по проблемам опустынивания (Харин Н.Г., Бабаев А.М., Курбанмурдов К. и др., 1992, Харин Н.Г., Каленов Г.С., Бабаев А.М., 1988, Provisinal methodology, 1984). Необходимость дополнительных индикаторов и частичная корректировка критериев определяется также и задачами картографирования, особенно для карт обзорных масштабов, где большинство контуров представляют почвенные или ландшафтные комплексы.

Разработка дополнительных индикаторов с учетом специфики России.

Северная граница распространения опустынивания.

В оценку опустынивания на территории России необходимо включать и территории, где отношение среднего ежегодного уровня осадков к потенциальной эвапотранспирации может превышать 0,65 Это обусловлено следующими обстоятельствами.

Во-первых, еще в 1977 году на конференции ООН по опустыниванию при установлении мировых границ аридных территорий (Карта антропогенного опустынивания, 1:2 500 000, 1987) была специально выделена биоклиматическая зона недостаточного увлажнения (субгумидная). Для нее характерно: $0{,}50<P/Et<0{,}75$, годовая сумма осадков 400-800 мм. Эта зона характеризуется как область традиционного богарного земледелия, для которой характерно прогрессирующее увеличение аридности под влиянием, главным образом, антропогенных факторов.

Во-вторых, во многих случаях не столько климатическая, сколько почвенная аридность определяет характер растительности и биопродуктивности экосистем (Ковда В.А. и др., 1998-99). Характер почвенных свойств определяет выносливость растений, устойчивость к засухам и засолению.

В-третьих, при классификациях климата по условиям влагообеспеченности часто пользуются в качестве дополнительных и уточняющих именно характеристиками почв и растительности (Климатология, 1989). Добровольский Г.В. и Урусевская И.С. в учебнике "География почв" (1984) также, приводя шкалу классификации климата по условиям влагообепеченности, указывают, что природные зоны распространения почв и растительности хорошо соотносятся с климатическими индексами, в частности, с индексом Выоцкого-Иванова. Северная граница полузасушливой зоны определяется значением этого индекса, равным 0,77, что весьма близко к зоне недостаточного увлажнения по карте, представленной

на конференции ЮНЕП (0,75) и близко совпадает с северной границей подзоны типичной степи на обыкновенных черноземах.

В четвертых, различные авторы (Ковда В.А., 1977, Виноградов Б.В., 1997) отмечали, что засухам и опустыниванию подвергаются не только аридные и субаридные, но и сухие субгумидные территории, такие, как лесостепи, луговые степи и даже леса южной тайги. В последние годы этот факт признан в России на государственном уровне (Государственный доклад...., 1995, 1996).

Таким образом, при установлении северной границы опустынивания на территории России следует исходить из того, что ему подвержены не только собственно пустыни и полупустыни с бурыми пустынными и полупустынными почвами, но и сухие и настоящие (типичные) степи с почвами каштанового ряда и черноземами южными и обыкновенными. Соответственно, при оценке опустынивания в России следует рассматривать не только собственно аридные территории, но и средне-, слабо- и периодически аридные территории, к которым относятся полностью Калмыкия, Астраханская, Волгоградская, Ростовская области и отдельные регионы Воронежской, Курской, Саратовской, Самарской, Оренбургской, Белгородской, Челябинской, Курганской, Тюменской, Омской, Новосибирской, Кемеровской, Читинской областей, Чечни и Дагестана, Краснодарского и Ставропольского краев, Башкирии, Алтайского и Красноярского краев, Хакассии, Тувы, Бурятии.

Специфика природных условий, характерных для субгумидного пояса России в целом, следующая: большая доля неорошаемой пашни в составе сельскохозяйственных угодий; особенности деградации высокогумусных почв; наличие больших массивов почв солонцового ряда и осолонцевание почв; естественный подъем уровня грунтовых вод на массивах богарной пашни; содовая геохимия; почвенная засушливость сибирских черноземов; слитизация почв; суффозия; термокарст; сильная заовраженность; наличие обширных слабодренированных территорий; подтопление, вызванное подъемом уровня Каспийского моря.

Специфика социальных условий, характерных для России, следующая: более высокая плотность сельского населения по сравнению с территориями, на которые ориентирована методика UNEP; сравнительно низкая теплообеспеченность (ресурсный аспект); высокогумусные почвы (ресурсный аспект); низкая рентабельность земледелия (региональная проблема); снижение экономической ценности территории вследствии комплексности почвенного покрова; распашка маломощных почв; распашка содовых солонцов; уничтожение ценных растительных сообществ; деградация почв и территории в результате военных действий; низкая культура строительства и эксплуатации ирригационных систем; уплотнение почв при применении тяжелой сельскохозяйственной техники; социально-политически обусловленные акции, в результате которых произошла почти полная утрата сельскохозяйственных угодий (н.п. распашка маломощных почв в период кампании по освоению целинных земель). Условно они названы «социально-техногенными». Термин «техногенные» применен для того, чтобы подчеркнуть факт деградации земель при отсутствии естественной предрасположенности территории к опустыниванию.

Рассмотрим более подробно некоторые особенности условий опустынивания в России.

Неорошаемая пашня, которая оказалась, практически, вне поля зрения методики UNEP, занимает значительную долю сельскохозяйственных угодий субгумидного пояса. Некоторые направления деградации почв, например водная эрозия и дефляция, при данном типе сельскохозяйственного использования оцениваются при помощи тех же индикаторов, что и пастбища в упомянутой методике (но с помощью других критериев). Однако есть и свои особенности. Для пашни необходимо дополнительно оценивать изменение структуры почвы, содержания органического вещества, обеспеченности элементами питания, а в Восточной Сибири, в некоторых случаях, и температуры. Есть еще особенность, которая относится в большей степени к гидрологическому режиму территории и рассматривается здесь отдельно –

это естественный подъем уровня грунтовых вод на сравнительно крупных массивах пахотных угодий.

Высокогумусные почвы (преимущественно черноземные и каштановые) субгумидного пояса имеют свои особенности деградации. Важнейшие из них – высокая негативная чувствительность к отклонению режима орошения от оптимально необходимого и к составу оросительной воды, склонность к осолонцеванию и региональная склонность к слитизации. Кроме того, высокогумусные почвы субгумидного пояса являются природной базой для производства одной из самых универсальных продовольственных культур – пшеницы (зерновой пояс планеты). Для стран, где зерно является основной и наиболее стабильной частью продовольственного обеспечения, деградация почв имеет большой социальный резонанс государственного уровня.

Естественный подъем уровня грунтовых вод на территориях с высокой долей неорошаемой пашни – явление малознакомое в аридных районах. Чаще наблюдается в поясе южных черноземов и темнокаштановых почв, то есть в районах , где широко применяется орошение. Поэтому не редко маскируется подтоплением от орошаемых участков и водохозяйственных объектов.

Россия располагает самой большой площадью земель, занятых *комплексами почв солонцового ряда*. Для них можно выделить следующие процессы деградации, которые должны быть отражены дополнительными индикаторами: увеличение степени солонцеватости первично солонцеватых почв; осолонцевание автоморфных почв, фрагментарно включенных в солонцовые комплексы; повышение щелочности грунтовых вод на орошаемых участках и вблизи них. Массивы солонцовых почв являются источником щелочных грунтовых вод в геохимически подчиненные ландшафты.

Содовая геохимия. Часть солонцового пояса (например, в Западной Сибири) располагается в пределах содовой геохимической провинции, для которой характерно не только наличие огромных геологических запасов соды, но и современная содовоориентированная геохимия высокогумусных почв. Здесь опасность вторичного осолонцевания наибольшая для всей территории, где широко распространены солонцы. В пределах провинции встречается содовое засоление. Повышение уровня высокощелочных грунтовых вод до критического уровня нередко приводят в этом районе к катастрофической, почти не обратимой, потере продуктивности пахотных угодий.

Слитизация почв, широко распространенная в Предкавказье и в степной части Западной Сибири, относится к малоизученным (в плане генезиса) негативным процессам, которые часто сопровождают распашку и орошение черноземов. Сходное по результатам уплотнение почв при применении тяжелой сельскохозяйственной техники представляет пример техногенного опустынивания.

Часть сибирских черноземов, вследствии неблагоприятного термического режима почв, обладают повышенной почвенной засушливостью в первую половину вегетационного сезона.

Увеличение комплексности почвенного покрова в поясе широкого распространения солонцеватых почв и на каменистых почвах в предгорьях и в долинах рек, является индикатором деградации собственно почв, а деградация почв солонцовых комплексов является к тому же индикатором опасности ухудшения экологической обстановки на геохимически сопряженных соседних территориях

Суффозия (образование воронок) – явление, довольно широко развитое на черноземах Краснодарского и Ставропольского краев и ряда других регионов. Наносит ущерб не столько собственно почвенному покрову, сколько экономической ценности земельных массивов в целом как объекту строительства коммуникаций и инженерных сооружений.

Термокарст, связанный с орошением длительно мерзлотных почв, получил распространение в Восточной Сибири. По морфологии и характеру наносимого ущерба он близок к суффозии.

Рост заовраженности не является специфически Российским явлением, однако мы упоминаем его в данном контексте в связи с тем, что увеличение густоты овражной сети, как суффозию и термокарст, предполагается рассматривать в большей степени как индикатор деградации территории

Слабо- и очень слабодренированные территории широко распространены в пределах субгумидного пояса России, особенно в центре южной части Западной Сибири. Помимо обычной для таких районов повышенной опасности подтопления, вторичного осолонцевания и засоления на орошаемых землях, здесь в некоторых районах (н.п. в Барабинской низменности) во влажные периоды внутривековых циклов колебания климата могут затапливаться и заболачиваться большие площади земель, занятых в настоящее время сенокосами.

Подтопление, вызванное подъемом уровня Каспийского моря, сопровождается прогрессивным засолением прибрежной территории, а в случае выхода дренажных коллекторов к побережью, - и территории, прилегающей к дренам.

Следствием не высокой продуктивности земель в тех регионах, где она обусловлена засушливостью, неблагоприятным распределением осадков и коротким безморозным периодом (середина южной части Западной Сибири, Восточная Сибирь), является низкая рентабельность земледелия. Последняя ставит низкий ограничительный порог для любых дополнительных вложений капитала в сельскохозяйственную инфраструктуру и мелиорацию (сверх минимально возможных). Это, в свою очередь, обуславливает не очень высокий технический и организационный уровень сельского хозяйства и высокую чувствительность регионального социума к любым ухудшениям природно-хозяйственных условий и в первую очередь к деградации земель.

Снижение экономической ценности территории вследствии комплексности почвенного покрова. Увеличение комплексности почвенного покрова является не только индикатором деградации собственно почв, как сообщалось выше, но и индикатором снижения экономической ценности территории. Одной из причин последнего является уменьшение величины земельных наделов (увеличение мелкоконтурности).

Распашка маломощных почв, подстилаемых каменистыми аллювиальными и делювиальными породами, и приводившая к почти полной потере плодородия, в недалеком прошлом нередко мотивировалась не столько производственными, сколько политическими соображениями. Индикатор данного процесса по результату сходен с сильной эрозией.

Уничтожение ценных растительных сообществ. В данном случае рассматривается категория деградации (растительного покрова), обусловленной не чрезмерно интенсивной эксплуатацией, а «случайным» ошибочным решением, которое не было настоятельно необходимо социуму, например - распашка лугов Барабы (Зап. Сибирь), приведшая к трудно восстанавливаемой потере луговых сообществ, являвшихся в дореволюционной России базой для производства всемирно-известного масла.

Деградация почв и территории в результате военных действий в настоящее время происходит в основном на Северном Кавказе. Выражается в физическом уничтожении и загрязнении почвенного слоя и временном выходе из оборота заминированных территорий.

Низкая культура строительства и эксплуатации ирригационных систем отнесена к российской специфике не потому, что в других странах это делается намного лучше, а потому, что для России характерен огромный разрыв между уровнем мелиоративной науки и проектирования, с одной стороны, и уровнем реализации собственных проектов, - с другой. Примером может служить Кулундинский канал, большая часть земель вокруг которого была подтоплена или засолена из-за значительных отклонений от проекта при строительстве. Данное обстоятельство может быть отмечено одним из индикаторов деградации орошаемых почв.

Таким образом, при оценке условий, в которых происходят (или произошли) процессы

опустынивания на территории субгумидного пояса и, в частности России,.следует учитывать следующие дополнительные индикаторы:

Индикаторы деградации почв: вторичное осолонцевание; пыльные бури; засоление территории, прилегающей к орошаемым землям; увеличение комплексности почвенного покрова; появление в почве соды; естественное повышение уровня грунтовых вод под неорошаемой пашней;

Индикаторы снижения экономической ценности территории: появление суффозионных воронок на пахотных угодьях; появление термокарста; увеличение густоты овражной сети; увеличение комплексности территории (увеличение мелкоконтурности наделов);

Индикаторы катастрофической социально-обусловленной деградации почв и растительности (социально-техногенная): распашка маломощных каменистых почв; распашка содовых солонцов; уничтожение ценных растительных сообществ.

Индикаторы деградации, обусловленной природными причинами: подтопление, вызванное подъемом уровня Каспийского моря; временное подтопление, вызываемое нагонами воды Каспийского моря.

Индикаторы техногенной деградации: уплотнение почв при использовании тяжелой техники; деградация почвенного покрова и территории в результате военных действий.

С учетом описанных особенностей в целях обзорной характеристики проявлений деградации земель на территории Российской Федерации, связанных преимущественно с неблагоприятными антропогенными и природными воздействиями в засушливых областях, была составлена карта опустынивания Российской Федерации в масштабе 1:2500000.

Карта опустынивания Российской Федерации

Картографируемая территория представляет собой южные равнинные и предгорные регионы России, ограниченные с юга – государственной границей России, с севера – северной границей распространения степного типа ландшафтов (в суббореальной умеренно континентальной поясно-секторной группе ландшафтов - Европейская часть России), северной границей распространения лесостепного типа ландшафтов (в суббореальной континентальной поясно-секторной группе ландшафтов – Южное Зауралье, Юг Западной Сибири, межгорные котловины Средней Сибири) и границами распространения островных участков горных степей, степей и сухих степей (в суббореальной резко континентальной поясно-секторной группе ландшафтов – Забайкалье, межгорные котловины Средней Сибири). Горные ландшафты не включены в картографируемую область. Ландшафтные границы устанавливались по Ландшафтной карте СССР в масштабе 1:2500000 (под ред. И.С.Гудилина, ВСЕГЕИ, Ленинград, 1985 г) и в ходе работы над картой опустынивания/деградации земель уточнялись по материалам дистанционного зондирования Земли аппаратурой МСУ-СК, МСУ-Э спутника "Ресурс" и AVHRR спутника "NOOA" за 1996-2000 годы (пространственное разрешение 150, 35 и 600 м соответственно). На карте получили отражение характер современных антропогенных воздействий, вызывающих деградацию земель, основные направления (ведущие процессы) опустынивания, включая опасные в отношении деградации территории, а также степень деградации. Общая площадь картографируемой территории составила около 1576100 кв. км.

При составлении карты были использованы и адаптированы ряд методологических подходов и принципов, ранее разработанных для картографирования состояния почв, ландшафтов, процессов опустынивания, экологических ситуаций и др. (Дончева А.В., 1989, 1990; Котляков В.М., 1990; Куст Г.С., 1999; Розанов Б.Г., Зонн И.С., 1981; Харин Н.Г., 1987, 1991; Шестаков А.С., 1995; FAO, 1984; GLASOD, 1990; UNEP, 1981; World Map..., 1990; и др).

В рамках использованных подходов помимо раскрытых выше понятй опустынивания, индикаторов и критериев, различаются следующие основные положения, определения, термины и принципы.

Понятие земли включает почвенные и местные водные ресурсы, поверхность земли и растительность (или сельскохозяйственные культуры).

Под понятием деградация подразумевается снижение ресурсного потенциала в результате воздействия на земли одного или комплекса процессов (водной и ветровой эрозии и последующего переотложения переносимого материала, постепенного уменьшения количества или разнообразия естественной растительности, а также засоления и содообразования).

Процессы опустынивания. Это понятие используется для обозначения различных, как правило, природных процессов, происходящих при изменениях отдельных компонентов природных комплексов (или “земель”) и вызванных агентами опустынивания (например, ветровая и водная эрозия и последующее переотложение переносимого материала, постепенное уменьшение количества или разнообразия естественной растительности, засоление и содообразование).

Природные условия опустынивания. Это понятие используется для обозначения изменяющихся при опустынивании компонентов природных систем (почв, поверхностных и грунтовых вод, рельефа, биоты), которые выступают с одной стороны - в качестве объектов опустынивания, а с другой - в качестве регуляторов воздействия на природные комплексы факторов и причин опустынивания.

Результаты (следствия) опустынивания. Это понятие используется для обозначения отдельных изменений в состоянии отдельных компонентов природных систем, которые являются следствием влияния факторов и причин опустынивания на условия опустынивания. Наиболее физиономически и генетически значимые результаты опустынивания используются в качестве индикаторов опустынивания, что позволяет судить о направлениях и степенях изменения природных систем и их компонентов.

В природных или слабо преобразованных человеком (например, пастбища) системах при деградации земель, как правило, изменения затрагивают все компоненты ландшафтов, однако наиболее физиономически значимыми индикаторами при этом являются дистанционно наблюдаемые показатели состояния растительного покрова, по которым можно судить, например, о разбивании поверхности животными или водной и ветровой эрозии (снижение проективного покрытия и характерная текстура ландшафтного рисунка), о процессах засоления, осолонцевания и подтопления почв (изменения цвета и тона фотоизображения, маркирующие текущие сукцессии и современное состояние растительного покрова), о процессах прогрессирующего зарастания пахотных земель (по характерным изменениям границ сельскохозяйственных полей).

Вместе с тем, в пределах территорий, занятых сельскохозяйственными полями, использование физиономически значимых индикаторов состояния растительного покрова затруднено из-за отсутствия естественной растительности. В этих случаях помимо дистанционно наблюдаемых индикаторов состояния поверхности, позволяющих судить о процессах эрозии и дефляции (появление характерной полосчатой и крапчатой структуры и текстуры фотоизображений), засолении (появление пятен солончаков с резкими границами) привлекаются данные, получаемые из специально подобранных литературных и картографических источников, а также данные наземных и лабораторных исследований почв. Сведения о процессах эрозии, дефляции, осолонцевания, засоления, дегумификации почв являются в этих случаях главными критериями при диагностике параметров опустынивания.

Принципы подготовки контурной основы к карте базируются на толковании определения “земли” Конвенцией ООН по борьбе с опустыниванием и засухами. В соответствии с концепцией Конвенции, понятие “земли” весьма близко соответствует понятию “ландшафт”, используемому в физической географии и ландшафтоведении. Соответственно, контурной основой к карте опустынивания служит ландшафтная карта, осложненная выделением земель разного хозяйственного назначения и использования. Эта контурная основа составляется как

результат дешифрирования данных дистанционного зондирования (космических и аэрофотоснимков).

Принципы рассмотрения и отражения на карте причин опустынивания/деградации земель.

В силу многообразия природных взаимосвязей в реальности одно и то же антропогенное воздействие комплексного характера могут иметь следствиями различные проявления деградационных процессов. Например, распашка сельскохозяйственных полей в одних случаях может иметь такие неблагоприятные последствия как эрозия или дефляция, а в других – усиливать степень осолонцевания поверхностных горизонтов почв за счет припахивания солонцового горизонта. И наоборот, одинаковые неблагоприятные процессы могут быть вызваны исходно разными антропогенными воздействиями. Например, осолонцевание может быть результатом как орошения минерализованными водами, так и иссушения поверхности почв в результате пастбищной дигрессии.

Систематизация различных антропогенных воздействий, выводящих хрупкие природные комплексы аридных территорий из состояния равновесия, и их адаптация к выбранному масштабу составленной карты опустынивания/деградации земель показала, что наиболее распространенными на территории Российской Федерации являются следующие причины опустынивания:

- Подъем уровня грунтовых вод как результат строительства водохозяйственных сооружений (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания и подтопления)
- Подъем уровня грунтовых вод в результате длительного орошения или расширения орошаемых площадей (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания и подтопления)
- Подъем уровня грунтовых вод в результате естественных геологических и/или климатических процессов (распространение воздействий, вызывающих подтопление, изменение степени засоления и\или осолонцевания почв)
- Орошение минерализованными водами (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания)
- Геохимическая миграция солей к периферии орошаемых массивов (распространение воздействий повышающих риск засоления и/или осолонцевания почв).
- Снижение геохимической отточности территории в результате заиливания русел (распространение воздействий повышающих риск засоления и/или осолонцевания почв).
- Иссушение поверхности, вызванное опусканием уровня грунтовых вод в результате искусственного зарегулирования стока рек или строительства дренажных систем (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания почв, снижения продуктивности естественной растительности)
- Иссушение поверхности, вызванное опусканием уровня грунтовых вод в результате естественных геологических и/или климатических процессов (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания почв, снижения продуктивности естественной растительности))
- Иссушение поверхности при пастбищной дигрессии (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания почв)
- Пастбищная дигрессия на сухих почвах легкого гранулометрического состава (распространение воздействий, повышающих риск дефляции, формирования незакрепленных поверхностей)
- Перегрузка пастбищ на почвах тяжелого гранулометрического состава и/или на почвах, формирующихся в условиях повышенного гидроморфизма (распространение воздействий, повышающих риск водной эрозии почв)

• Распашка сухих почв легкого гранулометрического состава (распространение воздействий, повышающих риск дефляции, формирования незакрепленных поверхностей)

• Распашка почв тяжелого гранулометрического состава и/или почв, формирующихся в условиях повышенного гидроморфизма (распространение воздействий, повышающих риск водной эрозии почв)

• Распашка солонцов и засоленных почв с вовлечением нижних горизонтов в пахотный слой (распространение воздействий, повышающих риск осолонцевания и засоления почв)

• Применение тяжелой техники на пахотных землях (распространение воздействий, повышающих риск уплотнения почв на тяжелых и орошаемых почвах)-.

• Транспорные сбои в районах с густой сетью грунтовых дорог (распространение воздействий, повышающих риск дефляции, снижения продуктивности естественной растительности)

• Степные пожары (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания почв, снижения продуктивности естественной растительности)

• Сведение лесов (распространение воздействий, повышающих риск снижения продуктивности естественной растительности)

• Техно- и урбо- генные нарушения почвенного и растительного покрова

Вместе с тем, при картографировании опустынивания нельзя обойти вниманием и ряд проградационных явлений, связанных с современными процессами естественного и искусственного восстановления ранее нарушенных земель:

Естественное восстановление растительного покрова на залежах и деградированных пастбищах

Повышение продуктивности пастбищ при фитомелиоративных работах

Восстановление лесной растительности на ранее обезлесенных территориях

Рассоление и рассолонцевание почв в результате сельскохозяйственных мелиораций.

Принципы отражения на карте основных направлений (ведущих процессов) опустынивания.

Основные направления (ведущие процессы) опустынивания, выражающиеся в масштабе 1:2500000, представляют собой комплексные изменения природных комплексов, диагностируемые по индикаторам состояния рельефа, растительного и почвенного покрова.

Среди них:

• водная эрозия (включая линейную и плоскостную формы),

• формирование незакрепленных и развеваемых поверхностей (проявляется в виде выдувания плодородного горизонта пахотных почв, пастбищной дигрессии, формирования развеваемых песков и т.п.)

• засоление (проявляется в виде формирования как голых солончаков, так и поверхностей с галофитным растительным покровом)

• осолонцевание почв (проявляется, как правило, в форме увеличения доли площадей, занятых солонцами и сильносолонцеватыми почвами)

• уплотнение почв (как правило, характерно для пахотных почв тяжелого гранулометрического состава, не подверженных другим направлениям деградации земель в наиболее гумидных областях рассматриваемой территории или при орошении)

• подтопление (проявляется, как правило, при поднятии уровня грунтовых вод по периферии естественных водоемов, крупных водохозяйственных сооружений, орошаемых массивов)

• снижение продуктивности естественной растительности (включает в основном лесные территории, подверженные вырубке или деградации в результате выпаса крупного рогатого скота, к этому же тренду отнесены активно эксплуатируемые пастбища, не подверженные дефляции).

Помимо трендов деградации, на карте получили отражение и такие проградационные явления как:

- восстановление степной растительности (характерно для зарастающих залежей и заброшенных пастбищ степной и сухостепной подзон)
- восстановление лесной и кустарниковой растительности (характерно для зарастающих полей и пастбищ лесостепной подзоны или для территорий, охваченных лесомелиоративными работами)
- рассоление и/или рассолонцевание (характерно для территорий, на которых проводились успешные сельскохозяйственные мелиорации солонцов и засоленных почв).

Степень проявления таких ведущих процессов деградации как водная эрозия, формирование незакрепленных и развеваемых поверхностей, засоление, осолонцевание почв, описанная в терминах «слабая», «умеренная», «сильная», «очень сильная» также нашла отражение в выбранном масштабе карты (табл. 5).

Помимо процессов, проявляющихся в настоящее время (актуальные процессы), на карте показаны также территории, где существует потенциальная опасность проявления перечисленных выше ведущих процессов опустынивания. Общие критерии для диагностики степени опасности опустынивания представлены также в таблице 1.

Принципы выделения контуров для тематической карты.

Контурная основа для карты опустынивания составлялась в несколько этапов:

- подбор материалов дистанционного зондирования и приведение их к единому формату
- отработка и применение технологии автоматизированного дешифрирования материалов дистанционного зондирования для определения индексов интенсивности антропогенного воздействия на ландшафты степной, сухостепной и полупустынной зоны (на примере ключевых участков)
- составление предварительной контурной основы
- составление комплексного банка данных для каждого из выделенных контуров по материалам литературного и картографического поиска, полевых наблюдений
- окончательная верификация полученной контурной основы для картографируемой территории по индикаторам комплексного банка данных.

Составление комплексного банка данных и использованные индикаторы

Для верификации полученной контурной основы и уточнения границ выделов привлекались различные литературные и картографические источники, а также материалы полевых наблюдений. Весь объем имеющейся информации сводился в единый банк данных по следующим разделам:

Информация, получаемая по МДЗ:

1-1. тип хозяйственного использования земель (пашня, пастбища, естественные угодья),
1-2. границы орошаемых территорий,
1-3. водохозяйственные объекты и сооружения,
1-4. признаки линейной и плоскостной эрозии,
1-5. признаки засоления и опасности засоления,
1-6. признаки осолонцевания,
1-7. признаки дефлированности и разбивания поверхностей,
1-8. информация о геохимически сопряженных объектах

Таблица 1. Общие критерии для диагностики степени проявления актуальных ведущих процессов и опасности опустынивания.

Ведущий процесс и степень деградации (опасности)		Актуальные процессы опустынивания	Опасность опустынивания
Водная эрозия	Нет	Нет проявлений плоскостной или овражной эрозии или они незначительны при выбранном масштабе рассмотрения, рельеф местности ровный	Ровный рельеф местности без признаков пересечения.
	Слабая	Рельеф местности пересечен крупными ложбинами и балками, территория в значительной степени распахана или используется под пастбища. Мелкие овраги отмечаются редко.	Рельеф местности пересечен крупными ложбинами и балками, но активной сельскохозяйственной деятельности не ведется
	Умеренная	Помимо крупных балок и ложбин, отмечаются новые небольшие овраги, как правило до 2-го порядка. Территория в значительной степени распахана или используется под пастбища. Водоразделы эрозией не затронуты.	Крупные балки и ложбины с примыкающими небольшими оврагами на фоне отсутствия распашки или активного выпаса.
	Сильная	Местность пересечена сетью оврагов, распадков и ущелий. Овраги, как правило, до 3-4-х порядков. Местность распахана или активно используется под пастбища. На водоразделах активного оврагообразования нет, однако может отмечаться слабая плоскостная эрозия.	Местность пересечена сетью оврагов, распадков и ущелий. Овраги, как правило, до 3-4-х порядков. Активной сельскохозяйственной деятельности нет. По днищам и бортам оврагов отмечается густая кустарниковая или древесная растительность.
	Очень сильная	Местность иссечена густой сетью (паутиной) оврагов, распадков или ущелий (более 3-4-ого порядка) на фоне активной распашки или выпаса. Овражная эрозия затрагивает водоразделы.	Местность иссечена густой сетью оврагов, распадков или ущелий, но активной сельскохозяйственной деятельности не ведется. Территория, как правило, занята лесом.
Формирование незакрепленных и развеваемых поверхностей	Нет	Нет проявлений дефляции или разбивания поверхностей транспортом или скотом или они незначительны при выбранном масштабе рассмотрения. Поверхностные отложения и почвы - тяжелого гранулометрического состава.	Относительно более увлажненные территории с поверхностными отложениями и почвами тяжелого гранулометрического состава.
	Слабая	При разбивании поверхностей скотом или транспортом заметны единичные очаги дефляции и общее незначительное снижение проективного покрытия. На пашне отмечается незначительное снижение контрастности границ полей. Почвенный покров в значительной мере сохраняет исходное состояние.	Поверхностные отложения легкосуглинистого гранулометрического состава на пастбищах и пашне в подзонах настоящих степей и лесостепи без лесозащитных насаждений (особенно проявляется при сведении лесных насаждений в поймах рек). Легкие почвы, занимающие более увлажненные понижения в сухих степях и полупустынях. Легко- и среднесуглинистые автоморфные почвы в полупустынях и сухих степях.
	Умеренная	Отмечается значительное снижение проективного покрытия (до 20-40%). Очаги дефляции с деградированными почвами четко выделяются в пределах территории в виде отдельных пятен с диффузными границами, занимающими до 20% площади. Прослеживается заметное снижение контрастности границ сельскохозяйственных полей.	Поверхностные отложения песчаного и супесчаного гранулометрического состава на пастбищах и пашне в подзонах настоящих степей и лесостепи без лесозащитных насаждений (особенно проявляется при сведении лесных насаждений на боровых песках и в поймах рек). Легкие почвы, занимающие более увлажненные понижения в сухих степях и полупустынях.

Ведущий процесс и степень деградации (опасности)		Актуальные процессы опустынивания	Опасность опустынивания	
	Умеренная	Отмечается значительное снижение проективного покрытия (до 20-40%). Очаги дефляции с деградированными почвами четко выделяются в пределах территории в виде отдельных пятен с диффузными границами, занимающими до 20% площади. Прослеживается заметное снижение контрастности границ сельскохозяйственных полей	Поверхностные отложения песчаного и супесчаного гранулометрического состава на пастбищах и пашне в подзонах настоящих степей и лесостепи без лесозащитных насаждений (особенно проявляется при сведении лесных насаждений на боровых песках и в поймах рек). Легкие почвы, занимающие более увлажненные понижения в сухих степях и полупустынях.	
	Сильная	Проективное покрытие снижено до 10-20%. Почвы деградированы на большей части территории, что проявляется в пересечении и сливании границ большинства очагов дефляции. Границы полей на пашне едва прослеживаются.	Поверхностные отложения песчаного и супесчаного гранулометрического состава на ксерофитных пастбищах в подзоне сухой степи. Лесомелиорация сельскохозяйственных полей на легких иссушенных почвах развита незначительно.	
	Очень сильная	Поверхность на 50-80% лишена почвенного покрова, проективное покрытие составляет не более 5%. На территории отмечаются признаки активных транспортных или пастбищных сбоев в виде разъезженных дорог, «приколодезного опустынивания», и т.п. Заметны начальные стадии развевания песков. Границы полей на пашне практически не заметны.	Поверхностные отложения песчаного и супесчаного гранулометрического состава на ксерофитных пастбищах в подзоне полупустыни. Сельхозполя на легких иссушенных почвах не защищены лесополосами.	
	Развевае-мые пески	Поверхность на более чем 80% лишена почвенного покрова, отмечается перевеивание и продвижение песков.	Поверхностные отложения песчаного и супесчаного гранулометрического состава вблизи развеваемых песков. Возможно предполагать активное транспортное или пастбищное воздействие на местность.	
Засоление	Нет	На рассматриваемой территории нет засоленных почв и галофитной растительности	Рассматриваемая территория не имеет потенциальных источников засоления, хорошо увлажнена и дренирована.	
	Слабое	Отмечаются комплексы с участием засоленных почв и отдельных солончаков (на пастбищах и ненарушенных территориях - с галофитной растительностью)	Для рассматриваемой территории существуют геохимически сопряженные с ней отдаленные или слабые потенциальные источники засоления (солоноватые озера, территории с засоленными почвами, близкорасположенные слабоминерализованные грунтовые воды), не оказывающие современного влияния на почвенный и растительный покров, но активизирующиеся в случае тех или иных антропогенных воздействий	В лесостепи – нет риска, В степной и сухостепной зонах – слабый и умеренныйрис к В полупустынно й - от умеренного до очень сильного
	Умеренное	В составе почвенного и растительного покрова значительную роль (до 25% от площади) играют комплексы солончаковатых почв и солончаков (на пастбищах и ненарушенных территориях - с галофитной растительностью)		

Ведущий процесс и степень деградации (опасности)		Актуальные процессы опустынивания	Опасность опустынивания	
	Сильное	Ландшафты характеризуются весьма значительным (25-50% площади) участием голых солончаков. Большая часть территории представлена засоленными почвами (на пастбищах и ненарушенных территориях - с галофитной растительностью)	Для рассматриваемой территории существуют геохимически сопряженные с ней мощные потенциальные источники засоления (соляные купола, соленые озера, близкорасположенные сильноминерализованные грунтовые воды), не оказывающие современного влияния на почвенный и растительный покров, но активизирующиеся в случае тех или иных антропогенных воздействий	В лесостепи – слабый риск, В степной зоне – умеренный риск В сухо-степной – сильный риск, В полу-пустынной - очень сильный
	Очень сильное	Территория более чем на 50% занята голыми солончаками и солончаками с галофитной растительностью		
Осолонцевание	Нет	На рассматриваемой территории солонцы и солонцеватые почвы почти не встречаются	Рассматриваемая территория не имеет потенциальных источников засоления солями натрия, хорошо увлажнена и дренирована.	
	Слабое	Отмечаются комплексы с участием солонцеватых почв и отдельных солонцов (на пастбищах и ненарушенных территориях - с солонцовой растительностью)	Распашка солонцеватых почв, спорадический полив слабоминерализованными водами, близкорасположенные слабоминерализованные грунтовые воды в условиях возможного подтопления, пастбищная дигрессия в зоне сухих степей и полупустынь на средних по гранулометрическому составу почвах.	
	Умеренное	В составе почвенного и растительного покрова значительную роль (до 25% от площади) играют комплексы солонцеватых почв и солонцов (на пастбищах и ненарушенных территориях - с солонцовой растительностью)	Распашка солонцовых комплексов, периодический полив слабоминерализованными водами, близкорасположенные слабоминерализованные грунтовые воды в условиях возможного активного подтопления, пастбищная дигрессия в зоне сухих степей и полупустынь на тяжелых по гранулометрическому составу почвах.	
	Сильное	Ландшафты характеризуются весьма значительным (25-50% площади) участием солонцов. Большая часть территории представлена солонцеватыми почвами (на пастбищах и ненарушенных территориях - с солонцовой растительностью)	Распашка солонцов, постоянное орошение слабоминерализованными водами, близкорасположенные минерализованные грунтовые воды в условиях возможного активного подтопления.	
	Очень сильное	Территория более чем на 50% занята солонцами	Распашка мелких и корковых солонцов, постоянное орошение содосодержащими водами, близкорасположенные содосодержащие грунтовые воды в условиях возможного активного подтопления.	

По МДЗ получают и другую информацию, которая служит дополнительной для диагностики причин и процессов опустынивания: контрастность границ хозяйственных объектов (полей, пастбищ и т.д.); текстура и структура фотоизображения, характерная для разной динамики ведущих процессов опустынивания; геоморфологическая и гидрохимическая сопряженность территорий и т.д.

Информация, получаемая из других источников:

2-1. Климатические особенности (среднегодовая температура, коэффициент увлажнения и др.)
2-1. Тип хозяйственного использования территории
2-2. История хозяйственной деятельности
2-3. Рельеф (тип, расчлененность, дренированность территории и др.)
2-4. Преобладающие почвы (по картам разных лет)
2-5. Сопутствующие почвы, в т.ч. комплексы и сочетания (по картам разных лет)
2-6. Процентное содержание солонцов и\или засоленных почв в контуре
2-7. Гранулометрический состав почв и поверхностных отложений
2-8. Тип поверхностных отложений
2-9. Галохимические особенности почв (% солей, химизм)
2-10. Грунтовые воды (уровень залегания, минерализация, химизм)
2-11. Растительность (преобладающие сообщества, проективное покрытие, севообороты, данные разных лет)
2-12. Эродированность и дефлированность
2-13. Гидрографическая сеть (водные объекты, качество вод, плотность сети)
2-14. месторождения полезных ископаемых
2-15. Дороги (плотность, качество покрытия)

Кроме этой информации, в качестве дополнительной в ряде случаев для диагностики опустынивания полезными оказывались специфические дополнительные данные:

3-1. содержание гумуса в слое 0-20 (30, 50, 100) см
3-2. снижение содержания гумуса за 20- 25 (50) лет %
3-3. с/х угодья в % к общей земельной площади
3-4. пашня в % от общей площади с/х угодий
3-5.использование водных ресурсов
3-6. пастбища в % от всей площади
3-7. промышленность
3-8. сенокосы в % от всей площади
3-9. лесистость в % от всей площади
3-10. категория пашни
3-11. пастбищная нагрузка в головах/га (кв.км)

Итогом проделанной работы является «Карта опустынивания Российской Федерации (1:2500000)», представленная в векторном формате и редактируемая по содержанию базы данных. Подсчет площадей, проведенный по созданной карте, показал следующие результаты (таблицы 2-4).

Таблица 2. Общая характеристика распространения опустынивания в России.

Table 2. Characteristics of desertification circulation in Russia.

	Кв.км	%
Общая площадь картографируемой территории	1 576 093	100
Земли, подверженные опустыниванию (актуальное опустынивание)	1 190 257	75.52
Земли, испытывающие риск опустынивания (потенциальная опасность)	169 111	10.73
Земли, не подверженные опустыниванию	14 606	0.93
Земли, подверженные проградационным явлениям	99 246	6.30
Территории, не вошедшие в рассмотрение (водные объекты, горные территории)	102 873	6.53

Таблица 3. Распространение преобладающих причин опустынивания/
Table 3. Circulation of prevail causes of desertification.

Причины опустынивания	Кв.км	%
Подъем уровня грунтовых вод как результат строительства водохозяйственных сооружений	4261	0.27
Подъем уровня грунтовых вод в результате длительного орошения или расширения орошаемых площадей	92588	5.87
Подъем уровня грунтовых вод в результате естественных геологических и/или климатических процессов	38910	2.47
Орошение минерализованными водами	8227	0.52
Геохимическая миграция солей к периферии орошаемых массивов	6985	0.44
Снижение геохимической отточности территории в результате заиливания русел	1905	0.12
Иссушение поверхности, вызванное опусканием УГВ в результате искусственного зарегулирования стока рек или строительства дренажных систем	5792	0.37
Иссушение поверхности, вызванное опусканием УГВ в результате естественных геологических и/или климатических процессов	19049	1.21
Иссушение поверхности при пастбищной дигрессии	74863	4.75
Пастбищная дигрессия на сухих почвах легкого гранулометрического состава	216681	13.75
Перегрузка пастбищ на почвах тяжелого грансостава и/или на почвах, формирующихся в условиях повышенного гидроморфизма	152052	9.65
Распашка сухих почв легкого гранулометрического состава	115865	7.35
Распашка почв тяжелого грансостава и/или почв, формирующихся в условиях повышенного гидроморфизма	416671	26.44
Распашка солонцов и засоленных почв с вовлечением нижних горизонтов в пахотный слой	64787	4.11
Применение тяжелой техники на пахотных землях	1706	0.11
Транспортные сбои в районах с густой сетью грунтовых дорог	35	0.00
Степные пожары	643	0.04
Сведение лесов	141998	9.01
Техно- и урбо- генные нарушения почвенного и растительного покрова	14448	0.92
Процессы, ведущие к восстановлению земель	Кв.км	%
Естественное восстановление растительного покрова на залежах и деградированных пастбищах	49780	3.16
Восстановление лесной растительности на ранее облесенных территориях	27700	1.76
Рассоление и рассолонцевание почв в результате сельскохозяйственных мелиораций	1401	0.09

Таблица 4. Распространение ведущих процессов опустынивания.
Table 4. Circulation of leading desertification processes.

Ведущие процессы опустынивания	Кв.км	%
Актуальные процессы		
Водная эрозия (слабая)	141469	8.98
Водная эрозия (умеренная)	228871	14.52
Водная эрозия (сильная)	113604	7.21
Водная эрозия (очень сильная)	48649	3.09
Формирование незакрепленных и развеваемых поверхностей (слабое)	121798	7.73
Формирование незакрепленных и развеваемых поверхностей (умеренное)	125586	7.97
Формирование незакрепленных и развеваемых поверхностей (сильное)	36033	2.29
Формирование незакрепленных и развеваемых поверхностей (очень сильное)	5448	0.35
Развеваемые пески	2093	0.13
Засоление (слабое)	25127	1.59
Засоление (умеренное)	46788	2.97
Засоление (сильное)	21962	1.39
Засоление (очень сильное)	9519	0.60
Осолонцевание почв (слабое)	38724	2.46
Осолонцевание почв (умеренное)	67072	4.26
Осолонцевание почв (сильное)	39656	2.52
Осолонцевание почв (очень сильное)	8628	0.55
Уплотнение почв	1687	0.11

Ведущие процессы опустынивания	Кв.км	%
Подтопление*	14867	0.94
Снижение продуктивности естественной растительности	78228	4.96
Техногенез	14448	0.92
Всего охвачено актуальными процессами опустынивания (по степеням)		
В слабой степени	327118	20.75
В умеренной степени	468318	29.71
В сильной степени	211255	13.40
В очень сильной степени	74338	4.58
Всего охвачено актуальными процессами опустынивания (по направлениям)		
В направлении водной эрозии	532593	33.8
В направлении формирования незакрепленных и развеваемых поверхностей	290958	18.47
В направлении засоления	103396	6.55
В направлении осолонцевания	154080	9.79
Потенциальная опасность (риск) опустынивания		
Водная эрозия (слабая)	16906	1.07
Водная эрозия (умеренная)	31036	1.97
Водная эрозия (сильная)	2128	0.14
Формирование незакрепленных и развеваемых поверхностей (слабое)	30392	1.93
Формирование незакрепленных и развеваемых поверхностей (умеренное)	10571	0.67
Формирование незакрепленных и развеваемых поверхностей (сильное)	3985	0.25
Формирование незакрепленных и развеваемых поверхностей (очень сильное)	204	0.01
Засоление (слабое)	2317	0.15
Засоление (умеренное)	7358	0.47
Засоление (сильное)	1707	0.11
Засоление (очень сильное)	1128	0.07
Осолонцевание почв (слабое)	21983	1.39
Осолонцевание почв (умеренное)	17343	1.10
Осолонцевание почв (сильное)	3084	0.20
Осолонцевание почв (очень сильное)	424	0.03
Снижение продуктивности естественной растительности	18545	1.18
Всего подвержено риску опустынивания		
В слабой степени	71599	4.54
В умеренной степени	66309	4.21
В сильной степени	10905	0.7
В очень сильной степени	1757	0.11
Проградационные явления		
Восстановление степной растительности	1900	0.12
Восстановление лесной растительности	74550	4.73
Рассоление и/или рассолонцевание	22796	1.45

Как видно из представленных выше таблиц, примерно 7% от общей площади России подвержено воздействию опустынивания, а актуальные процессы опустынивания в разной степени охватывают более 75% засушливой территории России. Около 10% территории входят в так называемую область риска, где пока интенсивность антропогенных воздействий не превысила критический уровень устойчивости почв и ландшафтов.

При этом наиболее распространенным (около 38% территории) воздействием является распашка почв. Вторым по значимости воздействием является пастбищная дигрессия (более 25%). Третьим – сведение лесов (9%). Вместе с тем, на территории около 80000 кв. км (или 5% от общей исследованной площади) отмечаются проградационные явления, связанные в основном с восстановлением естественной растительности.

Важно отметить, что из деградирующих земель большая часть представлена слабой и умеренной степенью деградации (более 50%), а очень сильной деградации подвержено менее 5%. Наиболее значимым направлением деградации является водная эрозия (более 33%), затем

* В данном контексте мы рассматриваем подтопление не как процесс опустынивания, а только как актуальный тренд развития территории, выражающийся в масштабе карты

следует формирование незакрепленных поверхностей (в основном связанных с ветровой эрозией) – более 18%, затем осолонцевание и засоление (около 9 и около 7% соответственно).

Перспективы научных исследований и практических действий

Социальные и экономические последствия опустынивания

Проблема опустынивания многогранна, и связана не только с сугубо экологическими, но и во многом с экономическими и социальными причинами и следствиями деградации земель, снижения и потери их биологической и экономической продуктивности. Несмотря на относительно небольшую долю земель, подверженных воздействию различных форм и причин опустынивания в России (примерно 7% от общей площади Российской Федерации), здесь проживает около 50% населения страны, производится более 70% первичной сельскохозяйственной продукции.

Анализ статистических данных и наблюдений на стационарных объектах показал, что наибольший прирост опустыненных территорий в Российской Федерации произошел за счет деградации сельскохозяйственных угодий в аридном поясе в течение последних 30 лет. Можно смело утверждать, что опустынивание в России - это результат многолетнего экспериментирования в аграрном секторе экономики.

На территориях, затронутых опустыниванием, усиливается чувствительность сельскохозяйственного производства к меняющимся метеорологическим условиям, возникает риск хозяйственных неудач, обостряется социально-экономическая обстановка. В ряде районов увеличилась частота и интенсивность экстремальных метеорологических явлений, начали отчетливо прослеживаться признаки изменения климата в сторону аридизации, провоцирующие дальнейший рост опасности опустынивания и усиливающие эффект "цепной реакции" при развитии процессов опустынивания.

В результате опустынивания территорий создается множество социальных и демографических проблем не только в очагах опустынивания, но и на прилегающих территориях. Кроме процессов, приводящих к деградации и сокращению продуктивных почвенных и растительных ресурсов, во многих случаях наблюдаются неблагоприятные для жизни и здоровья людей изменения основных сред жизнеобеспечения: качества питьевых вод (увеличение засоленности, содержания токсических веществ), воздуха (учащение пыльных бурь). В ряде регионов отмечаются тенденции ухудшения социальных и медико-санитарных параметров, проявляющиеся в росте числа заболеваний органов дыхания, пищеварения, мочеполовой системы, в усилении оттока трудовых ресурсов, снижении рождаемости, в снижении уровня жизни населения. Последствия опустынивания негативно сказываются на судьбах населения в нескольких поколениях: снижается рождаемость и естественный прирост населения, возрастает смертность.

Особенно заметно воздействие на здоровье детей. Особо следует отметить регион Северного Кавказа - Дагестан, Ставропольский край, Чеченскую Республику и республику Ингушетию - который в 1994-1996 гг. испытал и продолжает испытывать на себе последствия военных действий, сказавшиеся на разрушении и деградации почвенно-растительного покрова, значительном загрязнении токсическими веществами. На сегодня это потенциальные очаги будущего развития опустынивания, причем в достаточно тяжелых формах. Этот же регион является центром "экспортирования" опустынивания путем миграции населения и создания лагерей беженцев со всеми вытекающими из этого последствиями - линейным и очаговым опустыниванием по трассам им передвижения и базирования.

На опустыненных территориях резко ухудшается медико-биологическая и медико-географическая обстановка. Наиболее типичной картиной в настоящее время в аридных районах Республик Бурятии, Тывы и Калмыкии является изменение водно-солевого баланса человека за счет пульверизации солевых и пылевых частиц с солесодержащих почво-грунтов и резкий рост в последние десятилетия заболеваний опорно-двигательных систем. С другой стороны, за счет увеличения запыленности воздуха обостряется ситуация с онкологией дыхательных путей. Как показывает статистика, количество пыльных бурь в южных районах

Сибири (Республики Тыва, Бурятия) увеличивается. Пропорционально увеличивается и число заболеваний раком вследствие этих бурь. Ухудшение качества питьевой воды, являющееся важнейшим негативным показателем опустынивания, особенно в орошаемых районах Поволжья и Краснодарского края, за счет применения ядохимикатов и повышения минерализации вод приводит к увеличению частоты случаев возникновения рака пищевой и мочеполовой системы.

В ряде регионов аридной зоны России, особенно сильно подверженных опустыниванию, отмечается миграционный отток трудоспособного населения. Материальный экономический ущерб, причиняемый опустыниванием, огромен. К числу основных потерь экономического характера, связанных с этим явлением, относятся: потери валовой растениеводческой и животноводческой сельскохозяйственной продукции, снижение объемов промышленного производства, ориентированного на сельскохозяйственное сырье, снижение реальных доходов и жизненного уровня населения, увеличение капиталовложений и затрат на единицу продукции, затраты на проведение восстановительных и охранных работ, количественные и качественные потери природных ресурсов (почвы, запасы питьевой воды), затраты на поддержание условий жизнеобеспечения (жилье, здравоохранение, очистка питьевой воды, транспорт, населенные пункты и др.), компенсации по безработице в результате сокращения производства и высвобождения трудовых ресурсов.

При существующих темпах сокращения продуктивных пастбищных и пахотных земель на засушливых территориях России минимальные ежегодные потери только от ухудшения качества земельных ресурсов (без учета потерь сельскохозяйственной продукции, связанной с ней промышленности и прочих компенсационных выплат на восстановительные, социальные и медицинские цели) составляют не менее 40-50 млн. долларов США ежегодно. Интегральный же эколого-экономический ущерб от опустынивания сельскохозяйственных угодий аридного пояса России по экспертной оценке составляет в денежном эквиваленте в среднем не менее чем 0,7-1,0 млрд. долларов США в год на протяжении последних 15-20 лет.

На необходимость пристального внимания к проблеме опустынивания неоднократно указывалось в ежегодном Государственном (национальном) докладе о состоянии и использовании земель Российской Федерации и Государственном докладе о состоянии окружающей природной среды Российской Федерации за 1994-1999 годы.

Проблема опустынивания и состояние окружающей среды в засушливых зонах России неоднократно обсуждались на многочисленных региональных и всероссийских производственных, научных и научно-практических совещаниях и конференциях. В главных научных учреждениях страны созданы и действуют на постоянной основе: в Российской Академии Наук - научная секция по проблемам аридных экосистем, в Российской академии сельскохозяйственных наук - Научный совет по проблемам опустынивания.

Материалы этих совещаний свидетельствуют о том, что, несмотря на высокую естественную уязвимость засушливых территорий, они обладают наиболее значительным биоклиматическим потенциалом для получения сельскохозяйственной продукции. Высокие суммы активных температур, продолжительный период вегетации предопределяют роль этих территорий как главных ресурсов сельскохозяйственного производства России. В связи с этим неоспоримы актуальность поддержания их высокого биологического и экономического потенциала, ведение работ по профилактике и борьбе с опустыниванием.

Перспективы научных исследований и практических действий

Кроме перечисленных обстоятельств, важность решения указанной проблемы программным методом обусловливается тем, что, несмотря на крупные масштабы, до последнего времени явление опустынивания остается слабо изученным. Отсутствует единая концептуальная оценка природно-антропогенного явления, методология его изучения. Для принятия решений отсутствуют достоверные данные, характеризующие динамику процесса, картографический материал. Ученые, изучающие явление, расходятся в использовании

критериев и индикаторов опустынивания, исследования в регионах проводятся разрозненно, получаемая информация не может быть идентифицирована и обобщена, глубина проработки проблемы подчинена сугубо региональным задачам, проблемы опустынивания и борьба с опустыниванием слабо освещаются и в связи с этим не приобрели актуального звучания в целом по России, в связи с чем, Россия до настоящего времени не присоединилась к международной "Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием", хотя принимала активное участие в ее разработке. Это, в свою очередь, не способствует интеграции усилий по борьбе с опустыниванием в международных организациях. Это, во-первых, в значительной мере ослабляет международные научные связи в этой области, а во-вторых, не позволяет использовать определенную финансовую помощь в поддержке научно-производственных исследований. Опустынивание не знает национальных границ. Сегодня научный потенциал и проработки российских ученых в области решения проблем опустынивания в должной мере не вписывается в мировой процесс. Восстановить, расширить и углубить международное сотрудничество - одна из приоритетных задач.

В рамках практических действий в области борьбы с опустыниванием приоритетными направлениями и задачами на ближайшую перспективу следует считать следующие:

1. Разработка системы экологических, социальных и экономических критериев и индикаторов для прогноза и мониторинга опустынивания и засух, мер по ликвидации последствий опустынивания.
2. Ранжирование и инвентаризация территорий по напряженности проблемы опустынивания, природное и социально-экономическое районирование опустынивания.
3. Совершенствование управления, нормативно-правового и законодательного обеспечения действий по борьбе с опустыниванием и засухами. Интеграция действий и мероприятий, осуществляемых в рамках федеральных, региональных и отраслевых программ природоохранного назначения в регионах, подверженных опустыниванию и засухам.
4. Совершенствование экономических механизмов, стимулирующих действия в области борьбы с опустыниванием и предупреждения засух.
5. Создание и внедрение научно-методологической и технологической основы системы мероприятий по оценке и борьбе с опустыниванием по основным средам жизнеобеспечения (вода, воздух, почва, растительность).
6. Разработка и внедрение сельскохозяйственных, лесохозяйственных и промышленных экологически обоснованных технологий, адаптированных к разным природным, экономическим и социальным условиям.
7. Оптимизация использования природных ресурсов в регионах, подверженных опустыниванию, оптимизация размещения производства.
8. Защита населенных пунктов, в том числе методами агролесомелиорации.
9. Разработка и внедрение мероприятий по предупреждению и лечению заболеваний людей и животных в регионах, подверженных опустыниванию.
10. Развитие системы образования, просвещения и информационного обмена.
11. Вовлечение населения, неправительственных организаций и негосударственных фондов в решение проблемы опустынивания.
12. Возрождение и развитие культуры и традиционных методов ландшафтно-адаптированного природопользования коренных народов и местного населения в регионах, подверженных опустыниванию.
13. Создание экономических стимулов для привлечения бизнеса.
14. Расширение международного сотрудничества, особенно с пограничными государствами.
15. Сохранение биоразнообразия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Виноградов Б.В.* Развитие концепции опустынивания // Известия АН, серия географическая, № 5, 1997. С. 94-105.
2. *Глазовский Н.Ф., Орловский Н.С.* Проблемы опустынивания и засух в СНГ и пути их решения // Известия

РАН. Сер. геогр., 1996; N 4. С. 7-23.
3. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель РФ за 1994 г. М., 1995. С. 50-51.
4. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель РФ за 1995-96 гг. М., 1997. С 48-52.
5. *Добровольский Г.В., Урусевская И.С.* География почв. Москва, МГУ. 1984. 415 с.
6. *Дончева А.В., Марковская А.В. и др.* Методика выявления и районирования природно-хозяйственных конфликтов экологического значения на территории СССР // Вестник МГУ, сер. география, № 2, 1989. С. 8-18.
7. *Дончева А.В., Марковская А.В. и др.* Типология и прогнозирование природно-хозяйственных конфликтов экологического значения//«Географическое прогнозирование и охрана природы». Под ред. Т.В. Звонковой и Н.С. Касимова. М.: Изд-во МГУ, 1990. С. 128-145.
8. Климатология. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. 568 с.
9. *Ковда В.А.* Аридизация суши и борьба с засухой. М., Наука, 1977. 272 с.
10. *Ковда В.А., Куст Г.С., Розанов Б.Г.* Карта мира «Аридность суши. Вероятность засух и вторичного засоления почв» (1:80.000.000). // Мировой Атлас "Resources and environment, World Atlas" (Природа и ресурсы Земли) РАН РФ, Москва-Вена, 1998-99.
11. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием. Женева, 1996. 78 с.
12. *Котляков В.М., Кочуров Б.И., Коронкевич Н.И., Антипова А.В. Денисова Т.Б.* Подходы к составлению экологических карт СССР // Известия АН СССР, сер. география, Т. 4, 1990. С 61-70.
13. *Куст Г.С.* Опустынивание: Принципы эколого-генетической оценки. Монография. М., 1999. 362 с.
14. Ландшафтная карта СССР в масштабе 1:2500000. Под ред. И.С.Гудилина, ВСЕГЕИ, Ленинград, 1985
15. *Розанов Б.Г., Зонн И.С.* План действий по борьбе с опустыниванием в СССР: оценка, мониторинг, предупреждение и борьба с ним // Проблемы освоения пустынь, № 6, 1981. С. 22-31.
16. *Харин Н.Г.* Карта антропогенного опустынивания аридной зоны СССР (1:2500000), 1987.
17. *Харин Н.Г.* Мониторинг и картографирование процессов опустынивания по материалам аэрокосмических съемок // Проблемы освоения пустынь, 1991, Т. 3-4. С. 23-31.
18. *Харин Н.Г., Бабаев А.М., Курбанмурдов К. и др.* Методические указания по изучению процессов опустынивания аридных территорий (на примере Монголии). Ашхабад, 1992. 78 с.
19. *Харин Н.Г., Каленов Г.С., Бабаев А.М.* Применение космических снимков для составления тематических карт в зоне пустынь // Географическая интерпретация космической информации. М.: Наука, 1988. С. 12-31.
20. *Шестаков А.С.* Оценка качества природной среды и экологическое картографирование. Изд-во ИГ РАН, Москва, 1995. С. 64-73.
21. Guidelines for the Control of Soil Degradation. UNEP, Nairobi, 1981.
22. *Oldeman L.R.* Guidelines foe General Assessment of the Status of Human induced Soil Degradation (GLASOD) // Desertification Revisited. Proceedings of an Ad-Hoc Consultative Meeting on the Assessment of Desertification. UNEP-DC/PAC, Nairobi, February 1990. P. 303-323.
23. *Oldeman L.R., R.T.A. Hakkelong, W.G. Sombroek.* World Map of the Status of Human-induced Soil Degradation: An Explanatory note. ISRIC, UNEP in coop with Winand Staring Centre, ISSS-FAO-ITC, Publ. Pp. 27, 1990.
24. Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification. FAO, Rome, 1984. 94 p.

BASIC RESULTS ON DESERTIFICATION ASSESSMENT AND MAPPING IN RUSSIAN FEDERATION.

© 2002. G.S. Kust, N.F. Glazovskiy, O.V. Andreeva, B.P. Shevtchenko, D.V. Dobrynin

Institute of Soil Science of Moscow State University and RAS, Institute of Geography of RASciences, Engineering Centre "ScanEx"

The article is devoted to the main results of UNEP project on desertification assessment and mapping in Russian Federation. Russia is not a desert country, but about 7 % of its territory are occupied by semi-desert and drought affected regions. These regions bring more than 70% of primary agricultural production of the country. So, the scientific approaches to the creation of the federal system of desertification/land degradation monitoring on the base of space imagery are claimed by federal government.

A map that was created with the help of the automatic interpretation of remote sensing data as GIS-version at the basic scale 1:1.5 mln. contains information about main reasons, trends and rates of desertification phenomenon. The square analysis off the map shows that actual processes of desertification cover more than 80% of drought affected territory of Russian Federation. And more than 10% of this territory is exposed to the so called risk of desertification, where the intensity of anthropogenic impact did not exceed the critical level of landscapes sustainability. Otherwise, the features of soil and plant cover rehabilitation are evident at the 6% of the territory.

The main reason of land degradation of studied territory is the ploughing of soils (38%). Overgrazing is at the second (more than 25%) and felling (9%) is at the third place. The main thend of desertification is water erosion (33%), the second - wind erosion (more than 18%), then - alcalinization and salinization of soils (about 9% and 7% correspondingly).

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2002, том 8, № 16

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

УДК 581.526.53:528.921

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ПУСТЫНЬ И СТЕПЕЙ ПРИ СОЗДАНИИ "КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЕВРОПЫ", м 1 : 2 500 000

© 2002 г. И.Н. Сафронова

Ботанический институт им. В Л. Комарова Российской академии наук
197376, Санкт-Петербург, ул. Попова, 2, Россия.

Завершена многолетняя работа большого коллектива авторов - опубликована «Карта растительности Европы, м. 1 : 2 500 000» (Bohn et al, 2000а, б). Автором настоящей статьи создан фрагмент карты для пустынной зоны, З.В. Карамышевой (1973) - для степной. Территории, занятые пустынями и степями, сосредоточены на юго-востоке Европы (включая Восточное Закавказье). Рубеж между Евразиатской степной и Сахаро - Гобийской пустынной областями примерно совпадает с границей между светло-каштановыми и бурыми почвами и в Европе проходит по р. Куме (Предкавказье), затем меридионально поднимается на север вдоль восточного макросклона возвышенности Ергени (Республика Калмыкия) до 48° сш и по этой широте поворачивает на восток.

К пустынному типу растительности на равнинах Прикаспия и Турана относятся сообщества ксерофильных и гиперксерофильных, микро- и мезотермных растений различных жизненных форм - полукустарничков, полукустарников, кустарников, полудеревьев, а также многолетних трав и однолетников. Значительную роль в их составе играют эфемероиды, коротковегетирующие (эфемеры) и длительновегетирующие однолетники. Господствующей биоморфой является полукустарничек. Полукустарничковые сообщества из видов р. Artemisia[1] подрода Seriphidium и видов родов Anabasis, Nanophyton, Salsola и др. формируются в самых разнообразных типах местообитаний: на равнинах и склонах низкогорий, на глинистых, суглинистых, супесчаных, щебнистых и каменистых почвах, на песках, солончаках, такырах. Сообщества кустарников (виды родов Atraphaxis, Calligonum, Caragana, Ephedra, Haloxylon,, Salsola и др.) и полукустарников (Astragalus, Convolvulus, Krascheninnikovia, Salsola и др.). распространены в местообитаниях, характеризующихся более благоприятными условиями увлажнения. В пределах пустынной зоны к ним относятся пески, мало испаряющие влагу из-за малой влагоемкости и плохих капиллярных свойств, каменисто — щебнистые субстраты различной литологии, конденсирующие воду, и солончаковые депрессии с близким уровнем грунтовых вод, доступных растениям. На песках, песчаных и каменисто — щебнистых почвах часто в составе сообществ содоминируют длительновегетирующие (виды родов Stipa, Agropyron) и коротковегетирующие (виды родов Poa, Catabrosella) злаки (Ильин, 1950; Коровин, 1961; Благовещенский, 1968; Рачковская, 1986, 1989, 1993; Рачковская и др., 1989; Сафронова, 1996, 1998 а, 2000 а, б).

К степям относятся растительные сообщества, состоящие преимущественно из многолетних более или менее микротермных (морозоустойчивых) ксерофильных (засухоустойчивых) травянистых растений, большей частью дерновинных злаков. Господствуют виды из родов Stipa, Festuca, Agropyron, Koeleria, Cleistogenes, Helictotrichon и др. В разных экологических условиях формируются сообщества из некоторых дерновинных осок (Carex humilis, C. pediformis), луков (видов Allium), разнотравья (из родов Crinitaria, Galatella, Tanacetum и др.), полукустарничков (из родов Artemisia, Thymus и др.) и кустарников (из родов Amygdalus, Caragana, Spiraea и др.) (Лавренко, 1956; Лавренко, Карамышева, Никулина, 1991).

Единицы классификации растительности и их использование при построении легенды к карте

[1] Латинские названия видов приведены по С.К. Черепанову (1995).

Вопросы классификации растительности всегда имели практическое значение - для учета растительных ресурсов и обоснования их рационального использования, для проведения экологической оценки земель по растительному покрову, для обоснования различных биологических прогнозов всюду, где естественное развитие растительности изменяется под прямым и косвенным влиянием деятельности человека (Сочава, 1961, 1972). Классификация аридной растительности, использованная при создании «Карты растительности Европы», отвечает перечисленным задачам.

Пустынные ценозы в большинстве случаев хорошо диагностируются по доминирующим и содоминирующим видам. Необходимость привлечения менее обильных детерминирующих видов, подчеркивающих своеобразие выделяемых таксонов, возникает нечасто. В связи с этим наша классификация пустынной растительности принадлежит к эколого-фитоценотическим доминантно — детерминантным (Грибова и др., 1988). Классификация имеет иерархическую структуру. При ее создании использованы такие таксономические единицы, как ассоциация, группа ассоциаций, класс ассоциаций, формация (таблица 1).

Низшей единицей является ассоциация, которую мы понимаем в объеме, принятом большинством геоботаников России, как совокупность фитоценозов, однородных во всех существенных чертах, обладающих сходным видовым составом, тождественной синузиальной структурой, имеющих одинаковый характер взаимоотношений как между растениями, так и между растениями и средой.

Таблица 1. Схема эколого - фитоценотической доминантно - детерминантной классификации европейских пустынь. **Table 1.** Ecological - phytocoenotical dominant - determinant classification of European deserts.

Тип расти— тельности	Формация	Класс ассоциаций	Группа ассоциаций	Ассоциация
ПРИКАСПИЙСКИЕ РАВНИННЫЕ СЕВЕРНЫЕ ПУСТЫНИ				
Пустын— ный	Лерхополынная *(Artemisieta lerchianae)*	Полукустар — ничково — лерхополынный *(Artemisieta lerchianae dwarf semi-shrubosa)*	Лерхополынная *(Artemisieta lerchianae)*	Лерхополынная *(Artemisia lerchianaj*
			Многолетнесолянково — лерхополынная *(Artemisieta lerchianae saltwortosa)*	Итсигеково — лерхополынная *(Artemisia lerchiana + Anabasis aphylla)*
		Злаково — лерхополынный *(Artemisieta lerchianae graminosa)*	Эфемероиднозлаково — лерхополынная *(Artemisieta lerchianae ephemeroid graminosa)*	Мятликово — лерхополынная *(Artemisia lerchiana - Poa bulbosa)*
			Ковыльно — лерхополынная *(Artemisieta lerchianae stiposa)*	Тырсиково — лерхополынная *(Artemisia lerchiana - Stipa sareptana)*
				Ковылково — лерхополынная *(Artemisia lerchiana - Stipa lessingiana)*
		Кустарниково — лерхополынный *(Artemisieta lerchianae shrubosa)*	Псаммофитнокустарник-ово — лерхополынная *(Artemisieta lerchianae psammophytic shrubosa)*	Лерхополынная с *Calligonum aphyllum (Artemisia lerchiana [- Calligonum aphyllum])*

Таблица 1 (продолжение).

Тип расти-тельности	Формация	Класс ассоциаций	Группа ассоциаций	Ассоциация
				Лерхополынная с *Calligonum aphyllum* и *Krascheninnikovia ceratoides* (Artemisia lerchiana [– *Calligonum aphyllum*, *Krascheninnikovia ceratoides*])
	Песчанополынная (Artemisieta arenariae)	Кустарниково – песчанополынный (Artemisieta arenariae shrubosa)	Псаммофитнокустарниково – песчанополынная (Artemisieta arenariae psammophytic shrubosa)	Джузгуново – песча – нополынная (Artemisia arenaria – Calligonum aphyllum)
	Чернополынная (Artemisieta pauciflorae)	Чернополынный (Artemisieta pauciflorae)	Чернополынная (Artemisieta pauciflorae)	Чернополынная (Artemisia pauciflora)
		Полукустарничково – чернополынный (Artemisieta pauciflorae dwarf semishrubosa)	Многолетнесолянково – чернополынная (Artemisieta pauciflorae saltwortosa)	Камфоросмово – чернополынная (Artemisia pauciflora + Camphorosma monspeliaca)
	Биюргуновая (Anabasieta salsae)	Биюргуновый (Anabasieta salsae)	Биюргуновая (Anabasieta salsae)	Биюргуновая (Anabasis salsa)
	Кокпековая (Atripliceta canae)	Кокпековый (Atripliceta canae)	Кокпековая (Atripliceta canae)	Кокпековая (Atriplex cana)
ВОСТОЧНОЗАКАВКАЗСКИЕ ПРЕДГОРНЫЕ ЮЖНЫЕ ПУСТЫНИ				
Пустынный	Душистополынная (Artemisieta fragrantis)	Злаково – душистополынный (Artemisieta fragrantis graminosa)	Эфемероиднозлаково – душистополынная (Artemisieta fragrantis ephemeroid graminosa)	Эфемероиднозлаково – душистополынная (Artemisia fragrans – Poa bulbosa, Catabrosella humilis)
	Шовицеполынная (Artemisieta szowitsianae)	Однолетниково – шовицеполынный (Artemisieta szowitsianae saltwortosa)	Однолетнесолянковошовицеполынная (Artemisieta szowitsianae annual saltwortosa)	Однолетнесолянково – шовицеполынная (Artemisieta szowitsianae – annual saltworts)
	Горносолянковая (Salsoleta nodulosae)	Злаково – горносолянковый (Salsoleta nodulosae graminosa)	Эфемероиднозлаково – горносолянковая (Salsoleta nodulosae ephemeroid graminosa)	Эфемероиднозлаково – горносолянковая с Artemisia fragrans (Salsola nodulosa – Poa bulbosa, Catabrosella humilis [– *Artemisia fragrans*])
	Вересковидносолянковая (Salsoleta ericoidis)	Злаково – вересковидносолянковый (Salsoleta ericoidis graminosa)	Эфемероиднозлаково – вересковидносолянковая (Salsoleta ericoidis ephemeroid graminosa)	Эфемероиднозлаково – солянковая с *Artemisia fragrans* (Salsola ericoides – Poa bulbosa, Catabrosella humilis [– *Artemisia fragrans*])
	Древовидносолянковая (Salsoleta dendroidis)	Злаково – древовидносолянковый (Salsoleta dendroidis graminosa)	Эфемероиднозлаково – древовидносолянковая (Salsoleta dendroidis ephemeroid graminosa)	Мятликово – древовидносолянковая с Artemisia fragrans (Salsola dendroides– Poa bulbosa [– *Artemisia fragrans*])

Ассоциации с одинаковым составом доминант и содоминант объединяются в группы ассоциаций, последние по принадлежности содоминантов к одной жизненной форме - в классы ассоциаций; классы ассоциаций с одинаковым составом доминант господствующего яруса - в формации (Шенников, 1938; Лавренко, 1941, 1947, 1959, 1962, 1982; Сукачев и др., 1957; Исаченко, Рачковская, 1961; Ниценко, 19Ь5, 1966, 1971).

Легенды к картам растительности основываются на классификациях, но не повторяют их. Расположение единиц легенды и классификации обычно разное. В классификации они располагаются в строго субординационном порядке; в легенде расположение единиц может быть иным. Выбор соответствующих таксономических единиц растительности для показа на карте обусловливается требованиями масштаба и особенностями распространения тех или иных типологических единиц растительного покрова.

В легендах используются единицы разного таксономического ранга. Так, для показа однородного покрова пустынного Прикаспия употребляются такие единицы таксономической классификации, как ассоциации и группы ассоциаций. Однако, одной из характерных черт растительности Прикаспийской низменности является неоднородность. Для ее отражения в легенде применяются территориальные единицы: комплексы, серии и сочетания. Комплекс представляет собой совокупность закономерно повторяющихся фитоценозов, распределение которых в пространстве обусловлено наличием различных форм микрорельефа и связанных с ними почвенных разностей. Комплексный покров характерен для равнин с суглинистыми и супесчаными засоленными почвами. Серия сообществ включает группу сообществ, сукцессионно связанных между собой и представляющих последовательные стадии смен в процессе формирования растительности на таких территориях, как пески или мелкосопочники (Рачковская, 1963; Исаченко, 1969; Грибова, Исаченко, 1972; Карамышева, Рачковская, 1973; Растительность Казахстана..., 1995). В Прикаспии серии использованы для показа растительности песков.

Своеобразными чертами растительного покрова Прикаспия являются не только комплексность и развитие серийной растительности, но и наличие неоднородности, которая создается частым чередованием территорий разного генезиса. Она отображается на карте такой территориальной единицей, как сочетание. Очень разнообразны сочетания злаково — лерхополынных пустынь на супесчаных почвах с комплексами на суглинистых почвах или сериями сообществ в песчаных массивах. Большая часть контуров характеризуется сложным содержанием. При планировании хозяйственных мероприятий необходимо учитывать это обстоятельство, ибо каждый компонент сочетания характеризуется своей степенью устойчивости к антропогенному воздействию.

Европейские равнинные пустыни: разнообразие, экология и география

Согласно ботанико — географическому районированию на равнинах пустынной области от ее границы с Евразиатской степной областью на севере до гор Копет —Данга и Тянь-Шаня на юге сменяются три широтные подзоны: северных, средних и южных пустынь (Прозоровский, Малеев, 1947; Лавренко, 1965; Рачковская, Сафронова, Храмцов, 1990). Северный Прикаспий лежит в пределах подзоны северных пустынь (Растительность СССР..., 1990; Сафронова, 1998б, 1999; Bohn et al, 2000).

Прикаспийские пустыни довольно однообразны. Заметную роль в растительном покрове на равнинах играют сообщества 5 формаций: 3 из них - формации полыней, доминирующих в Северном Прикаспии, 2 - многолетних солянок, занимающих в регионе небольшие площади. Одни из них обладают широкой экологической амплитудой, другие — узкой (таблица 2).

Сообщества формации восточнопричерноморско — западноказахстанской Artemisia lerchiana очень широко распространены в Прикаспии в разнообразных условиях - на равнинах с суглинистыми, супесчаными и песчаными почвами. К суглинистым почвам приурочены сообщества лерхополынной и многолетнесолянково — лерхополынной групп ассоциаций, к супесчаным - эфемероднозлаково — лерхополынной и ковыльно — лерхополынной, к песчаным - лерхополынной с участием псаммофильных кустарников и полукустарников.

Большие площади в регионе занимают полынники формации причерноморско — северотуранской А. атепапа, приуроченные к слабосвязным пескам. В них обычно заметно участие кустарников. Песчанополынные сообщества объединены нами в одну псаммофитнокустарниково — песчанополынную группу ассоциаций.

Таблица 2. Экологическая амплитуда пустынных формаций Северного Прикаспия и Восточного Закавказья. **Table 2.** Ecological amplitude of desert formations of the Northern Caspian region and the East Transcaucasian.

Формация	Пелитофитные			Геми — псаммо — фитные	Псаммо — фитные
	слабо засоленные	засоленные	сильно засоленные		
ПРИКАСПИЙСКИЕ РАВНИННЫЕ СЕВЕРНЫЕ ПУСТЫНИ					
Artemisieta lerchianae	+	+		+	+
Artemisieta pauciflorae			+		
Artemisieta arenariae					+
Anabasieta salsae			+		
Atripliceta canae			+		
ВОСТОЧНОЗАКАВКАЗСКИЕ ПРЕДГОРНЫЕ ЮЖНЫЕ ПУСТЫНИ					
Artemisieta fragrantis	+				
Artemisieta szowitsianae		+			
Salsoleta nodulosae			+		
Salsoleta erico id is			+		
Salsoleta dendroidis			+		

На солонцах и сильно солонцеватых почвах распространены сообщества формации казахстанско — северотуранской *A. pauciflora.* Часто эти сообщества одновидовые или с участием однолетников. На солончаковатых солонцах в их составе содоминирует *Camphorosma monspeliaca.* Сообщества данной формации объединены нами в две группы ассоциаций: чернополынную и многолетнесолянково — чернополынную.

На правобережье реки Урал (и далее на восток) большие площади заняты многолетнесолянковыми пустынями на засоленных почвах - одновидовыми сообществами *Anabasis salsa* и *Atriplex cana.*

В регионе довольно широко распространены солончаковые депрессии. Вокруг соров (солончаков, лишенных растительности) растительный покров образован сообществами гипергалофитных многолетних солянок, принадлежащих, главным образом, к таким формациям, как: сарсазановая *(Halocnemeta strobilacei),* поташниковая *(Kalidieta foliati),* обеоновая *(Atripleceta verruciferae),* кокпековая *(Atripleceta canae)* и однолетнесолянковая *(Saltworteta annua).*

Восточное Закавказье лежит в пределах подзоны предгорных южных пустынь. Пустыни Закавказья отличаются от пустынь Северного Прикаспия по формационному составу. Они представлены сообществами 2-х формаций полыней (туранского вида *Artemisia fragrans* и восточнозакавказского - *A. schowitsiana)* и 3-х формаций многолетних солянок (западноиранско —закавказских *Salsola nodalosa, S. ericoides* и ирано — туранской 5. *dendroides)* (таблица 1, 2). В составе пустынных сообществ постоянны эфемероиды: западносредиземный вид *Poa bulbosa* и казахстанско — туранский - *Catabrosella humilis*

Как и в Северном Прикаспии, в Восточном Закавказье встречаются солончаки. Кроме сообществ, принадлежащих к тем же четырем формациям, что и севернее (сарсазановой, поташниковой, обеоновой и однолетнесолянковой), для Закавказья характерны также сообщества соляноколосниковой *(Halostachydeta belangerianae),* поташниковая *(Kalidieta* caspici), шведовой *(Suaedeta microphyllae),* гамантусовой *(Gamantheta pilosi)* и зейдлицевой (*Zeidlitzieta floridae)* формаций.

В соответствии с малым разнообразием природных условий растительный покров Северного Прикаспия беден и представлен ограниченным наборам экотипов. На «Карте растительности Европы» хорошо видны особенности их распределения. К западу от р.

Волги огромные пространства равнин с супесчаными почвами заняты гемипсаммофитными мятликово —лерхополынными *(Artemisia lerchiana, Poa bulbosa)* пустынями, которые местами сочетаются с псаммофитными сообществами на песках: терескеново — лерхополынными *(Artemisia lerchiana, Krascheninnikovia ceratoides),* псаммофитнокустарниково — песчанополынными *(Artemisia arenaria, Calligonum aphyllum, Tamarix ramosissimum).* По границе со степями неширокой полосой выделяются пелитофитные комплексные пустыни. В зависимости от степени засоления почв в комплексах преобладают то лерхополынные сообщества (на менее засоленных разностях), то чернополынные (на более засоленных).

На междуречьи Волга-Урал господствуют псаммофитные пустыни. По занимаемой площади преобладают лерхополынные *(Artemisia lerchiana)* сообщества с участием то злаков *(Stipa lessingiana, S. sareptana),* то псаммофитных кустарников и полукустарников *(Calligonum aphyllum, Krascheninnikovia ceratoides)* на равнинных и увалистых закрепленных песках и на равнинах с песчаными почвами. Широко распространены песчанополынные *(Artemisia arenaria)* с постоянным участием *Calligonum aphyllum* сообщества, приуроченные к бугристым, бугристо — грядовым полузакрепленным пескам. Местами по барханными слабозакрепленными песками встречаются кустарниковые *(Calligonum aphyllum, Tamarix ramosissima, T. laxa)* пустыни.

Гемипсаммофитные мятликово —лерхополынные сообщества к востоку от р. Волги, как и к западу от нее, характерны, но по площади уступают псаммофитным вариантам. Лерхополынные и чернополынные комплексные пустыни на равнинах с суглинистыми почвами, как и на правобережье р. Волги, сосредоточены по границе со степной зоной. Кроме того, большой массив пелитофитных засоленных комплексных пустынь выделяется по правобережью р.Урал. В комплексах многолетнесолянковые сообщества преобладают над полынными. Подобные комплексы занимают большие площади восточнее р. Урал, т. е. на его правом берегу они находятся на западной границе своего ареала.

Характерной чертой растительного покрова Северного Прикаспия являются галофитные пустыни из многолетних полукустарничковых солянок *(Halocnemum strobilaceum, Atriplex verrucifera, Camphorosma monspeliaca, Atriplex cana* и др.) на солончаках, но к востоку от р. Волги они встречаются чаще и занимают большие площади.

Восточнозакавказские пустыни распространены на Кура —Араксинской низменности и узкой полосой по долине Аракса заходят довольно далеко вглубь Южного Закавказья. В западной части низменности в растительном покрове доминируют полынники из *Artemisia fragrans,* в восточной части - преобладает галофитная растительность: большие площади занимают сообщества полукустарничковых солянок *Salsola dendroides, S. ericoides* и *S, nodulosa.* По всему Восточному Закавказью местами на солончаковатых почвах встречаются сообщества эндемичной полыни *Artemisia szowitsiana.*

Европейские равнинные степи: разнообразие, экология и география

Степи в Европе занимают значительно большую территорию, чем пустыни. Евразиатская степная зона делится на широтные подзоны: среднюю - с дерновиннозлаковыми (сухими) степями и южную с полукустарничково— дерновиннозлаковыми (опустыненными) степями (Лавренко, 1942, 1956; Исаченко, Лавренко, 1976; Лавренко, Карамышева, Никулина, 1991; Огуреева и др., 1999 а, б).

Как и для пустынь, при классификации степной растительности, которую провела З. В. Карамышева, использовался тот же эколого — фитоценотический доминантно — детерминантный подход, а при построении легенды -зонально — типологический

принцип. В результате на карте удалось отразить широтные и долготные закономерности в распределении степных формаций (табл. 3).

Таблица 3. Широтные и долготные закономерности в распределении степных формаций на «Карте растительности Европы, м. 1 : 2 500 000» (Bohn et al, 2000а, б). **Table 3.** Latitudinal and longitudinal characters of steppe formations of the South — East Europe.

Подзона	Формация	Западно — причер — номор — ские	Центрально — причерно-морские	Заволж — ские	Северо — прикас — пийские
Северная (разнотравно — дерновиннозлаковая)	Stipeta tirsae	+	+		
	Stipeta ucrainicae	+			
	Stipeta zalesski			+	
	Stipeta lessingianae		+		
	Stipeta capillatae		+		
	Stipeta anomalae		+	+	
Средняя (дерновиннозлаковая)	Stipeta ucrainicae	+			
	Stipeta lessingianae		+	+	
Южная (полынно — дерновиннозлаковая)	Stipeta sareptanae				+
	Stipeta capillatae	+	+		
	Artemisieta pauciflorae				+

В северной подзоне степной зоны в составе сообществ, наряду с дерновинными злаками, обильно мезоксерофитное и ксерофитное разнотравье. Хорошо прослеживаются географические закономерности в распространении сообществ разных формаций. Так, сообщества формации *Stipa tirsa* встречаются от западной до восточной границ степей, 5. *ucrainica* - не заходят на восток за р. Волгу, в то время, как *S. zalesskii* - в основном являются заволжскими. Широко распространены в северной степной подзоне с господством разнотравно —дерновиннозлаковых степей сообщества еще 3-х формаций - *S. capillata, S. lessingiana* и *S. anomala.* Они приурочены, главным образом, к почвам легкого механического состава.

Степи с обильным разнотравьем сменяются к югу более ксерофитными дерновиннозлаковыми степями. В этой средней подзоне степной зоны господствуют сообщества ковылковой формации *(Stipa lessingiana}* или на западе, данный ковыль содоминирует в составе сообществ формации 5. *ucrainica.* Как в северной подзоне с разнотравно —дерновиннозлаковыми степями, так и в средней подзоне с дерновиннозлаковыми степями, обычным ковылем является *S. capillata.* Он содоминирует в составе ковылковых сообществ или доминирует в антропогенных вариантах.

В южной подзоне формируются самые ксерофитные степи — полукустарничково—дерновиннозлаковые опустыненные. В Европе они распространены только в восточной прикаспийской части степной зоны. В составе сообществ в качестве содоминантов всегда участвуют полукустарничковые полыни, такие как *Artemisia taurica, A. lerchiana.* Доминирующую роль в растительном покрове играют сообщества формации *S. sareptana.*

В южной подзоне, и в меньшей степени в средней - в подзоне дерновиннозлаковых степей, местами большие площади занимают солонцы с полукустарничковыми сообществами, причем на корковых солонцах в них преобладает *Artemisia pauciflora,* а на более глубоких - *A. lerchiana.*

Таблица 4. Экологическая амплитуда степных формаций по «Карте растительности Европы, м. 1 : 2 500 000» (Bohn et al, 2000а, б**). Table 4.** Ecological amplitude of steppe formations of the South-East Europe.

Формация	Подзона	Экотип	Ассоциация, группа ассоциаций, комплекс
Stipeta tirsae	Северная	пл	Богаторазнотравно — ковылково — ковыльная со *Stipa ucrainica* (S. tirsa + S. lessigiana - Herbae stepposae plurimae [- *Stipa ucrainica*]) Богаторазнотравно — ковылково — ковыльная со *Stipa zalesskii* (S. tirsa + S. lessingiana - Herbae stepposae plurimae [- *Stipa zalesskii*])
Stipeta zalesski	Северная	пл	Богаторазнотравно — коржинскоковыльно — залесскоковыльная (Stipa zalesskii + S. korshinskyi [- Herbae stepposae plurimae])
		пл	Разнотравно— залесскоковыльная со Stipa korshinskyi (S. zalesskii - Herbae stepposae [- *Stipa korshinskyi*])
Stipeta ucrainicae	Северная	пл	Разнотравно — ковылково— украинскоковыльная с *Caragana mollis* (Stipa ucrainica + S. lessingiana - Herbae stepposae [- *Caragana mollis*])
	Средняя	пл	Ковылково—украинскоковыльная (Stipa ucrainica + S. lessingiana)
		пл гал	Ковылково — украинскополынная (Stipa ucrainica + S. lessingiana) в комплексе с сантоникополынно — прутняково — типчаковой (Festuca valesiaca - Kochia prostrata + Artemisia santonicum) на солонцеватых почвах
Stipeta anomalae	Северная	гпс пс	Разнотравно —змеевково— тырсово — ковыльная с *Agropyron fragile* (Stipa anomala + S. capillata ■(Cleistogenes squarrosa - Herbae stepposae [- *Agropyron fragile*])
		пс	Разнотравно — злаково — ковыльная с *Artemisia marschalliana* (Stipa anomala + Agropyron spp., Festuca beckeri - Herbae stepposae *{-Artemisia marschalliana])*
Stipeta capillatae	Северная	гпс	Разнотравно — змеевково — ковыльно — тырсовая (Stipa capillata + S. anomala + Cleistogenes squarrosa - Herbae stepposae)
	Средняя	пс	Колосняково — тырсовая со *Stipa caspia* (S. capillata + S. anomala - Leymus racemosus [- *Stipa caspia*])
	Южная	гпс гал	Полынно — типчаково — ковылково — тырсовая (Stipa capillata + S. lessingiana + Festuca valesiaca - Artemisia taurica, A. santonicum])
Stipeta lessingianae	Северная	пл	Разнотравно — тырсово — ковылковая со *Stipa zalesskii* (S. lessingiana + S. capillata - Herbae stepposae [- *Stipa zalesskii*])
	Средняя	пл	Ковылковая (Stipa lessingiana)
		пл гал пл гал	Ковылковая (Stipa lessingiana) в комплексе с сантоникополынно — прутняково — тчпчаковой (Festuca valesiaca - Kochia prostrata + Artemisia santonicum) на солонцеватых почвах, изредка с чернополынной (Artemisia pauciflora)
			Пустынножитняково — типчаково — ковылковая (Stipa lessingiana + Festuca valesiaca + Agropyron desertorum) в комплексе с черно — полынной (Artemisia pauciflora) на солонцах
		гпс	Тырсово — ковылковая (Stipa lessingiana + S. capillata)
		гпс гал	Тырсово — ковылковая (Stipa lessingiana + S. capillata) в комплексе ромашниково — прутняково — чернополынной (Artemisia pauciflora + Kochia prostrata + Tanacetum achilleifolium) на солонцах

Таблица 4 (продолжение). Экологическая амплитуда степных формаций по «Карте растительности Европы, м. 1 : 2 500 000» (Bohn, 2000а, б). **Table 4.** Ecological amplitude of steppe formations of the South —East Europe.

Формация	Подзона	Экотип	Ассоциация, группа ассоциаций, комплекс
Stipeta sareptanae	Южная	пл	Лерхополынно — ковылково — тырсиковая (Stipa sareptana + S. lessingiana - Artemisia lerchiana) в комплексе с прутняково — чернополынной (Artemisia pauciflora + Kochia prostrata) на солонцах
		пл ум. гал	Полынно — тырсиковая (Stipa sareptana + S. lessingiana, S. capillata - Artemisia taurica, A. lerchiana)
		пл гал	Полынно — тырсиковая (Stipa sareptana + S. lessingiana, S. capillata - Artemisia taurica, A. lerchiana) в комплексе с камфоросмово — чернополынной (Artemisia pauciflora + Camphorosma monspeliaca) на солонцах
Artemisieta pauciflorae	Южная	пл гал	Ромашниково — прутняково — чернополынная (Artemisia pauciflora + A. lerchiana + Kochia prostrata + Tanacetum achilleifolium) в комплексе с ковыльно — типчаково — пустынножитняковой (Agropyron desertorum + Festuca valesiaca + Stipa sareptana, S. lessingiana)
			Злаково — чернополынная (Artemisia pauciflora + A. lerchiana - Leymus ramosus, Agropyron desertorum, Stipa sareptana, Festuca valesiaca) в комплексе с чернополынной (Artemisia pauciflora) и кокпековой (Atriplex сапа), восточнее Волги - и с биюргуновой (Anabasis salsa) на солончаковатых солонцах.

Примечание. Экотипы: пл - пелитофитный на глинистых почах; пл ум. гал. -пелитофитный умеренно галофитный на глинистых слабозасоленных почвах; пл гал -пелитофитный на глинистых засоленных почвах; гпс - гемипсаммофитный на супесчаных почвах; пс - псаммофитный на песчаных почвах. Подзоны: северная - с господством богаторазнотравно — и разнотравно —дерновиннозлаковых степей на плакорах; средняя - с господством дерновиннозлаковых (сухих) степей на плакорах; южная - с господством полынно —дерновиннозлаковых (опустыненных) степей на плакорах (Огуреева и др., 1999а, б

При анализе карты нам удалось в табличной форме показать экологическую амплитуду ведущих степных формаций (таблица 4). Формации трех ковылей - *Stipa tirsa, S. zalesskii* и *S. anomala* распространены только на севере степной зоны в разнотравно — (и богаторазнотравно —) дерновиннозлаковых степях, причем сообщества *S. anomala* приурочены к песчаным почвам и пескам. Фитоценотический оптимум формации *S. sareptana* лежит в подзоне южных полынно —дерновиннозлаковых степей, а формаций *S. ucrainica и Stipa lessingiana* - в подзоне средних дерновиннозлаковых степей. Последние две ф).ормации играют заметную роль и севернее, но не повсеместно, а в определенных условиях - на легких или каменистых почвах. Формация *S. capillata* характерна для всех подзон, но тырсовые сообщества, в основном, связаны с почвами легкого механического состава.

К сожалению, степная зона, практически, полностью распахана. Однако в настоящее время в связи с изменением интенсивности хозяйственной деятельности человека местами начался процесс восстановления степей.

Подитоживая проведенный материал необходимо отметить, что для показа однородного растительного покрова наиболее эффективным является выделение ассоциаций и группы ассоциаций, а неоднородного — комплексов, серий и сочетаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Благовещенский Э.Н.* О пустынном типе растительности // Проблемы освоения пустынь. 1968. №5. С. 14-24.
2. *Грибова С.А., Исаченко Т.Н.* Картирование растительности в съемочных масштабах // Полевая геоботаника. Л. 1972. Т. IV. С. 137-326.
3. *Грибова С.А., Карамышева З.В., Нейхейсл Р., Юрковская Т.К.* Карта растительности Европы и вопросы классификации // Геоботаническое картографирование 1988. Л.

1988. С. 3-13.
4. *Ильин М.М.* Природа пустынного растения (эремофита) в свете растениеводческого познания пустынь // Пустыни СССР и их освоение. М.; Л. 1950. С. 56-77.
5. *Исаченко Т.И.* Сложение растительного покрова и картографирование // Геоботаническое картографирование 1969. Л. 1969. С. 20-33.
6. *Исаченко Т.И., Рачковская Е.И.* Основные зональные типы степей Северного Казахстана // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3: Геоботаника. Л. 1961. Вып. 13. С. 133-397.
7. *Карамышева З.В., Рачковская Е.И.* Ботаническая география степнойчасти Центрального Казахстана. Л. 1973.278 с.
8. *Коровин Е.П.* Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. Ташкент. 1961. Кн. 1. 452 с.
9. *Лавренко Е.М.* К вопросу о типологии растительности пустынных частей СССР //Сов. ботаника. 1941.N 3. С. 157-161.
10. *Лавренко Е.М.* О провинциальном расчленении Евразиатской степной области // Ботан. журн. 1942. Т. 27. №6. С. 136-142.
11. *Лавренко Е.М.* Принципы и единицы геоботанического районирования // Геоботаническое районирование. М.; Л. 1947. С. 9-13.
12. *Лавренко Е.М.* Степи и сельскохозяйственные земли на месте степей // Растительный покров СССР: Пояснительный текст к «Геоботанической карте СССР м. 1 : 4 000 000». М.; Л. 1956.Т. 2. С. 595-730.
13. *Лавренко Е.М.* Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения // Полевая геоботаника. М.; Л. 1959.Т. 1. С. 13-75.
14. *Лавренко Е.М.* Основные черты ботанической географии пустынь Евразии и Северной Африки. М.; Л. 1962.169 с. (Комаровские чтения, XV).
15. *Лавренко Е.М.* Провинциальное разделение Центральноазиатской и Ирано — Туранской подобластей Афро —Азиатской пустынной области // Ботан. журн. 1965. Т. 50. №1. С. 3-15.
16. *Лавренко Е.М.* Растительные сообщества и их классификация // Ботан. журн. 1982. Т. 67. №5. С. 572-580.
17. *Лавренко Е.М., Исаченко Т.Н.* Зональное и провинциальное ботанико - географическое разделение Европейской части СССР // Известия всесоюзн. геогр. общ. 1976. Т. 108. №6.
18. *Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И.* Степи Евразии. Л. 1991.146 с.
19. *Ниценко А.А.* О фитоценотипах // Ботан. журн. 1965.Т. 50. №6. С. 797-810.
20. *Ниценко А.А.* О критериях выделения растительных ассоциаций // Ботан. журн. 1966. Т. 51. №8. С. 1085-1094.
21. *Ниценко А.А.* О типе растительного покрова // Ботан. журн. 1971. Т. 56. №4. С. 559- 562.
22. *Огуреева Г.Н., Сафронова И.Н., Юрковская Т.К., Микляева И.М., Котова Т.В.* «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий». Карта для высших учебных заведений м 1 : 8 000 000. М. ТОО «ЭКОР». 1999а. На 2 листах.
23. *Огуреева Г.Н., Сафронова И.Н., Юрковская Т.К., Микляева И.М., Котова ТВ.* «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий». Пояснительный текст и легенда к карте м 1 : 8 000 000. М. 1999б. 64 с.
24. *Прозоровский А.В., Малеев В.П.* Азиатская пустынная область // Геоботаническое районирование СССР. М.; Л. 1947. С. 111-147.
25. Растительность Казахстана и Средней Азии 1995. (в пределах пустынной области), М. 1 : 2 500 000. Пояснительный текст и легенда к карте. СПб. 130 с.
26. Растительность СССР. Карта м 1 : 4 000 000 для высших учебных заведений. М, 1990. На 4 листах.
27. *Рачковская Е.И.* Типы комплексов растительного покрова сухой степи Центрального

Казахстана и их классификация // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3: Геоботаника. М.; Л. 1963. Вып. 15. С. 159-173.

28. *Рачковская Е.И.* Классификация пустынной растительности // Пустыни Заалтайской Гоби. М. 1986.С. 96-106.
29. *Рачковская Е.И.* Принципы классификации пустынной растительности // Седьмое Всесоюз. совещание по классификации растительности, 13-15 сентября 1989 г, г. Минск - пос. Домжерицы: Тез. докл. Минск. 1989.С. 95-96.
30. *Рачковская Е.И.* Растительность Гобийских пустынь Монголии. СПб. 1993. 134 с.
31. *Рачковская Е.И., Сафронова И.Н., Храмцов В.Н.* К вопросу о зональности растительного покрова пустынь Казахстана и Средней Азии // Ботан. журн. 1990. Т. 75. №1. С. 17-26.
32. *Рачковская Е.И., Сафронова И.Н., Храмцов В.Н., Акжигшпова Н.И., Бер-дыев Б.Б, Востокова Е.А., Вышивкин Д.Д., Каленов Г.С., Калибернова Н.М., Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б., Никольская Н.И., Новикова С.С, Огарь Н.П., Плисак Р.П.* Проект легенды мелкомасштабной карты растительности пустынь Казахстана и Средней Азии // Геоботаническое картографирование 1989. Л., 1989. С. 3-40.
33. *Сафронова И.Н.* Пустыни Мангышлака (очерк растительности) // Труды Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН. Вып. 18. СПб. 1996. 212 с.
34. *Сафронова И.Н.* Ecological classification of shrubs and semishrubs in Temperate Deserts of Eurasia // Proceedings of the 41st Symposium of IAVS. Uppsala. 2000a. Opulus Press, Sweden. C 120-122.
35. *Сафронова И.Н.* Кустарниковые и полукустарниковые пустыни Прикаспия и Западного Турана // Ботан. журн.. 20006. Т. 85. №2. С. 27-34.
36. *Сафронова И.Н.* Фитоценотическая характеристика полынников Мангышлака - Artemisieta terrae-albae, Artemisieta lerchianae и Artemisieta kemrudicae // Ботан, журн. 1998а. Т. 83, №4. С. 16-29
37. *Сафронова И.Н.* Некоторые актуальные вопросы ботанической географии Северного Прикаспия // Проблемы ботанической географии. К 80 -летию кафедры биогеографии Санкт-Петербургского Государственного Университета. СПб. 1998б. С. 100-106.
38. *Сафронова И.Н.* Об общих закономерностях распространения растительного покрова на Прикаспийской низменности и влиянии антропогенного фактора // Биол. проблемы и перспективы их изучения в регионах Каспийского моря. Материалы Всероссийской конференции, посвященной 25-летию Прикаспийского Ин-та биол. ресурсов ДНЦ РАН. Махачкала. 1999. С. 45 — 49.
39. *Сочава В.Б.* Вопросы классификации растительности, типологии физико - географических фаций и биогеоценозов. Классификация растительности и геоботаническая картография // Вопросы классификации растительности. Тр. Ин- та биологии. Уральский филиал АН СССР. Свердловск. 1961. Вып. 27. С. 5-22.
40. *Сочава В.Б.* Классификация растительности как иерархия динамических систем // Геоботаническое картографирование 1972. Л. 1972. С. 3-18.
41. *Сочава В.Б.* Растительный покров на тематических картах. Новосибирск: 1979. 190 с.
42. *Сукачев В.Н., Зонн С.В., Мотовилов Г.П.* Методические указания к изучению типов леса. М. 1957. 115 с.
43. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб. 1995. 992 с.
44. *Шенников А.П.* Луговая растительность СССР // Растительность СССР. М.; Л. 1938. Т. 1. С. 429-637.
45. *Bohn U., Gollub G., Hettwer Ch. (red.)* Map of the Natural Vegetation of Europe. Scale 1 : 2 500 000. Bonn-Bad-Godesberg. Germany. 2000a. 9 Sheets.
46. *Bohn U., Gollub G.., Hettwer Ch. (red.),* Map of the Natural Vegetation of Europe. Scale 1 : 2 500 000. Legend. Bonn-Bad-Godesberg. Germany. 2000a. 153 p.

USING OF ECOLOGYCAL-PHYTOCOENOTICAL CLASSIFICATION OF DESERTS AND STEPPES FOR THE VEGETATION MAP OF EUROPE, S 1 : 2 500 000

© 2002. I.N. Safronova
Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Science
197376, Russia, St.-Petersburg, Prof. Popov Str., 2
E-mail: irinasaf@is1189.spb.edu

In Europe Deserts and Steppes are concentrated in the South-East. The boundary between the Eurasian Steppe Region and the Sahara-Gobian one coinsides approximately with the limit between areas of the light-chesnut and braun soils and runs in the Caspian Region along the Kuma River (Cis-Caucasus), then to the North along the eastern macroslope of Ergeni Height (Kalmyk Republic) up to 48° N and along this parallel to the East.

In most cases the desert plant communities are well diagnozed according to dominant and codominant species. According to this cause our classification of the desert vegetation belongs to the ecological-phytocoenotical dominant-determinant ones. Classification has hierarchic structure. While its creating we use such taxonomic units as association, group of associations, class of associations, formation.

The map legends are based upon classifications but not repeat them. The choice of corresponding vegetation units for showing on map is determined by the scale demands and distribution of some typological units inside the mapping territory.

In the legend the units of different taxonomical rank are used. So, to show monotonous cover of the Northern Caspian Desert Region such classification units, as associations and groups of associations, are dealt with. However, one of the specific characters of vegetation in the Northern Caspian Region is its heterogeneity. To reflect this feature in the legend the territorial units are used: complex, series, combination.

European plain deserts are rather uniform. In their vegetation cover communities of 5 formations play the noticeable role: Artemisieta lerchianae, Artemisieta arenariae, Artemisieta pauciflorae, Anabasieta salsae, Atriplexeta canae. 5 other formations are characteristic for the deserts of East Transcaucasus Region: Artemisieta fragrantis, Artemisieta szowitsianae, Salsoleta nodulosae, Salsoleta ericoidis, Salsoleta dendroidis.

Steppes in Europe occupy much bigger territory in comparison with Deserts area. As in the case of deserts, at the classification of steppe vegetation the same ecological-phytoccoenotical dominant-determinant approach has been used and at the construction of the legend - the zonal-typological principle. As a result it has been gained to show on the smalscale map the latitudinal and longitudinal regularities, ecological amplitude of 8 steppe formations: Stipeta tirsae, Stipeta zalesski, Stipeta lessingianae, Stipeta capillatae, Stipeta anomalae, Stipeta ucrainicae, Stipeta sareptanae, Artemisieta pauciflorae.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2002, том 8, № 16

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

УДК 551.435.1.

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РУСЛА НА УСТОЙЧИВОСТЬ РЕЧНЫХ БЕРЕГОВ ПРИ КАТАСТРОФИЧЕСКОМ ПАВОДКЕ

© 2002 г. В. Геер*, Дж. Карлиз*, Т. Неррл*, К. Брукс*, Н.Н. Митина**

**Канзасский Государственный университет, 66506, Манхэттен, Штат Канзас, США*
***Институт водных проблем РАН, 119991, Москва, ул. Губкина, 3, Россия*

Целью работы было определение результатов изменений характеристик речного русла и берегов р. Репабликан, произошедших в результате крупного наводнения (100 — 500 летней повторностью) летом 1993 г. в Центральных Равнинах США, во время которого речные берега и сельскохозяйственные угодья находились под водой 2 месяца. Получено, что боковая эрозия берегов зависит от формы русла реки и литологии берега: самая значительная эрозия происходила на выпуклых участках берега, сложенных песчаными почвами. С увеличением ширины русла эрозия на выпуклых участках берега возрастала.

Эрозия речных берегов — естественный саморегулирующийся процесс, однако берега рек эродируются неравномерно. Интенсивность боковой эрозии может изменяться в зависимости от конфигурации русла реки и литологии берега, а также от факторов, влияющих на интенсивность водных потоков в прибрежной зоне. Как правило, значительная эрозия происходит на выпуклых участках берегов, где скорости течения самые значительные, а аккумуляция наносов имеет место на вогнутых участках берегов, где скорости течения медленнее. Там формируются песчаные бары (Leopold et al., 1964; Malanson, 1993).

По мнению Д. Розгена (1996), устойчивость речных берегов к эрозии определена соотношениями высоты берега, типом береговой растительности и соответственно корневой системой, литологическим строением берегов и утлом наклона берега. Прибрежная растительность оказывает заметное и существенное влияние на реки определенных типов, особенно на меандрирующие реки и реки равнинных областей (D. Rosgen, 1996). В частности признано, что древесная растительность весьма эффективна для стабилизации берегов и сокращения эрозии как при нормальном уровенном режиме стока (Nunnally, 1978, Turner, 1995; Wells, 1995), так и при паводках и наводнениях (Geyer et. al., 1997, 2000). На малых равнинных реках влияние растительности на морфологию русел может быть определяющей. Известно лишь, что прибрежная растительность замедляет скорости течения, задерживает влекомые наносы (перегораживая течение и удерживая наносы листвой) и, таким образом, снижая боковую и русловую эрозии связывает почво-грунты и делает их устойчивыми к водной эрозии (Hickin, 1984; Malanson, 1993). Однако данных о прямом воздействии растительности на флювиальные процессы и морфологию русел крайне ограничены.

Наблюдения показали, что во время наводнения 1993 на р. Миссури на Среднем Западе США ширина древесной растительности между урезом воды и прирусловым валом значительно влияла на степень разрушения вала. Если ширина лесополосы уменьшалась, длина разрушенного вала увеличивалась (Dryer et. al., 1997). Подобные явления наблюдались также на реках Штата Теннесси (Scheifele, 1928) и в Калифорнии (Shields and Grey, 1993).

В отличие от более ранних работ, где рассматривались в основном средние для реки условия, целью нашей работы было исследование влияния морфологических особенностей русла и берегов, почво-грунтов, прибрежной растительности и характеристик потока на эрозионно—аккумулятивные процессы на берегах и миграцию речного русла во время крупого наводнения, что необходимо для поисков путей предотвращения разрушения берегов рек при экстремальных явлениях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Природные условия района исследования. Район исследования расположен на севере центральной части Штата Канзас, США. Объект исследования — низовья р. Репабликан, площадь водосбора составляет около 10 тысяч га. Тестируемый участок расположен в Центральной Равнине на абсолютной высоте около 470 м примерно на 40° СШ и 98° ЗД в пределах 30 км от г. Скандия, Штат Канзас, где р. Репабликан течет на юг (рис. 1), пересекая ландшафт ступенчатых пластовых равнин на мезозойских и кайнозойских осадочных толщах, где коренные меловые (частично пермские) породы перекрыты неравномерным (до 30 м) покровом лессов. Развит эрозионный рельеф.

Рис. 1. Район исследования **Fig. 1**. Diagram of river study area.

Удаленность от океанов и барьерно - теневое положение у подножья гор обусловливает типичную континентальность климата с периодическими засухами, среднее ежегодное количество осадков - около 710 мм. Осадки выпадают преимущественно летом (2/3 годового количества за вегетационный период) и имеют ливневой характер. Естественная растительность — смешанного типа, включая высокотравную и среднетравную прерии и прерию саванн. По берегам рек прерии сочетаются с прибрежной древесной растительностью, состоящей из многих широколиственных пород, включая *Populus deltoides March, Acer negundo L, Acer saccharinum L, Celtis occidentalis L,* а также разновидности *Salix* и *Ulmus*. Под густым травянистым покровом формируются черноземовидные почвы прерий, переходящие в черноземы. В поймах развиты аллювиальные почвы. Это один из самых важных сельскохозяйственных районов страны. Площадь зерновых культур составляет около 81 % от общей территории региона, 13 % залесены.

Согласно геоморфологической классификации русел рек Д. Розгена (Rosgen, 1994)1 главные геоморфологические типы исследуемого участка р. Репабликан — «AC6@» — характеризуются несколько углубленными меандрами и высокой извилистостью русла.

[1] Среди различных классификаций типов речных берегов Национальные Службы Гидрологии и Леса США наиболее часто применяют геоморфологическую классификацию форм речных русел, разработанную Д. Розгеном (Rosgen, 1994). Его классификация делит реки на основные морфологические типы (Harrelson et. al., 1994) и наиболее удобна для решения прикладных экологических задач.

Ширина русла в межень в среднем 46 м, перепад высот изучаемого 42 —х километрового участка реки составляет 33.5 м.

В регионе имеют место примерно 10 —летние циклы высоких паводков, но последнее наблюдавшееся значительное наводнение было зафиксировано в области в 1950 г. (рис. 2).

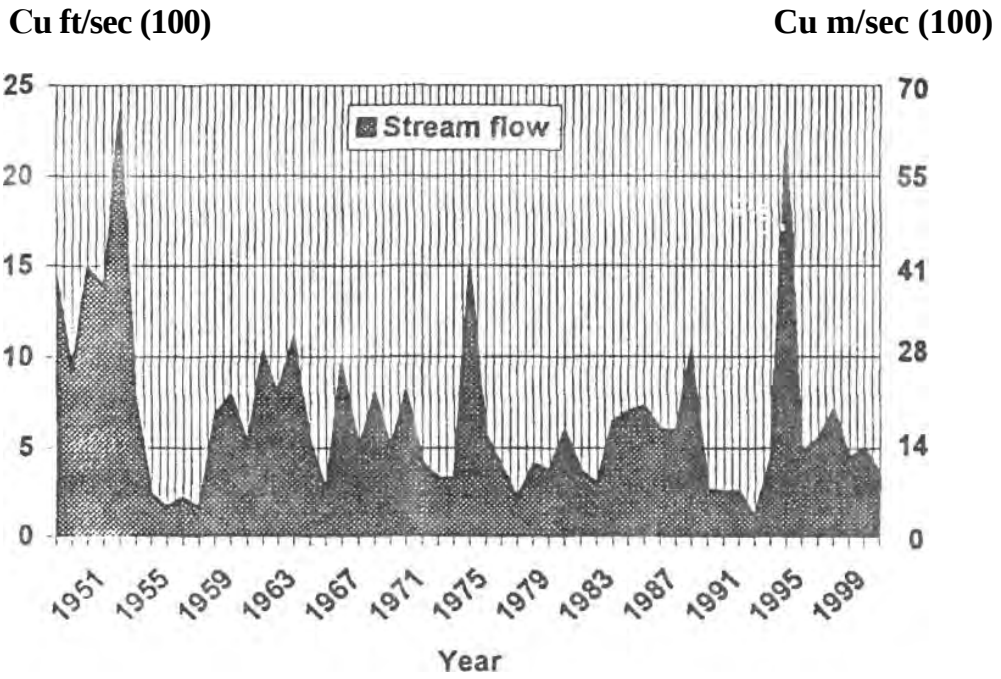


Рис. 2. Многолетний ход среднегодовых расходов воды р. Репабликан (25 км ниже по течению от г. Конкордия) **Fig. 2.** Historical mean discharge of the Republican River (Concordia, Kansas, about 25 km downstream).

Наводнение 1993 г. охватило территории, которые ранее не были подвержены затоплению. Геологической службой США (USGS) были зарегистрированы рекордные значения стока на всем бассейне р. Репабликан. Объем стока в крайнем южном пункте рассматриваемого участка реки в шесть раз превышал исторические ежегодные средние значения. По данным гидрометеопоста, находящемся в 25 км вниз по течению р, Репабликан от г. Конкордия, самый высокий суточный расход наблюдался 22 июля 1993 г. и составил 11333 м3с-1, уровень воды в реке поднимался на 6 м, ширина разлива в июле составила в среднем 300 м, берега находились под водой в течение 2-х месяцев.

Состав и методика наблюдений. Чтобы сопоставить и определить изменения особенностей морфологии речного русла до и после наводнения, были дешифрированы аэрофотоснимки территории за декабрь 1992 и декабрь 1993 гг., которые были предоставлены Департаментом Сельского Хозяйства США (CFSA). Фотокопии снимков были оцифрованы с помощью планшета CalCompl и представлены компьютерной программой CAD в автоматизированном формате LandCADDI R12 в виде рисуночных файлов, а затем, чтобы уточнить масштабы изображений, были калиброваны с оцифрованными USGS 7.5 современными планшетными топографическими картами. При этом на топографических картах были калиброваны только некоторые характерные особенности территории, необходимые для сопоставления изображений, типа железных и автомобильных дорог, а также триангуляционной сети.

На составленных электронных картах были сопоставлены контуры береговых бровок и уступов р. Репабликан за 1992 и 1993 гг. Затем была оценена величина смещения речного русла, произошедшего в результате наводнения. Для этого по оси русла р. Репабликан с интервалом в 150 м были отмерены 280 точек, для которых путем измерения перпендикулярного расстояния от положения берега 1992 г. до положения берега 1993 г. были оценены масштаб эрозии (т.е. величина смешения русла) и размер аккумуляции (ширина

прироста прирусловой отмели). Ось русла интерполировалась в виде рисунка методом автоматизированного проектирования (CAD), при этом местоположение берегов 1992 г. было принято за точку отсчета, а ось русла 1992 г. служила линией начала отсчета перемещения русла в результате наводнения. Для этих точек были также описаны конфигурация русла и типы землепользования на обоих берегах реки. Детальное описание этой методики приводится в работе Т. Неппла (Neppl, 1996).

Собранные для левого и правого берегов данные были объединены и записаны для каждой точки в виде матрицы переменных функции CAD, при этом точки, попавшие на укрепленные берега не анализировались. Затем матрица переменных была обработана с помощью компьютерной статистической программы SAS—1982. Анализ данных проводился методами линейной корреляции, дисперсионного анализа ANOVA (табл. 1). Значимость была определена для вероятности P< = 0.05. Для определения тесноты корреляционных связей, а также, для определения корреляций между шириной русла, радиусом кривизны и отношением радиуса кривизны к ширине русла использовались SAS коды. Коэффициенты корреляции между переменными рассчитывались с помощью процедуры COR. В этом случае использовалась пирсоновская корреляционная статистика. Средние значения сравнивались с использованием Duncan Multiply Range Test. Положение русла рассчитано для 5% и тип грунтов для 3% доверительного интервала Результаты проведенного анализа представлены ниже.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ с помощью программы ANOVA показал, что различия между совокупностью изучаемых факторов значимые (P = 0.0021), то есть программа для решения этой задачи выбрана верная (табл. 1).

Таблица 1. Статистический анализ данных по программе AN OVA. **Table 1.** ANOVA test statistics.

Источник вариации (компонента дисперсии) Source	Степени свободы Df	Средний квадрат отклонения Mean sq.	Критериальная статистика F Val	Вероятность Pr>F
Статистическая модель Model	16	1588	2.42	0.0021
Ошибка Error	255	656		
Скорректированная ошибка Corr. Total	271			
Тип III SS Type III SS				
Тип растительностсти Land — cover	3	2647	4.04	0.2617
Форма русла Position	2	3473	5.29	0.0728
Почво- грунты Soil	1	3250	4.96	0.0269
Раст. *форма русла Cov*pos	4	787	1.20	0.8779
Раст.*почвы Cov*soil	2	1575	2.40	0.3027
Форма русла'почвы Pos*soil	2	295	0.44	0.7988
Раст*форма русла'почвы Cov*pos*soil	2	101	0.16	0.9260

При анализе оцифрованных карт форма русла была классифицирована следующим образом: 38 % прямой участок берега, 35 % выпуклый участок берега, и 27 % вогнутый участок берега. Почво - грунты были разделены на песчаные и суглинистые[2].

[2] Данные о почвах были взяты из Национального Почвенного Справочника (США).

Приблизительно 83 % берегов оказались сложенными песчаными грунтами и 17 % берегов — суглинистыми. Тип растительности 1992 и 1993 гг. в пределах 30 метровой зоны по обе стороны от русла был описан следующим образом: лес, пашня, луг и ряд одиночно стоящих деревьев. Залесенный берег — на котором доминирует древесная лесная растительность, проективное покрытие которой составляет > 51 %. Пашня или луг — берега, на которых доминируют сельскохозяйственные зерновые культуры или травянистая растительность соответственно. Ряд одиночно стоящих деревьев — берег, на котором одиночный ряд деревьев отделяет линию уреза воды от нелесной растительности берега. На исследуемом участке реки 78 % берегов были залесены, 2 % берегов занимали пашни, 2 % — луга и 18% — ряд одиночно стоящих деревьев; таким образом, 96 % исследуемых берегов были залесены. Форма русла и тип почв влияют на боковую эрозию (P = 0.07 и 0.03) соответственно, но в совокупности эти две переменные не влияют на эрозионные процессы (P = 0.7988). Отношения типов почв к растительному покрову не были существенными (табл. 1). Было получено также, что боковая эрозия не зависит от радиуса кривизны меандры и отношения радиуса кривизны к ширине русла

Было рассмотрено влияние четырех типов растительности на боковую эрозию, однако на величину боковой эрозии влияли незначительно (P = 0.2617) (табл.1). Во время этого же наводнения на более крупной р. Канзас было установлено, что эрозия берегов культивируемых земель значительно больше, чем эрозия берегов, укрепленных тремя рядами деревьев (Geyer, 2000). Имея несколько ограниченное количество данных для р. Репабликан, мы, тем не менее, получили, что эродированность берегов, занятых пашнями более чем в 2 раза интенсивнее эрозии луговых берегов. Эрозия залесенных берегов оказалась меньше эрозии ряда одиночно стоящих деревьев примерно до 3 м.

Таблица 2. Величина поперечного смещения берега р. Репабликан в зависимости от формы русла и типа почво-грунтов. **Table 2.** Lateral movement of streambank by channel position, cover type, and soil type.

Переменные Variable	Смещение берега — средние значения боковой эрозии в метрах (в скобках дано число случаев). Channel position — mean lateral distance in m (n)			
Тип растительности Cover type	Прямой участок берега Straight	Выпуклый участок берега Outside curve	Вогнутый участок берега Inside curve	Средние значения Mean
Лес Forest	-8.2 (99)	-14.7 (61)	-3.8 (53)	-9.0(213)
Пашня Crop	0	-23.5 (4)	-23.0 (1)	-23.4 (5)
Луг Grass	-6.5 (2)	-21.0 (2)	-5.0 (2)	-10.9(6)
Ряд одиночно стоящих деревьев Single tree	-7.3 (20)	-10.8(22)	17.7 (6)	-5.8 (48)
Средние значения* Mean*	-8.1(121)a	-14.2(89)b	-2.1 (62)c	-8.4 (272)
Тип почво — грунтов Soil type				
Песок Sandy	-8.4 (102)	-17.3(73)	-4.1 (56)	-10.2(231)a
Суглинок Loamy	-6.1 (19)	-0.6 (16)	16.7 (6)	-0.6 (41)b

При анализе корреляционной матрицы получено, что на выпуклых участках берега боковая эрозия берегов незначительно возрастала при увеличении ширины русла, получена слабая корреляция между этими величинами (R = 0.34; ? = <0.01). Получена также значимая отрицательная парная корреляция формы русла с сельскохозяйственными землями (г= - 0.86 и P = 0.06), вероятно потому, что эти берега, как правило, были укреплены.

Анализ электронных карт показал, что за время наводнения вогнутые участки берегов на р. Репабликан эродировались минимально: в среднем они переместились на 2.1 м, тогда как

прямые и выпуклые участки берегов эродировались весьма значительно и переместились в среднем на 8.1 и 14.2 м соответственно. Берега, сложенные песчаными грунтами эродировались сильнее: в среднем песчаные берега переместились в среднем на 10.2 м; берега, сложенные заиленными грунтами — менее чем 1м. Таким образом, стабильность берегов в значительной степени зависит от конфигурации речного русла и типа почвенного покрова (табл. 2).

Таким образом, мы оценили боковое смещение русла как количественный показатель эрозионно — аккумулятивного процесса речных берегов. В результате наводнения 1993 г. на 42 км долины р. Репабликан были утрачены сельскохозяйственные земли и лесные угодья. В основном пострадали неукрепленные выпуклые участки берегов. Определение объема почвенной эрозии или аккумуляции, вызванной наводнением, является весьма трудоемким процессом, поэтому более точные оценки объема эрозионно — аккумуятивного процесса не были сделаны. Однако можно констатировать, что объем смытых грунтов вероятно был значительно больший, чем объем аккумулированных наносов, что является следствием выноса рекой тонкодисперсного взвешенного твердого материала.

Эрозия речных берегов и миграция русел во время наводнения существенно зависит от формы речного русла и типа почво-грунтов. В результате крупного наводнения 500-летней повторности, произошедшего летом 1993 г. в Центральных равнинах США, на примере р. Репабликан (нижнее течение) получено, что особенно значительной оказалась эрозия на выпуклых участках берега с песчаным грунтом. Разрушение берегов на выпуклых участках берега была в два с половиной раза больше разрушений на прямых участках берега. Таким образом, в результате катастрофического наводнения 1993 г. тысячи акров культивируемых земель на Среднем Западе США были утеряны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Dwyer J.P., D. Wallace, and D.R. Larsen.* 1997. Value of woody vegetation river corridors in level protection along the Missouri River in 1993. Jour. Water Res. Assoc. 33(2):1 —9.
2. *Geyer W.A., T. Neppl, and K. Brooks.* 1997. Riparian vegetation and channel position effect on streambank stability during a 500 —year flood event. Russ. Acad. Sci. Arid Ecosyst. 3(5): 64-66.
3. *Geyer, W.A., T. Neppl, K. Brooks, and J Carlisle.* 2000. Woody vegetation protects streambank stability during the 1993 flood in central Kansas. Jour. Soil and Water Cons. 55(4): 483-486.
4. *Hanback M.* 1994. The deluge of the >92: Litmus test for the floodplain. Amer. For. 100(5/6): 17-21.
5. *Harrelson C.C., C.L. Rawlins and J.P. Potyondy.* 1994. Stream channel reference sites: an illustrated guide to field techniques. Gen. Tech. Rpt. RM —245. 61p, USDA Forest Service.
6. *Hickin, E.J.* 1984. Vegetation and river channel dynamics. Canad. Geog. 28(2): 111 - 126.
7. *Leopold0 L.B., M.C. Wolman and J.P. Miller.* 1964. Fluvial processes in geomorphology. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 522p.
8. *Malanson G.P.* 1993. Riparian landscapes. Cambridge University Press. Cambridge UK. 450p.
9. *Nunnally N.R.* 1978. Stream renovation: an alternative to channelization. Envir. Manag. 2(5):403-412.
10. *Neppl T.G.* 1996. Influence of riparian vegetation on the Kansas river flood of 1993: an assessment of streambank erosion, deposition, and channel migration. M.S. Thesis Kan. State Univ., Manhattan, KS, USA. 53p.
11. *Rosgen D.L.* 1994. A classification of natural rivers. Catena, Elsiever Science, B.V. Amsterdam. 22: 169-199.
12. *Rosgen D.L.* 1996. Applied River Morphology. Colorline, Lakewood, CO. 390p.

13. SAS Institute Inc. 1982. SAS User's Guide - Statistics. Cary, NC. 584p.
14. *Scheifel O.S.* Protection of banks and levees. The Canadian Engineer. Jan. 10:1 —7.
15. *Shields Jr. F.D. and D.H. Cray.* 1993. Effects of woody vegetation on sand levee integrity. Water Res. Bull. 28(5): 917-931.
16. *Turner, B. S.* 1995. Stream management: approach and process. Paper presented at the Stream Restoration and Protection Workshop, Kansas City, MO in June 1993.
17. *Wells, C.W.* 1995. Bioengineering techniques for streambank protection. Paper presented at the Stream Restoration and Protection Workshop, Kansas City, MO in June 1993.

STREAM CHARACTERISTICS AFFECTING BANK STABILITY DURING A MAJOR FLOODING EVENT

© 2002. W. Geyer*, J. Carlisle*, T. Neppl, K. Brooks**, N. Mitina*****
**Forestry;*
*** Landscape Architecture, Kansas State University,*
Manhattan KS 66506 USA;
****Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences,*
3, Gubkin St., Moscow 119991, Russia

Streambank changes were examined to determine the relationship of various stream characteristics to bank stability during a large flooding event that occurred during the summer of 1993 in the central plains of the United States. The magnitude of the flood was considered in the 100- to 500-year category. Water covered riverbanks and farmlands for a 2-month period. Channel position was significantly related to lateral streambank erosion; the greatest erosion occurred on the outside curve and with sandy soil. Riparian vegetation did not influence erosion because of the preponderance of trees on 96% of the banks. The interaction among channel position, soil type, and vegetation did not influence lateral erosion in this study Stream width was positively correlated with erosion on the outside curve and negatively correlated with cultivated land.

Streambank erosion is a natural river adjustment process, but the rate of lateral migration of the stream channel can be accelerated, especially by those variables affecting bank material and flow stresses in the near-bank region. Thus some locations along a stream channel are more likely to erode than others. Extensive erosion typically occurs at the outside bend where flow velocities are greatest, whereas soil particles deposit and form sandbars at inside bends where velocities are slower (Leopold et al., 1964; Malanson, 1993). According to Rosgen (1996), the ability of streambanks to resist erosion is determined by streambank height ratios, rooting and type of bank vegetation, streambank material composition/ stratigraphy, and bank angle. Of the various streambank classifications that exist, the one developed by D.L. Rosgen is used most commonly in the United States by USDA Forest Service hydrologists (Harrelson et al. 1994). This classification initially sorts streams into major types (Rosgen 1994). Riparian vegetation has a marked and significant influence in certain stream types, particularly meandering streams and rivers in the plains (Rosgen, 1996). Woody vegetation is recognized as being very effective in stabilizing streambanks and reducing erosion under both normal stream-flow conditions (Nunnally, 1978; Turner, 1995; Wells, 1995) and in high flood conditions (Geyer et al., 1997; 2000). In very small rivers in the plains, the effect of vegetation on channel stability may be substantial. Vegetation reduces streambank erosion by slowing stream-flew velocity, by trapping sediments in its stems and foliage, and by binding soil and making it resistant to the erosive forces of water (Hickin, 1984; Malanson, 1993). However, reports of the direct effects of vegetation on fluvial processes and channel morphology are limited.

During the flood of 1993 on the Missouri River in the midwestern USA, width of the woody vegetation between the river bank and levees significantly erTscted the degree of levee failure. As the width of the woody corridor decreased, the length of levee failure increased (Dryer et aL, 1997). Similar reports have been made about streambank and levee protection in Tennessee (Scheifele, 1928) and California (Shields and Gray, 1993).

In contrast to past research that examined typical streamflow conditions, this study investigated the influence of channel morphology, soil, riparian vegetation, and stream characteristics on streambank erosion/deposition during high-magnitude flood conditions.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2002, том 8, № 16

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

УДК 911.2(470)(252)

ИНДИКАТОР АРИДНОСТИ КЛИМАТА[1]

© 2002 г. А.Н. Золотокрылин

Институт географии РАН
129017 Москва, Старомонетный пер. 29, Россия

Наиболее распространенная классификация засушливых земель базируется на зональности индекса влажности (mosture index, IM), вычисляемого за многолетний период как отношение годовой суммы осадков к годовой испаряемости (потенциальной эвапотранспирации) (UNESCO, 1979, UNEP, 1992). В «Мировом атласе опустынивания» (UNEP, 1992) карта засушливых зон построена с учетом IM, в котором годовая испаряемость определена по методу Торнтвейта (Thornthwaite, 1948). Значения IM в диапазонах 0.05 — 0.20, 0.20 — 0.50, 0.50 — 0.65 характеризуют соответственно аридные, семиаридные и сухие субгумидные земли. В соответствии с общепризнанным определением опустынивания (UNEP, 1992) гипераридные земли с IM<0.05, т.е. пустыни, остаются вне классификации засушливых земель. Следует отметить, что в ранее изданной «Мировой карте распространения аридных регионов» (UNESCO, 1979) диапазоны IM для классификации аридных земель (<0.03 — гипераридные, 0.03 - 0.20 — аридные, 0.20 - 0.50 —семиаридные, 0.50 - 0.75 —сухие субгумидные) несколько отличаются от рассмотренных выше. Это объясняется применением здесь метода Пенмана для оценки годовой испаряемости (Penman, 1948).

Известно, что метод Торнтвейта систематически занижает испаряемость в гипераридных условиях и завышает в умеренных широтах. Однако он прост и почти всегда обеспечен метеорологическими данными, поскольку для его применения достаточно знать среднемесячную температуру воздуха, зависящий от температуры индекс тепла и константу. Поэтому составители карты засушливых зон мира (UNEP, 1992) для оценки испаряемости физически обоснованному, но сложному и слабо обеспеченному данными наблюдений методу Пенмана, предпочли более простой и менее точный метод Торнтвейта. Очевидно, что применение разных методов для оценки годовой испаряемости вносит неопределенность при выделении и классификации засушливых земель по IM (Bruins, Berliner, 1998). Эта неопределенность возрастает в умеренных широтах.

В статье предлагается простой метод выделения и дифференциации аридных земель в умеренных широтах Евразии по индикатору аридности климата, который уменьшает неопределенность в определении их границ по сравнению с картой засушливых зон мира (UNEP, 1992). Метод базируется на определении аридной фитомассы (зеленой фракции) и ее индикатора — спутникового вегетационного индекса, известного как нормированный разностный вегетационный индекс, NDVI (Золотокрылин, 1997). Степень аридности климата характеризуется средней продолжительностью (или повторяемостью) индикатора за период активной вегетации, вычисляемого за многолетний период по наблюдениям за вегетационным индексом со спутников.

В статье вопрос о степени аридности климата исследуется с учетом находящегося в последнее время в центре интересов географов и экологов нового взгляда на районирование, выявление и анализ географических границ в контексте переходных ландшафтных областей (Коломыц, 1987; Залетаев, 1989; Арманд, 1989; Николаев и др., 1997). Кроме того, этот вопрос становится важным в связи с новой фазой потепления глобального климата в конце XX в. Особенно он имеет актуальное значение для России, поскольку существуют разные сценарии влияния предстоящего глобального потепления в XXI в. на географическую зональность юго-востока Русской равнины. Палеоаналоги потепления в оптимум голоцена и в оптимум

[1] Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 01—05 —64342

последнего микулинского межледниковья свидетельствуют о незначительном увеличении здесь увлажнения и сокращении площади полупустынных земель (Величко, Климанов, 1990, Atlas..., 1991, Кобак, Кондрашева, 1992). Численные эксперименты на совместных моделях общей циркуляции атмосферы и океана при удвоении концентрации углекислого газа в атмосфере указывают на возможность аридизации юго-востока европейской территории России (Climate Change 1995, 1996). Учет модельных сценариев предстоящего глобального потепления в сценариях изменения географической зональности свидетельствует о возможной трансформации сухостепных и полупустынных ландшафтов юго-востока европейской части России в пустынные (Сиротенко, Абашина, 1998).

Ниже приводятся краткие сведения о вегетационном индексе, излагается обоснование индикатора аридности климата, рассматривается электронный вариант карты индикатора в сравнении с разными версиями карт распространения аридных земель в умеренных широтах Евразии, оцениваются пространственные изменения индикатора в 1991—2000 гг. по сравнению с 1982—1990 гг., обсуждается применение индикатора для выделения переходных ландшафтов на Прикаспийской низменности и области с доминированием климатической составляющей опустынивания.

1. Краткие сведения о вегетационном индексе

С начала 1980-х гг. накапливаются данные наблюдений за отражением земной поверхности в разных диапазонах солнечного спектра с помощью усовершенствованного радиометра высокого разрешения (AVHRR), установленного на серии полярно — орбитальных спутников Национального управления по атмосфере и океану США (NOAA). Радиометр измеряет отражение в красном (К1, 0.58 — 0.68 мкм) и в ближнем инфракрасном (К2, 0.72— 1.1 мкм) диапазонах, а также в двух длинноволновых диапазонах (К4, 10.3—11.3 мкм и К5, 11.5—12.5 мкм). Комбинация диапазонов К1 и К2 используется для вычисления нормированного разностного вегетационного индекса NDVI:

$$NDVI = K2\text{-}K1/K2 + K1 \quad (1)$$

Расчет вегетационного индекса основан на разном отражении радиационных потоков растительным покровом в красном и ближнем инфракрасном диапазонах.

Вегетационный индекс предназначен для распознавания поверхностей с растительным покровом, а также для определения плотности зеленой массы, ее запасов. Его значения меняются от 0.05 в пустынях до 0.6 во влажных экваториальных лесах. Вегетационный индекс засушливых земель в умеренных широтах Евразии имеет высокую чувствительность к осадкам (Золотокрылин и др., 2000) и коррелирует с запасами зеленой фитомассы (Kogan, 1997). Полезная информация для изучения распространения и динамики климатической и антропогенной составляющих опустынивания содержится в пространственно — временном распределении вегетационного индекса засушливых земель. Например, она применяется при составлении средне— и мелкомасштабных карт опустынивания (Kharin et al, 1999, Борликов и др.,2000), отражающих преимущественно антропогенную составляющую, а также для дифференциации засушливых земель по признаку доминирования климатической составляющей (Золотокрылин, 2000).

Глобальные данные о вегетационном индексе (GVI) в пикселах 16x16 км вычисляются по ежедневным измерениям радиометра AVHRR с разрешением 4x4 км (Kidwell, 1994, 1995). С учетом минимизации влияния облачности, изменения зенитного угла солнца, угла сканирования ежедневные данные в пикселах 16x16 км преобразуются в еженедельные (ежедекадные) или в ежемесячные в пикселах 1x1°. Глобальные месячные данные, которые в меньшей степени подвержены влиянию облачности, чем еженедельные, накапливаются с 1982 г. (Distributed ACC...). Начало накопления еженедельных данных в пикселах 16x16 км датируется апрелем 1985 г.

Еженедельные данные о вегетационном индексе с разрешением 16x16 км имеют преимущественное значение для изучения распространения локальных погодообусловленных вариаций растительного покрова. Однако с высоким пространственным и временным разрешением этих данных связано усиление их изменчивости, для уменьшения которой требуется дополнительная специальная процедура обработки (Kogan, Sullivan, 1993). Месячные данные с разрешением 1x1° в этом случае являются более стабильными и представляют наибольший интерес для региональных обобщений.

З работе используются месячные значения вегетационного индекса в пикселах 1x1°, за период активной вегетации (май - сентябрь) 1982 — 2000 гг. (Distributed ACC...). Территория исследования покрывает часть России южнее 55 ° с.ш. и сопредельные с Россией территории государств вплоть до 43° с.ш. Западная граница территории проходит по меридиану 40 °в.д., а восточная — по меридиану — 85° в.д. Детальнее анализируется юго-восточная часть Русской равнины (44 — 52° с.ш., 42 — 53° в.д.) и зональная полоса от Предуралья до Дальнего Востока (48 — 55° с.ш., 50—125° в.д.).

2. Обоснование индикатора аридности климата

Аридными признаками климата являются: во-первых, недостаток влаги в атмосфере и в почве, во-вторых, сильное дневное нагревание и ночное охлаждение приповерхностных слоев почвы и воздуха. Эти признаки зональны и убывают по направлению от гипераридных земель к сухим субгумидным.

Рассмотрим зональные особенности проявления механизмов, формирующих термический режим аридных земель, начиная с пустынь. Как известно, весь радиационный баланс пустыни расходуется на нагревание приповерхностных слоев почвы и воздуха, поскольку затраты тепла на эвапотранспирацию незначительны. В этом случае экстремальный термический режим формируется преимущественно под воздействием радиационного механизма. Влияние приходящей солнечной радиации на температуру поверхности регулируется ее альбедо: чем выше альбедо, тем меньше температура поверхности и, наоборот. Таким образом, аридный термический режим определяется доминированием радиационного механизма, признаком которого является наличие обратной связи между альбедо и температурой поверхности.

В сухих субгумидных землях возрастает значение эвапотранспирационного механизма по отношению к радиационному. Он действует следующим образом. В период с осадками выше нормы, когда зеленая часть фитомассы возрастает, а альбедо поверхности уменьшается, доминирующую роль в тепловом балансе играют затраты тепла на эвапотранспирацию. В этой связи транспирация происходит без излишнего физиологического контроля самой растительностью. При росте осадков и увеличении влажности почвы ее альбедо и температура понижаются одновременно.

Теперь рассмотрим характерные для засухи условия, когда растительность субгумидных земель начинает играть более активную роль в регулировании потерь влаги в атмосферу. В засуху влажность почвы уменьшается и, когда почвенная влага становится недоступной растениям, происходит резкое сокращение транспирации за счет ее физиологического контроля самой растительностью. Одновременно уменьшается испарение с поверхности почвы. Недостаток почвенной влаги вызывает угнетение растительности, падение ее продуктивности и значительное уменьшение эвапотранспирации. Ранее затрачиваемое на эвапотранспирацию тепло переключается на прогрев почвы и воздуха. При этом величина переключенного на прогрев почвы тепла превышает величину недополученного радиационного тепла вследствие повышения альбедо. В результате температура поверхности возрастает одновременно с увеличением альбедо. Первые натурные данные, подтверждающие возможность эмпирической прямой связи между альбедо и температурой поверхности в засушливых областях были получены в первой половине 1980-х гг. (Wendler, Eaton, 1983, Золотокрылин, 1986).

Если представить меридиональный разрез засушливых земель в координатах альбедо - температура поверхности по измерениям с летательных аппаратов, то он представляет собой дугообразное поле точек (Золотокрылин, 1997). Левая и правая части дуги характеризуют соотношение между альбедо и температурой соответственно для сухой степи и пустыни. Участки точек в левой и правой части дуги аппроксимируются прямыми, которые соответственно отражают прямую для сухой степи и обратную для пустыни связь между альбедо и температурой поверхности. Хаотичное расположение точек на вершине дуги, характерное для полупустыни, показывает, что здесь в зависимости от увлажнения возможно попеременное доминирование механизмов регулирования температуры подстилающей поверхности.

Анализ проявления этих механизмов на засушливых землях указывает на важность учета соотношения между радиационным и эвапотранспирационым механизмами для оценки степени аридности климата. Очевидно, что вклад эвапотранспирационного механизма становится пренебрежимо малым с некоторого критического значения запасов зеленой фитомассы. По результатам локальных оценок составляющих уравнения теплового баланса в полупустынях и пустынях Казахстана, Средней Азии и Монголии выявлено, что значение зеленой фитомассы составляет менее 0.5 т/га в сухом весе (Золотокрылин, 1986). Эвапотранспирационный расход влаги в этом случае не превышает 0.5 мм сутки -1 и его энергетический эквивалент составляет менее 10% от суточной суммы радиационного баланса. Можно полагать, что с установленного критического значения зеленой фитомассы влияние радиационного механизма на формирование термического режима становится доминирующим и климат характеризуется как аридный.

Накопившиеся к середине 1990-х гг. данные о вегетационном индексе позволили получить косвенные оценки пространственно — временного распределения зеленой фитомассы. Сравнение вегетационного индекса и локальных оценок фитомассы показало, что запасы зеленой фитомассы 0.5 т га-1 в первом приближении эквивалентны значению вегетационного индекса 0.07 и менее (Золотокрылин, 1997). В дальнейшем это значение принимается в качестве аридного вегетационного индекса. Эквивалент вычислен несколькими независимыми способами по месячным значениям вегетационного индекса за период активной вегетации (май - сентябрь).

Как показывают электронные карты месячного вегетационного индекса за период активной вегетации, пространственное положение изолинии 0.07 на исследуемой территории сильно меняется в сезонном и межгодовом ходе в зависимости от осадков. В этой связи в качестве индикатора аридности климата в умеренных широтах Евразии целесообразно рассматривать среднюю продолжительность в месяцах (или повторяемость в процентах) аридного вегетационного индекса, а ее географическое распределение использовать для дифференциации климата.

3. Электронные карты индикатора аридности климата

Два варианта электронных карт индикатора аридности климата на исследуемой территории построены по данным из глобального архива месячных значений вегетационного индекса в пикселах 1x1° за период май —сентябрь 1982 — 2000 гг. (Distributed ACC...). Первая карта отражает географическое распределение среднемноголетней продолжительности аридного вегетационного индекса в месяцах. Карта строилась следующим образом: на исследуемой территории в каждой одноградусной ячейке определялась сумма месяцев с аридным вегетационным индексом. Далее делением этой суммы на сумму всех лет вычислялась средняя продолжительность аридного вегетационного индекса за период май — сентябрь. В этом варианте карты изолинию продолжительности 0 месяцев (повторяемость 0%) можно рассматривать как независимо определенную границу распространения аридного климата (рис. 1).

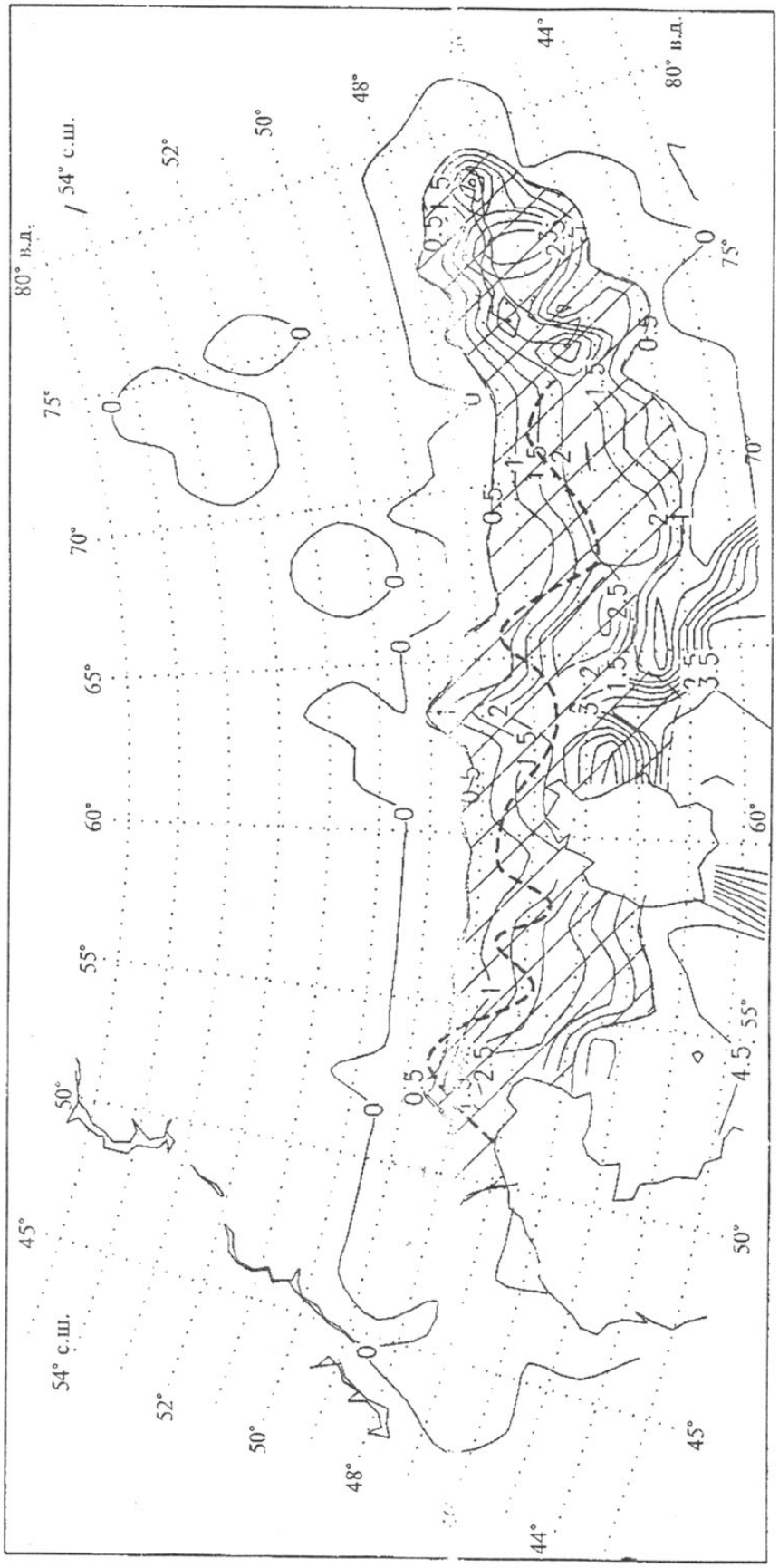


Рис. 1. Фрагмент электронной карты "Аридные климаты в умеренных широтах Евразии". Индикатор – среднемноголетняя продолжительность в месяцах аридного вегетационного индекса (NDVI ≤0.07) за период активной вегетации май–сентябрь 1982–2000 гг. Изолиния 0 месяцев ограничивает территорию с аридными климатами. Прерывистая линия – граница между аридным и семиаридным климатами. Штриховкой выделена область с доминированием климатической составляющей опустынивания. **Fig. 1.** The fragment of computer map «The arid climates in the temperate latitudes of Eurasia». The indicator of climatic aridity is mean duration in months of arid NDVI≤0.07 for the active vegetation (the period of May through September, 1982–2000). The isoline of zero is the border of arid climates. The interruption line is the border between arid and semiarid climates. Drawing is the area, where the climatic factor has a stronger influence on the process of desertification, than the anthropogenous factor was revealed and this process is reversible.

В пустынях продолжительность аридного вегетационного индекса близка к 5 месяцам (к повторяемости 100%). В пределы определенных таким способом земель с аридным климатом попадает лишь незначительная часть территории России: восточная часть Ставропольского края, Калмыкия, северная часть Дагестана, Нижнее Поволжье, Чуйская котловина Горного Алтая, Тоджинская и Улуг - Хемская котловины Тувы, Аргунская степь в Забайкалье. Здесь аридные условия возможны в течение короткого периода (менее месяца). Предпосылки для формирования аридного климата существуют также на изолированных от основного массива земель с аридным климатом территориях (крайний юг Омской области и западная часть Алтайского края).

Предлагаемая граница распространения аридного климата не сильно отличается от положения северной границы сухого климата с теплым летом и умеренно мягкой зимой на западе и умеренно суровой на востоке по классификации климатов СССР Григорьева — Будыко (Будыко, 1971). На большей части территории эта граница разделяет сухостепные и полупустынные ландзлафты (Ландшафтная карта СССР, 1988). Но она проходит примерно на 100—150 км южнее границы между сухими субгумидными и семиаридными землями, проведенной на карте засушливых (аридных) зон (UNEP, 1992).

Разделение аридного климата на семиаридный и аридный проведено на основе карты повторяемости аридного вегетационного индекса, отмечаемого во все месяцы активной вегетации с мая по сентябрь. Эта повторяемость есть частное от деления суммы лет с аридным вегетационным индексом в период с мая по сентябрь на сумму всех лет. Изолинию повторяемости аридного вегетационного индекса 0 % в данном случае можно рассматривать в качестве границы между аридным и семиаридным климатами. Эта граница на рис. 1. проведена штриховой линией. На территории Казахстана она разделяет чаще всего полупустынные и низменные пустынные северные ландшафты (Ландшафтная карта СССР, 1988). Если к полупустынным ландшафтам примыкают возвышенные пустынные северные, то граница проходит между низменными и возвышенными пустынными северными ландшафтами. Следует отметить, что предлагаемая граница между аридным и семиаридным климатами лежит примерно на 150 — 200 км южнее соответствующей границы на карте засушливых (аридных) зон (UNEP, 1992).

4. Межгодовая динамика индикатора аридности климата за период 1982-2000 гг.

Информацию о территориальных особенностях межгодовой динамики индикатора можно извлечь из анализа его абсолютной изменчивости — сроднеквадратического отклонения, и относительной изменчивости — коэффициента вариации (отношение среднеквадратичного отклонения к среднему значению). Применение этих двух характеристик изменчивости объясняется зональностью индикатора, в результате которой возможна разная интерпретация территориального распределения этих характеристик.

Зональная область наибольшей абсолютной изменчивости индикатора (среднеквадратическое отклонение продолжительности с аридным вегетационным индексом превышает ±1 месяц) лежит на территории Казахстана примерно между 45 и 48° с.ш. и представляет собой пустынные северные ландшафты. Средняя продолжительность аридных условий в западной части области меняется от 0.5 месяцев на севере до 4.5 месяцев на юге. Восточнее Аральского моря эта область оконтуривается изолинией 0.5 месяцев с максимальными значениями 3 — 3.5 месяцев. Граница между аридным и семиаридным климатами проходит внутри области. Сечение области по меридиану меняется в пределах от 250 до 350 км. Область характеризуется максимальной межгодовой изменчивостью климата по сравнению с соседними территориями. В пределах области выделяется узкая полоса шириной около 100 км с максимальными значениями абсолютной изменчивости индикатора, которая начинается у северного побережья Каспийского моря, проходит вблизи северного побережья Аральского моря и протягивается далее на озеро Балхаш.

Зональная полоса наибольшей относительной изменчивости индикатора (коэффициент вариации продолжительности индикатора превышает 140%) на Прикаспийской низменности лежит вне рассмотренной выше области, а восточнее непосредственно примыкает к ней (рис. 2).

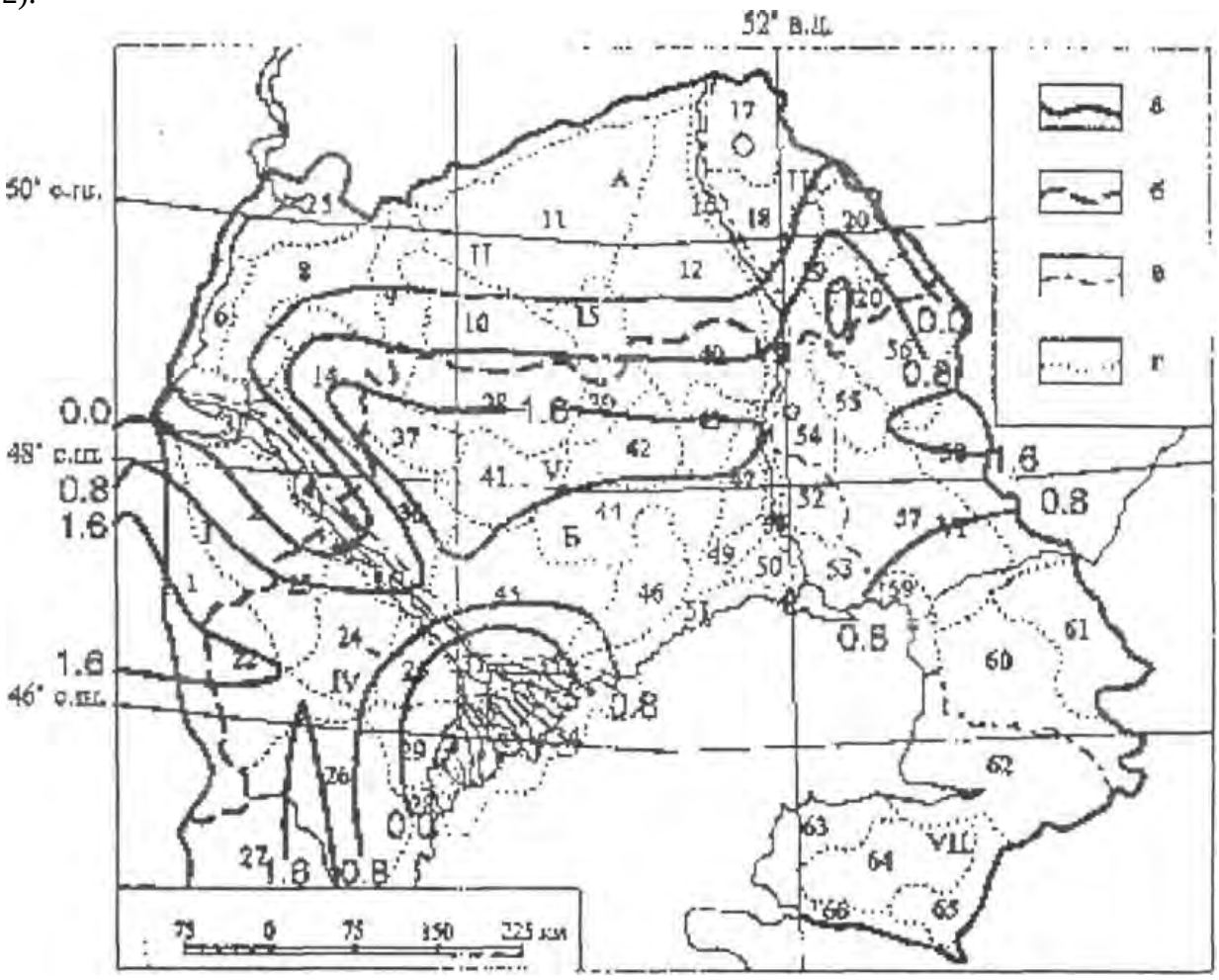


Рис. 2. Карта физико - географического районирования Прикаспийской низменности, выполненная по космическим снимкам (Копыл, Николаев, 1984), с наложенными на нее изолиниями относительной изменчивости (коэффициента вариации в долях единицы) индикатора аридности климата. Предполагается, что контурам с максимальной относительной изменчивостью индикатора соответствуют ландшафты с экотонной природой. Условные обозначения: а — области, б — подобласти, в — провинции, г — районы; А — полупустынная подобласть, Б — пустынная подобласть; номерами обозначены физико-географические районы (см. в тексте). **Fig.2.** The map of geographical regionalisation of Caspian lowland made on space data (Kopyl and Nikolaiev, 1984) with isolines of coefficient of variability of the indicator of climatic aridity The maximal coefficient of variability of the indicator is applied for indication of the zonal landscape ecotone. The symbols: а — domains, б — underdomains, в — provinces, г — regions; А — semi-desert imderdomains, Б — desert underdomains; numbers are geographical regions.

Полоса представляет собой прерывистую цепочку контуров с максимальным коэффициентом вариации индикатора, вытянутую на территории Казахстана вдоль или несколько севернее 48° с.ш. Исключение представляет контур в Тургайской полупустыне, который лежит между 49 и 50° с.ш. На территории Калмыкии контур располагается между 46.5 и 47.5° с.ш. Средняя продолжительность аридных условий в полосе составляет примерно 0.5 месяца. Для полосы характерны максимальные отклонения продолжительности аридных условий относительно среднего значения.

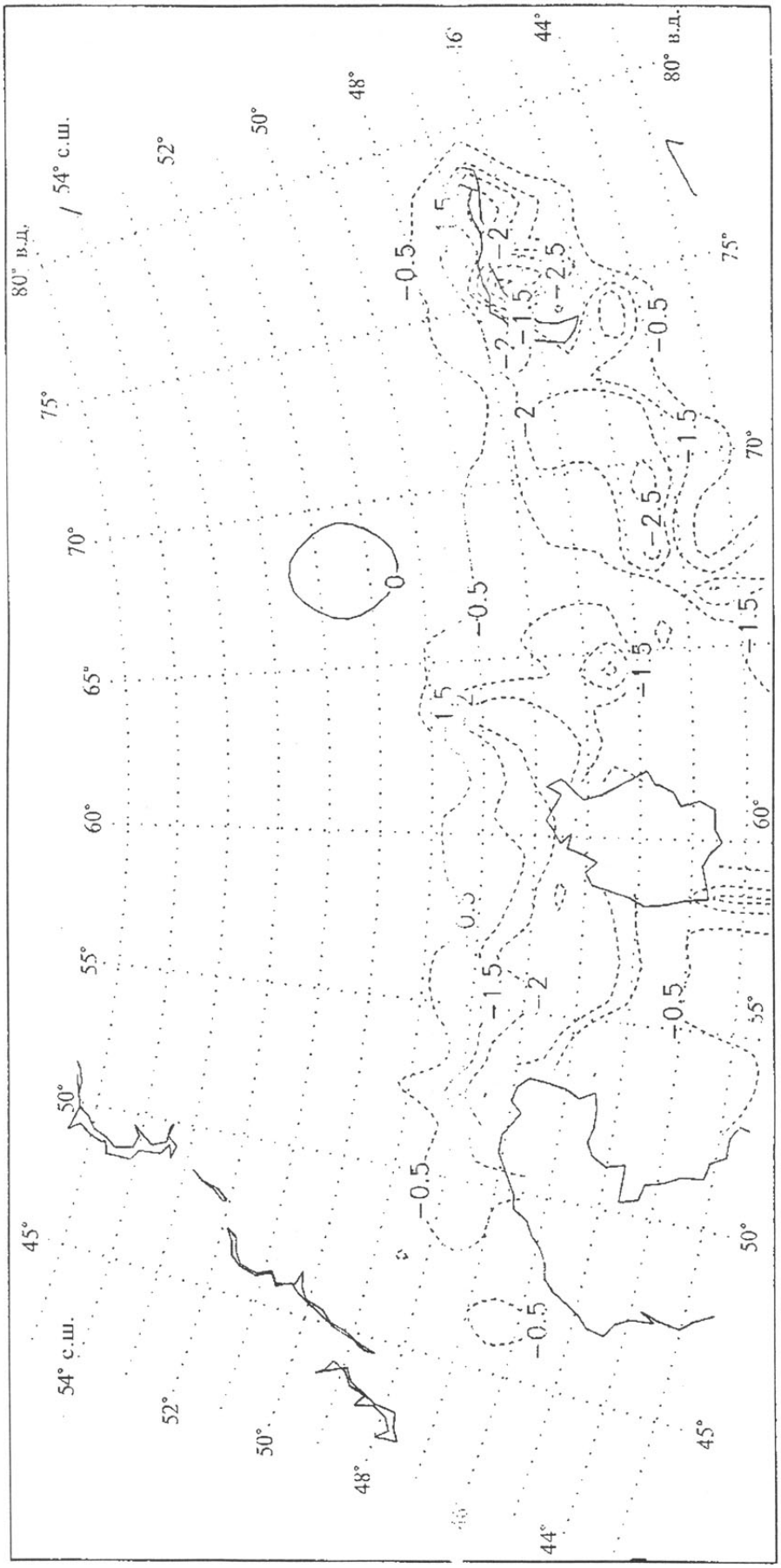


Рис. 3. Фрагмент изменения индикатора аридности климата в умеренных широтах Евразии в 1991–2000 гг. по сравнению с 1982–1990 гг. Минус – уменьшение продолжительности аридных условий периода активной вегетации в месяцах. **Fig.3.** The fragment of climatic aridity indicator change in the temperate latitudes of Eurasia in 1991–2000 in comparison with 1982–1990. Minus is reduction of aridity conditions duration in months of period active vegetation (May–September).

Полоса включает полупустынные и пустынные северные ландшафты. Ее меридиональное сечение не превышает 150 км. Климат полосы — семиаридный.

Выявленная зональность межгодовой динамики индикатора подтверждается результатом сравнения электронных карт за периоды 1982—1990 и 1991 — 2000 гг. На рис. 3 представлено изменение продолжительности аридных условий периода активной вегетации в 1991—2000 гг. по сравнению с 1982—1990 гг. Максимальные изменения индикатора отмечаются в рассмотренной выше зональной области наибольшей абсолютной изменчивости.

В последнее десятилетие XX в. средняя продолжительность аридных условий на значительной части области сократилась на 1 — 2 месяца. Ослабление аридных условий невозможно объяснить только уменьшением вклада антропогенной нагрузки на землю после 1990 г., хотя оно довольно заметно, например, на Черных землях Калмыкии (Неронов, 2000). Кроме того, картографические оценки антропогенного опустынивания засушливых земель Российской части Прикаспийского региона в 1992 и 1996 гг. свидетельствуют об его усилении в последние годы (Борликов и др., 2000).

Отмечаемое ослабление аридных условий в умеренных широтах Евразии в последнее десятилетие XX в. может быть объяснено, с одной стороны, очередной внутривековой влажной фазой климата, а с другой стороны, региональным проявлением глобального потепления, которое аналогично па\еосценарию оптимума голоцена (Величко, Климанов, 1990, Atlas..., 1991, Кобак, Кондрашева, 1992).

Уменьшение продолжительности индикатора аридности климата в 1991—2000 гг. относительно предыдущего девятилетия имеет зональный характер, что косвенно говорит о доминировании природной (климатической) причины этого изменения. Нет никаких оснований полагать, что выявленная тенденция ослабления аридности климата периода активной вегетации в последнем десятилетии XX в. сохранится в начале XXI в.

5. Переходные ландшафты

На наш взгляд выявленная зональная полоса наибольшей относительной изменчивости индикатора отражает переходные ландшафты с хорошо выраженной экотонной природой. Этим ландшафтам присуща буферность, контрастность, неоднородность их структуры, а также разномасштабная динамичность, приводящая к усложнению ландшафтной структуры (Николаев и др., 1997). Переходные ландшафты имеют более высокую чувствительность к сезонной и межгодовой изменчивости осадков по сравнению с соседними ландшафтами (Золотокрылин, 200С). Для них характерна высокая относительная изменчивость не только индикатора климата, но и таких характеристик ландшафтов, как альбедо и температура, что косвенно свидетельствует об интенсивном энергообмене ландшафтов с атмосферой по сравнению с соседними южными и северными ландшафтами.

Ориентировочное представление о дифференциации переходных ландшафтов дает совмещение карт относительной изменчивости индикатора и физико-географического районирования Прикаспийской низменности, выполненной по космическим снимкам (Копыл, Николаев, 1984) (рис.2). В полосу изменчивости индикатора более 160% полностью или частично входят следующие физико-географические районы: (1) Приергинскии плосковолнистый террасированный супесчано — суглинисый солонцово — пустынно — степной лиманный (Волжско — Сарпинская провинция, Полупустынная подобласть), (22) Даванский ложбинно — плоскобугристый супесчаный солонцово — пустынный (Кумско — Нижневолжская провинция, Пустынная подобласть; (13) Приахтубинский плоскоравнинный легкосуглинистый солонцово — пустынно — степной, (14) Эльтонский ложбинно — плосковолнистый супесчано — суглинистый пустынно — солончаково — солонцовый (Северо — Волго — Уральская провинция, Полупустынная подобласть), (36) Коныртерекский бугристо —ложбинно —котловинный супесчаный солонцово — пустынный с массивами песчаных пустынь, (37) Хакский плоскокотловинный солонцово — солончаково — соровый, (38) Нарынский ложбинно — бугристо — грядовый песчано — пустынный с

галофитными лугами (ашиками), (39) Нижнеузенский плосковолнистый песчаный лугово — солончаково — пустынный, (41) Шукырский плоскоравнинный солончаково — песчано — пустынный, (42) Северо-Рынский бугристо — плосковолнистый песчано — пустынный, (43) Тузкудук — Шагылский бархано — бугристый песчано — пустынный, (47) Аксайский плоскоравнинный супесчано — суглинистый пустынно — солонцовый (все районы расположены в Южно — Волго —Уральской провинции Пустынной подобласти); (56) Тайсаганский дельтовый и бугристо — котловинный песчанный лугово — пустынно — степной, (58) Кайнаро -Сагизский наклонно — волнисторавнинный супесчаный пустынный (все районы лежат в Уило — Сагизской провинции Пустынной подобласти).

Большинство из перечисленных районов примыкают к зональной физико-географической границе, разделяющей полупустынную и пустынную подобласти, которая слабо выражена на космических снимках и очень расплывчата (Копыл, Николаев, 1984). Следует отметить условность списка, в который включены только физико-географические районы на территории с максимальным значением относительной изменчивости индикатора. По этой причине за пределами списка остался Джаныбекский плоскоравнинный суглинистый солонцово — пустынно — степной падинный район с яркой экотонной природой (Николаев и др., 1997), юго-восточная часть которого находится всего в несколько десятках километров от территории.

6. Область с доминированием климатической составляющей опустынивания

Вопрос о соотношении и взаимодействии климатической и антропогенной составляющих опустынивания является одним из фундаментальных в понимании этого сложного природно — антропогенного явления. Ориентиром в его решении может служить дифференциация территории по степени проявления климатической составляющей опустынивания (климатическое опустынивание). Очевидно, что понятие климатическое опустынивание включает разномасштабные процессы в компонентах природной среды (от десятилетий до тысячелетий) и его определение необходимо конкретизировать в зависимости от рассматриваемого временного масштаба. С другой стороны, в определении важно указание на степень антропогенной деградации земель, от которой зависит ее обратное влияние на климатическое опустынивание.

Рассмотренная выше зональная область с повышенной абсолютной изменчивостью индикатора аридности климата может быть интерпретирована как область, в которой на процесс опустынивания климатический фактор влияет сильнее, чем антропогенный, причем процесс этот обратимый. В масштабе времени десятилетия климатическое опустынивание этой области означает обратимую утрату части растительного потенциала земель. В случае сильной антропогенной нагрузки на землю (запасы зеленой фитомассы ниже аридного вегетационного индекса) результатом климатического опустынивания может быть деградация растительного потенциала с низкой способностью его восстановления. Эта деградация поддерживается положительными обратными связями в региональной климатической системе. Область с доминированием климатического опустынивания предложено называть в соответствии с ее географическим положением — Северотуранской (Золотокрылин, 2000).

Климатическое опустынивание Северотуранской области связано с внутривековыми сухими фазами климата засух, обусловленными развитием циркуляционных процессов. На фоне цикличности влажности климата тренды продолжительности засухо —и осадкообразующих типов элементарных циркуляционных механизмов, а также суммы осадков за год и за вегетационный сезон в XX в. оказались настолько малы, что не позволяют уверенно определить тенденцию климатического опустынивания Северотуранской области. Но сухая фаза климата в 1960 —х годах обострила процессы опустынивания в Аральском регионе с момента, когда непродолжительное уменьшение годовых осадков в горной части бассейна Амударьи привело к резкому падению. речного стока. В условиях усиленного разбора речных вод на хозяйственные нужды снижение осадков нарушило равновесие в

системе речной сток — уровень Аральского моря и вызвало катастрофическое падение его уровня. Это стало причиной опустынивания речных дельт и окружающих ландшафтов (Золотокрылин, Хмелевская, 1999). Отметим, что антропогенная составляющая опустынивания на большей части Северотуранской области в конце XX в. характеризуется преимущественно слабой деградацией растительного покрова (Kharin et al.r 1999; Борликов и др., 2000), за исключением прилегающих к Аральскому морю районов, где тенденция опустынивания сохраняется (Куст, 1999; Новикова, Кузьмина, 2000).

Сравнительный анализ географического положения Северотуранской области за 1982 — 2000 гг. относительно принятой географической зональности свидетельствует о стабильном положении ее северной части и расширении в Приаралье. В 1991 — 2000 гг. отмечалось ослабление климатического опустынивания в Северотуранской области по сравнению с 1982— 1990 гг.

Заключение

Существует значительная неопределенность в оценке распространения аридных земель в умеренных широтах по индексу влажности, в котором годовая эвапотранспирации вычисляется по методу Торнтвейта. Для уменьшения этой неопределенности предлагается индикатор аридности климата периода активной вегетации, характеризующий продолжительность (повторяемость) аридного вегетационнного индекса (NDVI < 0.07). Показано, что при аридном вегетационном индексе доминирует поддерживающий опустынивание радиационный механизм регулирования температуры поверхности. Индикатор отражает зональность теплообмена засушливых земель с атмосферой, проявляющуюся в соотношении вкладов радиационного и эвапотранспирационного механизмов в регулировании термического режима приповерхностных слоев почвы и атмосферы. Электронные варианты карты индикатора построены для умеренных широт Евразии по месячным данным о вегетационном индексе в пикселах 1x1° за период май —сентябрь 1982 — 2000 гг. Первый вариант карты — это продолжительность в месяцах индикатора, нулевая изолиния которой является границей аридного климата и, следовательно, аридных земель. Второй вариант карты — это повторяемость в процентах индикатора, отмечаемого в течение сезона активной вегетации с мая по сентябрь. Изолиния нулевой повторяемости рассматривается в качестве границы между аридным и семиаридным климатами. Показано, что границы аридного и семиаридного климатов на территории согласуются с классификацией климата СССР Григорьева — Будыко, но они проходят на 100 — 200 км южнее границ, приведенных в Мировом атласе опустынивания (UNEP, 1992). При сравнении положения границы аридного климата в десятилетие 1991—2000 гг. по сравнению с периодом 1982—1990 гг. выявлено ослабление аридных условий на исследуемой территории вблизи границы между аридным и семиаридным климатами в последнее десятилетие XX в., которое нельзя объяснить только снижением антропогенной нагрузки на землю. Нет основания утверждать, что ослабление аридности климата в последнее десятилетие XX в. сохранится и в текущем десятилетии.

Показатели абсолютной (среднеквадратическое отклонение) и относительной (коэффициент вариации) изменчивости индикатора применены для индикации соответственно зональной области с доминированием климатической составляющей опустынивания и переходных ландшафтов с экотонной природой. Выявлена область, названная Северотуранской, в которой на процесс опустынивания климатический фактор влияет сильнее, чем антропогенный, причем процесс этот — обратимый. Узкая прерывистая зональная полоса переходных ландшафтов установлена вблизи или севернее 48° с.ш. на Прикаспийской низменности и на территории Казахстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Арманд А.Д.* Триггерные геосистемы. Препринт. М.: ИГ АН СССР. 1989. 51 с.
2. *Борликов Г.М., Харин Н.Г., Бананова В.А.* Опустынивание засушливых земель Прикаспийского региона. Ростов —на —Дону: Изд —во СКНЦ, 2000. 90 с.

К пустынному типу растительности на равнинах Прикаспия и Турана относятся сообщества ксерофильных и гиперксерофильных, микро- и мезотермных растений различных жизненных форм - полукустарничков, полукустарников, кустарников, полудеревьев, а также многолетних трав и однолетников. Значительную роль в их составе играют эфемероиды, коротковегетирующие (эфемеры) и длительновегетирующие однолетники. Господствующей биоморфой является полукустарничек. Полукустарничковые сообщества из видов р. Artemisia[2] подрода Seriphidium и видов родов Anabasis, Nanophyton, Salsola и др. формируются в самых разнообразных типах местообитаний: на равнинах и склонах низкогорий, на глинистых, суглинистых, супесчаных, щебнистых и каменистых почвах, на песках, солончаках, такырах. Сообщества кустарников (виды родов Atraphaxis, Calligonum, Caragana, Ephedra, Haloxylon,, Salsola и др.) и полукустарников (Astragalus, Convolvulus, Krascheninnikovia, Salsola и др.). распространены в местообитаниях, характеризующихся более благоприятными условиями увлажнения. В пределах пустынной зоны к ним относятся пески, мало испаряющие влагу из-за малой влагоемкости и плохих капиллярных свойств, каменисто — щебнистые субстраты различной литологии, конденсирующие воду, и солончаковые депрессии с близким уровнем грунтовых вод, доступных растениям. На песках, песчаных и каменисто — щебнистых почвах часто в составе сообществ содоминируют длительновегетирующие (виды родов Stipa, Agropyron) и коротковегетирующие (виды родов Poa, Catabrosella) злаки (Ильин, 1950; Коровин, 1961; Благовещенский, 1968; Рачковская, 1986, 1989, 1993; Рачковская и др., 1989; Сафронова, 1996, 1998 а, 2000 а, б).

К степям относятся растительные сообщества, состоящие преимущественно из многолетних более или менее микротермных (морозоустойчивых) ксерофильных (засухоустойчивых) травянистых растений, большей частью дерновинных злаков. Господствуют виды из родов Stipa, Festuca, Agropyron, Koeleria, Cleistogenes, Helictotrichon и др. В разных экологических условиях формируются сообщества из некоторых дерновинных осок (Carex humilis, C. pediformis), луков (видов Allium), разнотравья (из родов Crinitaria, Galatella, Tanacetum и др.), полукустарничков (из родов Artemisia, Thymus и др.) и кустарников (из родов Amygdalus, Caragana, Spiraea и др.) (Лавренко, 1956; Лавренко, Карамышева, Никулина, 1991).

Единицы классификации растительности и их использование при построении легенды к карте

[2] Латинские названия видов приведены по С.К. Черепанову (1995).

Вопросы классификации растительности всегда имели практическое значение - для учета растительных ресурсов и обоснования их рационального использования, для проведения экологической оценки земель по растительному покрову, для обоснования различных биологических прогнозов всюду, где естественное развитие растительности изменяется под прямым и косвенным влиянием деятельности человека (Сочава, 1961, 1972). Классификация аридной растительности, использованная при создании «Карты растительности Европы», отвечает перечисленным задачам.

Пустынные ценозы в большинстве случаев хорошо диагностируются по доминирующим и содоминирующим видам. Необходимость привлечения менее обильных детерминирующих видов, подчеркивающих своеобразие выделяемых таксонов, возникает нечасто. В связи с этим наша классификация пустынной растительности принадлежит к эколого-фитоценотическим доминантно — детерминантным (Грибова и др., 1988). Классификация имеет иерархическую структуру. При ее создании использованы такие таксономические единицы, как ассоциация, группа ассоциаций, класс ассоциаций, формация (таблица 1).

Низшей единицей является ассоциация, которую мы понимаем в объеме, принятом большинством геоботаников России, как совокупность фитоценозов, однородных во всех существенных чертах, обладающих сходным видовым составом, тождественной синузиальной структурой, имеющих одинаковый характер взаимоотношений как между растениями, так и между растениями и средой.

Таблица 1. Схема эколого - фитоценотической доминантно - детерминантной классификации европейских пустынь. **Table 1.** Ecological - phytocoenotical dominant - determinant classification of European deserts.

Тип расти— тельности	Формация	Класс ассоциаций	Группа ассоциаций	Ассоциация
ПРИКАСПИЙСКИЕ РАВНИННЫЕ СЕВЕРНЫЕ ПУСТЫНИ				
Пустын— ный	Лерхополынная *(Artemisieta lerchianae)*	Полукустар — ничково — лерхополынный *(Artemisieta lerchianae dwarf semi-shrubosa)*	Лерхополынная *(Artemisieta lerchianae)*	Лерхополынная *(Artemisia lerchianaj*
			Многолетнесолянково — лерхополынная *(Artemisieta lerchianae saltwortosa)*	Итсигеково — лерхополынная *(Artemisia lerchiana + Anabasis aphylla)*
		Злаково — лерхополынный *(Artemisieta lerchianae graminosa)*	Эфемероиднозлаково — лерхополынная *(Artemisieta lerchianae ephemeroid graminosa)*	Мятликово — лерхополынная *(Artemisia lerchiana - Poa bulbosa)*
			Ковыльно — лерхополынная *(Artemisieta lerchianae stiposa)*	Тырсиково — лерхополынная *(Artemisia lerchiana - Stipa sareptana)*
				Ковылково — лерхополынная *(Artemisia lerchiana - Stipa lessingiana)*
		Кустарниково — лерхополынный *(Artemisieta lerchianae shrubosa)*	Псаммофитнокустарник-ово — лерхополынная *(Artemisieta lerchianae psammophytic shrubosa)*	Лерхополынная с *Calligonum aphyllum (Artemisia lerchiana [- Calligonum aphyllum])*

Таблица 1 (продолжение).

Тип расти-тельности	Формация	Класс ассоциаций	Группа ассоциаций	Ассоциация
				Лерхополынная с *Calligonum aphyllum* и *Krascheninnikovia ceratoides* (Artemisia lerchiana [– *Calligonum aphyllum*, *Krascheninnikovia ceratoides*])
	Песчанополынная (Artemisieta arenariae)	Кустарниково-песчанополынный (Artemisieta arenariae shrubosa)	Псаммофитнокустарниково-песчанополынная (Artemisieta arenariae psammophytic shrubosa)	Джузгуново-песча-нополынная (Artemisia arenaria – Calligonum aphyllum)
	Чернополынная (Artemisieta pauciflorae)	Чернополынный (Artemisieta pauciflorae)	Чернополынная (Artemisieta pauciflorae)	Чернополынная (Artemisia pauciflora)
		Полукустарничково-чернополынный (Artemisieta pauciflorae dwarf semishrubosa)	Многолетнесолянково-чернополынная (Artemisieta pauciflorae saltwortosa)	Камфоросмово-чернополынная (Artemisia pauciflora + Camphorosma monspeliaca)
	Биюргуновая (Anabasieta salsae)	Биюргуновый (Anabasieta salsae)	Биюргуновая (Anabasieta salsae)	Биюргуновая (Anabasis salsa)
	Кокпековая (Atripliceta canae)	Кокпековый (Atripliceta canae)	Кокпековая (Atripliceta canae)	Кокпековая (Atriplex cana)
ВОСТОЧНОЗАКАВКАЗСКИЕ ПРЕДГОРНЫЕ ЮЖНЫЕ ПУСТЫНИ				
Пустынный	Душистополынная (Artemisieta fragrantis)	Злаково-душистополынный (Artemisieta fragrantis graminosa)	Эфемероиднозлаково-душистополынная (Artemisieta fragrantis ephemeroid graminosa)	Эфемероиднозлаково-душистополынная (Artemisia fragrans – Poa bulbosa, Catabrosella humilis)
	Шовицеполынная (Artemisieta szowitsianae)	Однолетниково-шовицеполынный (Artemisieta szowitsianae saltwortosa)	Однолетнесолянковошовицеполынная (Artemisieta szowitsianae annual saltwortosa)	Однолетнесолянково-шовицеполынная (Artemisieta szowitsianae – annual saltworts)
	Горносолянковая (Salsoleta nodulosae)	Злаково-горносолянковый (Salsoleta nodulosae graminosa)	Эфемероиднозлаково-горносолянковая (Salsoleta nodulosae ephemeroid graminosa)	Эфемероиднозлаково-горносолянковая с Artemisia fragrans (Salsola nodulosa – Poa bulbosa, Catabrosella humilis [– *Artemisia fragrans*])
	Вересковидносолянковая (Salsoleta ericoidis)	Злаково-вересковидносолянковый (Salsoleta ericoidis graminosa)	Эфемероиднозлаково-вересковидносолянковая (Salsoleta ericoidis ephemeroid graminosa)	Эфемероиднозлаково-солянковая с *Artemisia fragrans* (Salsola ericoides – Poa bulbosa, Catabrosella humilis [– *Artemisia fragrans*])
	Древовидносолянковая (Salsoleta dendroidis)	Злаково-древовидносолянковый (Salsoleta dendroidis graminosa)	Эфемероиднозлаково-древовидносолянковая (Salsoleta dendroidis ephemeroid graminosa)	Мятликово-древовидносолянковая с Artemisia fragrans (Salsola dendroides– Poa bulbosa [– *Artemisia fragrans*])

Ассоциации с одинаковым составом доминант и содоминант объединяются в группы ассоциаций, последние по принадлежности содоминантов к одной жизненной форме - в классы ассоциаций; классы ассоциаций с одинаковым составом доминант господствующего яруса - в формации (Шенников, 1938; Лавренко, 1941, 1947, 1959, 1962, 1982; Сукачев и др., 1957; Исаченко, Рачковская, 1961; Ниценко, 19Ь5, 1966, 1971).

Легенды к картам растительности основываются на классификациях, но не повторяют их. Расположение единиц легенды и классификации обычно разное. В классификации они располагаются в строго субординационном порядке; в легенде расположение единиц может быть иным. Выбор соответствующих таксономических единиц растительности для показа на карте обусловливается требованиями масштаба и особенностями распространения тех или иных типологических единиц растительного покрова.

В легендах используются единицы разного таксономического ранга. Так, для показа однородного покрова пустынного Прикаспия употребляются такие единицы таксономической классификации, как ассоциации и группы ассоциаций. Однако, одной из характерных черт растительности Прикаспийской низменности является неоднородность. Для ее отражения в легенде применяются территориальные единицы: комплексы, серии и сочетания. Комплекс представляет собой совокупность закономерно повторяющихся фитоценозов, распределение которых в пространстве обусловлено наличием различных форм микрорельефа и связанных с ними почвенных разностей. Комплексный покров характерен для равнин с суглинистыми и супесчаными засоленными почвами. Серия сообществ включает группу сообществ, сукцессионно связанных между собой и представляющих последовательные стадии смен в процессе формирования растительности на таких территориях, как пески или мелкосопочники (Рачковская, 1963; Исаченко, 1969; Грибова, Исаченко, 1972; Карамышева, Рачковская, 1973; Растительность Казахстана..., 1995). В Прикаспии серии использованы для показа растительности песков.

Своеобразными чертами растительного покрова Прикаспия являются не только комплексность и развитие серийной растительности, но и наличие неоднородности, которая создается частым чередованием территорий разного генезиса. Она отображается на карте такой территориальной единицей, как сочетание. Очень разнообразны сочетания злаково — лерхополынных пустынь на супесчаных почвах с комплексами на суглинистых почвах или сериями сообществ в песчаных массивах. Большая часть контуров характеризуется сложным содержанием. При планировании хозяйственных мероприятий необходимо учитывать это обстоятельство, ибо каждый компонент сочетания характеризуется своей степенью устойчивости к антропогенному воздействию.

Европейские равнинные пустыни: разнообразие, экология и география

Согласно ботанико — географическому районированию на равнинах пустынной области от ее границы с Евразиатской степной областью на севере до гор Копет —Данга и Тянь-Шаня на юге сменяются три широтные подзоны: северных, средних и южных пустынь (Прозоровский, Малеев, 1947; Лавренко, 1965; Рачковская, Сафронова, Храмцов, 1990). Северный Прикаспий лежит в пределах подзоны северных пустынь (Растительность СССР..., 1990; Сафронова, 1998б, 1999; Bohn et al, 2000).

Прикаспийские пустыни довольно однообразны. Заметную роль в растительном покрове на равнинах играют сообщества 5 формаций: 3 из них - формации полыней, доминирующих в Северном Прикаспии, 2 - многолетних солянок, занимающих в регионе небольшие площади. Одни из них обладают широкой экологической амплитудой, другие — узкой (таблица 2).

Сообщества формации восточнопричерноморско — западноказахстанской Artemisia lerchiana очень широко распространены в Прикаспии в разнообразных условиях - на равнинах с суглинистыми, супесчаными и песчаными почвами. К суглинистым почвам приурочены сообщества лерхополынной и многолетнесолянково — лерхополынной групп ассоциаций, к супесчаным - эфемероднозлаково — лерхополынной и ковыльно — лерхополынной, к песчаным - лерхополынной с участием псаммофильных кустарников и полукустарников.

Большие площади в регионе занимают полынники формации причерноморско — северотуранской А. атепапа, приуроченные к слабосвязным пескам. В них обычно заметно участие кустарников. Песчанополынные сообщества объединены нами в одну псаммофитнокустарниково — песчанополынную группу ассоциаций.

Таблица 2. Экологическая амплитуда пустынных формаций Северного Прикаспия и Восточного Закавказья. **Table 2.** Ecological amplitude of desert formations of the Northern Caspian region and the East Transcaucasian.

Формация	Пелитофитные			Геми — псаммо — фитные	Псаммо — фитные
	слабо засоленные	засоленные	сильно засоленные		
ПРИКАСПИЙСКИЕ РАВНИННЫЕ СЕВЕРНЫЕ ПУСТЫНИ					
Artemisieta lerchianae	+	+		+	+
Artemisieta pauciflorae			+		
Artemisieta arenariae					+
Anabasieta salsae			+		
Atripliceta canae			+		
ВОСТОЧНОЗАКАВКАЗСКИЕ ПРЕДГОРНЫЕ ЮЖНЫЕ ПУСТЫНИ					
Artemisieta fragrantis	+				
Artemisieta szowitsianae		+			
Salsoleta nodulosae			+		
Salsoleta erico id is			+		
Salsoleta dendroidis			+		

На солонцах и сильно солонцеватых почвах распространены сообщества формации казахстанско — северотуранской *A. pauciflora.* Часто эти сообщества одновидовые или с участием однолетников. На солончаковатых солонцах в их составе содоминирует *Camphorosma monspeliaca.* Сообщества данной формации объединены нами в две группы ассоциаций: чернополынную и многолетнесолянково — чернополынную.

На правобережье реки Урал (и далее на восток) большие площади заняты многолетнесолянковыми пустынями на засоленных почвах - одновидовыми сообществами *Anabasis salsa* и *Atriplex cana.*

В регионе довольно широко распространены солончаковые депрессии. Вокруг соров (солончаков, лишенных растительности) растительный покров образован сообществами гипергалофитных многолетних солянок, принадлежащих, главным образом, к таким формациям, как: сарсазановая *(Halocnemeta strobilacei),* поташниковая *(Kalidieta foliati),* обеоновая *(Atripleceta verruciferae),* кокпековая *(Atripleceta canae)* и однолетнесолянковая *(Saltworteta annua).*

Восточное Закавказье лежит в пределах подзоны предгорных южных пустынь. Пустыни Закавказья отличаются от пустынь Северного Прикаспия по формационному составу. Они представлены сообществами 2-х формаций полыней (туранского вида *Artemisia fragrans* и восточнозакавказского - *A. schowitsiana)* и 3-х формаций многолетних солянок (западноиранско —закавказских *Salsola nodalosa, S. ericoides* и ирано — туранской 5. *dendroides)* (таблица 1, 2). В составе пустынных сообществ постоянны эфемероиды: западносредиземный вид *Poa bulbosa* и казахстанско — туранский - *Catabrosella humilis*

Как и в Северном Прикаспии, в Восточном Закавказье встречаются солончаки. Кроме сообществ, принадлежащих к тем же четырем формациям, что и севернее (сарсазановой, поташниковой, обеоновой и однолетнесолянковой), для Закавказья характерны также сообщества соляноколосниковой *(Halostachydeta belangerianae),* поташниковая *(Kalidieta* caspici), шведовой *(Suaedeta microphyllae),* гамантусовой *(Gamantheta pilosi)* и зейдлицевой (*Zeidlitzieta floridae)* формаций.

В соответствии с малым разнообразием природных условий растительный покров Северного Прикаспия беден и представлен ограниченным наборам экотипов. На «Карте растительности Европы» хорошо видны особенности их распределения. К западу от р.

Волги огромные пространства равнин с супесчаными почвами заняты гемипсаммофитными мятликово —лерхополынными *(Artemisia lerchiana, Poa bulbosa)* пустынями, которые местами сочетаются с псаммофитными сообществами на песках: терескеново — лерхополынными *(Artemisia lerchiana, Krascheninnikovia ceratoides),* псаммофитнокустарниково — песчанополынными *(Artemisia arenaria, Calligonum aphyllum, Tamarix ramosissimum).* По границе со степями неширокой полосой выделяются пелитофитные комплексные пустыни. В зависимости от степени засоления почв в комплексах преобладают то лерхополынные сообщества (на менее засоленных разностях), то чернополынные (на более засоленных).

На междуречьи Волга-Урал господствуют псаммофитные пустыни. По занимаемой площади преобладают лерхополынные *(Artemisia lerchiana)* сообщества с участием то злаков *(Stipa lessingiana, S. sareptana),* то псаммофитных кустарников и полукустарников *(Calligonum aphyllum, Krascheninnikovia ceratoides)* на равнинных и увалистых закрепленных песках и на равнинах с песчаными почвами. Широко распространены песчанополынные *(Artemisia arenaria)* с постоянным участием *Calligonum aphyllum* сообщества, приуроченные к бугристым, бугристо — грядовым полузакрепленным пескам. Местами по барханными слабозакрепленными песками встречаются кустарниковые *(Calligonum aphyllum, Tamarix ramosissima, T. laxa)* пустыни.

Гемипсаммофитные мятликово —лерхополынные сообщества к востоку от р. Волги, как и к западу от нее, характерны, но по площади уступают псаммофитным вариантам. Лерхополынные и чернополынные комплексные пустыни на равнинах с суглинистыми почвами, как и на правобережье р. Волги, сосредоточены по границе со степной зоной. Кроме того, большой массив пелитофитных засоленных комплексных пустынь выделяется по правобережью р.Урал. В комплексах многолетнесолянковые сообщества преобладают над полынными. Подобные комплексы занимают большие площади восточнее р. Урал, т. е. на его правом берегу они находятся на западной границе своего ареала.

Характерной чертой растительного покрова Северного Прикаспия являются галофитные пустыни из многолетних полукустарничковых солянок *(Halocnemum strobilaceum, Atriplex verrucifera, Camphorosma monspeliaca, Atriplex cana* и др.) на солончаках, но к востоку от р. Волги они встречаются чаще и занимают большие площади.

Восточнозакавказские пустыни распространены на Кура —Араксинской низменности и узкой полосой по долине Аракса заходят довольно далеко вглубь Южного Закавказья. В западной части низменности в растительном покрове доминируют полынники из *Artemisia fragrans,* в восточной части - преобладает галофитная растительность: большие площади занимают сообщества полукустарничковых солянок *Salsola dendroides, S. ericoides* и *S, nodulosa.* По всему Восточному Закавказью местами на солончаковатых почвах встречаются сообщества эндемичной полыни *Artemisia szowitsiana.*

Европейские равнинные степи: разнообразие, экология и география

Степи в Европе занимают значительно большую территорию, чем пустыни. Евразиатская степная зона делится на широтные подзоны: среднюю - с дерновиннозлаковыми (сухими) степями и южную с полукустарничково— дерновиннозлаковыми (опустыненными) степями (Лавренко, 1942, 1956; Исаченко, Лавренко, 1976; Лавренко, Карамышева, Никулина, 1991; Огуреева и др., 1999 а, б).

Как и для пустынь, при классификации степной растительности, которую провела З. В. Карамышева, использовался тот же эколого — фитоценотический доминантно — детерминантный подход, а при построении легенды -зонально — типологический

принцип. В результате на карте удалось отразить широтные и долготные закономерности в распределении степных формаций (табл. 3).

Таблица 3. Широтные и долготные закономерности в распределении степных формаций на «Карте растительности Европы, м. 1 : 2 500 000» (Bohn et al, 2000а, б). **Table 3.** Latitudinal and longitudinal characters of steppe formations of the South — East Europe.

Подзона	Формация	Западно — причер — номор — ские	Центрально — причерно-морские	Заволж — ские	Северо — прикас — пийские
Северная (разнотравно — дерновиннозлаковая)	Stipeta tirsae	+	+		
	Stipeta ucrainicae	+			
	Stipeta zalesski			+	
	Stipeta lessingianae		+		
	Stipeta capillatae		+		
	Stipeta anomalae		+	+	
Средняя (дерновиннозлаковая)	Stipeta ucrainicae	+			
	Stipeta lessingianae		+	+	
Южная (полынно — дерновиннозлаковая)	Stipeta sareptanae				+
	Stipeta capillatae	+	+		
	Artemisieta pauciflorae				+

В северной подзоне степной зоны в составе сообществ, наряду с дерновинными злаками, обильно мезоксерофитное и ксерофитное разнотравье. Хорошо прослеживаются географические закономерности в распространении сообществ разных формаций. Так, сообщества формации *Stipa tirsa* встречаются от западной до восточной границ степей, 5. *ucrainica* - не заходят на восток за р. Волгу, в то время, как *S. zalesskii* - в основном являются заволжскими. Широко распространены в северной степной подзоне с господством разнотравно —дерновиннозлаковых степей сообщества еще 3-х формаций - *S. capillata, S. lessingiana* и *S. anomala.* Они приурочены, главным образом, к почвам легкого механического состава.

Степи с обильным разнотравьем сменяются к югу более ксерофитными дерновиннозлаковыми степями. В этой средней подзоне степной зоны господствуют сообщества ковылковой формации *(Stipa lessingiana}* или на западе, данный ковыль содоминирует в составе сообществ формации 5. *ucrainica.* Как в северной подзоне с разнотравно —дерновиннозлаковыми степями, так и в средней подзоне с дерновиннозлаковыми степями, обычным ковылем является *S. capillata.* Он содоминирует в составе ковылковых сообществ или доминирует в антропогенных вариантах.

В южной подзоне формируются самые ксерофитные степи — полукустарничково—дерновиннозлаковые опустыненные. В Европе они распространены только в восточной прикаспийской части степной зоны. В составе сообществ в качестве содоминантов всегда участвуют полукустарничковые полыни, такие как *Artemisia taurica, A. lerchiana.* Доминирующую роль в растительном покрове играют сообщества формации *S. sareptana.*

В южной подзоне, и в меньшей степени в средней - в подзоне дерновиннозлаковых степей, местами большие площади занимают солонцы с полукустарничковыми сообществами, причем на корковых солонцах в них преобладает *Artemisia pauciflora,* а на более глубоких - *A. lerchiana.*

Таблица 4. Экологическая амплитуда степных формаций по «Карте растительности Европы, м. 1 : 2 500 000» (Bohn et al, 2000а, б**). Table 4.** Ecological amplitude of steppe formations of the South-East Europe.

Формация	Подзона	Экотип	Ассоциация, группа ассоциаций, комплекс
Stipeta tirsae	Северная	пл	Богаторазнотравно — ковылково — ковыльная со *Stipa ucrainica* (S. tirsa + S. lessigiana - Herbae stepposae plurimae [- *Stipa ucrainica*]) Богаторазнотравно — ковылково — ковыльная со *Stipa zalesskii* (S. tirsa + S. lessingiana - Herbae stepposae plurimae [- *Stipa zalesskii*])
Stipeta zalesski	Северная	пл	Богаторазнотравно — коржинскоковыльно — залесскоковыльная (Stipa zalesskii + S. korshinskyi [- Herbae stepposae plurimae])
		пл	Разнотравно— залесскоковыльная со Stipa korshinskyi (S. zalesskii - Herbae stepposae [- *Stipa korshinskyi*])
Stipeta ucrainicae	Северная	пл	Разнотравно — ковылково— украинскоковыльная с *Caragana mollis* (Stipa ucrainica + S. lessingiana - Herbae stepposae [- *Caragana mollis*])
	Средняя	пл	Ковылково—украинскоковыльная (Stipa ucrainica + S. lessingiana)
		пл гал	Ковылково — украинскополынная (Stipa ucrainica + S. lessingiana) в комплексе с сантоникополынно — прутняково — типчаковой (Festuca valesiaca - Kochia prostrata + Artemisia santonicum) на солонцеватых почвах
Stipeta anomalae	Северная	гпс пс	Разнотравно —змеевково— тырсово — ковыльная с *Agropyron fragile* (Stipa anomala + S. capillata ■(Cleistogenes squarrosa - Herbae stepposae [- *Agropyron fragile*])
		пс	Разнотравно — злаково — ковыльная с *Artemisia marschalliana* (Stipa anomala + Agropyron spp., Festuca beckeri - Herbae stepposae *{-Artemisia marschalliana])*
Stipeta capillatae	Северная	гпс	Разнотравно — змеевково — ковыльно — тырсовая (Stipa capillata + S. anomala + Cleistogenes squarrosa - Herbae stepposae)
	Средняя	пс	Колосняково — тырсовая со *Stipa caspia* (S. capillata + S. anomala - Leymus racemosus [- *Stipa caspia*])
	Южная	гпс гал	Полынно — типчаково — ковылково — тырсовая (Stipa capillata + S. lessingiana + Festuca valesiaca - Artemisia taurica, A. santonicum])
Stipeta lessingianae	Северная	пл	Разнотравно — тырсово — ковылковая со *Stipa zalesskii* (S. lessingiana + S. capillata - Herbae stepposae [- *Stipa zalesskii*])
	Средняя	пл	Ковылковая (Stipa lessingiana)
		пл гал пл гал	Ковылковая (Stipa lessingiana) в комплексе с сантоникополынно — прутняково — тчпчаковой (Festuca valesiaca - Kochia prostrata + Artemisia santonicum) на солонцеватых почвах, изредка с чернополынной (Artemisia pauciflora)
			Пустынножитняково — типчаково — ковылковая (Stipa lessingiana + Festuca valesiaca + Agropyron desertorum) в комплексе с черно — полынной (Artemisia pauciflora) на солонцах
		гпс	Тырсово — ковылковая (Stipa lessingiana + S. capillata)
		гпс гал	Тырсово — ковылковая (Stipa lessingiana + S. capillata) в комплексе ромашниково — прутняково — чернополынной (Artemisia pauciflora + Kochia prostrata + Tanacetum achilleifolium) на солонцах

Таблица 4 (продолжение). Экологическая амплитуда степных формаций по «Карте растительности Европы, м. 1 : 2 500 000» (Bohn, 2000а, б). **Table 4.** Ecological amplitude of steppe formations of the South —East Europe.

Формация	Подзона	Экотип	Ассоциация, группа ассоциаций, комплекс
Stipeta sareptanae	Южная	пл	Лерхополынно — ковылково — тырсиковая (Stipa sareptana + S. lessingiana - Artemisia lerchiana) в комплексе с прутняково — чернополынной (Artemisia pauciflora + Kochia prostrata) на солонцах
		пл ум. гал	Полынно — тырсиковая (Stipa sareptana + S. lessingiana, S. capillata - Artemisia taurica, A. lerchiana)
		пл гал	Полынно — тырсиковая (Stipa sareptana + S. lessingiana, S. capillata - Artemisia taurica, A. lerchiana) в комплексе с камфоросмово — чернополынной (Artemisia pauciflora + Camphorosma monspeliaca) на солонцах
Artemisieta pauciflorae	Южная	пл гал	Ромашниково — прутняково — чернополынная (Artemisia pauciflora + A. lerchiana + Kochia prostrata + Tanacetum achilleifolium) в комплексе с ковыльно — типчаково — пустынножитняковой (Agropyron desertorum + Festuca valesiaca + Stipa sareptana, S. lessingiana)
			Злаково — чернополынная (Artemisia pauciflora + A. lerchiana - Leymus ramosus, Agropyron desertorum, Stipa sareptana, Festuca valesiaca) в комплексе с чернополынной (Artemisia pauciflora) и кокпековой (Atriplex сапа), восточнее Волги - и с биюргуновой (Anabasis salsa) на солончаковатых солонцах.

Примечание. Экотипы: пл - пелитофитный на глинистых почах; пл ум. гал. -пелитофитный умеренно галофитный на глинистых слабозасоленных почвах; пл гал -пелитофитный на глинистых засоленных почвах; гпс - гемипсаммофитный на супесчаных почвах; пс - псаммофитный на песчаных почвах. Подзоны: северная - с господством богаторазнотравно — и разнотравно —дерновиннозлаковых степей на плакорах; средняя - с господством дерновиннозлаковых (сухих) степей на плакорах; южная - с господством полынно —дерновиннозлаковых (опустыненных) степей на плакорах (Огуреева и др., 1999а, б

При анализе карты нам удалось в табличной форме показать экологическую амплитуду ведущих степных формаций (таблица 4). Формации трех ковылей - *Stipa tirsa, S. zalesskii* и *S. anomala* распространены только на севере степной зоны в разнотравно — (и богаторазнотравно —) дерновиннозлаковых степях, причем сообщества *S. anomala* приурочены к песчаным почвам и пескам. Фитоценотический оптимум формации *S. sareptana* лежит в подзоне южных полынно —дерновиннозлаковых степей, а формаций *S. ucrainica и Stipa lessingiana* - в подзоне средних дерновиннозлаковых степей. Последние две ф).ормации играют заметную роль и севернее, но не повсеместно, а в определенных условиях - на легких или каменистых почвах. Формация *S. capillata* характерна для всех подзон, но тырсовые сообщества, в основном, связаны с почвами легкого механического состава.

К сожалению, степная зона, практически, полностью распахана. Однако в настоящее время в связи с изменением интенсивности хозяйственной деятельности человека местами начался процесс восстановления степей.

Подитоживая проведенный материал необходимо отметить, что для показа однородного растительного покрова наиболее эффективным является выделение ассоциаций и группы ассоциаций, а неоднородного — комплексов, серий и сочетаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Благовещенский Э.Н.* О пустынном типе растительности // Проблемы освоения пустынь. 1968. №5. С. 14-24.
2. *Грибова С.А., Исаченко Т.Н.* Картирование растительности в съемочных масштабах // Полевая геоботаника. Л. 1972. Т. IV. С. 137-326.
3. *Грибова С.А., Карамышева З.В., Нейхейсл Р., Юрковская Т.К.* Карта растительности Европы и вопросы классификации // Геоботаническое картографирование 1988. Л.

1988. С. 3-13.
4. *Ильин М.М.* Природа пустынного растения (эремофита) в свете растениеводческого познания пустынь // Пустыни СССР и их освоение. М.; Л. 1950. С. 56-77.
5. *Исаченко Т.И.* Сложение растительного покрова и картографирование // Геоботаническое картографирование 1969. Л. 1969. С. 20-33.
6. *Исаченко Т.И., Рачковская Е.И.* Основные зональные типы степей Северного Казахстана // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3: Геоботаника. Л. 1961. Вып. 13. С. 133-397.
7. *Карамышева З.В., Рачковская Е.И.* Ботаническая география степнойчасти Центрального Казахстана. Л. 1973.278 с.
8. *Коровин Е.П.* Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. Ташкент. 1961. Кн. 1. 452 с.
9. *Лавренко Е.М.* К вопросу о типологии растительности пустынных частей СССР //Сов. ботаника. 1941.N 3. С. 157-161.
10. *Лавренко Е.М.* О провинциальном расчленении Евразиатской степной области // Ботан. журн. 1942. Т. 27. №6. С. 136-142.
11. *Лавренко Е.М.* Принципы и единицы геоботанического районирования // Геоботаническое районирование. М.; Л. 1947. С. 9-13.
12. *Лавренко Е.М.* Степи и сельскохозяйственные земли на месте степей // Растительный покров СССР: Пояснительный текст к «Геоботанической карте СССР м. 1 : 4 000 000». М.; Л. 1956.Т. 2. С. 595-730.
13. *Лавренко Е.М.* Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения // Полевая геоботаника. М.; Л. 1959.Т. 1. С. 13-75.
14. *Лавренко Е.М.* Основные черты ботанической географии пустынь Евразии и Северной Африки. М.; Л. 1962.169 с. (Комаровские чтения, XV).
15. *Лавренко Е.М.* Провинциальное разделение Центральноазиатской и Ирано — Туранской подобластей Афро —Азиатской пустынной области // Ботан. журн. 1965. Т. 50. №1. С. 3-15.
16. *Лавренко Е.М.* Растительные сообщества и их классификация // Ботан. журн. 1982. Т. 67. №5. С. 572-580.
17. *Лавренко Е.М., Исаченко Т.Н.* Зональное и провинциальное ботанико - географическое разделение Европейской части СССР // Известия всесоюзн. геогр. общ. 1976. Т. 108. №6.
18. *Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И.* Степи Евразии. Л. 1991.146 с.
19. *Ниценко А.А.* О фитоценотипах // Ботан. журн. 1965.Т. 50. №6. С. 797-810.
20. *Ниценко А.А.* О критериях выделения растительных ассоциаций // Ботан. журн. 1966. Т. 51. №8. С. 1085-1094.
21. *Ниценко А.А.* О типе растительного покрова // Ботан. журн. 1971. Т. 56. №4. С. 559- 562.
22. *Огуреева Г.Н., Сафронова И.Н., Юрковская Т.К., Микляева И.М., Котова Т.В.* «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий». Карта для высших учебных заведений м 1 : 8 000 000. М. ТОО «ЭКОР». 1999а. На 2 листах.
23. *Огуреева Г.Н., Сафронова И.Н., Юрковская Т.К., Микляева И.М., Котова ТВ.* «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий». Пояснительный текст и легенда к карте м 1 : 8 000 000. М. 1999б. 64 с.
24. *Прозоровский А.В., Малеев В.П.* Азиатская пустынная область // Геоботаническое районирование СССР. М.; Л. 1947. С. 111-147.
25. Растительность Казахстана и Средней Азии 1995. (в пределах пустынной области), М. 1 : 2 500 000. Пояснительный текст и легенда к карте. СПб. 130 с.
26. Растительность СССР. Карта м 1 : 4 000 000 для высших учебных заведений. М, 1990. На 4 листах.
27. *Рачковская Е.И.* Типы комплексов растительного покрова сухой степи Центрального

Казахстана и их классификация // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3: Геоботаника. М.; Л. 1963. Вып. 15. С. 159-173.

28. *Рачковская Е.И.* Классификация пустынной растительности // Пустыни Заалтайской Гоби. М. 1986.С. 96-106.
29. *Рачковская Е.И.* Принципы классификации пустынной растительности // Седьмое Всесоюз. совещание по классификации растительности, 13-15 сентября 1989 г, г. Минск - пос. Домжерицы: Тез. докл. Минск. 1989.С. 95-96.
30. *Рачковская Е.И.* Растительность Гобийских пустынь Монголии. СПб. 1993. 134 с.
31. *Рачковская Е.И., Сафронова И.Н., Храмцов В.Н.* К вопросу о зональности растительного покрова пустынь Казахстана и Средней Азии // Ботан. журн. 1990. Т. 75. №1. С. 17-26.
32. *Рачковская Е.И., Сафронова И.Н., Храмцов В.Н., Акжигшпова Н.И., Бер-дыев Б.Б, Востокова Е.А., Вышивкин Д.Д., Каленов Г.С., Калибернова Н.М., Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б., Никольская Н.И., Новикова С.С, Огарь Н.П., Плисак Р.П.* Проект легенды мелкомасштабной карты растительности пустынь Казахстана и Средней Азии // Геоботаническое картографирование 1989. Л., 1989. С. 3-40.
33. *Сафронова И.Н.* Пустыни Мангышлака (очерк растительности) // Труды Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН. Вып. 18. СПб. 1996. 212 с.
34. *Сафронова И.Н.* Ecological classification of shrubs and semishrubs in Temperate Deserts of Eurasia // Proceedings of the 41st Symposium of IAVS. Uppsala. 2000a. Opulus Press, Sweden. C 120-122.
35. *Сафронова И.Н.* Кустарниковые и полукустарниковые пустыни Прикаспия и Западного Турана // Ботан. журн.. 20006. Т. 85. №2. С. 27-34.
36. *Сафронова И.Н.* Фитоценотическая характеристика полынников Мангышлака - Artemisieta terrae-albae, Artemisieta lerchianae и Artemisieta kemrudicae // Ботан, журн. 1998а. Т. 83, №4. С. 16-29
37. *Сафронова И.Н.* Некоторые актуальные вопросы ботанической географии Северного Прикаспия // Проблемы ботанической географии. К 80 -летию кафедры биогеографии Санкт-Петербургского Государственного Университета. СПб. 1998б. С. 100-106.
38. *Сафронова И.Н.* Об общих закономерностях распространения растительного покрова на Прикаспийской низменности и влиянии антропогенного фактора // Биол. проблемы и перспективы их изучения в регионах Каспийского моря. Материалы Всероссийской конференции, посвященной 25-летию Прикаспийского Ин-та биол. ресурсов ДНЦ РАН. Махачкала. 1999. С. 45 — 49.
39. *Сочава В.Б.* Вопросы классификации растительности, типологии физико - географических фаций и биогеоценозов. Классификация растительности и геоботаническая картография // Вопросы классификации растительности. Тр. Ин- та биологии. Уральский филиал АН СССР. Свердловск. 1961. Вып. 27. С. 5-22.
40. *Сочава В.Б.* Классификация растительности как иерархия динамических систем // Геоботаническое картографирование 1972. Л. 1972. С. 3-18.
41. *Сочава В.Б.* Растительный покров на тематических картах. Новосибирск: 1979. 190 с.
42. *Сукачев В.Н., Зонн С.В., Мотовилов Г.П.* Методические указания к изучению типов леса. М. 1957. 115 с.
43. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб. 1995. 992 с.
44. *Шенников А.П.* Луговая растительность СССР // Растительность СССР. М.; Л. 1938. Т. 1. С. 429-637.
45. *Bohn U., Gollub G., Hettwer Ch. (red.)* Map of the Natural Vegetation of Europe. Scale 1 : 2 500 000. Bonn-Bad-Godesberg. Germany. 2000a. 9 Sheets.
46. *Bohn U., Gollub G.., Hettwer Ch. (red.),* Map of the Natural Vegetation of Europe. Scale 1 : 2 500 000. Legend. Bonn-Bad-Godesberg. Germany. 2000a. 153 p.

USING OF ECOLOGYCAL-PHYTOCOENOTICAL CLASSIFICATION OF DESERTS AND STEPPES FOR THE VEGETATION MAP OF EUROPE, S 1 : 2 500 000

© 2002. I.N. Safronova
Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Science
197376, Russia, St.-Petersburg, Prof. Popov Str., 2
E-mail: irinasaf@is1189.spb.edu

In Europe Deserts and Steppes are concentrated in the South-East. The boundary between the Eurasian Steppe Region and the Sahara-Gobian one coinsides approximately with the limit between areas of the light-chesnut and braun soils and runs in the Caspian Region along the Kuma River (Cis-Caucasus), then to the North along the eastern macroslope of Ergeni Height (Kalmyk Republic) up to 48° N and along this parallel to the East.

In most cases the desert plant communities are well diagnozed according to dominant and codominant species. According to this cause our classification of the desert vegetation belongs to the ecological-phytocoenotical dominant-determinant ones. Classification has hierarchic structure. While its creating we use such taxonomic units as association, group of associations, class of associations, formation.

The map legends are based upon classifications but not repeat them. The choice of corresponding vegetation units for showing on map is determined by the scale demands and distribution of some typological units inside the mapping territory.

In the legend the units of different taxonomical rank are used. So, to show monotonous cover of the Northern Caspian Desert Region such classification units, as associations and groups of associations, are dealt with. However, one of the specific characters of vegetation in the Northern Caspian Region is its heterogeneity. To reflect this feature in the legend the territorial units are used: complex, series, combination.

European plain deserts are rather uniform. In their vegetation cover communities of 5 formations play the noticeable role: Artemisieta lerchianae, Artemisieta arenariae, Artemisieta pauciflorae, Anabasieta salsae, Atriplexeta canae. 5 other formations are characteristic for the deserts of East Transcaucasus Region: Artemisieta fragrantis, Artemisieta szowitsianae, Salsoleta nodulosae, Salsoleta ericoidis, Salsoleta dendroidis.

Steppes in Europe occupy much bigger territory in comparison with Deserts area. As in the case of deserts, at the classification of steppe vegetation the same ecological-phytoccoenotical dominant-determinant approach has been used and at the construction of the legend - the zonal-typological principle. As a result it has been gained to show on the smalscale map the latitudinal and longitudinal regularities, ecological amplitude of 8 steppe formations: Stipeta tirsae, Stipeta zalesski, Stipeta lessingianae, Stipeta capillatae, Stipeta anomalae, Stipeta ucrainicae, Stipeta sareptanae, Artemisieta pauciflorae.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2002, том 8, № 16

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

УДК 581.5

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПАСТБИЩ СЕВЕРА ПРОВИНЦИИ ХОРАСАН (Исламская республика Иран)

© 2002 г. Н.Хассани[1], А.С.Фрид[2], М.Нурбердыев[3], Х.Таваколи[4]

[1]*Факультет животноводства Расуле Акраме университета Джаме, Дамган, Иран*
[2]*Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 109017, Москва, Пыжевский пер.7, Россия*
[3]*Институт пустынь. Ашхабад, Туркменистан*
[4]*Центр по исследованию природных ресурсов и животноводства провинции Хорасан, Иран*

Пастбищное животноводство является традиционным в Иране, и обеспеченность хорошего состояния кормовых угодий является постоянной заботой местных жителей, научных работников и руководителей. Один из важнейших факторов здесь - уровень пастбищной нагрузки, определяемый числом голов скота на 1 гектар. С этим вопросом связаны и основные цели и задачи работы. Впервые в провинции Хорасан проведены систематические четырехлетние исследования по продуктивности пастбищ при трех уровнях пастбищной нагрузки с учетом трех уровней высот над уровнем моря. Настоящая работа входит в государственную программу Исламской республики Иран "Агрометеорологическая оценка, прогноз и управление продуктивностью аридных и полуаридных пастбищ провинции Хорасан".

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в местах расположения 13 синоптических и климатических (далее климатических) станций северного Хорасана. Объектами были вытянутые площадки на пастбищных угодьях (трансекты) длиной 150 — 200 м и шириной 2 м для травянистой и полукустарниковой растительности (1000-1500 м — абсолютные высоты), либо длиной 300 — 400 м и шириной 4 м для крупнокустарниковой растительности на меньших абсолютных высотах, согласно рекомендациям Н.Т. Нечаевой (1970). Всего около каждой станции закладывали 9 вариантов площадок: три уровня пастбищной нагрузки (заповедная территория без выпаса, нормальный выпас — 1 голова среднего рогатого скота на 1 га в год, избыточный выпас — 2 и более голов); три градации по высоте над уровнем моря (500 — 1000 м — "равнина", 1000-1500 м — "предгорье", более 1500 м — "горы"). Во всех случаях выбирались типичные элементы рельефа, южной экспозиции.

Образцы почв для лабораторных анализов отбирались на площадках с нормальным выпасом скота, поэтому они лишь условно отражали различия почвенных условий между станциями, но не между конкретными площадками. Использовали бур до глубины 50 см в случайных точках отбора (в среднем 22 точки), составляя один смешанный образец с трансекты.

В образцах почв определяли pH водное, удельную электропроводность почвенной пасты (Ec), содержание трех гранулометрических фракций (песок — 0.074-4.75 мм, пыль - 0.005 — 0.074 мм, ил — меньше 0.005 мм) и среднюю скорость инфильтрации за 6| часов. Почвы оказались близкими к нейтральным и незаселенными при разнообразном гранулометрическом составе (от рыхлых песков до тяжелых суглинков).

При учете растительности выявлено 38 семейств, включающих более 100 родов растений. Для каждого рода измеряли проективное покрытие на опытных площадках в среднем за 4 года. Продуктивность травянистой растительности оценивали путем ежегодного учета урожайности за 1996—1999 гг. на учетных площадках в 1 м2 расположенных через 10 м внутри трансект (выбирая визуально разные уровни продуктивности). Травянистая растительность срезалась на высоте 1-2 см от поверхности земли. Учет урожая полукустарников и кустарников проводили с помощью типичных экземпляров: на всей площади трансекты подсчитывали количество кустарников и полукустарников по видам и по

величине (крупные, средние, мелкие). Кормовой массой у большинства кустарников и полукустарников являются однолетние побеги, поэтому срезали именно их (секатором). Срок учета урожая — переход температуры воздуха через 20°С весной или фаза цветения, когда дальнейший прирост надземной массы практически прекращается. Воздушно — сухая растительная масса пересчитывалась на 1 га.

Агрометеорологическая информация собиралась нами из отчетов климатических станций, затем усреднялась нами по годам в целом (22 показателя) и для каждого месяца (9 показателей).

Результаты и их обсуждение

Продуктивность изученных пастбищ характеризуется средней за 4 года урожайностью трав, полукустарников и суммарной для разных климатических станций, уровней пастбищной нагрузки и относительных высот над уровнем моря. Дисперсионный анализ этих данных показал, что влияние условий нахождения станций (как некоего обобщенного фактора) на суммарную урожайность невелико и незначимо; в то же время, доля влияния уровня пастбищной нагрузки составляет 42 — 46%, абсолютной высоты пастбища — 19 — 25%, взаимодействия этих факторов 10—11% (все значимы на уровне 0.01). То есть до 80% варьирования средней многолетней урожайности пастбищ в регионе определяется двумя факторами. Иллюстрацией этому служат данные (табл. 1.) по урожайности сгруппированы по этим двум факторам.

Таблица 1. Зависимость продуктивности пастбищ северного Хорасана от абсолютной высоты и пастбищной нагрузки, кг/га. **Table 1.** Dependence between the productivity of pasture areas (kg/ha), absolute altitude and the grazing level in the northern part of Horasan province.

Пастбищная нагрузка	Высота местности, (нижние границы интервалов)						
	640	900	1160	1420	1680	1940	2200
	Травы						
Без выпаса	59	80	132	143	152	184	200
Нормальный выпас	48	60	70 12	84 23	74 11		
Избыточный выпас	25	34					
	Полукустарники						
Без выпаса	119	177	313	273	329	348	354
Нормальный выпас	105	116	196	183	204		
Избыточный выпас	92	77	77	90	92		
	Суммарная урожайность						
Без выпаса	178	256	445	415	481	532	554
Нормальный выпас	153	176	268	267	279		
Избыточный выпас	117	112	89	113	103		

Видно, что с увеличением пастбищной нагрузки урожайность закономерно падает на всех высотах; в то же время, она наиболее интенсивно растет с высотой при отсутствии выпаса, медленнее — при нормальном выпасе и практически не меняется при избыточном выпасе. Урожайность полукустарников в 2 и более раз превышает урожайность трав. Так как изменение метеоданных с высотой местности не известно, то при дальнейших статистических анализах высота выступает у нас как отдельный дополнительный фактор.

Результаты дисперсионного анализа зависимости варьирования суммарной среднемноголетней урожайности от годовых значений климатических показателей следующие. При отсутствии выпаса основной вклад дает высота местности (55%), меньше — годовые осадки (12%) и другие. При нормальном выпасе вклад высоты несколько меньше (43%), а осадков — больше (20%); заметна связь и с другими факторами. При избыточном выпасе выделение определенных связей становится проблематичным, так как информация довольно равномерно размазывается на десятки по — отдельности значимых

климатических показателей и их парных взаимодействий, в результате чего можно выбирать произвольное их сочетание. По-видимому, можно сказать, что избыточный выпас приводит почвенно-растительный покров пастбища в хаотическое состояние, в котором ни один из изученных здесь факторов не может проявить своего определенного влияния.

Получены регрессионные уравнения соответствующих связей; здесь приведены основные значимые закономерности.

Без выпаса: У = 468 - 36650*Т/Н + 1.156*Ос, R2 = 0.63, s = 94.

Нормальный выпас:

У = - 348 4- 0.8219*Н - 0.2612*10^{-3}*Н^2 + 0.4262*Ос - 0.3916*10^{-2}*G^2,

R^2 = 0.68, s = 40.

Здесь У — средняя многолетняя суммарная урожайность (кг/га), Т — средняя годовая температура воздуха (°С), Н — высота над уровнем моря (м), Ос — средние годовые осадки (мм), G — среднее число засушливых дней в году по Госену (Климат Хорасана, 1991), R2 — коэффициент детерминации, s — средняя квадратическая ошибка уравнения (кг/га).

Аналогичный анализ связи с сезонными климатическими показателями (с целью уточнения критических сезонов) показал: без выпаса 50 — 56% вариации урожайности определяется высотой и по 10—12% осадками и средней температурой весной и другими факторами; при нормальном выпасе — 41—45% — высотой и по 11 — 17% осадками и средней температурой весной; при избыточном выпасе 22 — 35% связано с осадками осенью, 15 — 26% — с осадками весной и меньше — с другими показателями. Уравнения связи:

Без выпаса: У = 658 - 0.2178*10-3*Н2 - 27.45*Освесной + 0.02306*Н*Освесной, R2 = 0.60, s = 97.

Нормальный выпас: У = 173 - 0.6553* 10-4*Н2 4- 12.31*Освесной - 12990*Освесной/Н + 11.07*Мвесной + 3.796*Ососенью, R2 = 0.68, s = 41.

Избыточный выпас: У = 68 + 0.07303*Освесной*Ососенью, R2 = 0.40, s = 24, уровень значимости уравнения 0.10.

Здесь М — число дней с замерзшей почвой. Отсюда видно, что наиболее тесные связи получаются с климатическими показателями весны и осени. Учет почвенных показателей не дал существенного повышения точности уравнений связи.

Дополнительно были получены уравнения связи средней суммарной урожайности со средними запасами продуктивной влаги (w) в почве во второй декаде мая по всем станциям вместе для разных высот и уровней пастбищной нагрузки. Здесь имеются хорошие корреляции даже для избыточного выпаса.

Без выпаса	"Равнины"	y = 5 4- 10.87*w	r = 0.92
	"Предгорья"	y = 51 + 7.85*w	r = 0.81
	"Горы"	y = 45 + 9.8*w	r = 0.97
Нормальный выпас	"Равнины"	y = 31 4- 8.58*w	r = 0.84
	"Предгорья"	y = 7 + 8.96*w	r = 0.81
	"Горы"	y = - 88 + 14.14*w	r = 0.97
Избыточный выпас	"Равнины"	y = - 59 + 13.45*w	r = 0.85
	"Предгорья"	y = - 3 + 8.73*w	r = 0.95
	"Горы"	y = 43 + 3.78*w	r = 0.74

Другой использованный здесь подход — расчет вероятных границ найденных выше информативных показателей (по исходным данным) для трех уровней средней многолетней продуктивности пастбищ (табл. 2 — 3). В качестве границ приняты квантили,

интервалы между которыми соответствуют 50% (квартили) и 90% вероятности того, что значение показателя соответствует выбранному уровню урожайности.

Таблица 2. Вероятные границы климатических показателей и высоты местности для трех уровней средней суммарной урожайности пастбищ без выпаса. **Table 2.** Probable limits of climatic indices and the altitude for three levels of yields estimated by average in the pastures without grazing/

Показатель		Урожайность, кг/га	
		90%	50%
Высота, м	> 500 300-500 < 300	1230-2430 990-2220 720-1310	1450-2090 1230-1790 870-1120
Годовые осадки, мм	> 500 300-500 < 300	209-328 183-290 183-322	232-297 199-252 203-271
Число за сушливых дней по Госену	> 500 300-500 < 300	146-184 153-199 147-198	156-178 165-192 162-190
Осадки весной,мм	> 500 300-500 < 300	33-49 26-48 25-49	36-44 32-40 31-41

Таблица 3. Вероятные границы климатических показателей и высоты местности для трех уровней средней суммарной урожайности пастбищ с нормальным выпасом. **Table 3.** Probable limits of climatic indices and the altitude for three levels of yields estimated by average in the pastures with regulated grazing.

Показатель		Урожайность кг/га	
		90%	50%
Высота, м	> 300 220-300 < 220	1380-1850 990-1760 790-1710	1490-1740 1170-1560 900-1340
Годовые осадки,мм	> 300 220-300 < 220	226-327 193-321 182-317	243-298 211-272 200-261
Число засушливых дней по Госену	> 300 220-300 < 220	146-184 146-198 151-199	155-177 158-185 171-193
Осадки весной,мм	> 300 220-300 < 220	33-49 26-49 26-44	36-45 33-42 31-40
Осадки осенью,мм	> 300 220-300 < 220	13-27 10-26 8-26	16-24 12-19 10-18
Число дней с замерзшей почвой весной	> 300 220-300 < 220	4-7 3-7 3-7	5-6 5-6 4-6

Флора северной части провинции Хорасан представлена 272 видами высших растений, относящихся к 141 роду и 38 семействам. По количеству видов наибольшее значение имеют такие семейства, как сложноцветные *(Compositae)*, злаки (*Gramineae)*, маревые (*Chenopodiaceae)*, бобовые *(Leguminosae)*, гречишные (*Polygonaceae}* и крестоцветные *(Cruciferae)*. Общее количество представителей этих семейств составляет 58% всего видового состава исследуемого нами района.

Из семейства сложноцветных доминирующую роль играют виды полыни: *Artemisia herba-alba* и *A. aucheri*. Из маревых главные виды: *Salsola gemmascens, S. richteri, S. rigida*, а также ряд однолетних солянок. В семействе бобовых доминантами являются *Astragalus, Lotus, Alhagi comelurum, Trigonella, Medicago* и др.

Имеются разные жизненные формы. В группу деревьев входят такие виды, как *Pistacia* и *Amygdalus* в предгорьях и горах, играющие роль доминантов и эдификаторов и имеющие большое значение в строении растительного покрова. Среди кустарников, полукустарников, полукустарничков доминантами являются *Salsola, Astragalus, Artemisia,* В группу многолетних длительно вегетирующих растений входят Alhagi, *Agropyron* и др., являющиеся доминантами некоторых растительных сообществ. В более богатую группу эфемероидов входят *Carex, Physodes, Poa bulbosa*, представители семейств лилейных, ирисовых и др. Наименьшее значение имеют двухлетние растения. Изредка встречаются длительно вегетирующие однолетние растения летнего и летне — осеннего периода развития, например, однолетние солянки и др. Наиболее многочисленной группой являются представители семейств *Compositae, Graminae, Leguminosae, Chenopodiaceae* и др.

Связь проективного покрытия и средней за 4 года суммарной урожайности оценивали с помощью дисперсионного и корреляционного анализов, как для всей выборки в целом, так и для отдельных групп площадок, различающихся по относительным высотам и уровням пастбищной нагрузки.

Установлено: 1) суммарные урожайности и суммарные проективные покрытия при разных уровнях нагрузки очень сильно различаются (380 и 65, 230 и 39, 110 кг/га и 22% с ростом нагрузки), а внутри этих групп теснота связи урожайности и проективного покрытия резко падает до нуля с ростом уровня нагрузки (коэффициенты корреляции, соответственно, 0.63, 0.43 и 0.05; первые два значения значимы на уровне 0.01); 2) показатели урожайности и проективного покрытия при разных относительных высотах различаются не столь сильно, а связи между ними внутри соответствующих групп стабильно высоки и значимы на уровне 0.01 (коэффициенты корреляции 0.76, 0.88 и 0.84, соответственно, от "равнин" к "горам"). Все это позволило получить уравнения регрессии:

- для "равнин" У = 75 + 2.890*ПП,

R^2 = 0.58, уровень значимости для уравнения 0.01, для коэффициентов 0.001; s = 41;

- для "предгорий" У = - 33 + 6.814*ПП,

R^2 = 0.77, уровень значимости для уравнения 0.0005, для коэффициента регрессии 0.01, свободный член незначим; s = 74;

- для "гор" У = - 71 + 7.252*ПП,

R^2 = 0.70, уровень значимости для уравнения 0.0005, для коэффициента регрессии 0.001, для свободного члена 0.20; s = 97.

Здесь У — средняя многолетняя суммарная урожайность пастбища, кг/га, ПП -суммарное проективное покрытие (диапазон от 12 до 85%).

Из уравнений можно видеть, что на "равнинах" зависимость более слабая и менее тесная, чем на больших высотах.

Далее оценили связь суммарного проективного покрытия с уровнем пастбищной нагрузки и относительной высотой местности. Найдено, что влияние обоих этих факторов значимо (на уровне 0.0005) и составило 82% для уровней нагрузки и 10% для относительных высот, то есть эти два фактора практически полностью определяют варьирование суммарного проективного покрытия на изученной территории; с ростом нагрузки суммарное покрытие падает, а с ростом высоты — растет (таблица 4).

Таблица 4. Изменение суммарного ПП (%) в зависимости от уровня пастбищной нагрузки и относительной высоты местности. **Table 4.** Changes in the projecting cover of pastures (%) due to the level of grazing and relative elevation of pasture areas.

Нагрузка	Высота, м		
	Равнины	Предгорья	Горы
Без выпаса	55	67	73
Нормальный выпас	31	39	46
Избыточный выпас	17	22	27

Далее провели группировку всех изученных площадок по сходству долей проективного покрытия, занимаемых 38 семействами растений (дендрограмма). Оказалось, что возможные группы площадок довольно размыты, поэтому они выделялись на довольно низком уровне сходства 45 — 50%. И в этом случае выделилось 40 групп, включающих от одной до 22 площадок. Затем сопоставляли эту группировку с группировками площадок по уровню пастбищной нагрузки и по относительной высоте местности (статистическая оценка связи в таблицах сопряженности по критериям хи - квадрат и Гудмена - Краскала). Установлено, что значимая связь определенно имеется с уровнем нагрузки, а с высотой местности результаты противоречивы. Таким образом, не только суммарное проективное покрытие тесно связано с нагрузкой но и распределение покрытия по семействам растений.

Мы попытались выяснить, за счет каких семейств в наибольшей степени проявляется эта связь. Для этого был проведен поиск семейств, проективное покрытие которых в наибольшей степени различается при разных уровнях пастбищной нагрузки (алгоритм случайного поиска с адаптацией) (Алгоритмы..., 1985) и расчет средних значений проективного покрытия для отобранных этим поиском семейств. Оказалось, что степень проективного покрытия для семейств *Compositae, Gramineae, Leguminosae* резко снижается с ростом пастбищной нагрузки (с 40 до 6%, с 6 до 0%, с 11 до 3%, соответственно); такая же тенденция имеет место и для некоторых других семейств. Для семейств *Rosaceae* и *Ephedraceae* намечается обратная тенденция (рост с 0 до 2%), а для семейств *Convolvulaceae, Polygonaceae и Chenopodiaceae* максимальная степень проективного покрытия отмечается при нормальном выпасе (1.8 — 2.4%).

Заключение

Установлены тесные зависимости состояния и средней многолетней урожайности пастбищ с уровнем пастбищной нагрузки и агроклиматическими показателями; с изученными почвенными показателями такие зависимости статистически не значимы.

Полученные результаты могут быть использованы для прогноза средней многолетней урожайности пастбищ на территориях северного Хорасана, удаленных от изученных нами 13 климатических станций. Полученные критерии для этих зависимостей следующие:

а) определена зависимость средней многолетней урожайности от уровня пастбищной нагрузки и абсолютной высоты местности;

б) разработаны уравнения связи средней многолетней урожайности со среднегодовыми климатическими характеристиками и абсолютной высотой местности для пастбищ без выпаса и с нормальным выпасом;

в) выявлены уравнения связи средней многолетней урожайности со среднесезонными климатическими характеристиками и абсолютной высотой местности для всех уровней пастбищной нагрузки;

г) установлена корреляция средней многолетней урожайности пастбищ со средними многолетними запасами продуктивной влаги в почве во второй декаде мая для разных высот и уровней пастбищной нагрузки;

д) вероятные диапазоны значений агроклиматических показателей, абсолютных высот для двух уровней пастбищной нагрузки и трех уровней средней многолетней урожайности;

е) уравнения связи средней многолетней урожайности с суммарным проективным покрытием пастбищ для "равнин", "предгорий" и "гор" и связь суммарного проективного покрытия пастбищ с уровнем пастбищной нагрузки и высотой местности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алгоритмы и программы для ЭВМ СМ —4 / ВАСХНИЛ. Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева. М. 1985. 108 с.
2. Климат Хорасана. Отчет. Центральный институт по исследованию природных ресурсов и

животноводства провинции Хорасан. 1991. (фарси)
3. *Нечаева Н.Т.* Растительность Центральных Каракумов и ее продуктивность, Ашхабад: Ылым. 1970.

PRODUCTIVITY OF PASTURE AREAS IN THE NORTHERN PART OF HORASAN PROVINCE (ISLAMIC REPUBLIC IRAN)

© 2002. N. Khassani, A.S. Frid, M. Nurberdiev, Kh. Tavakoli

Rassul Akrame University, Faculty of Cattle Breeding
Djame, Damgan, Iran
V.V.Dokuchaev Institute of Soil Study, Russian Academy of Agricultural Sciences
109017, 7 Pyzhevsky lane, Moscow, Russia
Institute of deserts
Ashkhabad, Turkmenistan
Research Centre of Natural Resources and Cattle Breeding
Province of Khorassan, Iran

Under consideration are productivity and projecting cover of pasture areas depending on the level ol grazing, agroclimatic indices and absolute altitude in the northern part of Khorassan province in Iran.

The studies have been carried out within the pasture areas near 13 climatic stations. As an object ol research 9 transects were used along the areas with different level of load upon pasture (reserved areas without grazing, regulated and heavy grazing) located at different height above mean sea-level (plain at i height of 500-1000 m, piedmont elevated by 1000-1500 m and mountains — above 1500 m). The grass and subshrub yield was annually estimated during 1996-1999.

The grazing level and absolute altitude (about 80 percent) have been proved to be the main factors determining changes in the yield estimated by average for 4 years. The heavier is grazing, the lower is the productivity of pastures at all the altitudes; the more elevated is the pasture area, the higher is the grass yield in the pasture without grazing and under conditions of regulated grazing, being unchanged due to heavy grazing.

Regression equations showed that the yields are highly dependent on agroclimatic indices, annual and seasonal ones in particular, at different levels of load upon pasture.

The average yield is closely related with projecting cover of pasture areas located in plains, piedmonts and mountains. The proper projecting cover of pasture is changed depending on the grazing level by 80 percent, the latter has an influence upon the distribution of plant communities as well.

The obtained results can be successfully used for forecasting the pasture productivity in areas situated in a large distance from those studied by us near the 13 climatic stations.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2002, том 8, № 16

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

УДК 1613.777(470)

АРАЛЬСКАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАТАСТРОФА КАК МОДЕЛЬ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ АРИДИЗАЦИИ И ОПУСТЫНИВАНИЯ (к проблеме глобального изменения климата)[1].

© 2002 г. Л.И. Эльпинер

Институт водных проблем РАН 119991, Москва, ул. Губкина 3, Россия

Озабоченность научной общественности, а в последнее время и правительств многих государств, вызывают возрастающие темпы наблюдаемых изменений климата, особенно ощутимые в последние несколько лет. Резолюции ряда крупных международных форумов и серьезные публикации отражают взгляды, согласно которым природные и социально — экономические последствия потепления климата имеют главным образом неблагоприятный, а иногда и катастрофический характер, В основе утверждений такого рода — подъем уровня Мирового океана и вероятное учащение стихийных метеорологических явлений (Клиге, 2000; Хубларян, 1995; Houghton et al., 1996). На состоявшейся в Киото в декабре 1997 Международной конференции по глобальному изменению климата отмечалось: «Повышение температуры уже не в столь отдаленной перспективе может привести к таянию полярных льдов, затоплению обширных прибрежных зон, наступлению пустынь.» (Цитировано по (Dobrovolski, Choudhury, 1996)). При рассмотрении ожидаемых катаклизмов учитываются и возможности появления вододефицитных территорий за счет неравномерности развития климатических изменений во времени и пространстве. Аналогичную позицию занимал и академик А.Л. Яншин (1994).

Доминирует точка зрения, в соответствии с которой причины глобальных изменений окружающей среды прежде всего связаны с интенсивностью экономической деятельности человека и ростом численности населения. В этом контексте рассматриваются и причины прогнозируемого глобального потепления климата. Последние вызывают достаточно острую дискуссию и окончательная позиция только формируется. (Dobrovolski, Choudhury, 1996; True State of the Planet (The), 1995). Однако, для медико - экологических подходов к оценке вероятных трансформаций санитарных условий жизни и состояния здоровья населения в новой климатической ситуации в большей степени важно уяснение возможности и характера кардинальных изменений среды обитания во времени и пространстве, чем уточнение их причин. Во всяком случае, это правомерно на этапе первых попыток получения оценок такого рода. В то же время, необходимость уяснения причин прогнозируемых климатических трансформаций сохраняет свое значение для построения эффективных профилактических мероприятий.

К ожидаемым последствиям изменений климата следует отнести серьезные деформации среды обитания человека, неминуемо отражающиеся на здоровье населения. В целом ряде зарубежных публикаций, посвященных этому аспекту общей проблемы, влияние глобальных изменений окружающей среды рассматривается как комплекс воздействий снижающих планетарные условия поддержания жизни. При этом имеются в виду изменения состава атмосферы, деградация земель, истощение водных ресурсов и уменьшение биоразнообразия. (Jutro, 1991; Tickell, 1993 и др.). Большинство авторов сходится во мнении об очевидности негативных последствий этого процесса для здоровья населения (Dobrovolski, Choudhury, 1996; Kanestorm, 1999; Martens et al., 1997; Waterston, Lenton, 2000). Однако, выводы, в основном построены на общих соображениях о зависимости характера и уровня заболеваемости от интенсивности тех или иных факторов среды обитания человека. Главным образом, речь идет об инфекционных и паразитарных болезнях, возбудители и переносчики

[1] Работа выполнена при поддержке РФФИ — грант 00 — 05 — 64671.

которых могут оказаться в более благоприятных климатических условиях. (Chan et al., 1998; Githeko et al., 2000; Reiter, 2001; Sutherst, 1998).

Что касается неинфекционной патологии, особенно имеющей эколого - токсикологические причинно - следственные связи, то конкретные соображения практически не высказываются. Обращает внимание и тот факт, что в публикациях, о которых идет речь, прогностические медико - экологические построения авторов не учитывают доминанту ожидаемых изменений гидрологической обстановки. В то же время, имеющаяся мировая литература, данные многолетних исследований, проведенных в ИВП РАН (Эльпинер, 1999; Эльпинер и др., 1992; Longstreth, 1999) для уяснения имеющихся здесь причинно — следственных связей и особенностей наблюдаемых процессов и явлений, как нам кажется, оправдывают попытку рассмотрения вероятных изменений медико — экологической обстановки в связи с развитием процессов глобальных климатических изменений.

Очевидно, что медико - экологические прогностические построения, ориентированные на вероятность глобальных изменений климата, должны учитывать последствия двух диаметрально противоположных ситуаций: повышения и понижения уровня водности территорий. Настоящая статья посвящена рассмотрению одной из них — возможным медико - экологическим последствиям аридизации и опустынивания.

Для освоенных человеком территорий (в т.ч. урбанизированных) даже начальные стадии этого процесса означают существенные изменения социально-экономических, экологических, медико - биологических и хозяйственных условий жизни населения. Главенствующее значение здесь приобретает водный пусковой механизм формирования экологических кризисов, охватывающих тысячи квадратных километров суши, населенных, подчас, сотнями тысяч и даже миллионами людей.

При подготовке настоящей публикации нами использованы материалы комплексных, скоординированных Государственной программой медико-экологических исследований, проведенных в конце 80-х годов[1] центральными и республиканскими Научно - исследовательскими институтами профилактического и клинического профиля и местными органами здравоохранения и санэпиднадзора, а также более поздние, хотя и немногочисленные публикации. Результаты этих исследований представлены в коллективной монографии (Медико-экологические.... 1993), а также в ряде научных публикаций (Эльпинер, 1991; Elpiner, 1993, 1995, 1999).

В основе формирования Аральского экологического кризиса, разразившегося в последней трети XX —го столетия, авторы крупных современных монографических работ рассматривают, прежде всего, значительное сокращение притока речных вод (Эльпинер, 1991; Letolle, Mainguet, 1993). Однако, Аральский экологический кризис, в первую очередь связан с нарушением принципа соблюдения допустимых пределов вмешательства человека в природную среду.

Следует подчеркнуть, что применительно к рассматриваемой проблеме -медико - экологическим последствиям аридизации и опустынивания территорий — в большей степени важен характер постепенных изменений среды обитания человека, чем те или иные причины вызвавшие эти процессы. Последнее (характер и причины) приобретают особую значимость при разработке конкретных мероприятий по минимизации возникающих последствий в изменении природной среды. Тем не менее, рассматривая Ар>альскую экологическую катастрофу как крупномасштабную модель явлений, процессов и закономерностей, свойственных экологическим кризисам с водным пусковым механизмом в аридной зоне, нельзя не остановиться на ее причинах. В бассейне Аральского моря они имеют антропогенную природу. Первоочередное развитие здесь водоемкого сельскохозяйственного производства при фактической монокультуре хлопчатника привело к ускоренному разбору

[1] Изначально, во главе медико — экологического раздела Программы стоял Институт водных проблем РАН.

речного стока для целей ирригации, включило пусковой водный механизм экологической катастрофы. Низкий уровень технологии поливного земледелия повлек за собой засоление почв, также потребовавшее дополнительных водозаборов. Сокращение стока Амударьи и Сырдарьи, при незначительной роли разгрузки подземных вод, явилось причиной снижения уровня Аральского моря, сопровождавшегося неминуемым повышением солености и деградацией экосистем, как собственно моря, так и высокопродуктивных дельтовых районов. Обнаженное морское дно явилось причиной появления, а далее нарастания числа и частоты пыле —солевых бурь. Резко ухудшилось и качество речных вод за счет снижения способности к разведению и самоочищению воды при одновременно нарастающих объемах сбросных вод с сельскохозяйственных угодий, коммунальных и промышленных стоков. В то же время, потребовалось неуклонное, до беспрецедентных пределов, наращивание количества удобрений и ядохимикатов. Монокультурное хлопководство существенно потеснило площади ранее использовавшихся для выпаса скота и производства пищевых сельскохозяйственных культур (Рис.).

Итогом этих грубых искажений природной среды Приаралья явилась экстремальная экологическая, социально — экономическая и санитарно-эпидемиологическая ситуация, резко ухудшилось состояние здоровья населения. Анализ материалов, характеризующих среду обитания человека в Приаралье, показал резкое возрастание в исследуемый период бактериального и вирусного загрязнения питьевых водоисточников и питьевой воды, химического (пестициды, минеральные удобрения, солевые компоненты, тяжелые металлы), загрязнения питьевой воды, атмосферного воздуха, почв, пестицидного загрязнения продуктов питания растительного и животного происхождения, рыбопродуктов. Ряд проб питьевой воды обладал мутагенной активностью. Рационы питания населения, не обеспечивали физиологическую потребность в основных пищевых веществах и энергии.

Развернутый анализ состояния здоровья населения свидетельствовал о закономерно возраставшей до гиперэпидемических уровней кишечной инфекционной заболеваемости (дизентерия, брюшной тиф, паратифы, сальмонеллезы).

Отмечен резкий рост числа заболеваний вирусным гепатитом (особенно гепатитом В), полиомиелитом (в северной части Каракалпакии на 450%). Отмечен рост инвазионной заболеваемости (особенно гименолепидозом, зоонозным кожным лейшманиозом — ЗКЛ (в Кзыл - Ординской области в период с 1987 по 1990 гг. уровень пораженности ЗКЛ возрос с 4.0 до 255.0 на 100 тыс. населения). Вдвое возросла заболеваемость туберкулезом (с 1985 по 1990 гг. смертность больных туберкулезом детей увеличилось на 35%).

Выявлено выраженное нарастание неинфекционной патологии: онкологической (например, на 25% возросло число случаев рака пищевода), сердечно — сосудистой (в 2 раза увеличилось число больных гипертонией, ишемической болезнью сердца), органов выделения (в 3 раза увеличилась заболеваемость хроническим нефритом), дыхания (смертность от острых инфекций органов дыхания возросла в 3 раза), пищеварения (вдвое увеличилась заболеваемость язвой желудка и 12-перстной кишки) и кроветворения (к 1990г анемия диагносцировалась у 80 — 90% женщин детородного возраста). Увеличилось число врожденных уродств, других генетических отклонений.

Особое внимание было обращено на материнскую и детскую заболеваемость и смертность. Динамика демографических показателей этой части популяции была удручающей. Так, в 1987 г в Каракалпакстане материнская смертность составила 142 на 100 тыс. живорождений, а в отдельных северных районах достигала 400 — 450. В сельской местности этот показатель был в 2 раза выше. В числе причин смерти здесь на первом месте акушерские кровотечения (77% умерших), 84,6 % умерших женщин страдали анемией.

Обращала внимание выраженная патология беременности, высокая общая заболеваемость и смертность детей раннего возраста (до 100 случаев на 1000 родившихся), за 10 лет увеличившаяся на 20%. Характерна зависимость младенческой смертности от характера

материнской патологии — прежде всего от анемии и почечной патологии. Выражена и зависимость уровня заболеваемости от места жительства — показатели перинатальной смертности заметно возрастают по мере приближения к Аральскому морю. (Рис). В эпицентре Аральского экологического кризиса — Муйнакском р-не Каракалпакии — мертворождаемость увеличилась с 9.5% в 1988 году до 23.8% в 1989 г. Установлена широкая распространенность среди детей первого года жизни и их матерей алиментарно — зависимых заболеваний (гипоавитаминоза, анемии, гипо- и паротрофии, рахита, отставания физического развития). У беременных женщин и у новорожденных детей выявлено выраженное снижение функции щитовидной железы (классический гипотиреоз). Клинико - биохимические исследования обнаружили изменения белкового, жирового, витаминного, микроэлементного обеспечения организма. Был установлен дисбаланс в аминокислотном спектре с изменением соотношения заменимых и незаменимых аминокислот, выявлено накопление в организме токсичных химических элементов — свинца, кадмия — угнетающих кроветворение и являющихся антагонистами его стимулятора — меди. Обнаружено содержание пестицидов в женском молоке, его генотоксичность, Таким образом, становился более понятным и механизм формирования иммунодефицита и анемии.

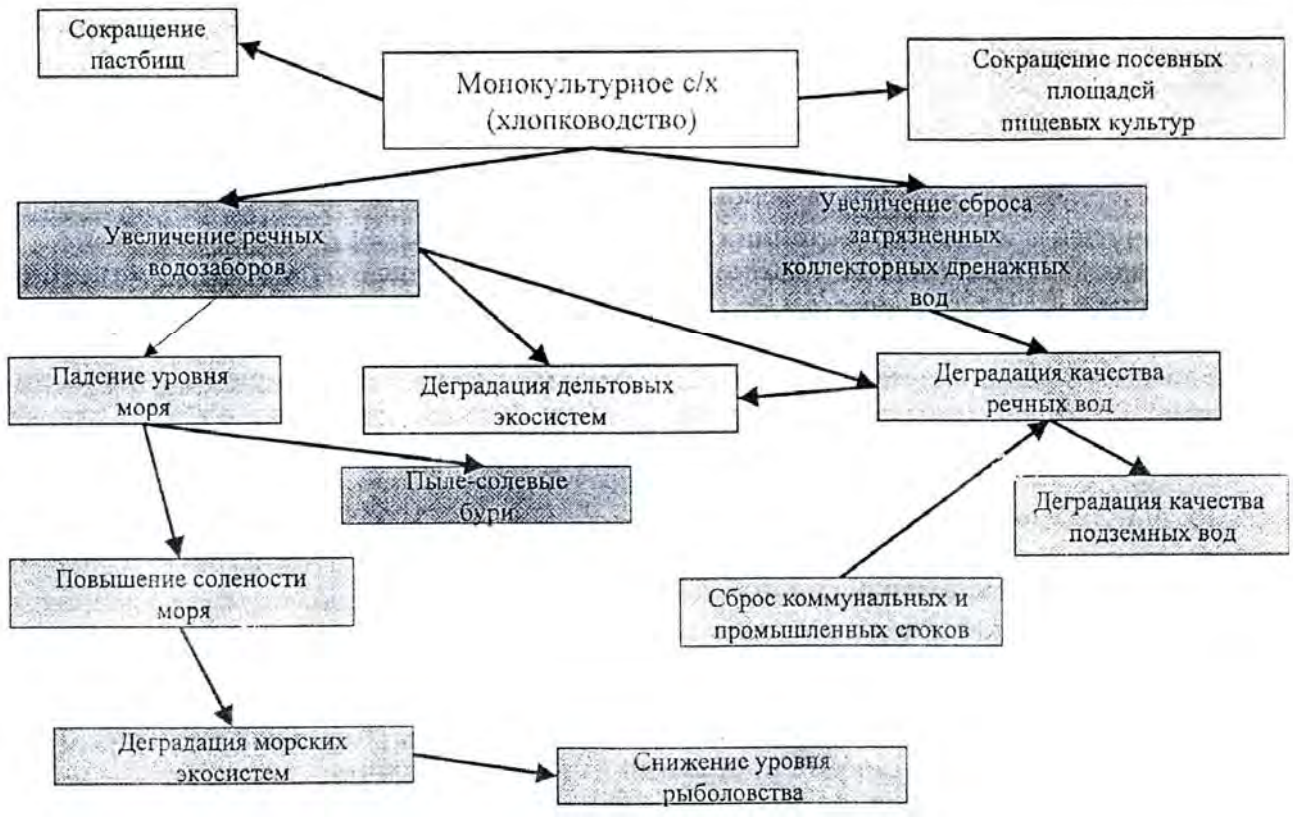


Рис. Развитие экологической катастрофы в зоне Аральского экологического кризиса,
Fig. Development of ecological catastrophe in the Aral ecological crisis zone.

Сопоставление особенностей среды обитания человека в Приаралье со специфическими характеристиками состояния здоровья населения, результаты специальных исследований позволили высказать ряд соображений о причинно-следственных связях наблюдаемой патологии с факторами окружающей среды. Было очевидно, что ведущая роль здесь принадлежит микробному и химическому факторам. Для первого, определяющего высокук; инфекционную заболеваемость, характерны водный, контактно — бытовой и пищевой пути передачи. Для второго, способного вызывать неинфекционные заболевания, онкопатологию, генетические нарушения, снижать иммунитет и т.п., возможны водный, воздушный и

пищевой пути воздействия на организм. Приведенные выше характеристики среды обитания человека в Приаралье подтверждают возможности реализации этих путей воздействия микробного и химического факторов на организм.

Установлены закономерности развития заболеваемости населения во времени и пространстве. Первично, начиная с 70 —х гг., фиксируемая инфекционная кишечная патология, в основном, связана с качеством питьевой воды, что подтверждено специальными эпидемиологическими исследованиями. Очевидно, в этот период формируется выраженный иммунодефицит, далее значительно усугубленный резкой белково — витаминной недостаточностью, распространенными паразитозами, длительным действием малых доз токсикантов. Не этом фоне развивается негативная динамика неинфекционных заболеваний, патогенетически связанных с химическим загрязнением всех сфер среды обитания человека и продуктов питания. Характерно нарастание показателей заболеваемости по мере приближения изученных территорий к Аральскому морю.

Однако, развитие всей медико — экологической обстановки в зоне Аральского бассейна правильно рассматривать как следствие совместного действия повреждающих агентов и социально — экономических факторов — грубых дефектов санитарных условий жизни (водоснабжения, канализации), низкого уровня медицинского обслуживания, выраженного дефицита питания. Очевидна отрицательная роль изменений характера трудовой занятости, безработицы, низкого уровня материального обеспечения, миграции населения, также связанных с развитием экологических кризисных явлений.

Проведенные исследования с очевидностью свидетельствовали о том, что формирование негативно действующих на здоровье населения факторов среды обитания человека в Приаралье непосредс венно связано с процессами, определившими возникновение Аральского экологического кризиса и деградацию природной среды.

Принимая аральский экологический кризис за модель изменений медико — биологической обстановки в связи с дегидратацией, аридизацией и опустыниванием территорий в зонах влияния глобальных трансформаций климата, в общем виде можно прогнозировать вероятное развитие событий.

Доминирующее значение здесь приобретет прямое и косвенное влияние водного фактора на качество среды обитания человека со всеми вытекающими отсюда последствиями для здоровья населения. Очевидная для этих условий деградация количества и качества вод суши, в том числе используемых для коммунально — бытовых целей, позволяет прогнозировать нарастание их биологических и химических загрязнений. Исчезновение полноценных водоисточников вызовет необходимость использования случайных, загрязненных водных объектов, Если это водные артерии с сокращающимся в силу аридизации территории стоком, то при сохранении количества и состава сбрасываемых в них сточных вод различного происхождения, функции разведения и самоочищения окажутся сначала сниженными, а далее и вообще исчезнувшими. Однако, и при снижении объема сточных вод, сохранение ранее накопившихся придонных загрязнений в этих условиях также повлечет за собой нарастание загрязненности речных вод.

Для орошаемых сельскохозяйственных территорий с интенсивным применением пестицидов сброс коллекторно — дренажных вод в условиях нарастающей аридизации окажется крайне неблагоприятным фактором загрязнения природных водных объектов, засоления вод. Количественная и качественная деградация речного стока неминуемо отразится на состоянии водных объектов —реципиентов. Здесь правомерно ожидать сокращение объема этих водоемов, падение уровня вод, нарастание солености, существенные изменения внутриводоемных экосистем. Рыбопромысловое значение таких водоемов окажется существенно сниженным или вообще потерянным (Novikova, 1999).

Сокращение (вплоть до исчезновения) полезных для человека водно — земельных ресурсов явится основным пусковым механизмом для развития целого спектра социальных

проблем населения страдающего региона. Сценарии развития событий на различных территориях будут тесно зависеть от особенностей их хозяйственного освоения, населенности, урбанизации, степени коммунального благоустройства, пищевой обеспеченности, характера трудовой занятости, развития здравоохранения и т.п. Однако, во всех случаях следует ожидать снижение уровня здоровья населения в связи с деградацией качества среды обитания человека, ее водного, атмосферного и почвенного компонентов. Опасными для здоровья населения становятся биологические (микробные, паразитарные) и химические загрязнения водоисточников, атмосферного воздуха (пылевые воздействия), снижение качества и количества продуктов питания, в т.ч. витаминов, незаменимых белков и т.п. Снижение водности территории меняет и ее паразитарный профиль, повышая значение влагонезависимых переносчиков паразитарных заболеваний, с одной стороны, и вызывая миграцию влаголюбивых животных —переносчиков, расширяя ареалы некоторых природно — очаговых и особо опасных болезней с другой (например зоонозного кожного лейшманиоза, туляремии, чумы).

Патогенетическое (болезнетворное) значение выделенных выше средовых факторов будут усиливать неблагоприятные трансформации социальной сферы: изменения трудовой занятости, сокращение местного производства продуктов питания, усиление миграционных процессов и др.

Заключение

Прогнозируемое развитие изменений климата во времени и пространстве позволяет рассматривать их влияние на условия жизни и здоровье населения, предполагая определенную временную динамику процессов трансформации среды обитания человека.

На данном этапе исследований мы сосредоточили внимание на вероятном прямом и косвенном влиянии водного фактора, играющем ведущую роль в развитии аридизации и опустынивания. В процессе исследований, проведенных на крупномасштабных природных моделях влияния процессов деградации вод суши на медико — экологическую обстановку, выявлены причинно — следственные связи, особенности и закономерности формирования высоких уровней заболеваемости населения в условиях резко выраженного прямого и косвенного воздействия водного фактора. Установлен трехфазный характер этого процесса: гиперэпидемическая фаза, фаза формирования выраженного иммунодефицита и фаза формирования высоких уровней неинфекционной патологии.

Первая фаза — следствие прямого влияния водного фактора — использования водоисточников интенсивно инфицированных патогенной микрофлорой.

Вторая фаза — связана с косвенным влиянием водного фактора, вызывающим резкую белково — витаминную недостаточность лежащую в основе формирования иммунодефицита. Падение уровня последнего связано также с выраженной паразитарной пораженностью населения, На распространения доминирующих здесь паразитозов водный фактор оказывает как прямое, так и косвенное влияние.

Третья фаза развивается на фоне сформированного иммунодефицита и является результатом длительного воздействия токсических компонентов среды обитания человека.

Идентичность последствий, ведущих к все более резкой потере потенциалов жизнеобеспечения, оказывается и причиной схожих негативных медико- экологических процессов, в целом характеризующихся снижением продолжительности жизни, ростом детской и взрослой смертности, нарастанием инфекционной (особенно кишечной), паразитарной и неинфекционной патологии, генетических нарушений.

Интерпретируя эти процессы применительно к условиям аридизации и опустынивания, связанных с глобальным потеплением климата, приходится констатировать, что при упрочении представлений о необратимости и нарастании наблюдаемых уже сегодня явлений, возникает необходимость планирования целенаправленных крупномасштабных мероприятий для смягчения последствий развития новой климатической ситуации. Необходимость

интенсивного развития теории современных глобальных изменений климата приобретает при этом доминирующее значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Клиге Р.К.* Глобальные климатические изменения. // Сб. Глобальные и региональные изменения климата и их природные и социально — экономические последствия. 2000, МГУ с.6-23.
2. Медико - экологические проблемы Аральского кризиса (ред. В.П. Сергеев, С.А. Беэр, Л.И. Эльпинер), М., ВИНИТИ, 1993. 101 с.
3. *Хубларян М.Г.* Феномен Каспия.//Вестник РАН. 1995. Том 65. №7. С.616 —**621.**
4. *Эльпинер Л.И.* Медико — экологические аспекты Аральской катастрофы// ИзвАН СССР. Сер. географ. 1991. №1991. №4. С. 103-112.
5. *Эльпинер Л.И.* Медико — экологическое направление изучения водных проблем.// Водные ресурсы. 1999. Т. 26. №5. С. 631-640.
6. *Эльпинер Л.И., Чупис А.В.. Панасовский Ю.В.* Социально —экологические вопросы использования водных ресурсов. М., Наука, 1992. 135 с.
7. *Яншин А.Л.* Экологические следствия начавшегося глобального потепления климата.//Материалы Международного конгресса "Вода: экология и технология" Москва, СИБИКО Интернешнел. 1994. С. 58-61.
8. *Chan N.Y, Ebi KL, Smith F., Wilson T.F., Smith A.E.* An integrated assessment framework for climate change and infectious diseases.Environ Health Perspect 1999 May;107(5):329-37. // Int J Parasitol 1998 Jun;28(6):935-45.
9. *Dobrovolski S.G., Choudhury B.J.,* Climatic temporal variabilities of atmospheric, oceanic, and land surface parameters,// Atmosfera. 1996. No 4. P. 273 — 289.
10. *Elpiner L.I.* Water impact on human heals in the arid zone of ecological disaster // Hydrological Science Technology, 1993. V. 9. N1-4. P. 293-296.
11. *Elpiner L.I.* Medical — Eological Problems of the Eastern Aral —Land. //GeoJounarl 1995 35,1. P. 43-46.
12. *Elpiner L.I.* Dynamics of development of medico —ecological situation of arid zones of eclogical crisis. (Analisis of causes, problems meaning situation), In monogr. "Environmental problems and sustainable development in the Aral Sea basin (Ed.by Glantz M.H.), 1999, Cambridge UK, Cambridge University Press, p. 128-156.
13. *Githeko A.K., Lindsay S.W., Confalonieri U.E., Patz J.A.* Climate change and vector —borne diseases: a regional analysis.// Bull World Health Organ 000;78(9):l 136-47.
14. *Glantz M.H.* Sustaninable development and creeping envaironmental problems in the Aral Sea region. In monogr." Environmental problems and sustainable development in the Aral Sea basin (Ed.by Glantz M.H.), 1999, Cambridge UK, Cambridge University Press, P. 1-25.
15. *Houghton J.T., Meira Filho L.G., Callander B.A., Harris N., Kattenberg A. and Maskell K.* Climate Change 1995: The Science of Climate Change. — Cambridge, Cambridge University Press. 1996, 572.
16. *Jutro PR.* Biological diversity, ecology, and global climate change. //Environ Health Perspect 1991 Dec;96:167-70.
17. *Kanestrom I.* Climatic changes in Scandinavia – consequences for public health. //Tidsskr Nor Laegeforen 1999 Jan 30;119(3):388-90.
18. *Letolle R., Mainguet M.* Der Aralsee. Eine ekologishe Katastophe. 1993, Springer, 517 p.
19. *Longstreth J.* Public health consequences of global climate change in the United States —some regions may suffer disproportionately. //Environ Health Perspect 1999 Feb;107 Suppl 1:169-79.
20. *Martens W.J., Slooff .R., Jackson E.K.* Bull Climate change, human health, and. Sustainable development. // World Health Organ 1997;75(6):583-8.
21. *Novikova N.M.* Priaralye ecosystems and creeping environmental shanges in the Aral Sea. In monogr." Environmental problems and sustainable development in the Aral Sea basin (Ed.by Glantz M.H.), 1999, Cambridge UK, Cambridge University Press, p. 100- 127.
22. *Reiter P.* Climate change and mosquito —borne disease. // Environ Health Perspect 2001 Mar;109 Suppl 1:141-61.

23. *Sutherst R.W.*. Implications of global change and climate variability for vector: borne diseases: generic approaches to impact assessments. Int J Parasitol 1998 Jun;28(6):935-4.
24. *Tickell C.* Global warming: trends and effects.// Parasitology 1993;106 Suppl:S5-9.
25. True State of the Planet (The), 1995. A Project of the Competitive Enterprise Institute, Ed. R.Bailey, The Free Press, N.Y. et al., 472 pages.
26. *Waterston T., Lenton S.* Public health: Sustainable development, human induced global climate change, and the health of children. //Arch Dis Child 2000 Feb;82(2):95-718.

THE ARAL ECOLOGICAL CATASTROPHE AS A MODEL OF MEDICAL ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF ARIDIZATION AND DESERTIFICATION (TO THE PROBLEM OF GLOBAL CLIMATE CHANGE)

© 2002. L.I. Elpiner

Institute of Water Problems, Russian Academy of Sciences
119991, 3 Gubkin str., Moscow, Russia
V.V.Dokuchaev Institute of Soil Study, Russian Academy of Agricultural Studies
109017, 7 Pyzhevsky lane, Moscow, Russia

The hypothesis of global warming is now a subject of more and more intensive scientific discussions. They attract attention of the specialists from different areas of science. That allows scientists to extend views of probable consequences of global changes.

The available scientific and practical experience bears witness to the necessity to predict probable large-scale transformations of the environment in order to have effective preventive measures in time.

As applied to global warming hypothesis, the possibility of this approach is determined by the probable influence of anthropogenic factors including those causing glasshouse effect.

In the context of the report presented medical ecological aspects of the problem of changes in spatial water content in the zones of progressive dehydration, aridization and desertification influence deserve special attention. Evidently, one should predict main phases of the decrease in spatial water content. In the territories which people have been developing, including urban areas, even primary stage of these processes will carry radical alterations in social economical, ecological and medical biological human living conditions.

The similar models of these situations development in the areas of the demise of inland sea (the Aral Sea region) point to the key role of the mechanism triggered by water factor in the territories with ecological crises. These areas are now populated by hundred thousands people and occupy a space of thousands km^2.

Previous investigations proved that sanitary living conditions and human health are subjects to the greatest negative changes in the process. The environmental changes because of the decrease of spatial water content are closely related to direct and indirect water factor influence. The case in point is favorable conditions for epidemics of intestinal and parasitic infections; the intensification of toxic water contaminants influence; protein-vitamin deficiency development; immune system alterations; the increase in stress-related illnesses; and, finally, the influence of all negative social events stemmed from the increase in human migration processes - living conditions deterioration, few work places, negative changes in diet etc.

The consequences of these phenomena lead to the loss of life-support systems and are causes of negative medical ecological processes characterized by life time reduction, increase in child and adult mortality, increase in infectious (especially, intestinal), parasitic and non-infectious pathologies, gene alterations.

In the process of investigation cause-and effect relationships, peculiarities and regularities in high sickness rate under pronounced direct and indirect water factor influence were revealed. 3-phase character of the process was ascertained: hyperepidemic phase, phase of pronounced immune deficiency and phase of high non-infectious sickness rate.

The first phase is a consequence of direct water factor influence - use of water sources intensively infecting by pathogenic microorganisms.

The second phase is related to the indirect water factor influence that causes acute protein-vitamin deficiency leading to immune deficiency. Decrease of the latter is associated with pronounced parasitic illnesses among people. Water factor influences directly and indirectly the distribution of parasitic illnesses.

The third phase is developing in acute immune deficiency and is a result of environmental toxic compounds long-term influence.

Applying these processes to the conditions of hydrological situation changes in the zones of a distinct global warming and taking into account the irreversibility and acceleration of the phenomena observed it should be noted that there is a necessity to plan large-scale measures to minimize new climatic situation consequences. First of all this holds true for the decrease in anthropogenic impact causing glasshouse effect. The non-observance of this requirement will lead the mankind to health degradation. Modern views about cause-and-effect relationship between many kinds of human pathologies and environmental factors influence let these considerations be applied.

This is only a preliminary, basic thesis but the necessity of paying much attention to this problem is obvious.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2002, том 8, № 16

========== ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ==== ========== ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК633.32:574.3(470.67)(262.81)

К СРАВНИТЕЛЬНОМУ АНАЛИЗУ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ДАГЕСТАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЯ НА НЕКОТОРЫЕ ПРИЗНАКИ РАСТЕНИЙ КЛЕВЕРА ПОДЗЕМНОГО (*TRIFOLIUM SUBTERRANEUM L.*)

© 2002 г. А.Д. Хабибов, А.А. Хабибов

Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН
367025 Махачкала, Гаджиева, 45, Россия

Приморская низменность, с высотами от — 28 до 200 м над уровнем моря тянется полосой вдоль Каспийского моря, у подножья гор, в широтном направлении на 500 км, характеризуется засушливым климатом, что определяется его географически»! положением (Чиликина, Шифферс, 1962; Чиликина, 1960; Львов, 1972, 1979). Жаркое к сухое лето, со среднегодовой температурой 10—11°С и количеством осадков 200 — 480 мм, высокая ветровая активность и испаряемость обуславливают развитие на низменности преимущественно пустынной и полупустынной растительности, переходящей местами в солончаки или в пышные луга с осоковыми и камышовым» болотами (Львов, 1972). В данной работе рассматриваются некоторые аспекты, связанные со сравнительным анализом влияния режима использования экосистемы ъ центральной части Дагестанского побережья Каспия — в окрестностях Махачкалы, как на морфогенетические и весовые признаки, так и на некоторые элементы семенной продуктивности клевера подземного (*Trifolium subterraneum L.*), являющегося ценным кормовым растением для всех сельскохозяйственных животных (Растительные ресурсы СССР, 1987).

Окрестности Махачкалы, наряду с подножием горы Тарки - Тау, по утверждению многих авторов, являются местом стыка степей, среднеазиатской полупустынной и лесной кавказской или равнинной и предгорной растительности, где представлен пестрый набор сообществ и флористических комплексов (Львов, 1972; Эльдаров, 1977), Среди произрастающих здесь 9 видов клевера, которые представлены в основном однолетниками, выделяется монокарпический самоопылитель — клевер подземный (рис.1), со свойственной только ему, своеобразной, удивительной биологической особенностью — зарывать соцветия (головки) ко времени созревания плодов в почву (Гроссгейм, 1949; Галушко, 1980; Флора СССР, 1945; Раджи, 1970, 1979; Магомедов, 1972), Последняя особенность этого вида было давно известно и описано обстоятельно еще Ч. Дарвином, «рассматривавший это явление геокарпии как типичный пример геотропизма» (Бобров, 1950, с. 63).

Еще в начале прошлого столетия, благодаря фермеру Говарду, обратившего внимание на его кормовую ценность как пастбищного растения, клевер подземный был интродуцирован в Западную Австралию, где и нашел себе вторую родину. В последнее время широкое распространение в культуре получил в Австралии, Тасмании и Новой Зеландии, где для посева на пастбищах и восстановления плодородия земель возделывается как озимое и яровое растение (Каталог мировой коллекции, 1971).Во Франции и в Австралии изучено влияние продолжительности стравливания овцами, как на сроки цветения, так и кормовую и семенную продуктивность этого вида (Delagarde, Gintzburger, 1993; Ru, Fortune, 1999). Поэтому данный вид стал самой распространенной бобовой культурой в Южной Австралии, где, в связи с неполного соответствия необходимым требованиям находящегося в производстве сортового материала,

разработана национальная программа по селекции этого вида (Nichols Phil etal., 1994). Имеются также литературные данные о том, что селекция этого вида ведется и на повышение солеустойчивости и увеличение надземной массы (Бобров, 1950).

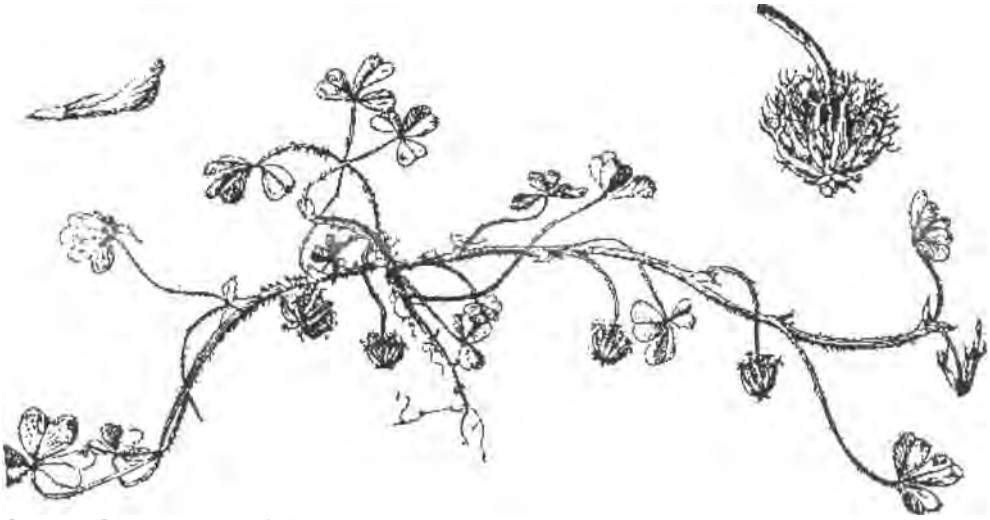


Рис.1. Trifolium subterraneum. Облик растения, цветок, головка со зрелыми плодами (по Боброву, 1950). **Fig. 1.** Trifolium subterraneum. Plant's appearance, flower, head with ripe fruit (ac. to Bobrov, 1950).

При испытании его сортового разнообразия в пределах вида по скороспелости были выявлены 4 группы сортов: очень ранние, ранние, средние и поздние (Ru, Fortune, 1999, 2000). Сорта, относящиеся к этим группам, согласно литературным источникам, различаются не только по времени цветения, но и по форме куста, числу стеблей в кусте, длине растений и их облиственности, рисунку на листочках, окраске прилистников, длине листовых черешков, окраске венчиков и чашечек, цвету семян, урожаю зеленой массы, устойчивости к болезням. Наличие подобного разнообразия сортов позволяет в овцеводческих районах Австралии иметь на пастбищах достаточные запасы корма в течение всего пастбищного периода. В то же время аналогичные результаты получены и в средиземноморском регионе (Франция), где в нескольких опытах установлена способность этого вида вегетировать поздней осенью и ранней весной, что является предпосылкой перспективных систем кормления в овцеводстве (Masson etal., 1993).

Клевер подземный, относящийся к атлантически — средиземноморскому типу и секции Colycomorphum Presl. (Гроссгейм, 1952) в пределах дагестанского ареала произрастает на лугах, в кустарниках, по берегам ручьев от приморской полосы до среднего горного пояса (Раджи, 1970, 1979; Магомедов, 1972).

Материал и методика

На охраняемой территории и интенсивно выпасаемом участке северного склона у подножия горы Тарки - Тау среди шибляка (100 м высоты над ур. м.), на фазе начала распускания цветков первого верхушечного соцветия (головки) максимально развитого генеративного побега 7 и 14 апреля 2001 года были выкопаны по 30 растений этого вида. В лабораторных условиях у каждого растения были учтены 30 признаков условно отнесенные нами к четырем группам (листовые, размерные, числовые, весовые).

7 августа 2001 года с мест обитания обеих выборок были выкопаны головки с плодами (бобами), хотя получение их после высыхания надземной части растения связано с определенными трудностями. После камеральной обработки материала были получены некоторые характеристики признаков семенной продуктивности. Статистическая обработка проводилась по Г.Н. Зайцеву (1970), Г.Ф. Лакину (1990) и А.А. Любищеву (1986). При проведении части расчетов использовался ПСП Statgraf, version 3.0 Sharevare. Материал излагается по группам признаков.

Результаты и обсуждение

1. Морфогенетические признаки. Наряду с орографическими факторами, антропогенные воздействия обуславливают комплексное изменение экологических условий, которые являются одними из ведущих причин изменчивости признаков Числовые и размерные признаки взаимодействующих элементов являются главными составляющими всякой биологической организации. Значение последних групп признаков весьма трудно переоценить, поскольку и для целого ряда прикладных отраслей число и размер в конечном итоге связаны с понятием продуктивности. Эти признаки являются атрибутами урожая и мерилами успеха селекционных и агрономических программ, а также "предметом количественной морфогенетики, как упорядоченной по строению и развитию системы" (Магомедмирзаев, 1990, с. 37).

Хотя клевер подземный считают «скромным», и далее малоприметным в естественном покрове растением, не развивающим большой травяной массы (Бобров, 1950), в заповедных условиях окрестности Махачкалы по нашим наблюдениям ранней весной образует небольшие куртины, состоящие, на первый взгляд, из одних листьев. В настоящее время, преобладающее большинство исследований этого вида, проводятся на сортовом материале. Исследования с 26 сортами клевера подземного показали различия в зимний сезон по продуктивности и высоте растений (2.9 — 9.3 см). Увеличение густоты стояния растений приводило к увеличению урожая сухой массы, а также высоты растений. При ранних сроках посева отмечено увеличение урожая, высоты растения, количества и длины листьев (Fu etal., 1997).

А. Размерные (ростовые) признаки. При сравнении средних значений признаков мощности роста (длина и ширина побега) и их составляющих — длины стебля, стрелки соцветия и междоузлия относительно крупные размеры этих признаков наблюдаются у растений с заповедных территорий. При этом, длина побега, которая может достичь до 2 м (Каталог мировой коллекции, 1971), у растений с относительно ненарушенных территорий в 4.5 раза превышает таковой с выпасаемых участков (табл.1). Полученные результаты совпадают с литературными источниками, которые утверждают о наличии у раннеспелых растений коротких побегов, у позднеспелых — длинных и многочисленных. И полученные величины сравнений всех средних значений размерных признаков по t — критерию Стьюдента достоверны. Выборки также различаются по доле длины стрелки соцветия в длине самого побега (рис. 2) и среднее значение данного показателя у растений с охраняемых территорий в 2.1 раза превышает соответствующую величину у выборки с пастбищ.

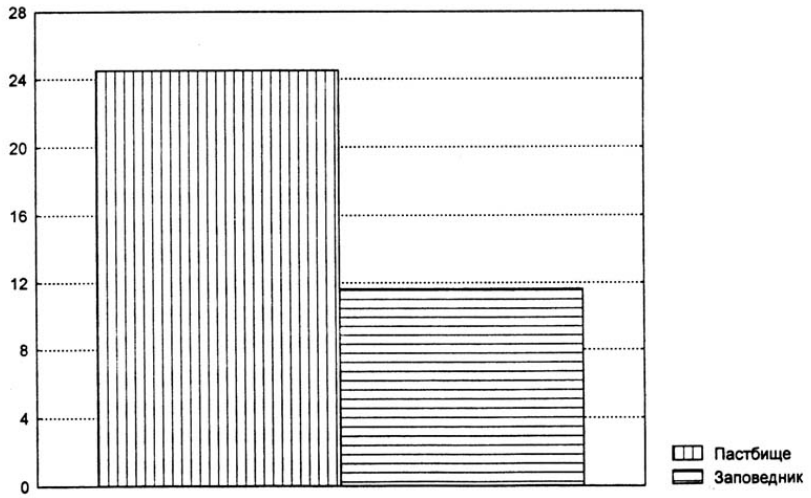


Рис. 2. Сравнительная диаграмма доли длины стрелки соцветия в длине самого побега растения *Trifolium subterraneum*. **Fig. 2.** Comparative diagramm of the floscule arrow length —part in the length of *Trifolium subterraneum* sprout.

Таблица 1. Сравнительная характеристика изменчивости признаков растений Trifolium *subterraneum* (n = 30) с пастбищного и заповедного участков окрестности Махачкалы. **Table 1.** Comparative characteristics of Trifolium subterraneum plants features changeability on pasturing and on reserved areas in Makhachkala vicinity.

Признаки	Пастбище		Заповедник		t - критерий
	X ± S x	CV, %	X ± S x	CV, %	
I. Морфогенетические					
А. Размерные					
Длина побега, мм	36.4± 1.57	23.7	164.4± 9.44	31.5	13.375***
Длина стебля	21.2±1.55	40.2	80.4 ±7.16	48.8	8.076***
Толщина основания стебля	1.1±0.03	12.8	2.0± 0.06	17.7	13.433***
Длина цветоноса	8.9±0.65	40.1	19.1± 1.43	41.2	6.496***
Длина междоузлия	4.16		12.18		
В. **Числовые**					
Число узлов	5.1±0.17	17.9	6.6±0.16	13.6	6.425***
Число цветков в соцветии	3.6±0.09	14.1	3.7±0.13	19.0	0.633-
Число бутонов	1.3±0.10	41.0 .	0.9±0.07	44.7	3.276**
Число побегов	3.2±0.15	26.3	4.9±0.23	25.5	6.182***
И.Весовые					
Сухая масса соцветия растения, мг	24.3±2.41	54.2	50.6±7.00	75.7	3.553**
Сухая масса стебля растения	49.6±6.70	74.0	237.0±40.86	94.4	4.526***
Сухая масса листьев растения	129.8±13.15	55.5	442.2±60.10	74.4	5.078***
Сухая масса надземной части растения	203.1±21.50	58.0	729.8±106.64	80.0	4.842***
Сухая масса корня	35.6±3.29	50.7	70.9±7.72	59.7	4.206***
Сухая масса растения в целом	238.6±24.18	55.5	800.7±113.15	77.4	4.858***
Репродуктивное усилие растения (Re)	0.10±0.004	18.8	0.07±0.004	30.4	5.300***
Отношение подземной массы к массе корня	5.7		10.3		
Облиственность особи, %	60.8		58.6		
Эффективность Re, %	32.0		34.7		
III. Семенной продуктивности					
Число цветков на головку (nl=35) (п2 = 34)	28.510.95	19.7	34.8±0.95	15.9	4.698***
Число семян на головку (nl = 35) (п2 = 34)	2.810.13	27.8	3.2±0.13	24.0	2.176*
Отношение числа цветков к числу плодов	10.2		10.9		
Обсемененность, %	9.9		9.2		
Масса ста семян (МСС), г	0.64±0.00 (n= 4)	1.50	0.80±0.015 (n=10)	6.09	10.127***
«Цена» потомка, %	0.00315		0.00110		

Примечание. Здесь и далее: * — P<0.05; ** — P<0.01; *** — P<0.001.

В результате проведенного однофакторного (режим использования экосистемы) дисперсионного анализа выяснилось, что заповедный режим существенно влияет на изменчивость всех учтенных ростовых (размерных) признаков и отмечены достоверные значения F — фактора Фишера (табл. 2). Больше всего данный фактор влияет на признаки мощности роста (длина и толщина стебля) и сила влияния (h^2,%) превышает 75 %. Положительные существенные значения коэффициента корреляции отмечены между признаками роста: длина побега имеет корреляционную связь с числовыми признаками — числом узлов (r = 0,679***) и с числом побегов (r = 0,763***).

Таблица 2. Результаты однофакторного дисперсионного анализа изменчивости признаков *Trifolium subterraneum*. **Table 2.** Results of single — factor dispersion analysis of *Trifolium subterraneum* features changebility.

Признаки		F(1)	h^2, %
I. Морфогенетические			
А. **Размерные**			
Длина побега	245888.0	178.867***	75.5
—// — стебля	52569.6	65.325***	53.0
Толщина основания стебля	12.7	181.044***	75.6
Длина цветоноса	1550.4	41.659***	41.8
В. Числовые			
Число узлов	35.3	43.459**	42.9
—//— цветков в соцветии	0.30	-	—
—//— бутонов	2.8	12.222***	17.3
— //— побегов	48.6	41.863***	41.9
II. Весовые			
Сухая масса соцветия особи	10337.4	12.616***	17.9
—//— стебля особи	526781.4	20.485***	26.1
—//— листьев особи	1463906.4	25.790***	30.8
— // — надземной части	4162247.0	23.448***	28.8
—// — корня	18691.4	17.682***	23.4
— // — растения в целом	473878.4	23.600***	28.9
Репродуктивное усилие растения (Re)	0.020	54.064***	48.2
III. Семенной продуктивности			
Число цветков на головку	667.6	21.518***	24.3
—//— семян на головку	2.5	4.059*	5.7
Масса ста семян	0.07	41.468***	77.6

Примечание: F - критерий Фишера; В скобках указано число степеней свободы; h^2,% — сила влияния фактора (в процентах); Прочерк означает отсутствие существенного влияния фактора.

В. Числовые признаки. У данного вида в пределах соцветия, представленного щитовидной или зонтиковидной головкой, различают цветки двух типов, из которых внутренние нормальные, плодоносящие, а наружные лишенные венчика, бесплодные. В данный момент речь идет о первом типе цветков, которые закладываются первоначально в числе 2 — 7, к концу цветения отклоняются назад и прижимаются к ножке головки. Вторая группа цветков, о которой речь пойдет позже — вместе с признаками семенной продуктивности, развиваются из находящейся между цветками шарообразной почечки. Последние значительно более многочисленны и состоят, в сущности, из одной лишь с разрастающимися зубчиками чашечки и, также отклоняясь назад, окружают плоды (рис. 1), образуя рыхлую шаровидную головку (Бобров, 1950; Каталог мировой коллекции, 1971).

Средние значения числовых признаков у растений с охраняемых территорий, за исключением числа бутонов, имеют относительно большие показатели. Большее число бутонов, наоборот, отмечено у растений с антропогенно нарушенных участков, где наблюдаются относительно худшие условия местообитания. Все сравниваемые средние значения выборок имеют существенные различия по t - критерию, за исключением числа цветков в соцветии. У последнего признака, относящегося к генеративной сфере и являющегося менее пластичным признаком, различия носят случайный характер (табл. 1). Как указывает В. А. Драгавцев (1963), чем устойчивее оцениваемый показатель на фоне изменившихся условий, тем большую роль в его формировании играют внутренние «наследственные» структуры. Поэтому, на изменчивость этого признака, в отличие от остальных числовых признаков, отсутствует достоверное влияние фактора режима использования (табл. 2).

2. Признаки сухой массы. Сухая масса растения в целом и ее составляющие — сухой массы надземной части (соцветия, стебля и листьев) и корня с ненарушенных

местообитаний имеют относительно большие величины средних значений. Последние превышают соответствующие параметры с выпасаемых территорий в 2.0 — 4.8 раза. Наибольшие различия наблюдаются, как и следовало бы ожидать, по сухой массе стебля, менее всего — по сухой массе корня (табл. 1). Весьма существенны и значения t - критерия для всех по парных сравнений учтенных признаков данной группы. Достаточно значимо влияние фактора режима нагрузки экосистемы на изменчивость признаков сухой массы (табл. 2). Больше всего этот фактор влияет на сухую массу листьев, при наименьшем вкладе данного показателя в сухую массу соцветий (h^2=17.9%), являющегося среди учтенных признаков сухой массы единственным, относящимся к генеративной сфере. По репродуктивному усилию (Re), являющегося главным показателем адаптивной (репродуктивной) стратегии (Марков, Плещинская, 1987; Пианка, 1981; Harper, 1977; Newel, Tramor, 1978) и определенного нами по отношению сухой массы соцветий к сухой массе целого растения, выборки в пределах популяции также различаются существенно и средние значения у растений с нарушенных местообитаний в 1.4 раза превышают соответствующие с заповедных участков. Однако, по эффективности Re, оцененное нами отношением массы семян к массе плодов (Магомедмирзаев, Гусейнова, 1996), больших различий не отмечено, хотя наблюдается небольшое превышение данного показателя у растений с охраняемого участка. В относительно благоприятных условиях заповедного режима растения на ранних этапах онтогенеза развивают преимущественно вегетативную массу в отличие от выборки с выпасаемого участка. В последнем местообитании, в экстремальных условиях жаркого и сухого летнего периода и антропогенного воздействия (вытаптывание и интенсивная пастьба скота), растения вынуждены за короткий срок завершить вегетационный цикл и оставить вполне всхожий семенной материал. Заметно влияние учтенного фактора на изменчивость Re и среди учтенных весовых признаков растения в целом и его компонентов. Для этого признака отмечено максимальное значение силы влияния (48.2%). По отношению сухой массы надземной части к подземной выборки различаются достоверно и растения с охраняемого участка в 1.8 раза превосходят таковые с антропогенно нарушенной территории. Однако выборки по процентному содержанию сухой массы листьев, являющиеся главным компонентом кормовой ценности, существенно не различаются, хотя облиственность растений в обеих выборках достигает 60% (табл. 1, рис. 3). Если по относительному содержанию сухой массы соцветий и корня у растений этого вида с выпасаемых местообитаний отмечены сравнительно большие величины, то по сухой массе стебля, являющегося наиболее изменчивым признаком, выделяется выборка с заповедных территорий. Здесь данный показатель достигает 30% и за счет уменьшения доли сухой массы соцветий и корня идет компенсация стеблевой массы.

3. Некоторые признаки семенной продуктивности. Анализ разных аспектов семенной продуктивности связан со многими ботаническими и агрономическими задачами. Высокая семенная продуктивность является одним из условий поддержания оптимальной численности особей в популяциях. В процессе эволюции популяции и возникновения внутривидовой дифференциации меняется и сама структура семенной продуктивности, т.е. соотношение между ее разными компонентами: между числом и размером семян, числом плодов и семян и т.д. В результате проведенной оценки изменчивости популяции клевера подземного, выращенного в трех пунктах Южной Австралии, установлено большее влияние на изменчивость гибридизации, чем мутагенеза (Cocks, 1992). И изучение изменчивости тех или иных компонентов семенной продукции позволяет судить об эффективности систем размножения в конкретных экологических условиях. Так, семена *T. subterraneum* сорта Nungarin утрачивали твердость семени быстро в летний период, хотя она не изменялась в марте (Smith et al., 1996).

Семенная продуктивность травянистых растений обычно определяется и зависит от числа генеративных побегов на особь, от числа боковых ветвей и соцветий на генеративный побег, от числа цветков в соцветии и от числа семян на плод (Хабибов, 1978; Голубева, 1968). Определенные результаты анализа некоторых элементов семенной продуктивности сортового материала у клевера красного нами были получены ранее (Магомедмирзаев, Хабибов, 1990).

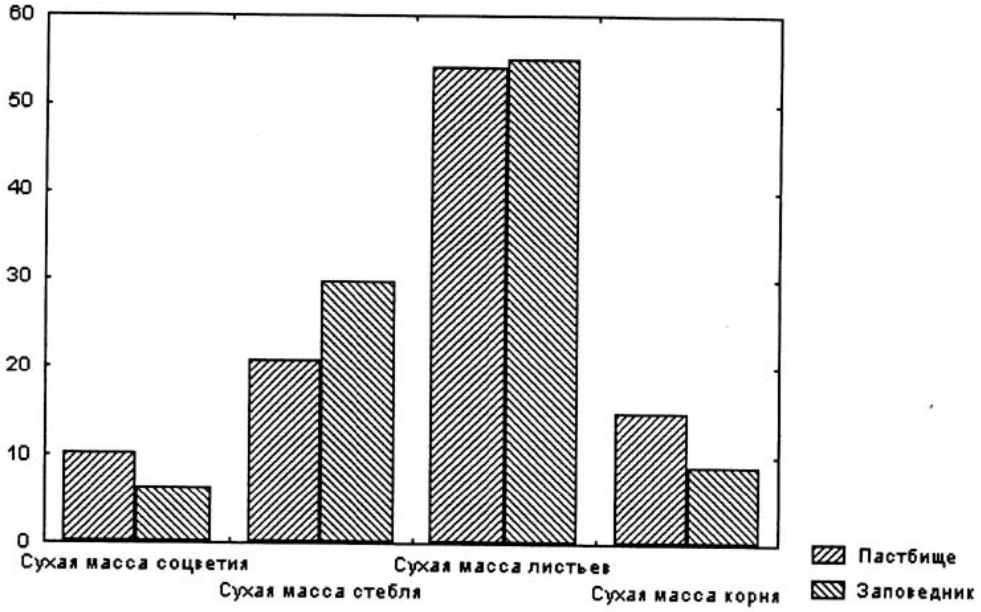


Рис. 3. Сравнительная диаграмма по структуре сухой массы растения *Trifolium subterraneum.* **Fig. 3.** Comparative diagramm of *Trifolium subterraneum* dry mass stucture.

При сравнении по среднему числу цветков, включая плодоносящие и бесплодные, и семян на головку, выборки клевера подземного различаются значимо, и для растений с выпасаемого участка характерно меньшие числа этих показателей (табл. 1). Учтенный фактор оказывает существенное влияние на изменчивость этих признаков семенной продуктивности, хотя на второй признак отмечено незначительное влияние, h^2 = 5.7% (табл. 2). По отношению числа цветков, включая и бесплодные, на головку к числу односемянных плодов, где развивается только одно семя, и обсемененности выборки этого вида особо не различаются и имеют сходные показатели.

По массе ста семян (МСС) выборки по t - критерию Стьюдента различаются существенно. В условиях вытаптывания и интенсивной пастьбы скота формируются сравнительно легкие семена, поскольку здесь в зарослях шибляка рано начинает высыхать надземная биомасса, и растения, ускоренно проходя фазы, быстро завершают вегетационный цикл, оставляя относительно легкие семена. Этому способствуют и компенсаторные механизмы и давления отбора, поскольку на пастбище даже более легкие семена могут достичь генеративной стадии из-за ослабления межвидовой конкуренции за ресурсы при одновременном усилении давления фитофагов. В условиях же заповедования, где под сравнительно густым травостоем надземная часть этого вида относительно долго остается еще зеленой, семена за этот период успевают набирать вес. Поэтому, по литературным источникам, некоторые высевают эту культуру под покровом овса, после уборки которого продолжает развиваться данный вид (Бобров, 1950). И в нашем примере среднее значение МСС в 1.3 раза тяжелее у растений с ненарушенных территорий, где нами отмечены самые крупные семена — вес одного семени достигает 17мг. Последние являются и самими крупными среди видов клевера. На изменчивость МСС достоверно влияет учтенный здесь фактор (h^2 = 77.6%). Минимальное число семян на головку среди клеверов этот вид компенсирует максимальной массой семени. Семена этого вида в природе всходят после ранних, осенних дождей, корни растений за это время успевают достаточно развиться, и с весенними дождями начинается пышное развитие растений (Бобров, 1950). По утверждению последнего автора, «морфологическая изменчивость этого вида довольно велика, и она кажется естественной реакцией на экологические условия» (с. 66). Благодаря такой стратегии в условиях окрестности Махачкалы растения *T. subterraneum* из видов клевера начинают цвести первыми (в конце марта — начале апреля), хотя в условиях ненарушенных территорий, по нашим наблюдениям, растения этого вида на 7—10 дней запаздывают с началом формирования цветков.

И, наконец, «цена» потомка (Романовский, 1989а, 1989б), определяемая отношением массы отдельного семени к надземной биомассе растения, с выпасаемого участка имеют относительно большие показатели и в 2.9 раза превышает таковых из заповедных территорий. Последний показатель обычно высок у патиентов — «верблюдов» и низок — у эксплерентов — «шакалов» (Миркин, Наумова, 2000) с высокой семенной продуктивностью (Онипченко и др., 1991).

Заключение

В результате проведенного сравнительного анализа выборок клевера подземного в центральной части Дагестанского побережья Каспия (окрестности Махачкалы) с учетом режима использования экосистемы выяснилось, что вытаптывание и интенсивная пастьба скота существенно влияет на изменчивость учтенных как морфогенетических (числовые и размерные) и весовые признаки, так и на некоторые признаки семенной продуктивности. Для растений с участка с заповедным режимом характерны существенно различающиеся по t - критерию большие средние величины морфогенетических и весовых признаков. Максимальные показатели силы влияния отмечены у признаков вегетативной (преимущественно размерных) сферы, в то время как влияние данного фактора на признаки генеративной сферы или незначительное, или носит случайный характер.

По числу бутонов, по доли длины стрелки соцветия в длине самого побега, по Re и по "цене " потомка, являющиеся связанными в той или иной степени с генеративной сферой, растения выборки с выпасаемых участков имеют существенно различающиеся по t - критерию большие величины, а по некоторым относительным признакам (облиственность, эффективность репродуктивного усилия, обсемененность, отношение числа цветков к числу плодов на головку) выборки особо не разлетаются. В то же время отношение надземной биомассы к массе корня, число цветков к семян на головку и масса ста семян у растений выборок с охраняемых территорий имеют большие показатели. Однако среди других видов Trifolium L. у клевера подземного отмечены максимальные значения массы семени. Минимальное число плодов и семян на головку этого вида компенсируется максимальной массой одной семени, наибольшая величина которого в охраняемой территории окрестности Махачкалы достигает до 17 мг. И большая масса семени, способствует раннему цветению и быстрому прохождению в условиях жаркого и сухого лета вегетационного цикла и формирования всхожего семенного материала. Относительно в более "лучших" условиях (охраняемая территория) растения этого вида с началом цветения запаздывают на 7 — 10 дней. При произрастании на заповедной территории происходит сдвиг от эксплерентной ориентации к патиентной, что показывают результаты по изучению «цены» потомка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бобров Е.Г.* Новые для культуры виды клевера М. — Л. Изд -во АН СССР 1950. 60 с.
2. *Галушко А.М.* Флора Северного Кавказа. Определитель. Т.2. Ростов -на -Дону. Изд-во РГУ. 1980. С. 131 - 138.
3. *Голубева И.В.* Динамика семенной продуктивности популяций клевера горного (Trifolium montanum L.) и ковыля перистого (Stipa Peenneta L.) в разных фитоценотических условиях луговой степи // Бот. журн. 1968. Т. 563. С. 1604— 1609.
4. *Гроссгейм А.А.* Определитель растений Кавказа. Гос. изд -во Сов. Наука. М. 1949. С. 118.
5. Гроссгейм А.А. Флора Северного Кавказа. М.-Л. 1952. Т.5. С. 177-221.
6. *Драгавцев В.А.* Феногенетический анализ изменчивости в растительных популяциях // Вестник АН КазССР. №10. 1963. С. 33-42.
7. *Зайцев Г.Н.* Методика биологических расчетов. Изд -во Наука. М. 1973. 256 с.
8. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М. Высшая школа. 1990. 352 с.
9. *Любищев АЛ. Дисперсионный анализ в биологии. М. Изд -во МГУ. 1986. 200 с.*
10. *Львов П.Л.* К изучению флоры и лесной растительности окрестностей Махачкалы // Сб. научн. сообщ. Дагестанского отделения ВБО. Махачкала. 1972. Вып. 3. С. 26 — 33.
11. *Львов П.Л.* К сохранению редких растений и фитоценозов Дагестана // Природа, 1979. №3. С.

80-87.
12. *Магомедов Г.Г.* Клевера и эспарцеты Дагестана. Дагучпедгиз. 1972. 106 с.
13. *Магомедмирзаев М.М., Хабибов А.Д.* Анализ изменчивости некоторых элементов семенной продуктивности у клевера красного (Trifolium pratense L.) // Продуктивность и флора бобовых и злаковых растений в Дагестане. Махачкала. 1990. С. 71-89.
14. *Магомедмирзаев М.М.* Введение в количественную морфогенетику. М. Наука. 1990. 230 с.
15. *Магомедмирзаев М.М., Гусейнова ЗА.* Об адаптивных стратегиях интродуцируемых видов окультуренной люцерны // Интродукционные ресурсы горного растениеводства. Махачкала. 1966. С. 120—132.
16. *Марков М.В., Плещинская Е.Н.* Репродуктивное усилие у растений // Журн. общ. биол. 1987. Т. 68. №1. С. 77-83.
17. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломец А.Н.* Современная науко о растительности. М, «Логос». 2000. 264 с.
18. *Онипченко В.Г., Гужова ГЛ., Сеченова Г.В.,* Работнова М.В. Популяционные стратегии альпийских растений Северо-Западного Кавказа // Экология популяций. Сб. научн. статей. М. Наука. 1991. С. 165-180.
19. *Пианка Э.* Эволюционная экология. М. Мир. 1981. 400 с.
20. *Раджи А.Д.* Клевера Дагестана //Сб. ст. Даг. отд. ВБО. Махачкала. 1970. Вып. 2. С. 36-45.
21. *Раджи А.Д.* Клевера и горошки Дагестана. Махачкала. 1979. С. 4—12.
22. Растительные ресурсы СССР. Л. Изд-во Наука, Лен. отд. 1987. Т. 3. С. 190.
23. *Романовский Ю.Э.* Конкуренция за флуктирующий ресурс: эволюционные и экологические последствия // Журн. общ. биол. 1989а. Т. 50. №3. С. 304 — 315.
24. *Романовский Ю.Э.* Современное состояние концепции стратегии жизненного цикла // Биолог, науки. 1989б. №11. С. 18-31.
25. *Флора СССР.* М.-Л. Изд-во АН СССР. 1945. Т. XI. С. 134-257.
26. *Хабибов А.Д.* Изменчивость некоторых показателей семенной продуктивности в популяциях Trifolium ambiquum M.B. и T. raddeanum Trautv//Проблемыэволюционной и популяционной генетики. Махачкала, 1978. С. 115—127.
27. *Чиликина Л.И., Шифферс Е.В.* Карта растительности Дагестанской АССР. М-Л. Изд-во АН СССР. 1962. 96 с.
28. *Чиликина Л.Н.* Очерк растительности Дагестанской АССР и ее природных кормовых угодий // Природная кормовая растительность Дагестана. Тр. отд. раст. рее. 1960. Т. 11. С. 8-89.
29. *Эльдаров М.М.* География Дагестанской АССР. Дагучпедгиз. Махачкала. 1977. С. 63- 64.
30. *Cocks P.S.* Evolution in sown population of subterraneum clover (Trifolium subterraneum L.) in South Australia // Austral. J. Agr. Res. 1992. 43. №7. P. 1583-1595.
31. *Delagarde R., Gintzburger G.* Effect du pefurage ovin sur la production de biomasse et de semences du trafle souterrain en Crau. Premirrs rasultants // Fourrades. 1993. №135. P. 327-333.
32. *Harper J.L.* Population biology of plants. L. N. Y. Acad. Press. 1977. 872 p.
33. *Fu Y.J., Fortune J.A., Bellotti W.D.* Effect of cultiva, soweng time, and density on the growth of subterraneum clover in winter // Austral. J. Agr. Res. 1997. 48. №7. P. 977-987.
34. *White J.* The plant as a met population // Annu. Rev. Ecol. Syst. 1979. V. 10. P. 109-145.
35. *Newel S.L., Tramor E.J.* Reproductive strategic in herbaceous plant communities daring succession // Ecoloqy. 1978. V.59. №2. P. 228-233.
36. *Nichols Phil, Collins Bill, Gillespie Dennis, Barbeti Martin.* Developing improved varieties of subterraneum clover // J. Agr. West. Austral. 1994. 35. №2. P. 60-65.
37. *Masson P., Rochon J.J., Anthelme B.* Intиrkt des lqumineuses б ressemis pour le pBturaqe hivernal et raqion rrmdiferraniienne // Fourrages. 1993. №135. P. 335 — 341.
38. *Ru Y.J., Fortune J.A.* Effect of qrazinq intensity and cultivar on morpholoqy, phenology, and nutritive value of subterraneum clover. I. Morphology and phenology of subterraneum clover during the growing season // Austral. J. Agr. Res. 1999. 50. №7. P. 1191 -1201.
39. *Ru Y.J., Fortune Y.A.* Effect of qrazinq intensity and cultivar on morpholoqy, phenology, and nutritive value of subterraneum clover. II. Nutritive value during the growing Season // Austral. I. Aqr. Res. 2000. 51. №8. P. 1047-1055.
40. *Smith F.P., Cocks P.S.,* Ewing M.A. Short — terrnpatternsof seed softening in Trifolium subterraneum, T. glomeratum, and Medicago polymorpha // Austral. J. Agr. Res. 1996. 47, №5. P.

775-785.

ON COMPARATIVE ANALYSIS OF THE GROWTH REGIME INFLUENCE ON SOME FEATURES OF TRIFOLIUM SUBTERRANEUM L. CLOVER IN THE CENTRAL PART OF DAGHESTAN CASPIAN COAST-LINE

© 2002. A.D. Khabibov, A.A. Khabibov

Mountainous botanic garden of RAS Daghestan Scientific Centre

367025 Machachkala, Gadjieva, 45, Russia

Taking into consideration the antheropological disturbance in the central part of Daghestan Caspian coast-line a comparative analysis of some Trifolium subterraneum features changeability has been accomplished. For the protected territories greater average values for all observed features on absolute figures have been marked. The plants on all pasturing places are characterized by the comparatively great figures of the relative (index) features: correlation between floscule arrow length and the length of the sprout itself; reproductive effort; spring,s «cost», which are the generative sphere features. Essential influence of the anthropogenic factor on the changeability of morphogenetic and weight features as well as on some elements of seed productivity and the time of blossom beginning phase. Maximum influence of the ecosystem use regime facto is observed mainly on the vegetative sphere features (stalks and leaves). Enfluence of the pasturing and trampling down on generative sphere features is either little o of insidental character. For T. subterraneum maximum seed mass io typical as for Trifolium L. with minimum (reduced) number of fruit and seeds in floscule.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2002, том 8, № 16

========== ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ==== ========== ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 632.51 63

РАЗНООБРАЗИЕ СОРНЯКОВ НА НОВЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ НА ЗАПАДНОМ И ВОСТОЧНОМ БЕРЕГАХ ОЗЕРА НАССЕР

© 2002 г. А.М. Шаэн

Кафедра ботаники, Асуанский Университет, 81528 Асуан, Египет

Хозяйственная деятельность новых поселенцев на берегах заливов озера Нассер повлекла формирование биотопов, ранее не существовавших в этом регионе. Посадка возле домов тенистых деревьев и регулярная ирригация различных культур на протяжении нескольких лет позволили 96 видам сорных растений освоить эти новые условия обитания, причем 85 из них впервые пришли в подобные биотопы. Остальные 11 видов принадлежат местной флоре пустынных биотопов. Сорные травы поселяются на полях, возделываемых под овощные культуры. Изучаемые сорные виды относятся к 24 семействам и представлены 65 однолетниками (67.7 %) и 31 многолетником (32.3 %), Семейство Gramineae имеет наибольшую долю видов (30.2 %). Сорная флора исследуемой территории включает рудеральные (40.6 %) и пашенные сорняки (58.3 %). Настоящими сорняками являются 88.5 % видов, а 11.5 % — переходные. Судано-Замбезский элемент флоры представлен здесь 28.1 % видов, Палеотропический - 17.7 %, Средиземноморский достигает 5.2 %, и 15.6 % видового состава являются космополитами. Спектр жизненных форм составляют терофиты (69.8 %), геофиты (14.6 %), гемикриптофиты (7.3 %), фанерофиты (6.3 %) и хамефиты (1.04 %). Одни сорные виды, часто встречающиеся в новых биотопах, относятся к местной флоре пустынь и побережий озера. Другие— в первую очередь представители Средиземноморского флористического элемента— пришли из различных сельскохозяйственных районов Египта, имеющих тысячелетнюю земледельческую культуру. Совершенно очевидно, что продолжительное антропогенное воздействие на изучаемую территорию повлечет за собой полную смену естественной растительности сорной.

WEED DIVERSITY OF NEWLY FARMED LAND ON THE SOUTHERN BORDER OF EGYPT (EASTERN AND WESTERN SHORES OF LAKE NASSER)

© 2002. A.M. Shaheen

Botany Department, Faculty of Science, South Valley University 81528 Aswan, Egypt

Introduction

Weeds did not exist before agriculture, but evolved alongside crops. Despite the use of clean seed, ploughing, cultivation, burning, hoeing, hand weeding, managed grazing, smother crops and crop rotation, weeds persist because of our inability to cope with maximum crop production and the massive recycling potentiality of weeds (Sen et al. 1980). The proverb "one year's seeding is seven years weeding" is a recognition of man's role in the control of size of weed populations (Sagar 1982). Losses caused by weeds are well documented in many studies (e.g. King 1966, Reeves 1976, Roberts and Chancellor 1982, Aldrich 1984). Sen et al. (1984) mentioned that the weeds cause more loss to agriculture than all pests put together. Understanding the nature of the weeds is necessary in order to learn how to reduce their effect on crops (Radosevich and Holt 1984).

The main factor that influences native vegetation in the Nile Valley is human interference. The alluvial terraces of the valley have remained under human management for four thousands of years. Hamel and Dansereau (1949) and Curts (1959) classified the vegetation into degraded (where the disturbance of the original community is incomplete and sporadic), and ruderal (where the original community is destroyed and

a destructive agent is repeatedly applied) and cultivated, (where crops are planted). All the three types of vegetation were be found as a result of human interference.

The alluvial terraces of the Nile Valley in Upper Egypt and the desert outskirts of the farmland of the Nile Delta are the subject of active land desert annuals ranged from 18 species in North Aswan to 42 species in the eastern and western outskirts of the Nile Delta. Older fields contained fewer desert populations which became gradually replaced by weed assemblages of the old farmland.

Agrestal and ruderal constitute the bulk of the flora of farmland (El-Hadidi 1994-95). These were the subject of the detailed studies by El Amary (1981) in Sharqiya governorate. Shaheen (1987) in Aswan governorate, Mahgoub (1993) in Beheira governorate. Their studies showed that assemblages are related to season, type of soil and geographical range (Upper or Lower Egypt).

According to El-Hadidi (1993a), the percentage of Sahelian and Sudanian taxa (sensu Wickens, 1976) is the highest in upper Egypt, decreasing gradually northwards in the Nile Delta. The percentage of Mediterranean taxa is highest in the Nile Delta and this decreases gradually southward in upper Egypt. A major percentage of the weed flora is represented by the widely spread Cosmopolitan, Paleotropical and Pantropical taxa.

The new farmed lands around the Lake Nasser khors have created new habitats that never previously existed in the area. Planting of small gardens near houses and the constant irrigation of crops two or five years ago enabled many weeds to penetrate these habitats.

In this article, a list of weeds in agrestal and ruderal conditions at newly farmed land is presented. The study area is located on the southern Egyptian border 200-300 km south of the High Dam (Eastern and Western Desert) (Fig. 1). This area was classic desert which has been promoted for cultivation. A documentary study of the flora of that region was indubitably required.

Study area

The study area is located on the perimeter of Aswan governorate, 300 km south of the High Dam. It extends from the Eastern Desert (Absco and Tuorgomi) to the Western Desert (Gharf Hussein, Kalabsha, El-Subai) across Lake Nasser. It represents a transitional zone between the adjoining desert and the shore of Lake Nasser. It was a part of the Nubian Eastern and Western Desert but is now under reclamation (two to five years old).

It is characterised by numerous wadis, or intermittent stream channels, which run through Egypt's Southern and Western Desert to the shores of the Lack Nasser. The wadis extend for more than 400 km south, deep into Sudanese territory. Lake Nasser is a vast man-made water body upstream of the Aswan High Dam on the Nile, which reached its maximum height in 1998. Research suggests that the new Lake has had a considerable impact on the overall physical environment of the areas around it, including that of the study area. This area has highest range summer temperatures of 40 to 50C, and mean annual precipitation 5 to 50 mm, with rain events occurring only about once in every five years.

Methods:

Data and records were derived from newly farmed fields (two to five years old). Some fields were located in the Eastern Desert (Absco and Tuorgomi) and others in the Western Desert (Gharf-Hussein, Kalabsha and El-Subai). Seventy-five sampling stands were selected to cover the farmed lands. Each stand was 20m wide but lengths varied from 20m to 40m. The stands were the basic unit for description of plant life and comparison of the vegetation in different fields. The quotient of similarities between the different sites were calculated according to Sorensen (1948).

A list of weed species was monitored seasonally in each stand between 2000-2001. This was undertaken from just after was sown the crop until its harvest. The recorded species were identified and arranged according to El-Hadidi, (1994-95). For each species the most important collections are cited and are being kept in the Aswan herbarium (ASW). Floristic categories and life form spectrum for all the species are those applied by Wickens (1976) and Runnkiaer (1934) respectively.

Result and discussion

Ninety-six weed species belonging to 24 families were recorded from the study area during the period from March 2000 to March 2001 (Table 1). This area had a remarkably uniform flora whereas

considerable difference in the floral composition has been noticed northwards and southwards of this area. Boulos (1966, 1967) recorded during the springs of 1963 and 1964 about 180 species of phanerogams in

the Egyptian Nubia including Aswan (67 from Nubia). A near figure of 170 species was given by Abdallah et al. (1972a) from the same area, also during the spring of 1963 and 1964. El-Haddid recorded over 200 species during two visits to Nubia in 1963, 1964 (unpublished reports) and a summer visit to Aswan area in 1963 (El Hadidi and Ghabbour 1968). A near figure of over 200 species was given by Shaheen (1987) from north Aswan only. An early stage for the establishment of the riverian of the Nubia was studied by El-Hadidi (1976) in the Daboud area which is located about 10km south of the High Dam. The few species recorded (about 15) belong to: the adjacent desert, floating seeds, aerially dispersed fruits and some inundated species.

Table 1. Floristic composition of weeds (%) associated to the newly farmed land;, T: Tuorgomi, A: Absco, K: Kalabsha, G: Gharf-Hussein, S: El-Subai, G: Geophytes, TH: Therophytes, H: Hemicryptophytes, PH: Phanerophytes, CH: Chamaephtes, COSM: Cosmopolitan, PAL; Palaeotropic, PAN: Pantropic, S-Z: Sudano-Zambesian, ME: Mediterranean, SA-SI: Saharo Sindian L.F.: Life form, Fl. Cat.: Florstic categoriesand P (%): total percentage of species.
Таблица 1. Флористический состав сорных видов (%), встречающихся на новых сельскохолзяйственных землях. Земли: Т-Тургоми, А-Абско, К-Калабша, G-Гарф Хессин, S-Эль-Субуа. Жизненные формы: TH-Терофиты, H-Гемикриптофиты, PH-фанерофиты, CH-хамефиты. Флористические элементы: COSM-космополиты, PAL-палеотропический, PAN-Пантропический, S-Z-Судано-Замбезский, ME-Средиземноморский, SA-SI-Сахаро-Синдский. L.F. — жизненные формы, FI. Cat — флористические категории, P(%) - общая доля видов.

L.F	*Species Виды растений*	Ruderal Рудеральные	P%	Agrestal пашенные	P%	Fl.Cat.
		T A K G S		T A K G S		
G	*Panicum repens*	+ +	40			COSM
TH	*Avena fatua*	+	20			COSM
TH	*Tribulus terrestris*			+ +	40	COSM
TH	*Solarium nigrum*			+ + + + +	100	COSM
TH	*Portulaca oleracea*			+ + + +	80	COSM
TH	*Polypogon monspeliensis*	+ + + + +	100			COSM
TH	*Brassica nigra*			+ + +	60	COSM
TH	*Chenopodium album*			+ + + + +	100	COSM
TH	*C murale*			+ + + + +	100	COSM
TH	*Sonchus oleraceus*			+ + + + +	100	COSM
TH	*Eragrostis cilianensis*			+ + + +	80	COSM
TH	*E. aspera*			+ + + +	80	COSM
TH	*Anagallis arvensis*			+ + +	60	COSM
TH	*Phalaris canariensis*	+	20			COSM
TH	*Setaria viridis*	+ + + + +	100			COSM
TH	*Amaranthus viridis*			+	40	PAL
TH	*Melilotus indicus*			+ + +	60	PAL
TH	*Digitaria sanguinalis*			+ + +	60	PAL
TH	*D. ciliaris*			+ +	40	PAL
TH	*Dactyloctenium aegyptium*			+	40	PAL
G	*Eleusine indica*			+	20	PAL
G	*Diplachne fusca*	+	20			PAL
H	*Glinus lotoides*	+ + + + +	100			PAL
TH	*Chloris virgata*	+	20			PAL
TH	*Heliotropium ovalifolium*			+	20	PAL
G	*Dichanthimum annulatum*	+	20			PAL
TH	*Conyza bonariensis*	+	40			PAL
TH	*Convolvulus arvensis*			+	20	PAL
G	*Paspalidium geminatum*	+ +	40			PAL
G	*Paspalum paspalodes*	+ +	40			PAL
TH	*Hibiscus trionum*			+	20	PAL
TH	*Xanthium strumarium*	+	20			PAL
G	*Cyndon dactylon*			+ + + + +	100	PAN
TH	*Echinochloa crusgalli*			+ + +	60	PAN
TH	*E. colona*			+ +	40	PAN
TH	*Corchorus olitorius*			+ +	40	PAN
TH	*Aster squamatus*	+ +	40			PAN
TH	*Datura stramonium*	+	20			PAN
TH	*D. innoxia*	+	20			PAN

Table 1. (continuation). **Таблица 1**. (продолжение).

L.F	*Species Виды растений*	Ruderal Рудеральные	P%	Agrestal пашенные	P%	Fl.Cat.
TH	*Mentha microphylla*	+	20			PAN
TH	*Fimbristylis bis-umbellata*	+ +	40			PAN
G	*Imperata cylindrica*	+ + + +	80			PAN
G	*Sida alba*			+ +	40	PAN
G	*Cyperus rotunds*			+ +	40	PAN
G	*C. longus*			+ +	40	PAN
H.H	*Phragmites australis*	+ + +	60			PAN
PH	*Ricinus communis*	+	20			PAN
PH	*Sesbania sesban*	+ + +	60			S-Z
TH	*Senecio aegyptius*			+	20	S-Z
TH	*Cornulaca moncantha*	+	20			S-Z
TH	*Vigna membranacea*			+	20	S-Z
TH	*Stipagrostis plumosa*			+ +	40	S-Z
TH	*Reseda pruinosa*			+	20	S-Z
G	*Sorghum sudunese*	+	20			S-Z
TH	*Rhynchosia minima*			+	20	S-Z
TH	*Conyza aegyptiaca*	+ +	40			S-Z
сн	*Aerva javanica*	+ + +	60			S-Z
н	*Crotalaria thebaica*	+ + +	60			S-Z
н	*Morettia philaeana*	+	20			S-Z
G	*Panicum coloratum*	+ +	40			S-Z
TH	*Cajanus cajan*			+	20	S-Z
TH	*Echium rauwolfii*			+ +	40	S-Z
TH	*Lolium temulentum*	+ +	40			S-Z
н	*Fagonia indica*	+ + + +	80			S-Z
TH	*Hyoscyamus muticus*	+ + + + +	100			S-Z
TH	*Cotula anthemoides*			+	20	S-Z
PH	*Caltropis procera*	+	20			SA-AI
TH	*Astragalus hamosus*			+	20	SA-SI+S-Z
TH	*A. vogelii*			+	20	SA-SI+S-Z
PH	*Ziziphus spina-christi*	+	20			SA-SI+S-Z
н	*Pulicaha arabica*	+ + +	60			SA-SI+S-Z
PH	*Tamara nilotica*	+ + +	60			SA-SI+S-Z
PH	*Salsola baryosma*	+ + + +	80			SA-SI+IR-TR
TH	*Emex spinosa*			+ + +	60	ME
TH	*Ammi majus*			+ + ++	80	ME
TH	*Lepidium sativum*			+	20	ME
TH	*Cichohum pumilum*			+	20	ME
TH	*Ambrosia maritima*			+	20	ME
G	*Saccharum spontaneum*	+	20			ME+S-Z
н	*Citrullus colocynthis*			+ + + +	80	ME+SA-SI
TH	*Ammi visnaga*			+	20	ME+IR-TR
TH	*Brachiaria eruciformis*			+	20	ME+IR-TR
TH	*Amaranthus lividus*			+ + ++	80	ME+IR-TR
TH	*A. graecizans*			+ + ++	80	ME+IR-TR
н	*polygonum equisetiforme*	+ +	20			ME+IR-TR
TH	*phalaris minor*			+ + +	60	ME+IR-TR
TH	*Malva parviflora*			+ + + + +	100	ME+IR-TR
TH	*Trifolium resupinatum*			+ + +	60	ME+IR-TR+ER-SR
TH	*Sisymbrium irio*			+ + +	60	ME+IR-TR+ER-SR
TH	*Lactuca serriola*			+	20	ME+IR-TR+ER-SR
TH	*Poa annua*			+ +	40	ME+IR-TR+ER-SR
TH	*Heliotropium europaeum*			+ + +	60	ME+IR-TR+ER-SR
TH	*Beta vulgaris*			+ + +	60	ME+IR-TR+ER-SR
TH	*Coronopus squamatus*			+	20	ME+IR-TR+ER-SR
TH	*Trigonella hamosa*			+ + + + +	100	ME+IR-TR+S-Z
TH	*Rumex dentatus*			+ + +	60	ME+IR-TR+S-Z

The most represented families are Gramineae (30.2%), Compositae (11.3%), Leguminosae (10.3%), and Chenopodiaceae (5.2%). The annuals represent 65 species (67.7%) and perennials 31 species (32.3%). The agrestals form 59.4% and ruderals 40.6%.

The most common weeds (p = 100%) are: *Solarium nigrum, Polypogon monspeliensis, Chenopodium album, C. murale, Sonchus oleraceus, Setaria viridis* as Cosmopolitan elements; *Glinus lotoides as Paleotropical; Cynodon dactylon* as Pantropical; *Hyoscyamus muticus* as Sudano-Zambizian and *Malva parviflora* and Trigonella hamosa as Mediterranean elements. The wide distribution of some weeds may be interpreted by the view that these weeds often are uniquitous. Species with large amplitude (*Cyndon dactylon, Solatium nigrum*) are often caused by phenotypic plasticity and heterogeneity (Shaltout and Sharaf El-Din 1988). Weeds of moderate occurrence (p = 60%) are: *Rumex dentatus, Anagallis arvensis, Melilotus indicus, Beta vulgaris, Sisymbrium irio, Trifolium respinatum and Emex spinosa*. The restriction of distribution (e.g *Lepidium sativum, Cichorium pumilum, Avena fatua, Ambrosia maritima, Diplachne fusca*) may be related to the need for special habitat "thermic preferability".

The Tuorgomi site has highest value of species richness (62.5%) in the reclaimed land. This could be due to the distance of cultivation and method of weed control. On the other hand, Kalabsha site has the lowest species richness (26.04%) which may be due to the use of the herbicides.

There is a moderate similarity between the floristic composition of Tuorgomi vs Absco (72.7%), Tuorgomi vs El-Subai (62.6%), Absco vs El-Subai (60.7%), Gharf- Hussein vs El-Subai (57.8%) and Kalabsha vs El-Subai (56.3%) (Table 2). The most lowest similarities are: Kalabsha vs Gharf-Hussein (42.1%) and Absco vs Gharf-Hussein (43.7%).

Table 2. Matrix of Sorenson similarity coefficient (Sorenson 1948) calculated between each pair of localities, bold number: number of species/locality, practice number: values of species for pairs of locations. **Таблица 2.** Коэффициент сходства (формула Соренсона (1948), расчитанный между каждой парой участков: реальное количество: число видов на каждом участке, практическое количество: ценность видов для участков.

locations	Tuorgomi	Absco	Kalabsha	Gharf- Huessin	El-Subai
N. of species	60	50	25	51	39
T		72.7	44.7	50.5	62.6
A	(40)		45.3	43.7	60.7
K	(19)	(17)		42.1	56.3
G	(28)	(22)	(16)		57.8
S	(31)	(27)	(18)	(26)	

Sudano-Zambasian elements include 19 mono-regional (typically) as well as eight bi-regional species. Among these *Senecio aegyptica* and Conyza aegyptiaca were endemic to Egypt and Pulicaria arabica, *Vigna membranacea* and *Rhynchosia minima* were locally endemic to Nubia. The bi-regional species are primarily Sudano-Zambasian which were penetrating to the southern tributaries of Egypt. Shaheen (1987) recorded 29 species in Aswan (north) which were typically mono-regional Sudano-Zambasian taxa. These results are more in agreement with El-Hadidi (1994-95), who reported that the percentage of Sahelian and Sudanian taxa is highest in Upper Egypt.

Cosmopolitan species include 15 annual species, among which five species lives in ruderal condition (*Panicum repens, Avena fatua, Polypogon monspeliensis, Phalaris canariensis and Setaria viridis*) and the ten species consider as agrestals weeds. Shaheen (1987) recorded 29 Cosmopolitan species from north Aswan.

Paleotropical elements include 15 annuals as well as two perennials. Six species belonging to this group were collected from ruderal habitat and eleven were from agrestals. The most limited species are the pantropical elements where only fifteen species were recorded: six ruderal and nine agrestal. Shaheen (1987) recorded 28 paleotopical and 38 pantropical elements in north Aswan.

Mediterranean elements include five mono-regional (all agrestal), nine binoregional (seven agrestal and two ruderal)) as well as nine pluri-regional (all agrestal). Shaheen (1987) recorded 27 Mediterranean species from north Aswan. These results are more in agreement with El-Hadidi (1993a) who reported that the percentage of Mediterranean taxa is lowest in the govemorates of Upper Egypt.

Close to the boundaries of the desert, and within these farmed land, species of xerophytic nature grow among the weeds of cultivation. These included *Morettia philaeana, Cornulaca monacantha, Reseda pruinosa, pulicaria arabica, Salsola baryosma, Citrullus colocynthis, Hyoscyamus muticus, Fagonia indica* and *Crotalaria thebaica*. This indicates that these plant species are native to the desert and are remaining after the reclamation processes. On the other hand, a major group of weed species are distributed in the newly

farmed land (*Portuiaca oleracea, Cynodon dactylon, Aster squmatus, Ammi mqjus, Trifolium resupinatum, Malva parviflora, Solatium nigrum*). This sugests that land reclamation entails weed species replacing natural plant communities (Stainforth and Scott 1991, Bazzaz 1996). Introduced species must be capable of establishing themselves in areas of natural habitats (Mcdonald 1989) and may alter the native habitat in such way that all the native species are pushed out.

The most of the perennial weeds of the newly farmed land are represented by a central core of large shrubs of *Tamarix nilotica, Sesbania sesban, Ricinus communis, Ziziphus spina-christi* and *Phragmites australis*, which must have existed before the reclamation, when these farms were part of the Eastern and Western Deserts. Respectively a few specimens of the desert perennials, *Hyoscyamus muticus, Aerva javanica, Salsola baryosma, Pulicaria arabica and Morettia philaeana*, are also recorded. The perennials have the lowest value here (32.3%) and this trend is dissimilar to the spectra reported for Egyptian flora as a whole (Hassib 1951).

In both ruderal and agrestal conditions, there are zones of annual weeds which were associated with vegetable fields. Annual growth occurs in rows identical to the treat of water at regular intervals (irrigation pipes). The annuals constitute the majority of the species in the study area (67.7%). The short life cycle of annuals as well as prevailing climatic conditions and water availability lead to their frequent occurrence (Shaltout and El-Fahar 1991). The dominance of annuals could be attributed to the fact that annuals have higher reproductive capacity and ecological, morphological and genetic plasicity under high level of disturbance (Grime 1979).

The life form spectra showed that, the recorded species comprise 69.8% therophytes, 14.6% geophytes, 7.3% hemicryptophtes, 6.3% phanerophytes while chamaeophytes represent only 1.04% of the life form spectrum. A near figure of same data was given by Shaheen (1987) from north Aswan (old cultivated land).

The weeds of irrigated agricultural crops in the southern border of Egypt grow in habitats that never previously existed in the area. Some of these weeds are plants from the local flora of the region. Among them are plants which were typical to ruderal habitats in deserts and make use of environmental conditions which are similar to their typical niche, and other species such as *Imperata cylindrica* which were normally confined to desert. Mostly, they have wind dispersed diaspores that reach the constantly irrigated plots and establish themselves there. Species such as *Hyoscyamus muticus* grow regularly in desert wadies and establish themselves at the margins of irrigated plots where it is not too wet.

Many of these weeds species, such as *Ammi majus, Convolvulus arvensis Sisymbrium iro, Cichorium pumilum, Trifolium resupinatum, Melilotus indicus, Trigonella hamosa, Portuiaca oleracea* and *Brassica nigra*, were derived from other agricultural areas in Egypt (the Delta) where the plants, seeds, manure and agricultural equipment originated. The other weeds were from the local flora of the desert and lake shore habitats that can withstand the new environment. These species grow in the relatively dry microhabitats near the fields or establish themselves in the abandoned fields.

Acknowledgement

The author would like to acknowledge the financial support provided by prof. Ahmed Esmat Belal and Prof. Irina Springuel, Directors of the USED, South Valley University , Aswan, Egypt through Allagi Project.

REFERENCES

1. *Abdallah, M.S., Sa'ad F.M. and Abbas A.* (1972a). Taxonomical studies in the flora of Egypt. II. Natural flora of Egyptian Nubia before the construction of Aswan High Dam. Arab. Repub. Egypt., Agric. Research Center Herb., *Techn. Bull.* 4: 1-83.
2. *Aldrich* (1984). *Weed-Crop Ecology.* North Scituate, Massachusetts.
3. *Bazzar F. A.* (1996). Plants in changing environments. Cambridge Univ. Press, pp.320.
4. *Boulos L.* (1966). Flora of the Nile region in Egyptian Nubia. *Feddes Repert.* 73: 184-215.
5. *Boulos L.* (1967). On the weed flora of Aswan, Egypt. *Bot. Not.* 120: 368-372.
6. *Curts J. T.* (1959). The vegetation of Wisconsis. An ordination of plant communities, *Madison University of Wisconsion press.*
7. *El Amary M. I. A.* (1981). Plant life in Minya Province, Egypt, Unpublished M.Sc. Thesis, Faculty of Science, Cairo University.
8. *El Hadidi M. N. and Ghabbour S.* (1968). Florestic study of the Nile Valley at Aswan. *Rev. Zool. Bot. Africains* 78: 394-407.

9. *El-Hadidi, M.N.* (1976). The Riverain Flora in Nubia, from the Biology of an Ancient River, ed. /. *Rzoska.* 5a, 87-91.
10. *El Hadidi, M.N.* (1993a). Natural vegetation, in G.M. Craig (ed.). The agriculture in Egypt, Chapter 3: 39-62. Oxford University Press.
11. *El-Hadidi, M.N. and Fayed, A. A.* (1994-95). Materials for Excursion Flora of Egypt (EFE). *Taeckholmia,* No. 15.
12. *Grime, J.P.* (1979). Plant Strategies and vegetation processes. /. *Wiley.* London. 222 pp.
13. *Hamel and Dansereau* (1949). L'aspect ecologique du probleme des mauvaises herbes. *Bull. Du sen.* Fr Biogeographie (Montral) 5: 1-45.
14. *Hassib, M.* (1951). Distribution of plant communities in Egypt. *Bull. Fac. Sci., FouadI Univ.,* 29:59-261.
15. *King, J.L* (1966). *Weed of the world, Biology and Control.* New York
16. *Mahgoub, A.M.A.* (1993). Studies on plant life in the north west of the Delta, Egypt. Unpublished Ph.D. Thesis, Faculty of Science, Cairo University.
17. *Mcdonald, I.A.W.* (1989). Wildlife conservation and the invasion of nature reserves by introduced species. A global prespective, In: Biological Invasions (ed. J.A. Drake et d.) John Wiley and Sons, Chicklister, 215-56.
18. *Sagar, G.R.* (1982). An introduction to the population dynamics of weeds. In: HOLZNER, W., and NUMATA, N. (eds.): *Biology and Ecology of Weeds.* The Hague. 151-158.
19. *Sen, D.N., Bhandarit, D.C., and Ashraf N.* (1980). Adaptation for survival of weeds in the Indian arid regions. /. *Arid Environm.* 3: 99-106.
20. *Sen, D.N., Mishra, R.K., and Kumar, S.* (1984). Yield losses by weeds in Inddian zone. *International Symposium on Weed Biology, Ecology and Systematic* 7: 339-346.
21. *Shaltout, K.H. and El-Fahar, R.A.* (1991). Diversity and Phenology of weed communities in the Nile Delta region. J. of vegetation Science. 2:385-390.
22. *Shaltout, K.H. and Sharf El-Din, A.* (1988). Habitat types and plant communities a long a transect in the Nile Delta region. Feddes Repertorium. 99: 153-162.
23. *Shaheen, A.M.* (1987). Studies on the weed flora of Aswan area. Unpublished M.Sc. Thesis, Faculty of Science, Assuit University.
24. *Sorenson, T.* (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. Del. Kong Dansk Vidensk. Selsk. Biol. Skr. (Copenhagen). 5(4): 1-34.
25. *Staniforth, R.J. and Scott, P.A.* (1991). Dynamics of weed populations in a northern subarctic community. Can. J. Bot. 69:814-821.
26. *Radosevich, S. R., and Holt, J.S.* (1984). *Weed Ecology.* New York.
27. *Reeves, T.G.* (1976). Effect of annual ryegrass (Lolium rigidum GAND.) on yield of wheat. *Weed Res.* 16:67-63.
28. *Roberts, H. A., and Chancellor, R.J.* (1982). *Weed Control Handbook:* Principles. London.
29. *Runnkiaer, C.* (1934). The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, Clarendon press.
30. *Wickens, G.E.* (1976). The flora of Jable Marra (Sudan Republic) and its geographical affinities. *Kew Bull.* Add. Ser. V. HMSo, London.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2002, том 8, № 16

========== ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ==== ========== ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631. 435

ЦИКЛИЧНОСТЬ ГОДОВОЙ СУММЫ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ КАК ОДНА ИЗ ПРИРОДНЫХ ПРЕДПОСЫЛОК РАСШИРЕНИ • ЛОКАЛЬНОГО ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ[1]

© 2002 г. О.Г Назаренко*, Н.Б. Хитров, П.П. Гриценко*, В.Г. Ионова***

**Донской государственный агарный университет*
346493 Ростовская область, Октябрьский район, п. Персиановский, Россия
***Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН*
109017 Москва Пыжевский пер., 7, Россия

Локальное переувлажнение черноземов представляет собой один из опасных факторов деградации плодородных почв планеты. Особенно настораживают устойчивые тенденции увеличения площадей переувлажненных почв в степной зоне. Гидроморфные почвы всегда существовали в степной зоне, однако их присутствие отмечалось в определенных геоморфологически обусловленных территориях (Гвоздецкий, Заморий, 1933). В литературе прошлых лет говорилось о спорадичности проявления переувлажнения. В более влажные годы пятна появлялись, в сухие исчезали (Холмецкий, 1965; Шестаков, Сувак, 1972). Начиная с 70-х годов, все чаще стали встречаться публикации о постоянном росте ареалов переувлажнения (Зайдельман и др., 1998; Минкин и др., 1991; Полупан и др., 1983; Сувак, 1977).

Стремительное увеличение площадей переувлажненных почв в степной зоне обусловлено сочетанием двух факторов — природным и антропогенным. Природный фактор представляет собой совокупность нескольких: климата, рельефа, литологии, гидрологии и растительного покрова. Именно их сочетание приводит к образованию локального переувлажнения в лесостепной и степной зонах.

Антропогенный фактор включает: изменение гидрологического профиля почв под культурными ценозами; увеличение площадей водоемов и массивов орошения; накопление инфильтрационных потерь водоводов и коммунальных водотоков; игнорирование особенностей строения почвенно - грунтовой толщи при разработке и внедрении зональных систем земледелия; отсутствие должного учета особенностей геоморфологического строения поверхности при организации территории, связанной с посадкой лесополос, строительством дорог, размещением коммуникаций.

Не отдавая предпочтение тому или иному фактору, остановимся на рассмотрении роли цикличности годовой суммы атмосферных осадков и отмечаемой многими авторами, тенденциё увлажнения последних лет (Зайдельман и др., 1998; Минкин и др., 1991; Полупан и др., 1983; Сувак, 1977).

Цель статьи оценить роль цикличности годовой суммы осадков как одной из природных предпосылок расширения локального переувлажнения среди черноземов в разных областях лесостепной и степной зон и проследить закономерности в водонасыщенности грунтовой толщи отдельных регионов.

Исследованы локальные участки переувлажнения в исходно автоморфных ландшафтах. Это водораздельные пространства и их склоны в пределах Окско - Донской равнины и Калачской возвышенности, Восточною Донбасса, Азово - Кубанской равнины и Кубанской наклонной аккумулятивной равнины. Исследования проводились на территории Каменной

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП "Интеграция" (проекты 5.1 — 116, 2.1 — А0054) и РФФИ (проект 99-04-49112).

Степи Воронежской области, в пределах Донецкого кряжа Ростовской области, Азово — Кубанской равнины Динской район Краснодарского края, Кубанской наклонной равнины Кочубеевский район Ставропольского края. Выстроившийся ряд представляет разнообразие ландшафтов, охватывающее всю степную зону от лесостепи до предгорий Кавказа. Для оценки влияния климатических характеристик на формирование новых участков переувлажнения, был проведен анализ многолетних годовых сумм атмосферных осадков по данным метеостанций соответствующих регионов.

Результаты и обсуждение.

Вековые и многолетние колебания осадков в каждом регионе имеют свои особенности, они хорошо отражены в монографиях Ф.З. Баталова (1968), О.А. Дроздова А.С. Григорьевой (1971). В работе А.А. Роде (1978), была предпринята попытка оценить цикличность колебаний атмосферных осадков и предложить методики более подробного анализа квазипериодических колебаний, для целей изучения водного режима почв. В этой работе проведен анализ многолетних рядов осадков по данным 42 станций за 70 — 80 летний период (1891 —1970 г). К сожалению, в число этих станций не вошли метеостанции, отражающие особенности рассматриваемых нами территорий, к тому же, на данный момент, период наблюдений составил более 100 лет, поэтому проведенный нами анализ, ставит своей целью дополнить ранее опубликованные материалы и определиться в оценке роли колебания количества атмосферных осадков в расширении локального переувлажнения степной зоны.

Первым объектом выбрана территория Каменной Степи, которая располагается на севере Калачского овражно — балочного южнолесостепного района лесостепной провинции Среднерусской возвышенности (Каменская степь, 1992 б). Изменение климатических характеристик оценивали по колебаниям годовой суммы осадков за весь период наблюдений на этом полигоне. Установлено, что в распределении хода годовой суммы осадков прослеживаются несколько десятков циклов 2 — 2 — 5 летних и два более 50 —летних, начало последнего 50 —летнего цикла совпадет с серединой столетия (рис.1).

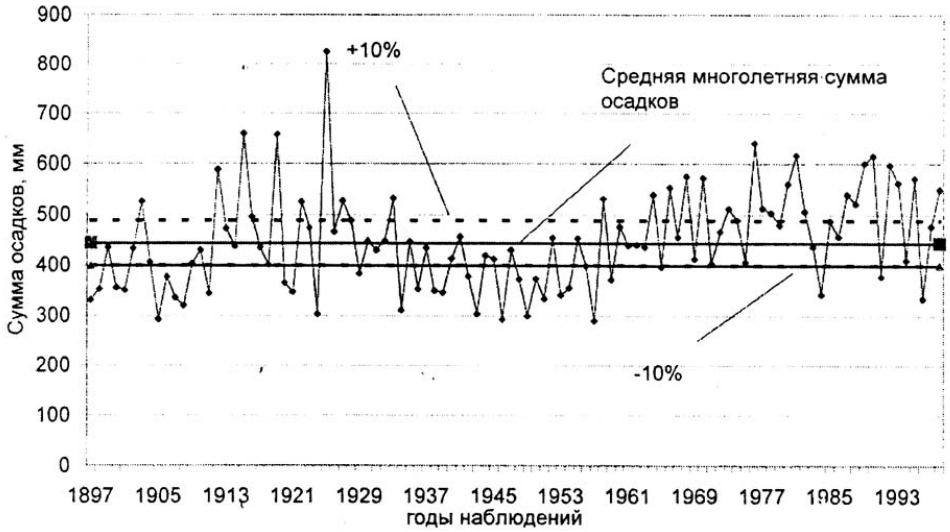


Рис. 1. Диаграмма отклонений от средней многолетней годовой суммы осадков по метеостанции Каменная Степь. **Fig. 1.** Diagram of deviations from the long —term average annual precipitation amount: the Kamennaya Steppe weather station.

Подобные же оценки климатическим характеристикам этого региона давались и раньше (Каменная Степь, 1992 а; Коронкевич и др., 1998).

Проведенный расчет автокорреляционной нормированной функции сводился к определению и нанесению на график коэффициентов корреляционных связей между последовательно выбираемыми в результате сдвига на величину τлет значениями количества атмосферных осадков. Цикличность оценивалась по неоднократному переходу

автокорреляционной функции из положительной области в отрицательную, и по наличию высоких положительных всплесков функции, выходящей за пределы доверительных интервалов выбранного уровня значимости. При этом максимумом корреляционной функции характеризовалась длина периода цикличности, а по минимуму — половина длины периода циклов в анализируемом ряду (Ковалевский, 1976) (рис.2).

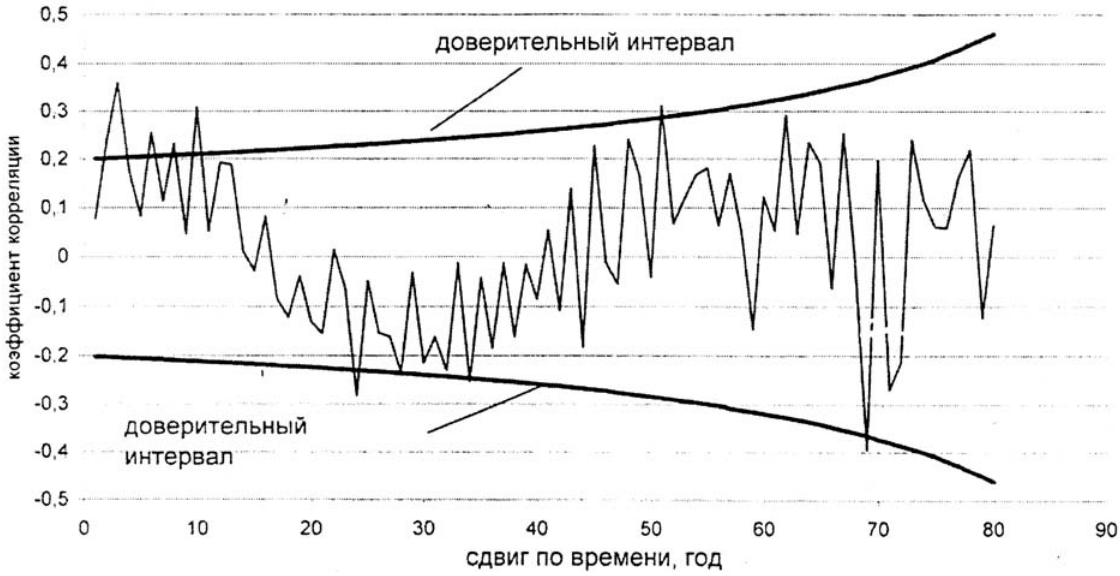


Рис. 2. Диаграмма функции автокорреляции годовой суммы осадков по метеостанции Каменная Степь. **Fig. 2.** Diagram of the annual precipitation autocorrelation function: the Kamennaya Steppe weather station.

Положительный максимум корреляционной функции выходящей за пределы доверительного интервала соответствовал только циклу с периодом в 51 год, который в свою очередь имел выходящий за доверительный интервал минимум. Положительные всплески от 2—10 лет, выходя за доверительный интервал не имели перехода из отрицательной области в положительную, поэтому не могут рассматриваться как устойчивые циклы. На диаграмме функции автокорреляции годовой суммы осадков прослеживается еще один минимум, выходящий за пределы доверительного интервала с половиной длины периода 69 лет, по которому можно предположить существование периодичности большего масштаба, в пределах 140— 150 лет.

Для более подробной характеристики особенностей годовой суммы осадков в данном ряду наблюдений были использованы следующие показатели: годы отклонений, влажные и сухие годы. Годы отклонений — это годы лежащие за пределами 10% интервала от среднемноголетней величины. В свою очередь они делятся на годы влажные и сухие.

Десятилетие 1940—1950 гг. характеризуется отсутствием влажных лет, из 10 лет 5 лет были сухими, остальные лежали в 10% интервале среднемноголетней величины. Следующие десятилетия характеризуются увеличением влажных лет с пиком в период 1980-1990 гг. (табл. 1).

Следует заметить, что количество лет с отклонениями во второй 50 —летний цикл почти не отличается от начала века, однако есть существенная разница, во время первого цикла больше было сухих лет, а во второй период — влажных.

Контрастность режима начала века обусловлена большей амплитудой колебаний (разница между максимально сухим 1924 годом и максимально влажным 1925 составляет 522 мм), чем во второй половине столетия, где амплитуда колебаний между влажными и сухими годами 1981 и 1984 составляет 275 мм. Четко просматривается смягчение климатических характеристик для данной территории во второй половине столетия.

Таблица 1. Количество лет с отклонениями годовой суммы осадков и значений среднегодовой суммы осадков теплого полугодия по метеостанции Каменная степь **Table 1.** Number of years with deviation of the annual precipitation amount and average warm six months annual precipitation amount: the Kamennaya Steppe weather station.

Десяти — летия	Годы, число			Среднегодовая сумма осадков, мм		
	Влажные	Сухие	Всего лет с отклонениями	За год по десятилетиям	За теплый период	% теплого периода
1900-1910	1	5	6	380	253	66
1910-1920	3	2	5	481	330	69
1920-1930	3	3	6	479	321	67
1930-1940	1	4	5	407	288	70
1940-1950	0	5	5	375	250	67
1950-1960	1	5	6	408	234	57
1960-1970	3	0	3	483	275	57
1970-1980	4	0	4	498	273	55
1980-1990	5	1	6	513	309	60
1990-2000	4	2	6	—	—	—

Это явление связывается с завершением к середине 50 -х годов создания антропогенного парагенетического комплекса южнолесостепного и степного агроландшафта (Каменная степь, 1992 а), именно парагенетичность этого комплекса, взаимосвязанность и взаимодействие всех структур ландшафта (лесополос, полей, прудов) спровоцировало смягчение климата на фоне увеличивающегося количества осадков, обусловленных началом нового цикла. За период наблюдений изменился и характер осадков (табл. 1), последние десятилетия отличались большей долей осадков зимнего периода, а, как известно именно, эти осадки являются основными в пополнении водного запаса почвенно - грунтовой толщи.

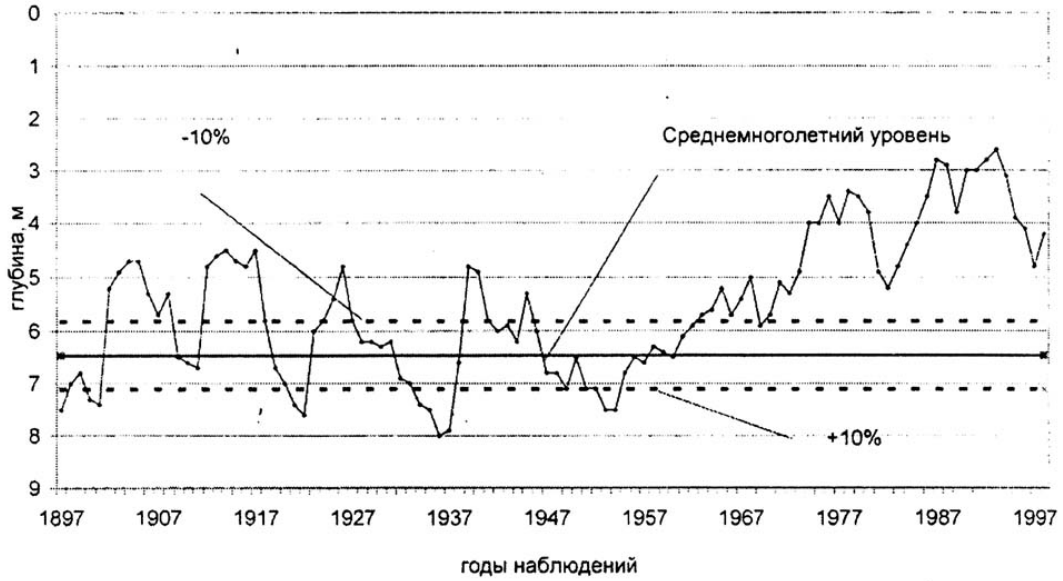


Рис. 3. Диаграмма колебания уровня грунтовых вод для шурфа №1 Каменная Степь. **Fig. 3.** Diagram of the water — level fluctuation for dug pit № 1 of Kamennaya Steppe

Очень важным следствием векового эксперимента в Каменной Степи стал прогрессирующий подъем залегания уровня грунтовых вод, что при наличии и ранее существовавшей верховодки на моренных глинах привело к расширению ареалов междуречного недренированного типа местности, а на ряде участков — к заболачиванию и засолению (Каменная степь, 1992 б). Судя по графику изменения уровня залегания грунтовых вод (рис. 2), можно предположить, что, начиная с 70 —х годов, возобновились многолетние циклы колебания залегания уровня грунтовых вод, которые были характерны началу столетия.

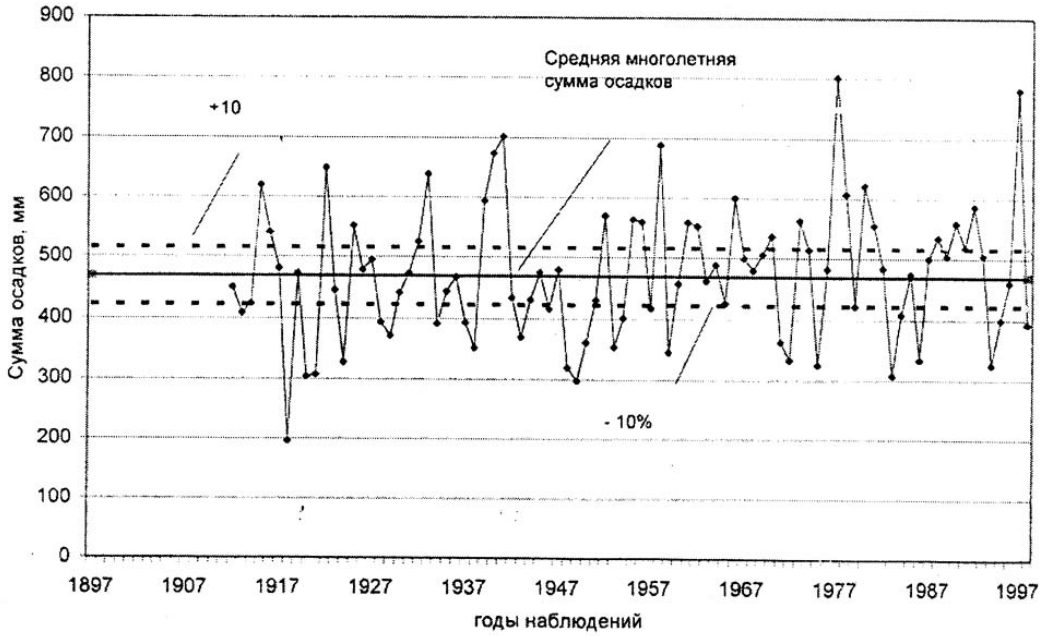
Однако эти колебания идут уже на другом уровне, вероятно, он свидетельствует об установившемся равновесии и возвращении системы к обычному ритму функционирования, но в других условиях. Автокорреляционный анализ подтвердил, только 75 —летнюю цикличность в многолетнем режиме грунтовых вод.

Для расчета взаимосвязи режима грунтовых вод с режимообразующими факторами использован кросскорреляционный анализ. Согласно результатам анализа, в режиме грунтовых вод Каменной степи трудно установить зависимость от суммы атмосферных осадков. Это еще раз подтверждает тот факт, что цикличность атмосферных осадков только один из факторов — не всегда определяющий. Такое мнение высказывает и Н.И. Коронкевич (1998) указывая, что устойчивая тенденция подъема уровней грунтовых вод в Каменной степи объясняется не только трендом в усилении увлажнения, и влиянием большого количества созданных прудов, но и, по —видимому, снижением испарения в системе лесных полос, а также уменьшением транспирирующей способности древостоя по мере старения.

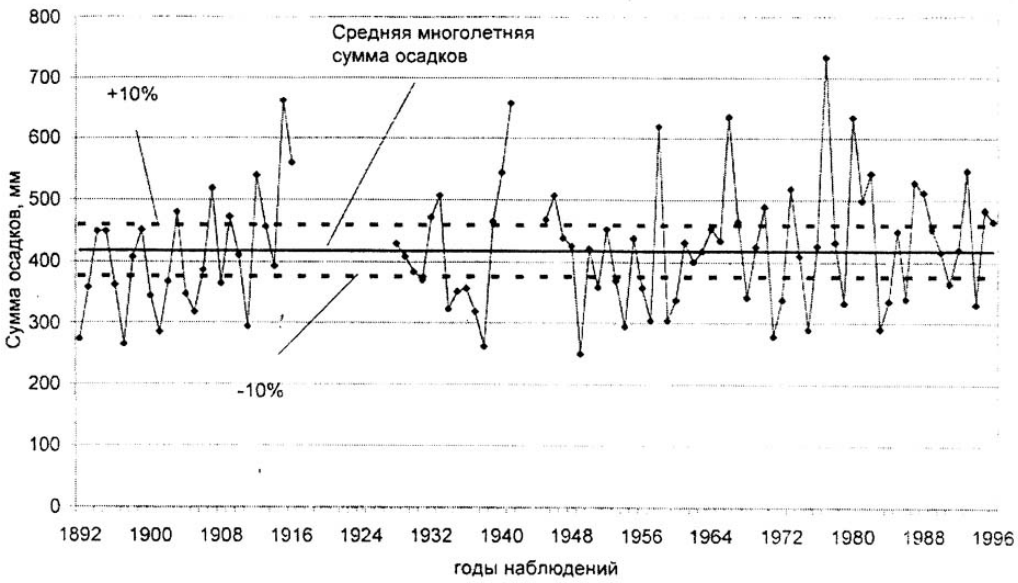
Таким образом, в условиях искусственно созданного ландшафта на территории Каменной Степи сложился своеобразный климат, который смягчил экстремальные проявления климатообразующих факторов, и создал условия для накопления дополнительной влаги в почвенно — грунтовой толще, которая при сочетании, с другими природными и антропогенными факторами способствовала проявлению локального переувлажнения.

Следующими точками, имеющими долговременные ряды наблюдений и расположенные в пределах агроландшафтов, в которых отмечено расширение локального переувлажнения, являются метеостанции Каменск — Шахтинск и Персиановка, находящиеся в пределах Октябрьского района Ростовской области и характеризующие Восточный Донбасс. Рассматриваемая территория относится к Донецкому бассейну Донбасса, явления расширения локального гидроморфизма стали отмечаться в ее пределах начиная с 70 —х годов (Минкин и др., 1991).

Картина хода изменений годовой суммы осадков по метеостанциям Персиановка и Каменск — Шахтинский имеют более контрастный характер, чем в Каменной Степи (рис. 4). Амплитуда колебаний между экстремальными по влажности годами составляет для Персиановки 423.5 мм (1915; 1918 гг.) и 522.3 мм (1975; 1977 гг.) для Каменск -Шахтинска 445 мм (1911; 1912 гг.) и 446 мм (1975; 1977 гг.), т.е. она практически не изменилась к концу столетия.



А – метеостанция Персиановская



Б — метеостанция Каменск — Шахтинский

Рис. 4. Диаграмма отклонений от средней многолетней суммы осадков по метеостанциям Перисановская и Каменск —Шахтинский. **Fig. 4.** Diagram of deviations from the long —term average annual precipitation amount: the Persianovskaya and Kamensk — Shakhtinsky weather stations.

Автокорреляционный анализ не подтвердил наличие цикличности в ходе .[Многолетних колебаний суммы атмосферных осадков. Для Каменск — Шахтинска и j Персиановки линейный тренд за столетие составляет немногим более 50 мм осадков.

Распределение влажных и сухих лет несколько отличается от Каменной Степи (табл.2).

Таблица 2. Количество лет с отклонениями годовой суммы осадков и среднегодовой суммы осадков теплого периода. **Table 2.** Number of years with deviation of the annual precipitation amount and average warm period annual precipitation amount.

Десятилетия	Осадки			Среднегодовая сумма осадков, мм		
	Влажные	Сухие	Всего лет с отклонениями	За год по десятилетиям	За теплый период	% теплого периода
Каменск — Шахтинский						
1900-1910	2	5	7	392	225	57
1910-1920	3	1	4?	485	309	63
1920-1930	—	—	—	407	219	54
1930-1940	1	7	8	392	247	62
1940-1950	1	1	2?	461	258	56
1950-1960	1	6	7	379	190	50
1960-1970	1	1	2	442	227	52
1970-1980	3	4	7	440	267	59
1980-1990	7	0	7	437	244	55
1990-2000	3	2	5	423	245	57
Персиановка						
1900-1910	—	—	—	434	267	60
1910-1920	2	3	5	447	249	55
1920-1930	2	4	6	496	288	58
1930-1940	4	3	7	429	226	52
1940-1950	1	4	5	479	246	56
1950-1960	4	3	7	512	247	48
1960-1970	4	0	4	504	310	61
1970-1980	4	3	7	466	275	59
1980-1990	3	3	6	480	296	60
1990-2000	2	3	5	—	-	-

Если для Каменск — Шахтинска количество влажных лет нарастает к концу века по десятилетиям, то для станции Пересиановка наибольший максимум влажных лет приходится на середину столетия. Не столь однозначно и изменение суммы осадков теплого периода. Он очень переменчив по десятилетиям, без ясно выраженного тренда. i

Насколько взаимосвязаны между собой колебания атмосферных осадков и уровни грунтовых вод проследить очень трудно, т.к. для этой территории нет долгосрочных наблюдений за их режимом. Однако исследования проведенные для бассейна р. Кундрьчьей (Назаренко, 1991) показали, что существует тесная связь между подземным стоком и количеством атмосферных осадков. Установлено, что в зависимости от стокоформирующих условий, грунтовая толща подвержена неодинаковому обводнению даже в пределах одного и того же региона к определяется не только атмосферными осадками, т.к. рассчитанные коэффициенты корреляции дебита родников и суммы атмосферных осадков по метеостанции Шахты имели положительное значение, но низкие величины (для родника №23 r = 0.31, родника №16 — r = 0.21, родника №9 — r = 0.19 и родника №5 - r = 0.35).

Для оценки запасов влаги в длительном ряду наблюдений были определены запасы влаги в почвенно — грунтовой толще за 30 —летний период. Использовались данные на начало весны, которые определяются накоплением влаги в промоченном слое за счет проникновения дождевой и талой воды в осенне-зимний период, остаточными запасами влаги после вегетации предшествующей культуры и парообразного передвижения влаги из нижележащих слоев (Свисюк и др., 1992).

Результаты промачивания почвенно- грунтовой толщи под различными культурами показали, что_существует__ярко_выраженная цикличность, которая может быть рассмотрена на двух уровнях —это 3 - 5 летние циклы, повторяющиеся без определенной регулярности и более длительный цикл, определивший тенденцию увеличения глубины промачивания на начало весны, начиная с 1948 года и_до 1981 года (рис. 5). Расчет корреляционных зависимостей установил, что глуоина промачивания на начало весны во многом определяется зимними осадками, коэффициент корреляции между глубиной промачивания и суммой осадков за зимний период (ноябрь —март месяцы) составил r=0,74_(при n = 38, z = 0.9505, tфакт = 5.86, tтеор = 1.96 -коэффициент значим).

Не менее интересна динамика превышения запасов влаги в промоченном слое над НВ (наименьшей влагоемкостью), она тоже имеет явный цикличный характер.

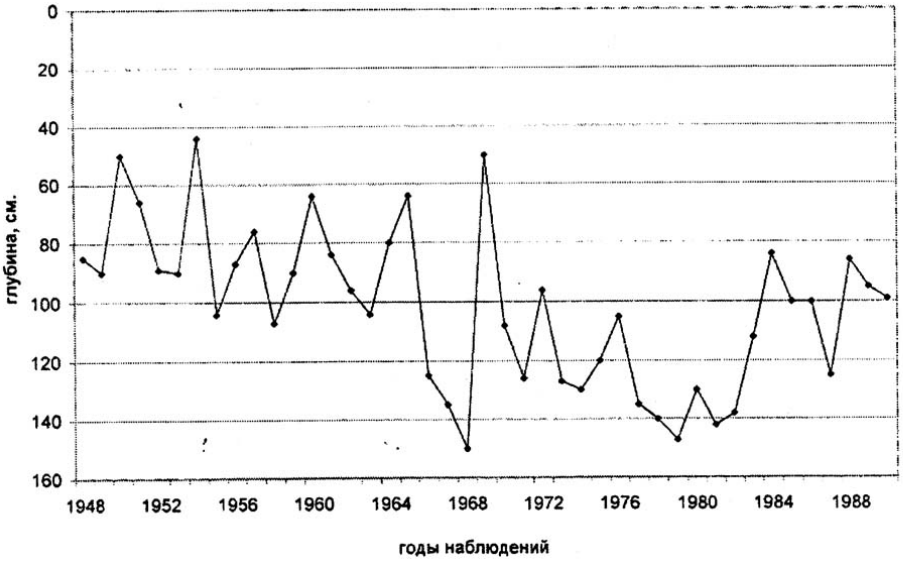


Рис. 5. Диаграмма глубины промачивания почвы на начало весны в среднем по Октябрьскому району Ростовской области. **Fig. 5.** Diagram of the average soil soaking depth by the spring beginning in the Oktyabrsky District of the Rostov Region.

Начиная с середины 60 -х годов насыщенность влагой промачиваемого слоя превосходила наименьшую влагоемкость и была устойчивой в течение длительного времени вплоть до 1984 года (рис. 6).

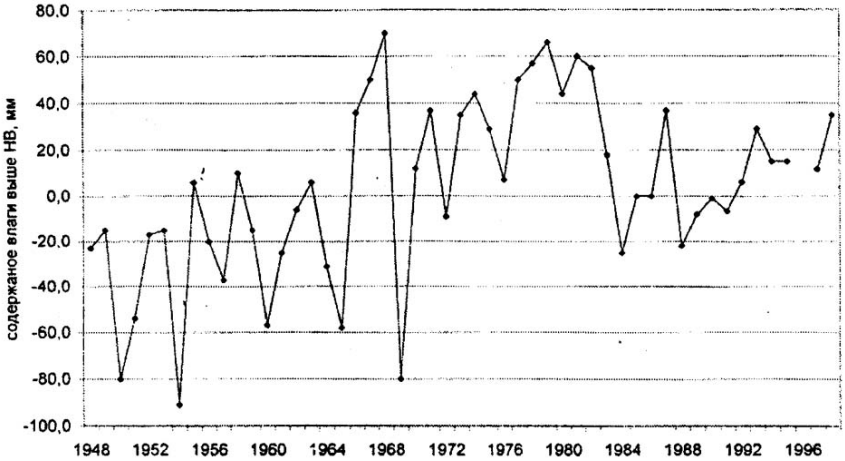


Рис. 6. Диаграмма насыщения почвы влагой выше НВ на начало весны по Октябрьскому району Ростовской обл. (до 1990 г. данные по Свисюк, 1992г. после по метеостанции Персиановка). Fig. 6. Diagram of the soil saturation above field moisture capacity (FMC) by the spring beginning in the Oktyabrsky District of the Rostov Region (data before 1990: Svisyuk; data up to 1992 and after: the Persianovka weather station).

В дальнейшем с отклонениями в ± 20мм насыщенность почвы влагой находится на (уровне наименьшей влагоемкости до настоящего времени. В весенний период это /создает условия для свободного стекания влаги в нижележащие горизонты и пополнения их запасов в почвенно — грунтовой толще.

Гидрологический профиль почв степной зоны претерпел существенные изменения, за последние 20 лет сложился благоприятный водный режим для пополнения влагой почвенно — грунтовой толщи. Учитывая, что коэффициенты корреляции запасов влаги в промоченном слое и глубина промачивания не дают линейной корреляционной связи ни с суммой осадков (г == 0.40, z = 0.9505, t факт.= 5.85), ни с суммой летних (г = 0.32, z = 0.3317, t факт.= 2.04) и зимних осадков (г = 0.74, z = 0.973, t факт.= 5.99), а сумма осадков в основном обусловлена осадками летнего периода (г = 0.82, z = 1.188, t факт = 7.23), а не зимнего (г = 0.31, z = 0.331, t факт. = 2.04, для всех значений t теорет = 1.96) можно предположить, что пополнение запасов влаги происходит за счет еа Перераспределения и создания меньшего дефицита предшествующими культурами, с постепенным накоплением остаточного эффекта. В связи с этим был проведен анализ дефицита насыщения, складывающийся в почве после озимой пшеницы (рис. 7).

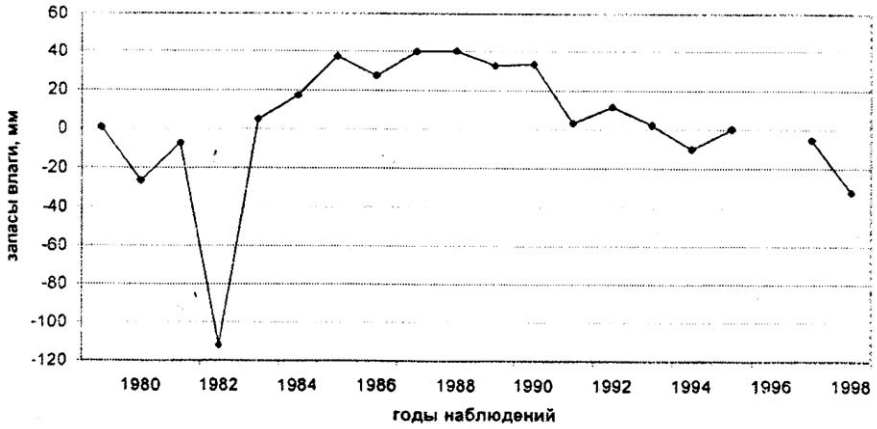


Рис. 7. Диаграмма дефицита насыщения (разница между НВ и запасом влаги на конец осеннего периода) под озимой пшеницей по метеостанции Персиановка. **Fig. 7.** Saturation deficit diagram

(difference between FMC and the holard by the fall end) under winter wheat: the Persianovka weather station.

Данные имеют короткий ряд наблюдения, но, по нашему мнению, хорошо дополняют представленный материал, т.к. показывают, что существует цикличность в условиях промачивания почвенно — грунтовой толщи с явным преобладанием периодов более благоприятных для просачивания влаги в нижние горизонты.

Для общей характеристики влагообеспеченности территории предложены условные показатели увлажнения, часто называемые индексами или коэффициентами. В основе их лежит положение, согласно которому степень увлажнения территории находится в прямой зависимости от количества осадков и в обратной — от испаряемости. Испаряемость рассчитывают по температуре, дефициту влажности воздуха или другим параметрам. Для метеостанции Матвеево — Курган, расположенной в пределах Донецкого Кряжа рассчитали следующие коэффициенты увлажненности: предложенный Г.В. Высоцким и разработанный Н.И. Ивановым (Кирюшин, 1996).

$$КУ = P / F ,$$

где: P — осадки за год, мм; F — испаряемость за год, определенная по испарению с поверхности водоемов, мм;

показатель увлажнения Д.И. Шашко (1985)

$$K = \sum P / \sum d,$$

где: $\sum P$ — годовая сумма осадков, мм; $\sum d$ — сумма дефицита насыщения водяного пара, мм;

коэффициент увлажненности О.З. Еремченко (1999)

$$КУ = P_1 / F_1),$$

где: P_1 - сумма осадков за гидрологический год, мм; F_1 - испаряемость за май - август, мм;

Все примененные нами коэффициенты дают возможность проследить отчетливую цикличность увлажненности климата (рис. 8). Установлено, что особых различий в предложенных коэффициентах нет. Однако характер амплитуд колебаний разный. Для коэффициента по Шашко характерна меньшая амплитуда колебаний в начальный период до третьего цикла. Такая же тенденция, но менее контрастная, прослеживается и для коэффициента по Иванову. По - особому меняется амплитуда колебаний, выделенных циклов при расчете коэффициента увлажненности климата по Еремченко.

Все предложенные коэффициенты могут быть использованы для выявления степени изменения гидротермических условий в пределах степной зоны. Общим является закономерное увеличение периода цикла,. увеличение его амплитуды, с повышением

значений нижнего предела. Эти закономерности позволяют сделать вывод о наличии ренда в увлажнении последних десятилетий для территории Донецкого кряжа.

В пределах Азово — Кубанской низменности и Кубанской наклонной аккумулятивной равнины оценивались метеоданные по г. Краснодару и г. Невинномысску. Для Краснодара, несмотря на то, что отдельные годы (1976 и 1978) были довольно неблагоприятными по увлажнению, в целом можно отметить явную тенденцию к повышению влагообеспеченности в годовом и вегетационном циклах (Почвы..., 1996). В десятилетие 1985—1995 гг., по данным автора, так же отмечен избыток атмосферной влаги. По отношению к многолетним данным увеличение осадков в 1975—1985 гг. за вегетационный период и за год составило 17 и 20 мм; в 1985— 1995 гг. соответственно — 112 и 119 мм.

Нами проведен анализ метеорологической ситуации складывавшейся вокруг экологического стационара Балахоновское где количество осадков в более длинном ряду наблюдений, чем десятилетия 1975—1985, 1986—1995 гг., как это осуществлено у Ф.Р. Зайдельмана (1998), можно отметить, что данный период не является показателем избытка атмосферной влаги, а наоборот, к концу столетия отмечалось снижение количества влажных лет.

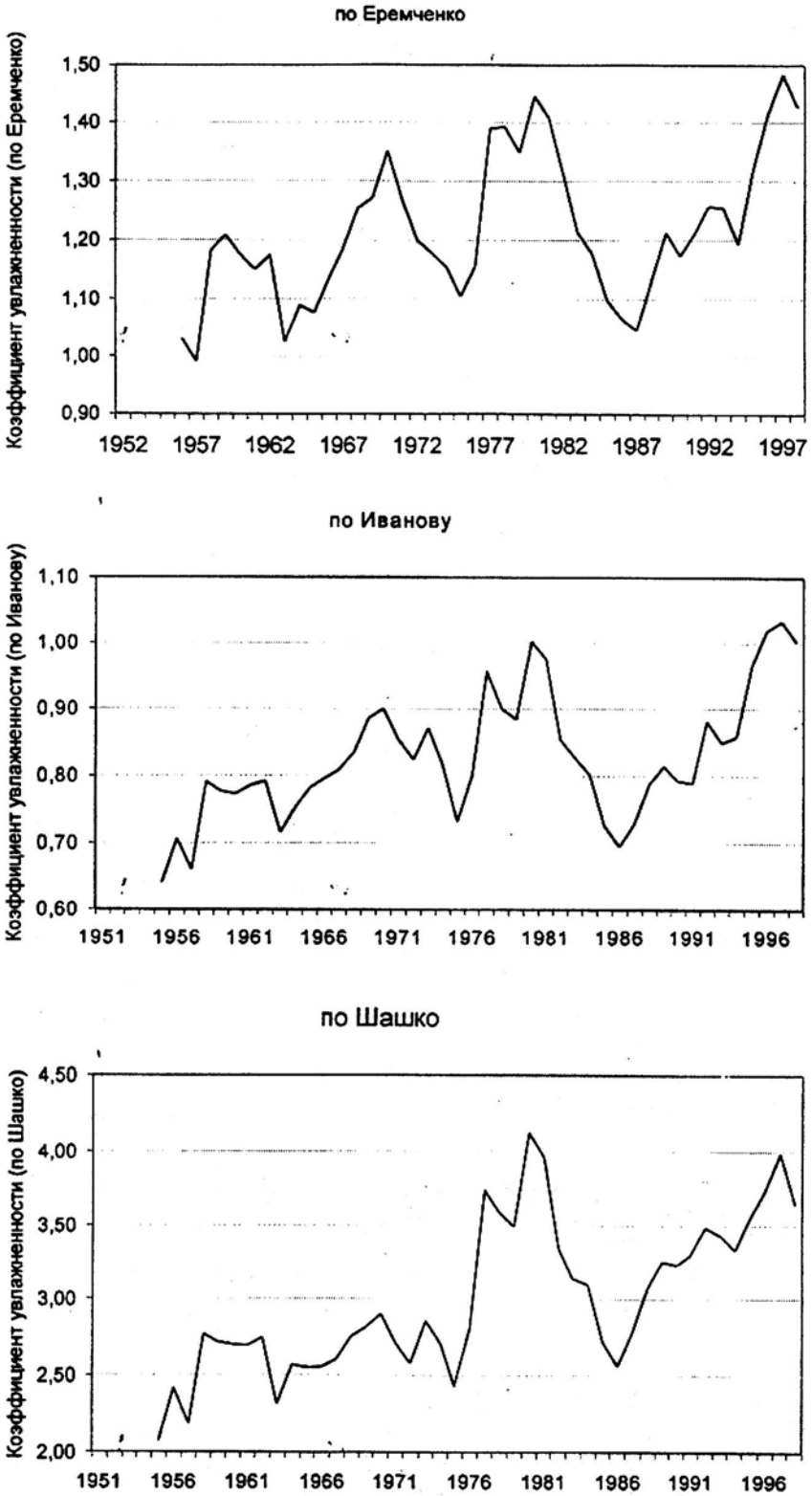


Рис. 8. Цикличность изменений коэффициентов увлажненности климата по метеостанции Матвеево — Курган (5 —летняя скользящая средняя). **Fig. 8.** Cyclicity of the climatic moisture changes: the Matveyevo — Kurgan weather station (a 5 —year moving average).

Проанализированный материал очень неоднозначен, но в тоже время прослеживаются общие тенденции. Они еще более видны при совместном анализе одного из показателей по всем метеостанциям. В качестве такого показателя выбран процент влажных лет по десятилетиям (рис.9).

Согласно представленной диаграмме, несмотря на определенные особенности в изменении количества влажных лет, все данные метеостанции подчинены общей цикличности, т.е. формирование многолетних колебаний атмосферных осадков для лесостепной и степной зоны Русской равнины подчиняется общим законам. Региональные особенности существуют и они хорошо видны на графике, со смещением на десятилетие, но кривая последовательно идет на подъем к началу третьей части столетия и снижается в последних десятилетиях. Максимум влажных лет приходится на десятилетия 1960—1980 —х годов и только в Каменск — Шахтинске он в эти десятилетия нарастает и имеет максимум в предпоследнем десятилетии столетия. Еще одна общая закономерность, если в начале столетия из числа лет с отклонениями, влажные в своем максимуме составляли от 40 до 80%, то к концу столетия они достигают 100%.

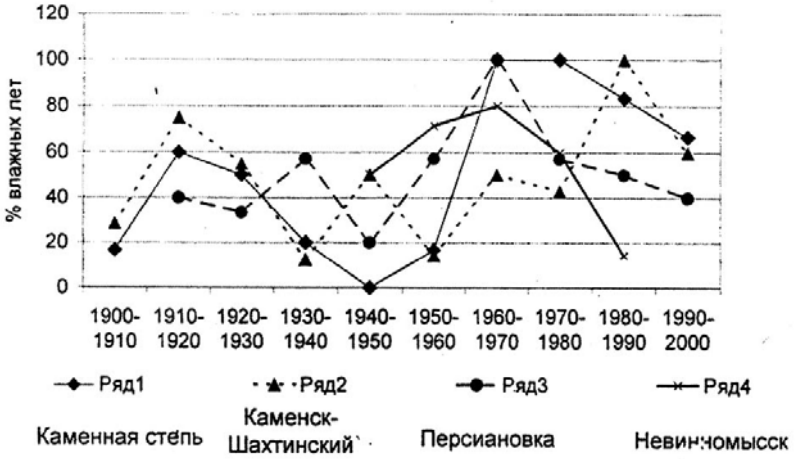


Рис. 9. Диаграмма процента влажных лет за десятилетия. **Fig. 9.** Decade moist year percentage diagram

Интересно и распределение суммы осадков во влажные годы за десятилетия. Здесь также есть общие закономерности для отдельных станций. Можно сказать, что сумма дополнительной влаги, которая приходила на рассматриваемую территорию в начале столетия была меньше, чем в конце по всем станциям, однако, максимум лежит в разных десятилетиях. Так, для Каменной степи это 80 — 90 годы, для Каменск Шахтинска и Персиановки — 70 — 80 —е и для Невинномысска 50 —60 —е годы. Переходя от Предгорий Кавказа к Каменной Степи, максимум увлажнения смещался по десятилетиям, повторяя временной ряд особого значения в рассматриваемом регионе.

Заключение

В каждом из рассматриваемых регионов лесостепной и степной зон в течение столетия колебания суммы атмосферных осадков подчинены определенным закономерностям.

1. Сумма атмосферных осадков поступавших на территорию каждого региона в начале столетия была меньше, чем в конце. Более значимы эти различия для лесостепной зоны.

2. Периоды дополнительного поступления атмосферных осадков в рассматриваемые регионы приурочены к разным десятилетиям.

3. Водонасыщенность грунтовой толщи имеет свою цикличность не всегда совпадающую с цикличностью атмосферных осадков. Определенный вклад в пополнение грунтовой толщи вносит сельскохозяйственная деятельность человека. Пополнение запасов влаги в почвенно — грунтовой толще происходит за счет перераспределения осадков и создания меньшего дефицита предшествующими культурами, с постепенным накоплением остаточного эффекта.

4. Для лесостепной зоны вклад климатических предпосылок в расширение локального переувлажнения черноземов более существенен, чем для степной зоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баталов Ф.З.* Многолетние колебания атмосферных осадков и вычисление норм осадков. Л:Гидрометеоиздат, 1968.
2. *Гвоздецкий В.М., Заморий П.К.* Мочары на Тульчинщине // Ж. геолого — географического цикла. 1933. №2. С. 5—12.
3. *Дроздов О.А., Григорьева А.С.* Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. Л., Гидрометеоиздат, 1971.
4. *Еремченко 0.З.* Природно — антропогенная эволюция солонцов. Автореф. дисс. докт. биол. наук. Новосибирск, 1999. 32 с.
5. *Зайдельман Ф.Р., Тюльпанов В.И., Ангелов Е.Н., Давыдов А.И.* Почвы мочарных ландшафтов — формирование, агроэкология и мелиорация. М.: Изд —во Моск. Ун-та, 1998. 160 с.
6. Каменная Степь: Лесоаграрные ландшафты. Воронеж.: Изд —во ВГУ, 1992 а. 224 с.
7. Каменная Степь — 100 лет спустя. Юбилейный сборник. Воронеж, 1992 б. 271 с.
8. *Кирюшин В.И.* Экологические основы земеледелия. М. Изд —во Колос, 1996. 364 с.
9. *Ковалевский В.С.* Многолетние колебания уровней подземных вод и подземного стока. М: Наука, 1976. 280 с.
10. *Коронкевич Н.И., Зайцева И.С, Долгов СВ., Ясинский СВ.* Современные антропогенные воздействия на водные ресурсы. Изв. РАН. Сер географическая. 1998. №5. С. 55-68.
11. *Минкин М.Б., Калиниченко В.П., Назаренко О.Г.* Мелиорация мочаристых почв Восточного Донбасса. М.: Изд-во МСХА, 1991. 130 с.
12. *Назаренко О.Г.* Коллоидно — химическая природа поглощающего комплекса мочаристых почв Восточного Донбасса. Дисс. канд. биол. наук. Москва, 1991. 206 с.
13. *Полупан Н.И., Нестеренко А.Ф., Яровенко Е.В.* О мочарах и мочаристых почвах // Почвоведение. 1983. №12. С. 5-16.
14. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана. Краснодар, 1996. 191 с.
15. *Роде А.А.* Многолетняя изменчивость атмосферных осадков и элементов водного баланса почв //Вопросы водного режима почв. Л.: Гидрометеоиздат. 1978. С. 3—129.
16. *Сувак П.А.* Мелиорация мочаристых и солонцовых почв Молдавии. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1977. 105 с.
17. *Свисюк И.В., Русеева З.М., Федотова Л.В.* Погода и урожай зерновых культур. Санкт — Перербург: Гидрометеоиздат. 1992. 224 с.
18. *Холмецкий А.М.* К условиям образования гидроморфных почв Северо-Запада Молдавии. // Вопросы исследования и использования почв Молдавии. Кишинев, 1965. Вып.З. С.27-34.
19. *Шашко Д.И.* Агроклиматическое районирование СССР. Л.:Гидрометеоиздат, 1985. 204 п.
20. *Шестаков И.Л., Сувак П.А.* Временные методические указания по обследованию мочаристых почв. Кишинев: СКП Молдгипрозем, 1972. 25 с.

CYCLICITY OF THE AVERAGE ANNUAL PRECIPITATION AS A NATURAL PREMISE FOR LOCAL WATERLOGGING EXPANSION WITHIN BLACK EARTHS

© 2002. O.G. Nazarenko*, N.B. Khitrov, P.P. Gritsenko*, V.G. Ionova***

**346493 Don-Land State Agrarian Universit.*

Rostov Region, Oktyabrsky District, Vil. Persianovsky,DonGAU, Russia

*** Soil Institute after V.V.Dokuchaev,Moscow, Russia*

Local waterlogging expansion within black earths is a dangerous phenomenon leading to the planet's most fertile soils degradation. The impetuous growth of hydromorphic soils in the steppe zone is simultaneously conditioned by two factors, one being natural and anothei anthropogenic. We have assessed the role of the cyclicity of the average annual precipitation as the natural premise for local waterlogging expansion within black earths in various areas belonging to forest-steppe and steppe zones, and traced a regularity in the water saturation of soil of several regions.

The investigation was based on the analysis of long-term annual precipitation amounts provided by the weather stations in Kamennaya Steppe of the Voronezh Region; within the Donets Range of the Rostov Region; Azov-and-Kuban Plain, Dinskoy District of the Krasnodar Territory; Kuban sloping plain, Kochubeyevsky District of the Stavropol Territory.

It has been ascertained that the amount of the precipitation falling on the territory of each region was in the century beginning less than it in its end. The periods of additional precipitation in the above regions were timed to various decades: the 1980s-1990s for Kamennaya Steppe, the 1970s-1980s for Donets Range, and the 1950-1960s for Kuban sloping plain. Moving from the Caucasian foothills to Kamennaya Steppe, the maximum humidification shifted one decade after another, thus somewhat following the temporal series of special attention to overdamping in the regions concerned. The contribution of the climatic conditions to the black earths local waterlogging is more significant for the forest-steppe zone than for the steppe zone.

Soil water saturation has its own cyclicity which dies not always coincide with the precipitation cyclicity. A definite contribution to soil saturation is made by man's agricultural activity. Moisture replenishment occurs in soils due to precipitation redistribution and creation of lesser deficit by the previous crops, with a gradual residual effect accumulation.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2002, том 8, № 16

========== ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ==== ========== ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 581.526.426.52

ГАЛОФИТЫ: РЕСУРСЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ[1]

© 2002 г. Н.З. Шамсутдинов

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костикова РАСХН 127550, Москва, ул. Б. Академическая, 44, Россия

В последние 25 — 30 лет внимание ученых мира привлекает проблема изучения и освоения в культуре галофитов — группы видов солеустойчивых растений, нормально функционирующих и продуцирующих в условиях засоленной среды, формируя при этом достаточно высокую растительную массу и семенную продукцию (Aronson, 1985, 1989; O'Leary, 1985; Squires, 1978; Шамсутдинов, 1993, 1995, 1996). Разработка проблем использования галофитов для производства высокобелковых и энергонасыщенных кормов, лекарственного и масличного сырья в условиях орошения соленой водой интенсивно осуществляется в США — в Университете штата Аризона, в Мексике — в Центре организации сельского хозяйства и водных ресурсов штата Сонора, в Израиле — в Университете имени Бен —Гуриона в Негеве, в России — во Всероссийском научно — исследовательском институте кормов имени В.Р. Бильямса и во Всероссийском научно — исследовательском институте гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова. В этих научных учреждениях создана коллекция галофитов, представляющих большой потенциальный интерес как масличных, зерновых, кормовых, декоративных растений, как энергоносителей и биомелиорантов (Aronson, 1985; O'Leary, 1985, 1988, 1995 а, б; Шамсутдинов, 1979, 1993, 1995 а,б; Шамсутдинов, Савченко, 1996; Шамсутдинов, Савченко, Шамсутдинов, 2000; Glen et al., 1993).

К галофитам относятся растения, принадлежащие различным жизненным формам, которые способны завершить полный жизненный цикл и возобновляться в условиях засоления почвенного раствора с электропроводностью 8— 10 dS/m (Aronson, 1985).

Галофиты отличаются реакцией на степень засоления почв — галотолерантностью. Диапазон минерализованности почвенного раствора, в пределах которого то или иное растение может нормально расти и иметь способность для возобновления, у разных видов неодинаково. Согласно Н.И. Акжигитовой (1982), галофиты можно разделить на следующие группы: 1 — гипергалофиты, 2 — эугалофиты, 3 — гемигалофиты, 4 — галогликофиты.

К гипергалофитам она относит растения избыточно засоленных почв. Их онтогенез лучше проходит в условиях засоленной среды. Эти галофиты нормально функционируют и репродуцируют на очень сильно засоленных почвах при сухом остатке: 2.3 — 3.0 (3.5); C1>0.23% при хлоридно — сульфатном засолении или соответственно 1.8 — 2.3%; C1>0.23% при сульфатно — хлоридном засолении.

К характерным и широко распространенным галофитам данной группы относятся следующие, обычно доминирующие на солончаках виды: Halocnemum strobilaceum (Pall.) Bieb., Halostachys caspica C.A. Mey, Kalidium caspicum (L.) Uno. — Sternb., Climacoptera crassa (Bieb.) Botsh., C. lanata (Pall.) Botsh., Suaeda arcuata Bunge, S. salsa (L.) Pall, Salicornia europaea L, Frankenia pulverulenta L. и другие.

К группе эугалофитов относятся растения, успешно произрастающие на засоленных почвах при большом диапазоне минерализации почвенного раствора. Галофиты данной группы также хорошо приспособлены к сильнозасоленным почвам, однако лучше развиваются и доминируют в сообществах при меньшей засоленности субстрата, сухой

[1] Работа выполнена при поддержке ФЦП «Интеграция» фант №0173.

остаток 1.8 — 2.3 (2.5); С1>0.1—0.23% при хлоридно — сульфатном засолении или соответственно 1.3—1.8%; С1>0.1 — 0.23% при сульфатно — хлоридном засолении. По способу приспособления это, главным образом, соленакапливающие и солевыделяющие гало фиты.

Н И. Акжигитова (1982) к третьей группе, гемигалофитов, относит растения умеренно засоленных почв. Они нормально развиваются и формируют достаточно высокие показатели фитомассы при следующей засоленности почв: сухой остаток 1.3 — 1.8 (2.0); С1>0.03-0.1% или соответственно 0.8-1.3%; С1>0.03-0.1%.

К группе гало гликофитов относятся растения с небольшой солеустойчивостью. Галогликофиты нормально развиваются и возобновляются при сухом остатке 0.3 — 0.8 (1.0); С1>0.01 -0.03% или соответственно сухой остаток 0.1-0.2%; С1>0.01 -0.03% (Акжигитова, 1982).

Согласно Н.И. Акжигитовой (1982), по отношению галофитов к уровню увлажнения они подразделяются на следующие группы: галомезофиты, галогемимезофиты, галомезоксерофиты, галоксерофиты. Галомезофиты — преимущественно растения засоленных, влажных местообитаний с близким залеганием грунтовых вод к поверхности почвы. К ним относятся прибрежные части соленых озер, влажные солончаки, где уровень грунтовых вод находится на глубине 0.5— 1.0 — 3.0 м.

К галогемимезофитам относятся растения менее увлажненных местообитаний, где уровень грунтовых вод залегает на глубине 1.5 — 2.0 (2.5) м.

Группа галофитов, относящаяся к галомезоксерофитам обладает более широким диапазоном галотолерантности в условиях увлажнения, нормально развиваясь при уровне грунтовых вод 1.5 — 4.0 м.

Галоксерофиты — это достаточно крупная группа растений, обитающих на засоленных почвах, где уровень грунтовых вод располагается достаточно глубоко и не оказывает практического влияния на рост, развитие и продуктивность галофитов.

Галофиты неоднородны по своим биоэкологическим, физиолого - биохимическим свойствам и хозяйственно — полезным характеристикам. Экологически различающиеся между собой гипергалофиты, эугалофиты, гемигалофиты и галогликофиты по- разному реагируют на избыточную засоленность почвенной среды и их солеустойчивость достаточно сильно отличается. Галофиты реагируют по — разному на механический состав и степень увлажнения почвы. Галофиты гетерогенны по своему хозяйственному значению, они отличаются как кормовые растения по степени поедаемости, продуктивности, кормовым достоинствам. Наблюдается большое видовое и популяционное колебание по содержанию питательных и лекарственных (лечебных веществ, всевозможных масел). Такое видовое, внутривидовое (экотипическое, популяционное, индивидуальное) многообразие галофитов по эколого- биологическим и хозяйственным характеристикам дает базу для селективного отбора с целью получения кормов, пищевых, лекарственных веществ, масличного сырья, энергоносителей, а также выделения растений — биомелиорантов для экологической реставрации и фитомелиорации деградированных земель.

1. Ресурсы галофитов и принципы их отбора для использования в качестве кормовых растений

Мировой генофонд галофитов насчитывает 2000 — 2500 видов (Aronson, 1985, 1989). В пределах Центральной Азии имеется 700 видов (Акжигитова, 1982) и в Российской Федерации — 512 видов (Шамсутдинов, Савченко, 1996). Эти данные свидетельствуют о больших мировых генетических ресурсах галофитов для использования в качестве источника интродукции и исходной базы селекции (Акжигитова, 1982; Aronson, 1985; Шамсутдинов, 1995). Виды и экотипы галофитов являются богатым генетическим ресурсом полезных растений, содержащим качественно новый класс генотипов высших растений, способных освоить такие экологические ниши, как засоленные и солонцовые почвы, прибрежные

засоленные пески, сухие такыровидные земли, где традиционные культуры общепользовательной ценности не могут нормально произрастать.

В настоящее время имеется несколько сводных работ по классификации и описанию галофитов (Aronson, 1989; Шамсутдинов, Савченко, Шамсутдинов, 2000; Lieth, Lohmann, 2000). Наиболее содержательная сводка галофитов Д. Аронсона издана в 1989 году в Аризоне (США). Книга содержит описание около 1600 видов, 550 родов и 117 семейств (Aronson, 1989). Монография содержит оригинальную информацию по известным и предполагаемым солеустойчивым видам высших растений мира. Среди галофитов, по Д. Аронсону, можно выделить следующие жизненные формы: однолетники, водные растения, низкорослые и карликовые кустарники, колючие кустарники, кустарники — геофиты, хемикриптофиты, травы многолетние, суккуленты, деревья, стелющиеся ползучие растения, паразиты.

К основным биологическим характеристикам галофитов Д. Аронсон (1989) относит максимально допустимое значение солеустойчивости, а также показатели активности фотосинтеза в связи с предполагаемой зависимостью между фотосинтезом и солеустойчивостью.

Анализ мирового опыта освоения галофитов в культуре и наш опыт работы в аридных районах Центральной Азии и России показывают, что галофиты обладают не только большим диапазоном эколого — биологических характеристик, но и широким спектром возможностей хозяйственного использования. Генетические ресурсы галофитов представляют интерес как источник кормовых, масличных, лекарственных, декоративных растений, в качестве энергоносителей и биомелиорантов (Aronson, 1989; O'Leary, 1988; Шамсутдинов, 1995).

Виды галофитов, которые могут использоваться для растениеводства и других нужд должны быть устойчивыми не только к засолению почвы, но они должны быть толерантными к подтоплению, проявлять высокую экологическую устойчивость в полевых условиях, а также отвечать основным хозяйственным требованиям, которые обеспечили бы использование их в сельскохозяйственном производстве. Для комплексной оценки галофитов, преимущественно для целей производства кормов, используются следующие критерии:

- Продолжительность жизни: отобранный галофит должен обладать высокой экологической устойчивостью к стрессовым факторам среды, обеспечивающей их выживание в полевых условиях длительное время.
- Репродукционная способность: галофиты, отобранные для культуры должны иметь способность к продуцированию жизнеспособных семян или экономически эффективную систему вегетативного размножения.
- Способность галофитов к семенному возобновлению: виды и экотипы галофитов, предназначенные для культуры должны обладать способностью к семенному возобновлению за счет опавших на землю семян в полевых условиях и в условиях принятого пастбищного режима.
- Форма роста: виды галофитов, предназначенные для выпаса должны быть низкорослыми и распределены так, чтобы они были доступны для животных, в основном, овцам. Верблюды и козы предпочитают более высокие виды, которые могут быть использованы также в качестве живых изгородей.
- Поедаемость: отобранные виды галофитов должны обладать хорошей поедаемостью и съедаться животными в объеме, необходимом для удовлетворения потребности в корме.
- Отавность: способность галофитов восстанавливать утраченные органы после многократно повторяемого стравливания при выпасе или сенокошении.
- Устойчивость к неблагоприятным факторам среды: галофиты, отобранные для культуры, должны обладать способностью к выживанию и поддержанию своей продуктивности при воздействии как постоянных, так и случайных факторов (засуха, мороз, жара, вредители, болезни, близость грунтовых вод, подтопление почв).

• Продуктивность: галофиты должны обладать способностью к формированию высокого урожая. Продуктивность должна быть оценена в условиях режима использования.

Перечисленные выше критерии являются определяющими для комплексной и многосторонней оценки галофитов с целью их отбора и введения в культуру, преимущественно на кормовые цели.

Галофиты природной флоры, произрастающие на территории подавляющего большинства континентов и стран, до сего времени являются неиспользованным ресурсом биосферы. Мировой опыт, а также наш опыт работы показывает, что галофиты представляют собой важнейшее биологическое средство утилизации соленых вод при одновременном получении кормов, лекарственного и масличного сырья.

2. Эколого-физиологические особенности галофитов

Способность галофитов к нормальному функционированию и формированию устойчивых урожаев кормовой массы в условиях засоленной среды связана с их специфическими экологическими и физиолого - биохимическими особенностями (Вальтер, 1975; Заленский, 1977; Пьянков, Мокроносов, 1991; Пьянков, 1984; Балнокин, 1986; Шамсутдинов, 1996; Pyankov V.I. et al., 2000).

Все галофиты, обитающие в условиях засоленной среды, должны быть каким -то образом адаптированы к лимитирующим условиям внешней среды, которые определяют возможность произрастания и географию распространения галофитов на аридных территориях, прежде всего к недостатку влаги в связи с осмотическим и токсическим действиями солей на организмы растений и физиологической сухостью почвы, обусловленной повышенным содержанием ионов в почвенном растворе (Вальтер, 1975).

Галофиты должны поддерживать сбалансированный бюджет воды: если вода в организме содержится в количестве, достаточном для сохранения жизни, поглощение ее должно быть равно потерям. Поддержание баланса осложняется двумя обстоятельствами: это хроническое ограниченное поступление воды и усугубляющаяся ограниченная постоянная тенденция к перерасходу влаги в результате ее испарения и прочих потерь (Вальтер, 1975).

К важнейшим анатомо - морфологическим и физиолого - биохимическим особенностям галофитов, которые обеспечивают нормальное функционирование и продуцирование их в условиях засоленной среды, относятся:

Выведение солей в окружающую среду и поддержание сбалансированного содержания солей в цитоплазме клеток. Солевыделяющие галофиты обычно являются несуккулентными растениями с железами, выводящими соли. Эти железы представляют особые структуры, способные выделять избыточные соли из растительного организма (Batanoury, Abo Sitta, 1979). Они располагаются на фотосинтезирующих органах. Выведение солей — механизм, посредством которого растения освобождаются от избытка их в тканях и, таким образом, регулируют минеральный состав своего организма. К этой группе можно отнести Limonium spp., Tamarix spp., Frankenia spp. Другая группа галофитов выводит соли из организма с помощью соленакапливающих пузырей. В таких пузырях концентрация солей выше, чем в мезофильных клетках. Имеется еще одна группа галофитов, которые сбрасывают соленакапливающие органы. Это еще один механизм, посредством которого галофиты регулируют содержание в них солей (Chapman, 1968). К ним относятся Halocnemum Bieb. и Halostachys C.A. Mey и другие.

Суккулентные галофиты и соленакопление. Часть галофитов, относящихся к суккулентам, могут переносить высокие концентрации солей в их клеточном соке (Steiner, 1935). Суккулентность развивается при большом поступлении хлоридов, что приводит к набуханию белков, и, следовательно, к особой ионной гидратации протоплазмы. При поглощении воды это приводит к гипертрофии клеток, т.е. развивается суккулентность органов растений. К этой группе галофитов относятся Salsola L., Salicornia L. и другие.

3. Высокие показатели осмотического давления в клетках галофитов формируются за счет увеличения содержания ионов и низкомолекулярных органических соединений (пролины, бетаины) в их клетках. Как правило, водный голод порождает определенные биологические процессы у галофитов, которые имеют существенное экологическое значение в условиях солености среды. В числе характерных реакций на водный голод можно назвать накопление пролина (Stewart et al., 1980; Batanoury et al., 1981). Высокое осмотическое давление в тканях корней и побегов следует рассматривать как важную физиологическую особенность, позволяющую повысить эффективность поглощения воды (Killian, Faurel, 1936). Экспериментальные исследования в северо-западной части Сахары были впервые проведены Фиттингом (Fitting, 1911). Высокими значениями осмотического давления отличаются растения засоленных местообитаний, например, Atriplex halimus R. Br. (35.0 — 70.0 атм), Limoniastrum gugonianum Durien (49.6 — 53.4 атм), Haloxylon aphyllum (Minkw.) Iljin (40.0 — 60.0 атм).

4. Известно, что среди многообразия растений природной и культурной флоры различают три типа фотосинтеза, а именно, Сз, C_4 САМ (обмен кислот по толстянкому типу) (Crassulaeceam acid metabolism, САМ) (Laetsch, 1974). Подавляющее большинство галофитов принадлежит к растениям с C_4 — типом фотосинтеза (Заленский, 1977; Вальтер, 1975; Пьянков, 1984; Гамалей, Вознесенская, 1986; Pyankov V.I. et al., 2000). Галофиты по типу C_4 отличаются комплексом анатомических и физиологических особенностей. Мезоструктура листа С4 — растений состоит из хлорофиллоносных тканей в виде крупных толстостенных клеток вокруг сосудистых пучхов, которые, в свою очередь, окружены одним или несколькими слоями рыхлоприлегающих мезофильных клеток. Следует сказать, что у С4 — растений чистый фотосинтез обычно возрастает при высоких значениях температуры и интенсивности света. Эффективность использования воды у C_4 —растений обычно выше, чем у Сз - растений, то есть C_4 — растения требуют меньше единиц воды для фиксации одной единицы СС>2 и создания единицы сухого вещества (Заленский, 1977; Пьянков, 1984; Пьянков, Мокроносов, 1991).

У суккулентных галофитов распространен САМ —тип фотосинтеза (Crassulaeceam acid metabolism) с обратной суточной функцией устьиц, которые отличаются суккулентнностью ассимилирующих органов и фиксируют СО2 в ночное время. Согласно данным С.С. Блек (Black, 1973), эти виды растений с САМ —типом фотосинтеза всегда доминировали в наиболее жарких условиях пустынь штата Техас (США) с хроническим дефицитом влаги и характеризовались очень экономным расходованием влаги.

Такой тип фотосинтеза у галофитов обеспечивает нормальное протекание процесса синтеза органических веществ всегда с положительным балансом в условиях постоянного доминирования экстремальных факторов, вызванных высокими температурами, сухостью аридного климата и засоленностью почвы (Гамалей, Вознесенская, 1986; Пьянков, 1984).

Общая эволюционная линия в адаптации галофитов по градиенту аридности и засоленности выражается в изменении соотношения типа фотосинтеза в экосистемах в направлении C_3 -> C_4 -> САМ (Black, 1973; Пьянков, 1984).

5. Анатомо — морфологические особенности галофитов ориентированы на уменьшение расходов влаги листьями и побегами. Как правило, листья и побеги галофитов покрыты защитным восковым налетом, они опушены серым цветом. Другой адаптивный признак, обуславливающий уменьшение потерь воды в результате редукции листовой поверхности или полного сбрасывания листьев или части побегов в сухой сезон года (Нечаева, Василевская, Антонова, 1973; Orshan, 1963).

3. Основные направления использования галофитов

3.1. Галофиты как кормовые растения. В мировой флоре кормовую ценность представляют свыше 150 видов галофитов. В Австралии, Мексике, Израиле, США,

России отобраны перспективные виды галофитов в качестве кормовых культур. К ним относятся 50 видов кустарников, полукустарников и трав — сведы, саксаулы, кохии,

климакоптеры и другие (Шамсутдинов, 1979, 1995 а; Aronson, 1985, 1989; Pasternak et al., 1986; Крылова, 1984).

Отличительными особенностями галофитов как кормовых растений являются: их достаточно высокая питательная ценность, стабильная сбалансированность кормов по питательным веществам по сезонам года, особенно в критические периоды пастбищного содержания животных на пастбищах — осенью и зимой, полноценность протеина — достаточно высокое содержание незаменимых аминокислот. Эти кормовые особенности галофитов делают их нажировочным кормом для овец, коз и верблюдов в аридных зонах (Шамсутдинов, 1979, 1993, 1995 а; O'Leary, 1988).

Наиболее распространены по всему миру представители рода Atriplex L., включающего 245 видов (Aronson, 1985, 1989; O'Leary, 1988). Самые высокие показатели устойчивости к засолению отмечены у 13 видов рода Atriplex L. Глубокие исследования этого рода, проведенные в Австралии, США и в других странах подтвердили целесообразность использования представителей этого рода для повышения биологической продуктивности аридных пастбищ. Главная отличительная особенность Atriplex L.— не только их способность выживать в экстремальных условиях, но и формировать большой урожай биомассы высокого кормового достоинства (Aronson, 1985).

По данным Д. Аронсона (Aronson, 1985, 1989), Д. Пастернака и др. (Pasternak et al., 1986), выращивание ряда галофитов на кормовые цели в чистом виде и смесях при орошении морской водой может обеспечить урожай, равный урожаю орошаемой пресной водой люцерны.

Роль галофитов Haloxylon aphyllum (Minkw.) Iljin, Kochia prosirota (L.) Schrad., Salsola orientalis S.G. Gmel, Camphorosma lessingii Litv., Atriplex L.; Leptochloa fusca, Distichlis spicata Greene продолжают устойчиво сохраняться для улучшения кормовых угодий и комплексного использования земель (Шамсутдинов, 1979, 1995 а, б;).

Данные, характеризующие среднюю урожайность галофитов (табл. 1.) в 1990—1992 гг. в Мексике. Фитомасса в размере 17 - 34 т/га сухого вещества может быть сравнительно легко получена при орошении морской водой (Halophytes ..., 1993).

Таблица 1. Среднегодовая урожайность сухого вещества галофитов при орошении морской водой в Пуэрто Пенаска, 1990-1992 гг. (Halophytes ..., 1993). **Table 1.** Medlleyear crop capacity of galophites dry substance by irrigation of sea water in Pyerto Penaska, 1990— 1992.

Виды галофитов	Число образцов	Урожай сухого вещества, т/га	
		Средний	Стандартные отклонения SE
Batis maritima	8	33.9	(0.99)
Atriplex linearis	5	24.2	(1.23)
Salicornia bigelovii 1-й год	22	22.4	(0.70)
2-й год	9	17.7	(1.32)
Suaeda esteroa	9	17.2	(1.12)
Sesuvium portulacustrum	9	16.7	(2.00)

Урожайность масличных семян Salicornia bigelovii в Пуэрто Пенаско (Мексика) составила 2 т/га, что эквивалентно урожайности соевых бобов или других традиционных масличных культур. Squires (1978) высокую урожайность галофитов в условиях засоленной среды объясняет компенсирующими факторами, такими как умеренные зимние температуры, обильные солнечные инсоляции с положительным балансом, а также тем, что галофиты обладают способностью к интенсивному фотосинтезу и росту в экстремальных условиях (засоление, высокие температуры и т.д.).

Таблица 2. Рост, развитие и продуктивность галофитов в условиях коллекционного питомника при орошении соленой водой подземных источников в Центральном Кызылкуме, 1989 г. **Table 2.** Grouth development and productive of galofites in conditions of mersery collections by salt under ground spring irrigation in Central Kizilcyme 1989.

№ по каталогу	Происхождение образцов	Густота стояния растений, тыс.га	Высота растений, см.	Урожай кормовой массы, т/га	
				зеленой	сухой
	Климакоптера мясистая — *Climacoptera crassa*				
К–7	Каракалпакия, Берунийский р–н, ур. Алтынсай.	203.3±2.6	63.3±2.2	114.4	21.1
К–20	Узбекистан, Бухарская обл., Канимехский р–н, с–з "40 лет Октября".	173.3±2.5	75.3±0.9	96.6	17.8
К–19	Узбекистан, Хорезмская обл., Хивинский р–н, оз. Комсомольское.	166.6±4.1	46.3±1.2	63.3	11.7
К–10	Узбекистан, Бухарская обл., Кызылтипинский р–н, с–з "Комсомол".	153.3±2.6	46.6±1.8	66.1	12.2
К–11	Каракалпакия, Элликалинский р–н, оз. Акча–Пул.	136.6±10.2	58.3±4.7	70.0	12.9
К–60	Узбекистан, Бухарская обл., Канимехский р–н, с–з "40 лет Октября" из колл. 1988 г.	113.3±3.7	67.7±0.6	61.1	11.3
К–26	Узбекистан, Хорезмская обл., Хивинский р–н, оз. Комсомольское	11.2±4.9	60.1±1.2	58.8	10.8
К–17	Кызылкумская репродукция (колл. 1988 г, К–4386).	51.1±1.5	56.7±1.7	62.2	11.5
К–12	Узбекистан, Бухарская обл., Канимехский р–н, с–з "40 лет Октября".	47.8±2.3	48.3±2.6	53.3	9.8
К–4489	Узбекистан, Бухарская обл., окр ст. Караката.	45.6±1.1	49.6±1.2	46.6	8.6
К–23	Кызылкумская репродукция (колл. 1988 г, К – 4391).	37.8±1.1	63.3±1.8	27.7	5.1
К–4456	Казахстан, К – Ординская обл., Жама–Курганский р–н, окр. Аккулин.	31.1±1.7	43.1±1.5	32.2	5.9
К–9	Каракалпакия, Берунийский р–н, ур. Алтынсай.	30.0±1.3	63.3±2.2	32.2	5.9
К–1а	Узбекистан, Бухарская обл., Канимехский р–н, с–з "40 лет Октября".	18.9±0.6	43.1±1.5	24.4	4.5
	Сведа дуголистная — *Suaeda arcuata*				
К–59	Узбекистан, Самаркандская обл.	15.3±1.47	113.3±6.14	54.4	10.8
	Солянка туркестанская — *Salsola turkestanica*				
К–4471	Казахстан, К – Ординская обл., Жама–Курганский р–н, окр. Аккулин.	116.0±0.98	89.6±2.16	62.2	11.5
	Кохия веничная — *Kochia scoparia*				
	Узбекистан, окрестности Самарканда.	188.3±10.4	116.6±1.38	—	17.3
	Бассия иссополистная — *Bassia hyssopifolia*				
	Узбекистан, Бухарская обл., Канимехский р–н, с–з "40 лет Октября".	24.1±1.5	136.4±3.9	64.8	16.2

По данным O'Leary (1985, 1988), при орошении морской водой высокая урожайность может быть получена у ряда галофитов, например, Atriplex nummularia Lind. L. Наиболее

урожайные кормовые растения — галофиты дают от 8 до 17 т/га сухой массы, или выход протеина соответственно 0.6 — 2.6 т/га (Pasternak et al., 1986; O'Leary, 1988).

Исследования по оценке влияния соленой воды разной степени концентрации проведены в штате Нью-Мексико (США) на примере кохии веничной (Kochia scoparia (L.) Shrad.), которая признана пригодной для создания кормовых угодий (Yield and composition .., 1988). Отмечается высокая переваримость при использовании кохии на корм овцам (Watson, 1988). В Мексике на опытной станции Мескиталь дель Оро де Эрмосильо получены положительные результаты в опытах по кормлению молодняка крупного рогатого скота, овец, молочных коз сухой измельченной массой галофитов, включая варианты с их промыванием пресной водой и обогащением премиксами (Lopez, 1988).

В табл. 2 приведены данные, характеризующие рост, развитие, продуктивность галофитных видов и их образцов собранных в различных природно — экологических условиях аридных зон Центральной Азии, при орошении соленой водой подземных источников.

Однолетний галофит климакоптера мясистая характеризуется исключительно высоким внутривидовым разнообразием по признаку продуктивности: среди испытываемых форм наибольшую кормовую массу накапливает образец К-7, собранный в Каракалпакии в урочище Алтынсай, составивший 21.17 т/га, образцы К-20, К-11,

К-4345 формируют 12.95—17.88 т/га сухого вещества. В то же время встречались образцы климакоптеры с невысокой продуктивностью (2.2 — 4.5 т/га сухого вещества).

Наряду с климакоптерой мясистой довольно высокие урожаи кормовой массы формируют в условиях орошения соленой водой другие виды однолетних галофитов: сведа дуголистная дает 10.8 т/га сухого вещества, солянка туркестанская — 11.5 т/га, бассия иссополистная — 16.2 т/га сухого вещества, кохия веничная — 17.3 т/га.

Проведен и другой опыт в аридных зонах России по выращиванию Kochia scoparia (L.) Schrad. в условиях Нижнего Поволжья на вторично засоленных почвах на базе Астраханской опытно — мелиоративной станции в 15 км от г. Астрахани. В опытах испытывались 14 образцов Kochia scoparia, собранные в Кашкадарьинской (1 образец), Бухарской (1 образец), Самаркандской (3 образца) областях Узбекистана, Чарджоуской области (2 образца) Туркменистана, в Волгоградской (4 образца), Астраханской (3 образца) областях РФ. Посев семян проведен по вспаханному фону при глубине заделки семян 0.5—1.0 см. Всходы высеянных образцов кохии веничной появились в первой декаде марта.

Проведены специальные исследования по выращиванию кохии веничной Kochia scoparia (L.) Schrad. при орошении морской водой Каспия на Мангышлакском экспериментальном участке (Северный Казахстан).

Результаты опытов разных эколого — географических образцов Kochia scoparia при орошении морской водой (табл. 3.) показывают, что образцы этого вида развивались нормально, достигнув ко времени созревания семян 46.0— 136.4 см. В условиях северных пустынь на полуострове Мангышлак при поливе морской водой кохия веничная сформировала от 6 до 13,2 т сухого вещества с 1 га. Наиболее продуктивными оказались образцы К-5, К-35, К- 101, К- 102.

Наряду с Kochia scoparia испытывались по одному образцу однолетних галофитов — сведы дуголистной и кохии иранской, эти виды также оказались весьма перспективными для условий пустыни Мангышлак, сформировавших по 13.6 (сведа дуголистная) и 28.1 (кохия иранская) т сухого вещества с 1 га в условиях полива морской водой (Шамсутдинов, 1996).

4.2. Галофиты как масличные растения. В настоящее время введены в культуру в США, Мексике, Саудовской Аравии, Египте в качестве масличной культуры однолетний галофит саликорния, создан сорт этого галофита, получивший название SOS-7, который формирует при орошении морской водой 20 т/га сухого вещества, 2 т/га семян с содержанием масла 30% и обеспечивает получение 600 кг масла с 1 га. Общие затраты на 1 га возделываемой

культуры составляют 600 — 650 долларов США при себестоимости одной тонны семян 300 — 350 долларов США.

Таблица 3. Продуктивность образцов Kochia scoparia при орошении морской водой Каспия, Мангышлак, Казахстан (Шамсутдинов, 1989). **Table 3.** Productive of Kochia scoparia samples by irrigation of the Caspian Water, Kazakhstan.

Образцы по каталогу	Густота растений, тыс/га	Высота растений, см	Урожай кормовой массы, т/га	
			зеленой	сухой
Кохия веничная				
К-37	68.9	71.7	18.0	8.0
К-57	36.7	101.6	28.1	11.3
К-35	81.3	80.9	33.0	12.0
К-51	26.7	88.3	25.0	9.7
К-3	32.4	96.8	18.0	7.8
К-101	15.6	134.7	36.1	13.2
К-92	14.6	148.7	15.2	6.0
К-93	24.1	136.4	41.5	16.2
Сведа дуголистная				
К-58	15.3	113.6	54.4	13.6
Кохия иранская	29.7	205.9	112.0	28.1

В лаборатории научных исследований в области окружающей среды Университета штата Аризона США проведены также исследования по созданию безотходных технологий переработки всей вегетативной массы растений, разделяя ее на проводящие пучки и паренхимную часть. Первая содержит, главным образом, ксилему, и может использоваться как волокно для строительных материалов. Она содержит всего 4 — 6% солей. В паренхимном порошке содержится до 50% солей. Он может быть использован после промывки раствором извести на корм скоту. Жмых и шрот из семян саликорнии содержит до 40% протеина и также пригоден для использования в корм скоту. (O'Leary, 1985; Pasternak et al., 1986).

В США, Мексике, Израиле в культуру введена Simmondsia chinensis C.K. Schneider — американское название "хохоба" — дикорастущий кустарник. Ценное ее свойство — высокая устойчивость к засолению. Содержание масла в семенах симондзии около 50%, протеина — до 35%.

Ежегодное производство масла симондзии составляет в мире 300 т в год. Основными поставщиками сырья являются северо-запад Мексики и юго-запад США. Большая часть масла симондзии реализуется по относительно высоким ценам: от 3 тыс. до 20 тыс. долларов США за 1 тонну крупным предприятиям по изготовлению смазочных средств, исследовательским институтам и косметическим компаниям Европы, Мексики, США.

Для дальнейших исследований в этой области рекомендуются следующие галофиты: Distichlis spp., Jouvea spp., Allenrolfea occidentalis O.Kuntze, Suaeda torreyana Hook. & Aen. (Aronson, 1985).

4.3. Галофиты как лекарственные растения. Виды рода солодка Glycyrrhiza L. — солодка голая и солодка уральская — источник солодкового корня, ценного фармацевтического, пищевого и технического сырья (Муравьев, Соколов, 1966; Муравьев, Степанова, 1966; Shamsutdinov, 1995; Shamsutdinov, 2000). Солодковый корень включен в фармакопеи 30 стран мира и по объему заготовок занимает первое место в мире среди лекарственных растений. Корни и корневища солодки богаты ценными лекарственными веществами. Свою широкую известность солодка получила в первую очередь благодаря содержащейся в ней глицирризиновой кислоте. Содержание глицирризиновой кислоты в подземных органах колеблется от 3 до 20% (Муравьев, Соколов, 1966).

По данным И.А. Муравьева и В.С. Соколова (1966), кроме глицирризина, в солодке содержатся флавоноиды, глюкоза (до 8%), сахароза (до 11%), крахмал (до 34%), клетчатка

(до 24%), камедеообразные, белковые, смолистые, горькие и зольные вещества (до 7%) и т.д. Общее количество экстрагируемых водой веществ может достигать до 43%.

Содержание глицирризиновой кислоты и экстрактивных веществ в отдельных частях подземной массы солодки колеблется в значительных пределах в зависимости от места произрастания, возраста и времени заготовки корней и корневищ (Кербабаев, Гладышев, 1971). По данным этих авторов наибольшее количество глицирризиновой кислоты (8.6—18.1%) и экстрактивных веществ (32.1—41.1%) содержится в главных (материнских) корнях. В горизонтальных корнях — соответственно 5.7—12.2 и 27.7 — 40.7%. Примерно такое же количество веществ содержат и вертикальные корневища (6.1-12.9 и 29.7-39.9%).

Наименьшее содержание глицирризиновой кислоты и экстрактивных веществ во всех частях подземной массы солодки отмечается весной, а наибольшее количество в зимний период. Эта разница в среднем составляет для глицирризиновой кислоты — 3 — 5%, для экстрактивных веществ — 5—12% (Кербабаев, Гладышев, 1971).

На основе глицирризиновой кислоты, выделяемой из корня: созданы и широко используются препараты для лечения аллергических заболеваний, бронхиальной астмы, противопростудные и отхаркивающие средства. Кроме того, на основе флавоноидов, содержащихся в солодковом корне, созданы препараты для лечения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, гиперацидных гастритов и других болезней, требующих ранозаживляющего и кровоостанавливающего действия. Продукты переработки солодкового корня широко используются в пищевой промышленности при хлебопечении, для изготовления конфет, халвы, тортов; при производстве безалкогольных напитков, пива, кваса, а также маринадов, киселей и компотов, а также для выделения дубильных веществ, красок (Муравьев, Соколов, 1966).

4.4. Галофиты как декоративные растения. Использование ландшафтных галофитов для замены гликофитов или для использования на участках, где гликофиты не могут произрастать, имеет огромный эстетический и практический потенциал.

Побережья океанов и морей, другие регионы мира, где имеются проблемы засоленности почв или ограниченность водных ресурсов, располагают огромными возможностями для разведения декоративных галофитов (Aronson, 1985; Pasternak et al., 1986).

Формирование ландшафтов с помощью галофитов является средством борьбы с экстремальными условиями климата. Жаркие, засушливые, с ограниченными запасами питьевой воды районы стран Ближнего Востока, Центральной Азии, Африки открывают большие возможности для получения прибыли от реализации программы по декоративному галофитному растениеводству. В той или иной степени декоративную ценность представляют 240 видов галофитов, относящихся к разным жизненным формам (Aronson, 1985).

Ряд коммерческих предприятий США и других стран специализируется на реализации декоративных растений и их семян (Aronson, 1985). На юге Израиля солеустойчивые растения используются для озеленения уже в течение двух десятилетий (Pasternak et al., 1986). Наиболее ценные виды, выведенные и распространенные институтом прикладных исследований в Израиле включают:

деревья: Melaleuca halmaturomm F. Muell. Ex Miq., Tamarix L, Conocarpus erectus L; кустарники: Borrichea spp., Clerodendron inerme R. Br., Maireana Moq., Seaevala spp.; декоративные низкорослые и стелющиеся растения: Crithmum maritimum L, Callnia spp., Drosanthemum spp., Halimus portilu.coid.es Wallr., Limonium spp., Lippia nodiflora Michx. Fl., Sesuvium spp. (Pasternak et al., 1986).

В Израиле большинство парков, туристических курортов и других зеленых зон оформлены из числа галофитных растений. Галофиты являются ценными декоративными растениями для формирования ландшафтов с минерализованными водоемами. В настоящее время Израиль является одним из крупнейших экспортеров декоративных растений из числа

галофитов (Aronson, 1985; O'Leary, 1985, 1988). Годовой доход от экспорта галофитных декоративных культур превышает 90 млн. долларов США.

4.5. Галофиты как энергоносители. Галофиты используются в качестве древесного топлива. В США разработана технология приготовления брикетов из фитомассы галофитов для использования в качестве топлива. Плантации галофитных насаждений являются энергопроизводящими возобновляемыми биологическими средствами и одновременно хранилищами энергии.

Ряд галофитов, включая Casuarina Miq., Tamarix L, Haloxylon Bunge., некоторые виды Lagonychium Bieb., рекомендуются в качестве энергоносителей при орошении соленой водой. Для производства биомассы на энергетические цели для бесполивного выращивания рекомендуются: Atriplex canescens (Pursch.) Nutt., Bigelowia DC, Sarcobatus vertmiculatus (Hook.) Toor., Artemisia tridentata Nutt., Haloxylon ammodenron (C.A.Mey.) Bunge (O'Leary, 1985, 1988).

Каждый гектар однолетних галофитных насаждений производит энергию, равную 11.7 тысячам литров бензина, а гектар десятилетних плантаций древесного галофита — саксаула черного производит энергию, равную 58.5 тысячам литров (Шамсутдинов, 1996).

4.6. Галофиты как биомелиоранты. Галофиты обладают высокой средообразующей и средооптимизирующей функцией, и, вследствие этого вызывают мелиоративный эффект на засоленных почвах. Благодаря эффективному затенению поверхности почвы надземной массой, насосным функциям и функциям биологического дренажа, солодковые плантации обеспечивают резкое снижение физического испарения, понижение уровня грунтовых вод, вынос солей надземной массой и, вследствие этого, обеспечивают рассоление почв (Шамсутдинов, 1979, 1988, 1994, 1995 а, б, 1996).

Как показывает отечественный опыт, основной принцип освоения мелиоративного севооборота состоит в использовании в первые годы галофитов, с последующим переходом к смешанным посевам галофита с кормовой культурой и постепенным, по мере рассоления почвы, увеличением площади под кормовой культурой. При полном рассолении почвы осуществляется чистый посев кормовой культуры (Грамматикати, 1990; Шамсутдинов, 1979, 1995 а, б; 1996).

Биотический способ рассоления почвы рекомендуется применять на средне— и сильнозасоленных среднесутлинистых почвах, когда степень хлоридного засоления не превышает 0.6%.

В среднесуглинистых почвах при хлоридном засолении сумма токсичных солей составляет 0.1—0.3%. В среднесуглинистых почвах при засолении 0.3% и объемной массе 1.2 т/м3 в метровом слое почвенной толщи содержится 36 т/га солей. При урожае надземной массы 10 т/га, галофиты выносят около 4.5 т/га солей. Естественно, атмосферные осадки в течение холодного периода года в основных орошаемых районах страны выносят из первого метра почвенной толщи до 2 т/га солей. Кроме этого, галофиты, затеняя почву, препятствуют подъему солей из более глубоких слоев в верхние слои. "Эффект мульчи", создаваемый посевами галофитов, составляет также около 2.5 т/га солей. Итого на участке, занятом галофитами, вынос солей из почвы достигает 9 т/га в год (Шамсутдинов, 1996).

Опреснение почвы с помощью галофитов (табл. 4) является важным способом удаления вредных для культурных растений солей из почвы (Грамматикати, 1990). При дренаже, промывках и промывном режиме орошения соли только перераспределяются, но не выносятся из биологического кругооборота. Аналогичные закономерности выявлены в работах по биотической мелиорации в Новом Южном Уэльсе, Австралии (Dutt, Pennington, 1984).

Задача мелиоративных севооборотов с использованием галофитов заключается не только в том, чтобы рассолять почву, но и повысить почвенное плодородие, создать новый источник кормов на засоленных землях в условиях, когда культурные растения, даже самые солеустойчивые, могут не произрастать.

Таблица 4. Рассоление почвы в мелиоративном севообороте при сильной степени засоления почвы (Грамматикати, 1990). Table 4. Dividing of salting in meliorative crop rotation by stronge degree of preserve by salting.

Год освоения севооборота	Чередова — ние культур	Содержание солей в слое почвы 0-100 см в начале вегетации, т/га	Удалено солей из слоя 0 — 100 см за период вегетации, т/га	Содержание солей в слое 0-100 см в конце вегетации, т/га	Степень засоления почвы
1	Галофит	48	9	39	Сильно засоленная
2	Галофит	39	9	30	—"—
3	Галофит	30	9	21	Среднезасоленная
4	Галофит 70% + люцерна 30%	21	6.3	14.7	
5	—"—	14.7	6.3	8.4	Слабозасоленная
6	Галофит 50% + люцерна 50%	8.4	4.5	3.9	Незасоленная
7	Чистый посев **люцерны**	3.9	—	—	

Заключение

К галофитам относятся группы экологически, физиологически и биохимически специализированных видов растений, способных нормально функционировать и продуцировать в условиях почвенного засоления и (или) при поливе соленой водой. Эта адаптивная способность галофитов обусловлена эколого — физиологическими их особенностями: повышенными показателями осмотического давления, позволяющая им иметь нормальный режим водообеспечения в условиях засоленной среды; специфическими ион — транспортными системами, обеспечивающими относительно низкое содержание ионов в цитоплазме клеток и преимущественной принадлежностью их к растениям с C_4 — типом фотосинтеза.

Мировые растительные ресурсы галофитов оцениваются на уровне 2000 видов, в том числе, в Центральной Азии — 700, России — 500. Мобилизация этих огромных ресурсов галофитов для целей освоения в культуре ь качестве кормовых, лекарственных, масличных растений, а также в качестве энергоносителей и растений — биомелиорантов имеет большое научное и народно —хозяйственное значение.

Галофиты как кормовые растения используются в программах по организации производства высокобелковых и энергонасыщенных кормов при орошении соленой водой и по экологической реставрации и фитомелиорации деградированных пастбищных земель. Технология, основанная на использовании галофитов и соленых вод для их орошения, обеспечивает получение 12—18 т/га сухого вещества и 6—12 т/га лекарственного (лакричного корня) сырья. Для этих целей перспективны Atriplex barclayana, A. lentiformis, A. nummularia, Kochia scoparia, Climacoptera crassa, Suaeda arcuata, Salsola turkestanica, Bassia hyssopifolia, Glycyrrhiza glabra и другие.

Другая группа галофитов, относящаяся в основном к жизненным формам кустарников и полукустарников — Haloxylon aphyllum, H. persicum, Salsola paletzkiana, S. richteri, Kochia prostrata, Salsola orientalis, Halothamnus subaphyllus, Ceratoides papposa, Calligonum aphyllum, C. caput-medusae, Artemisia lerchiana, A. diffusa, A. terrae-albae, A. halophila и другие чрезвычайно перспективны для использования в адаптивных системах и технологиях биотической мелиорации деградированных пастбищных земель в аридных районах России и

Центральной Азии. Технология биотической мелиорации пастбищ с использованием галофитов обеспечивает восстановление и повышение продуктивности разрушенных пастбищных экосистем в 3 — 5 раз.

Опыт, накопленный в России и странах Центральной Азии, подтверждает перспективность и хозяйственную целесообразность осуществления широкомасштабной биотической мелиорации деградированных пастбищных земель, обеспечивающей трех — пятикратное повышение их продуктивности, улучшение ботанического состава травостоя, восстановление биологического разнообразия и оптимизацию экологической среды проживания населения в аридных районах России и Центральной Азии.

Задачами научных исследований ближайших лет являются дальнейшая мобилизация мировых растительных ресурсов галофитов на видовом и эколого — популяционном уровне, формирование их генофонда, комплексное изучение средообразующей и мелиорирующей их роли, развитие эколого — эволюционных методов селекции и создания системы галофитных сортов кормового, лекарственного, пищевого, масличного направлений, разработка технологий их выращивания на деградированных землях и биотической мелиорации засоленных почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акжигитова Н.И.* Галофитная растительность Средней Азии и ее индикационные свойства. Ташкент, 1982. 190 с.
2. *Балнокин Ю.В.* Ионный гомеостаз у галотолерантных водорослей. Автореф. дис. д - ра. биол. наук М., 1986. 51 с.
3. *Вальтер Т.* Растительность Земного шара. Эколого — физиологическая характеристика, 2. М., 1975. 428 с.
4. *Гамалей Ю.В., Вознесенская Е.В.* Структурно — биохимические типы C_4-растений.//Физиология растений. 1986. Т. 33. №4. С. 802 — 812.
5. *Грамматикати О.Г.* Перспективы использования минерализованных вод для орошения галофитов.//Мелиорация и водное хозяйство. 1990. №9.
6. *Заленский О.В.* Эколого — физиологические аспекты изучения фотосинтеза. // Тимирязевские чтения. XXVII. Л., 1977: 19.
7. *Кербабаев Б.Б., Гладышев А.И.* Туркменский лакричный корень. Ашхабад: Ылым, 1971.95 с.
8. *Крылова Н.П.* Интенсификация пастбищного хозяйства аридной зоны. Обзор, инф. ВНИИТЭНСХ М., 1984: 76.
9. *Муравьев И.А., Степанова Э.Ф.* Исследование солодки голой и изыскание путей практического использования. // В сб.: Вопросы изучения и использования солодки в СССР. М.-Л., 1966. С. 154-158.
10. *Муравьев И.А., Соколов В.С.* Состояние и перспектива изучения и использование солодки в народном хозяйстве СССР. // В сб.: Вопросы изучения и использования солодки с СССР. М.-Л., 1966. С. 5-14.
11. *Нечаева Н. Т., Василевская В.К., Антонова К. Т.* Жизненные формы растений пустыни Каракумы. М., 1973. 241с.
12. *Пьянков В.Н.* Соотношение путей первичной фиксации CO_2 у C_4 —растений при действии разной температуры.//Физиология растений, 1984. Т. 31. С. 826 — 932.
13. *Пьянков В.И., Мокроносов А.Г.* Физиолого — биохимические основы дифференциации пустынных растений и проблемы фитомелиорации аридных экосистем.//Проблемы освоения пустынь. 1991. №3-4. С. 161-170.
14. *Шамсутдинов З.Ш.* О теории и практике фитомелиорации пустынных пастбищ. //Проблемы освоения пустынь. 1979. №6. С. 27 — 37.
15. *Шамсутдинов З.Ш.* Эколого — фитоценотическое обоснование фитомелиорации пустынных пастбищ.//Вестник сельскохозяйственной науки. 1988. №12. С. 30 — 37.
16. *Шамсутдинов З.Ш.* Биологическая мелиорация: концепция перспективы

//Мелиорация и водное хозяйство. 1993. №6. С. 12—14.

17. *Шамсутдинов З.Ш.* Мировой опыт биологических мелиорации и перспективы их использования в устойчивом развитии пастбищного хозяйства Западного Прикаспия. // В Сб.: Биоты и природная среда Калмыкии. М., 1995 а. С. 106— 157.
18. *Шамсутдинов З.Ш.* Средообразующая функция новых растений и ее значение в разработке методов биологических мелиорации деградированных земель. // Тез. докл. I Межд. симп. "Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования". Пущино, 1995 б. С. 630 — 632.
19. *Шамсутдинов З.Ш.* Биологическая мелиорация деградированных сельскохозяйственных земель. М., 1996. 172 с.
20. *Шамсутдинов З.Ш., Савченко И.В.* Адаптивный потенциал флоры природных кормовых угодий к засолению.//Вестник сельскохозяйственной науки. 1996. №3. С. 45-48.
21. *Шамсутдинов З.Ш., Савченко В.И., Шамсутдинов Н.З.* Галофиты России, их экологическая оценка и использование. М., 2000. 399 с.
22. *Aronson J. Haloph.* A date base of salt tolerant plants of the world. // Office of arid studies the university of Arizona. — Tucson, 1989: 77.
23. *Batanoury K.H., Abo Sitta V.* Ecophysiological studies on halophytes in arid and semi — arids zones. J. Autecology of the salt —secreting halophyte *Limoniastrum monopetalum (L.) Boiss.* Acta Bot. Acad. Sci., Hunge, 1979, 23: 13-31.
24. *Batanoury K.H., Ebeid M.M* Diurnal changes in proline content of desert plants. Oecology, 1981, 51: 250-252.
25. *Black C.C.* Photosynthetic carbon fixation in relation to net CO_2 uptake. Ann. Plant Physiol., 24, 1973.
26. *Chapman V.S.* Vegetation under saline conditions, in saline irrigation for agriculture and forestry. — Hague, 1968: 201-216.
27. *Dutt G.R., Pennington D.A., Turner F.* Irrigation as a solution to salinity problems of river basins. // In: Salinity in watercources and reservoirs. Michigan, 1984: 465 — 472.
28. *Fitting H.* Die Wasserversorgung die Osmotichen Druckverlysjtnisse der Wbstenpblansen. Schr. Bot. 3, 1911: 209-275.
29. *Glenn E.P., Squeres V., Olsen M., Frye R.* Potential for carbon sequestration in the dryland. Water, Air and Soil Pollution, 70, 1993: 341-345.
30. *Killian Ch., Faurel L.* La pression osmotique des vegetaux du Sud Algerien. Ann. Physiol., 12, 5, 1936.
31. *Lieth H., Lohmann M.* Cashcrop Halophytes for Future Halophyte Growers. USF, Univ. of Osnabrick, 2000: 32.
32. *Laetsch W.M.* The C_4 syndrome: a structural analysis. Ann. Rev. Plant Physiology, 1974, 25: 27-52.
33. *Lopez K.M.* Utilization de la paja de halofitas en rumiantas. Memorias. // Segunda Reunion Nacional sobre halofitas, 1988, 1: 62-69.
34. *Orshan C.* Seasonal dimorphism of desert and mediterranean chamulphytes and its significance as a factor in their water economy. In: Water Relations of Plants // Symp. Br. Ecol. Sol. Ed. by A.S. Rutter and E.H. Whitehead, Blackman London, 1963: 206-222.
35. *O'LearyJ.W.* Halophytes: Arizona Land and People, 1985, 36, 3: 15.
36. *O'Leagy J.W.* High productivity from halophytic crops using highly saline irrigation water. In: Water Today and Tomorrow. // Proc. Speciality Conf. Irrigation and Drainage Division of ASCE, Fragstaff, Arizona, New York, ASCE: 1988: 213-217.
37. *Pyankov V.I., Voznesenskaya E.V., Kuz'min A.N., Ku M. S.B., Ganko E., Franceschi V.R., Black C.C, Edwards Jr. & G.E.* Occurrence of C3 and C4 photosynthesis in cotyledons and leaves of *Salsola* species *[Chenopodiaceae).* Photosynthesis Research, 2000, 63: 69-84.
38. *Pasternak D., Aronson J.A., Ben-Dov J., Forti M., Mendlinger S., Nerd A., Sitton D.* Development of new arid crops for the Negev desert of Israel. J. of Arid Environment, 1986, 11, 1: 37-59.
39. *Shamsutdinov N.Z.* Plant Resources of *Glycyrrhiza L.* Species and Experience in

Introduction in Culture // Proceeding of International Conference "Asian Ecosystems and their Environment." — Ulan-Bator, 1995: 52.
40. *Shamsutdinov N.Z.* The Biology of Licorice and it's Introduction to Culture in Russian Semiarid Zone // Proc. XXIII EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting "Breeding for Stress Tolerance in Fodder Crops and Amenity Grasses" — Angra do Heroismo, 2000: 16.
41. *Squires V.R.* Halophytes: Their potential as new crops in coastal deserts and saline inland regions using brackish water irrigation, 1978: 50 — 56.
42. *Steiner M.* Okologie der Salmarschen der nordostlishen vereinigten staaten von nodamerika. Jahrb. Wiss. Bot, 1935, 81: 99- 102.
43. *Stewart C.R., Hanson A.D.* Proline accumulation as a metabolic response to water stress. // In: Adaptation of plants to water and high temperature stress. — New York, 1980: 173-189.
44. *Watson C.* Survey of halophytes from coastal salt marshes of Baja California. // Memorias. Segunda Reunion Nacional sobre halofitas, 1988, 1: 7—12.
45. Yield and composition of Kochia forage as affected by salinity of water and percent leaching. Tech. Report. New Mexico Water Resources Research Institute, 1985, 199: 18.

HALOPHYTES: THEIR RESOURCES, ECOLOGICAL PARTICULARITIES AND MANAGEMENT

© 2002. N.Z. Shamsutdinov

A.N. Kostyakov All-Russian Research Institute

of Hydraulic Engineering and Land Reclamation

44 Bolshaya Akademicheskaya str., Moscow, 127550 Russia

Halophytes is the large group of ecological, physiological and biochemical specialized plant species, capable function and production on saline soils or under irrigation by saline water. The adaptive ability of halophytes stipulated by high level of osmotic pressure under saline conditions, giving them a possibility of normal water providing through specific ion-transport systems with low ions content in cell cytoplasm. Most of them principally belong to plants with C4 photosynthesis.

The world plant resources of halophytes accounted about 2000 species, among of them 700 in Central Asia and 500 in Russia.

Usage of halophytes in agriculture is large resources as forage, medicine, oil, energy and biomeliorants have economy importance.

Halophytes as forage crops are used in programs of production high protein and energy-saturated fodder under irrigation by saline water and restoration and phytomelioration of degraded pasturelands. Present technologies, based on the using halophytes and saline for irrigation, provide the yield 12-18 t/ha above ground dry matter and 6-12 t/ha raw material (licorice root). For such purposes are perspectives Atriplex barclayana, A. lentiformis, A. nummularia, Kochia scoparia, Climacopic/a crassa, Suaeda arcuata, Salsola turkestanica, Bassia hyssopifolia and others.

The second group of halophytes belong mainly to shrubs and semishrubs plant life forms — Haloxylon aphyllum, H. persicum, Salsola paletzjciana, S. richteri, S. orientalis, Kochia prostrata, Halothamnus subaphyllus, Ceratoides papposa, Calligonum aphyllum, C. caput-medusae, Artemisia lerchiana, A. diffusa, A. terrae-albae, A. halopila and others are extraordinary perspective for different systems in arid regions of Russia and Central Asia.

The technology of biological pasture melioration on the base of halophytes allowed restoration of degraded pastures and increasing their productivity 3-5 folds.

An experience, accumulated in Russia and Central Asia countries confirmed perspectives and economy-advisability realization large scale biotic melioration of degraded pastu.e lands, providing 3-5 fold increasing their productivity, improving botanical composition grassland mixtures, restoration biological diversity and optimization living conditions local population in arid regions of Russia and Central Asia.

Halophytes have very importance as energy-resources and decorative plants.

Analysis and evaluation ecology-biological particularities of halophytes and experimental results, dealing with them, allow to make a conclusion, that halophyte agriculture may be as an important way for production

high-protein, energy-saturated fodder, grain-forage fodder, medicine and oil raw materials, and also as effective mean for biological restoration of degraded lands.

Problems of scientific investigations for nearest future are mobilization halophyte world resources on the species and ecology-population levels, creation gene pool, multiple complex investigation their environmental forming and ameliorative roles, development ecology-evolutionary breeding methods and creation fodder, medicine, food, oil varieties, improving technologies their cultivation on degraded lands and by melioration saline soils.

========== РЕЦЕНЗИИ ==========

УДК 581.526.426.52

Рецензия на книгу Хельмута Лиц, Мартина Лохман, 2000. "ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ГАЛОФИТЫ ДЛЯ БУДУЩЕГО ГАЛОФИТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ". (32 стр. и приложения на 16 стр.) Институт изучения окружающей среды Университета Оснабрук, 1 издание 5/2000, Оснабрук, N20 (Cashcrop Halophytes for Future Halophyte growers)

© 2002 г. З.Ш. Шамсутдинов*, Н.З. Шамсутдинов**

** Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса*
141055, Московская область, Лобня, Луговая, Россия
***Всероссийский научно-исследовательский институт*
гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова
127550, Москва, Б. Академическая, 44, Россия

В настоящее время одной из важнейших и глобальных проблем является поиск достаточного количества воды и земельных ресурсов для удовлетворения потребностей мира в пище. По данным ФАО, уже в ближайшие 30 лет необходимо освоить 200 млн.га земель для того, чтобы прокормить всевозрастающую численность населения.

В течение ближайших 30 — 50 лет увеличение производства сельскохозяйственной продукции должно составить 40 — 45%, соответственно 20% и 60% для развитых и развивающихся стран. Развивающиеся страны крайне нуждаются в реализации потенциала их земельных и растительных ресурсов (Rhoades, Kandiah, Mashali, 1992). Примерно 2/3 возросшего объема сельскохозяйственной продукции в этих странах должны быть обеспечены ростом урожайности сельскохозяйственных культур, 1/5 — за счет увеличения площади пашни, преимущественно орошаемой, в том числе с использованием минерализованных вод (Rhoades, Kandiah, Mashali, 1992).

В соответствии с данными Института окружающей среды и оценкой Института мировых ресурсов (США) более 220 млн.га земель в мире орошается, из них 25 — 40% подвержено засолению. Такое состояние земель делает необходимой и актуальной разработку новых стратегий по использованию засоленных почв на локальном и глобальном уровнях.

В настоящее время усиливаются работы по использованию галофитов с целью использования их для производства кормов, зернофуражного, масличного и лекарственного сырья, в качестве энергоносителей и биомелиорантов на основе орошения солеными водами (Aronson, 1985, 1989; O'Leary, 1985; Шамсутдинов, 1996; Шамсутдинов, Савченко, Шамсутдинов, 2000).

По оценке Glen, Watson (1993), около 15% невозделываемых земель, относящихся к материковым и прибрежным аридным землям, могли быть пригодными для земледелия при поливе коллекторно —дренажными, подземными и морскими водами, что эквивалентно 30 млн.га новых посевов.

В мировой практике сложилось два направления в использовании галофитов в сельском хозяйстве.

Первое направление — это экологическая реставрация и фитомелиорация деградированных пастбищных земель с использованием галофитов без применения орошения.

Второе — мобилизация генетических ресурсов галофитов, отбор устойчивых к солевым стрессам видов и экотипов растений, создание адаптивных солеустойчивых сортов, разработка технологии их выращивания и производства высокобелковых, энергонасыщенных кормов, ценного лекарственного и масличного сырья, основанного на применении для орошения соленых вод (морская, коллекторно — дренажная и подземная).

В течение нескольких лет в разных странах проводились исследования по отбору экономически и экологически полезных галофитов из природной флоры и разработке технологий их выращивания в разных регионах, на разных почвах при использовании для орошения соленых вод, под эгидой ЮНЕСКО и соответствующих проектов Европейских стран.

Эксперименты по отбору перспективных галофитов и опыты по созданию демонстрационных продукционных систем из галофитов проводились в Тунисе, Египте, Италии, Саудовской Аравии, Объединенных Арабских Эмиратах, Пакистане, США и в ряде других стран.

Результаты исследований по разработке системы галофитного земледелия и созданию демонстрационных продукционных систем в перечисленных выше странах обобщены и освещены в книге "Перспективные галофиты для будущего галофитного земледелия".

Данная книга составлена Helmut Lieth и Martina Lohman при содействии Martin Giith и Uwe Menzel в соответствии с программой ЮНЕСКО МАЕ и проектом Европейского Союза IC18CT96 —0055, менеджером Marina Moschenko по случаю заключительного собрания перед открытием ЭКСПО 2000.

Издание осуществлено Институтом окружающих систем Университета Оснабрук (Германия) 2000 г.

Эта программа по устойчивому использованию галофитов координировалась и выполнялась профессором Helmut Lieth из Университета Оснабрук совместно с профессором Atef Hamdy из Университета Италии IAM Bari/Valenzano, доктором Hans — Werner Koyro из Университета Гиссен и приват —доцентом доктором Bernhard Huchzermeyer из Ветеринарной высшей школы в Ганновере.

В книге освещены результаты проведенных исследований и экспериментальных работ при финансовой поддержке комитета Европейского Союза по программе INCO — DC IC18CT96 —0055 "Устойчивое использование галофитов в Средиземноморье и в субтропических сухих регионах".

Авторы данной работы на основе анализа обширного экспериментального материала и обобщения мирового опыта использования галофитов для устойчивого развития жизнеспособного сельского хозяйства характеризуют галофиты как группу растений многоцелевого использования при выращивании на засоленных почвах и (или) орошении соленой водой. Орошение галофитов солеными водами обеспечивает экономию пресной воды.

Галофиты являются эффективным биологическим средством освоения засоленных земель и средством утилизации соленых вод. Галофиты обладают еще повышенной средообразующей и средооптимизирующей функцией, что обеспечивает экологическое оздоровление засоленных земель с последующим вовлечением их в сельскохозяйственный оборот. Вдобавок к этому, галофитные биоценозы являются средством снижения содержания CO2 в воздухе.

Авторы книги подчеркивают, что климат является важным показателем проявления реакции галофитных растений и типа их развития.

Внутри каждого климатического режима изменяется режим засоленности почвы, что определяет экологические возможности их произрастания и формирования фитомассы.

Другой важный фактор, определяющий пределы роста и формирования фитомассы галофитов являются почвы, ее такие показатели как плотность, структура, водоудерживающая способность, химический состав, мобильность и стабильность влаги в почве.

Авторы отдельно рассматривают вопрос о системе орошения галофитов соленой водой.

По мнению авторов книги, главный вопрос при орошении соленой водой — это вопрос о недопущении засоления почвы, исходя из биологии галофита, физико-химических свойств

почвы решается вопрос о выборе способа и техники полива (полив по бороздам, дождеванием, капельное орошение и др.).

Центральное место в рецензируемой работе занимает подбор видов растений и продукционных систем.

Список галофитов, которые имеют потенциальное хозяйственное значение, насчитывает 2000 видов (Menzel, Lieth, 1999). Наиболее перспективные, экономически и экологически значимые галофиты, приведены в таблице (приложение I) рассматриваемой книги.

Авторы книги на основании обобщения полученных в ходе реализации программы "Устойчивое использование галофитов в Средиземноморье и в субтропических сухих регионах" дают краткую, но очень существенно важную информацию о 74 видах галофитов, относящихся к различным ботаническим семействам.

Авторы указывают на важное значение галофитов как биологического средства связывания антропогенной углекислоты. Галофиты формируют большую биомассу, что особенно присуще галофитным деревьям, которые, как правило, длительно вегетируют, и связанная углекислота в их подземных частях медленно распадается в почве. Это имеет большое значение, стабилизируя содержание углекислоты в атмосфере.

На основе обобщения накопленных данных авторы рецензируемой работы дают рекомендации по организации демонстрационных продукционных систем галофитов. Здесь внимание читателя обращено на то, что при разработке региональных проектов создания демонстрационных участков использовать опыт экспертов в учреждениях сельскохозяйственной и лесной службы, дислоцированных в определенных странах и регионах, а также в бюро по городскому и ландшафтному озеленению.

Наконец, в книге приведен список основных литературных источников, где обобщен мировой опыт изучения и использования галофитов для устойчивого развития жизнеспособного сельского хозяйства.

Оценивая книгу в целом, следует подчеркнуть, что она представляет собой важную, содержательную сводку по изучению и использованию галофитов в сельском хозяйстве, а в концептуальном плане показывает галофиты как альтернативный резерв и ресурс биосферы в смысле повышения устойчивости и биологической продуктивности агросферы, как составной части биосферы.

Однако в рассматриваемой книге, где сделана попытка обобщения мирового опыта использования галофитов в народном хозяйстве, опыт изучения и использования галофитов в России и странах Центральной Азии, не отражен. Следует сказать, что по проблеме использования галофитов для целей экологической реставрации и фитомелиорации пастбищ в России и странах Центральной Азии (Казахстан, Киргизстан, Туркменистан, Узбекистан) много сделано. Отобрано свыше 35 перспективных видов галофитов, относящихся к разным жизненным формам (кустарники, полукустарники и травы), к разным типам адаптивной стратегии — виоленты (С —виды), патиенты (S —виды), эксплеренты (Р —виды). Результаты этих исследований освещены в более чем 150 публикациях, в частности они в более обобщенном виде отражены в двух монографиях: "Биологическая мелиорация деградированных сельскохозяйственных земель" (Шамсутдинов, М, 1999: 172) и "Галофиты России, их экологическая оценка и использование" (Шамсутдинов, Савченко, Шамсутдинов, М., 2000: 399).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шамсутдинюв З.Ш.* Биологическая мелиорация деградированных сельскохозяйственных земель. М., 1996: 172.
2. *Шамсутдинов З.Ш., Савченко И.В., Шамсутдинов Н.З.* Галофиты России, ихэкологическая оценка и использование. М,, 2000: 399.
3. *Aronson J.* Economic halophytes — a global review. Plants for arid lands. Ed. G.E. Wickens et al, 1985: 177- 188.
4. *Aronson J. Haloph.* A date base of salt tolerant plants of the World. //Office of aridstudies the

university of Arizona. — Tucson, 1989: 77.
5. *Glen E.P., Watson M.C.* Tasks for vegetation science, 1993, v. 27: 379-385
6. *Menzel U., Lieth H. Annex 4:* Halophyte Database Vers.2. In: Lieth H., Moshenko M., Lohmann M., Koyro H -W., Hamdy A. (eds.): Halophyte uses in different climates 1. Ecological and ecophysiological studies. Progress in Biometeorology, Vol. 13, Lieden: Bachuys Publishers, 1999: 258.
7. *O'Leary J.W. Halophytes:* Arizona Land and People, 1985, 36, 3: 15.
8. *Rhoades J.D., Kandiah A., Mashali A.M.* The use of saline waiers for crop production. FAO irrigation and drainage paper, 48. 1992, Rome: 133.

Book review:

Helmut Mis, Martin Lochman PROMISING HALOPHYTES FOR FUTURE HOLOPHYTIC FARMING"

© 2002. Z.Sh. Shamsutdinov[1], N.Z. Shamsutdinov[2]

[1]*W.R. Williams All-Russian Fodder Research Institute*

Lobny, p/o Lugovaya, 141055Moscow oblast, Russia

[2]*A.N. Kostyahov All-Russian Research Institute*

of Hydraulic Engineering and Land Reclamation

44 Bolshaya Academicheskaya str., Moscow, 127550 Russia

Abundant experimental data and generalization of world experience in using halophytes for sustainable development of viable agriculture enabled the authors to characterise halophytes as a plant group of multiple uses fit for cultivation on salt soils and irrigation by salt water that guarantees economy of fresh water.

Together with this general estimate of halophytes' role in farming and biosphere, the book under review represents a detailed guide to use of halophytes in national economy. The authors of the present volume think that for well-founded and efficient use of halophytes it is necessary to have basic information on climate, soil, on need in water and its quality, etc. The central place is given to selection of plant species and productive systems. The book cites positive instances of halophytes used for protection of the coastal zone.

On basis of generalized cumulative experimental data the authors give recommendations in organization of demonstrational production systems of halophytes.

The book also has a list of basic literary sources, which contain generalized world experience of studying halophytes and their use for sustainable development of viable agriculture.

========== РЕЦЕНЗИИ ==========

УДК 63:574.5

О книге: «АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В КИТАЕ». Под редакцией Ли Вэньхуа. Серия «Человек и биосфера», том 26, Париж, ЮНЕСКО, 2001, 433 с. "Agro-Ecological Farming Systems in China". Edited by Li Wenhua. Man and the Biosphere series, volume.26, Paris, UNESCO, 2001, 433 pp.

© 2002 г. В.М. Неронов, И.Ю. Шутова

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
117071 Москва, Ленинский пр. 33, Россия

Серия «Человек и биосфера» стала издаваться ЮНЕСКО совместно с издательством «Парфенон» для ознакомления специалистов с основными результатами исследований в рамках долгосрочной межправительственной программы, известной во всем мире под тем же названием или по принятому сокращению — «МАБ». В ноябре 2001 г. этой программе исполнилось 30 лет. Первый том серии «Человек и биосфера» вышел из печати в 1989 г., а в 2001 г. появился рассматриваемый нами уже 26 -ой том, в котором представлен обзор интегрированных агроэкологических систем сельского хозяйства в Китае. Следует при этом отметить, что это уже не первый раз, когда ЮНЕСКО обращает внимание на особенности развития сельского хозяйства в разных регионах мира. Ранее были опубликованы еще три тома, специально посвященных этим проблемам: "Shifting Agriculture and Sustainable Development: An Interdisciplinary Study from North — Eastern India" (1992); "Decision Support Systems for the Management of Grazing Lands: Emerging. Issues" (1993); "Land —use changes and their Environmental Impact in Rural Areas" (1999).

В данной монографии, подготовленной большим коллективом ученых и специалистов — практиков (всего 35 человек) под руководством профессора Ли Вэньхуа (Li Wenhua), который в прошлом возглавлял Комитет МАБ Китая и Международный координационный совет МАБ, изложены основные проблемы реализации концепции устойчивого развития и обеспечения эффективного сельскохозяйственного производства. Подготовка к изданию книги заняла несколько лет и стала возможной благодаря совместным усилиям сотрудников нескольких институтов Академии наук и Министерства сельского хозяйства Китая. Это позволило отразить в ней как результаты проведенных научных исследований, так и опыт практической реализации соответствующих рекомендаций. Учитывая, что в Китае проживает более 22% населения мира, а площадь пригодных для возделывания земель не превышает 7% от их общей площади на планете, то представленная информация о подходах для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства несомненно представляет интерес для различных стран мира, в том числе и для России, где в настоящее время происходят серьезные процессы коренной перестройки различных отраслей сельского хозяйства.

Всего в книге двадцать глав, объединенных в шесть разделов, в которых представлены опыт классификации сельскохозяйственных земель; история их освоения и современное состояние; концепции, основные принципы, а также тенденции развития сельскохозяйственного производства. Как видно из приведенного ниже оглавления, в ней дается подробное описание различных систем, применяемых в сельском хозяйстве Китая. Оценивается роль таких интегрированных агроэкологических систем на разных уровнях (от приусадебных участков до эко —деревень и эко —уездов), а также возможности их адаптации к условиям разного типа природных экосистем, к тем или иным способам обработки земель и к использованию различных видов энергетических ресурсов. В завершающих главах монографии анализируются полученные результаты данного совместного проекта Академии наук и Министерства сельского хозяйства Китая, а также перспективы дальнейшего развития

интегрированных агроэкологических систем. Списки цитированной литературы (на китайском и других языках) даются непосредственно после каждой главы. Приведен также предметно —географический указатель и список всех авторов, принимавших участие в подготовке монографии, с почтовыми адресами, а нередко и с адресами электронной почты, что удобно для установления будущих контактов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел 1
Глава 1. Достижения сельского хозяйства Китая;
Глава 2. Концепции и принципы интегрированных систем сельского хозяйства;
Глава 3. Исторический обзор; Раздел 2
Глава 4. Классификация интегрированных систем сельского хозяйства;
Глава 5. Севообороты, системы уплотненного посева и посева в междурядьях;
Глава 6. Многовидовое рыбоводство;
Глава 7. Смешанное облесение;
Раздел 3
Глава 8. Агро —лесоводческие системы;
Глава 9. Уплотненные плантации деревьев и лекарственных трав;
Глава 10. Многоцелевые системы посадок деревьев;
Глава 11. Интегрированные системы выращивания растений и животных;
Раздел 4
Глава 12. Интегрированные системы сельского хозяйства на разных уровнях;
Глава 13. Интегрированные системы сельского хозяйства в горных районах;
Глава 14. Интегрированные системы сельского хозяйства для водно — болотных угодий;
Глава 15. Интегрированные системы сельского хозяйства в аридных и семи — аридных районах;
Раздел 5
Глава 16. Агро —индустриальные комплексные экологические технологии;
Глава 17. Многокомпонентное и ступенчатое использование энергетических ресурсов;
Раздел 6
Глава 18. Системный подход при организации интегрированных систем сельского хозяйства в Китае;
Глава 19. Анализ и оценка интегрированных систем сельского хозяйства;
Глава 20. Перспективы.

Учитывая интересы читателей журнала «Аридные экосистемы», следует отметить, что в главе 15, посвященной аридным и семиаридным районам (стр. 311—323), особое внимание уделено практическим приемам сбора дождевой (и снеговой) воды, ее хранения в подземных и надземных резервуарах и использования для орошения. Описаны также особенности оазисных систем сельского хозяйства в Синьцзян — Уйгурском автономном районе Китая, включая создание здесь различных полезащитных лесополос и насаждений для закрепления песков, а также быстрорастущих плантаций для получения древесины, топлива и кормов для сельскохозяйственных животных. На территории этого района создано 4 пустынные научно — исследовательские станции и Богдо — Ханский биосферный заповедник, расположенный на краю оазиса в предгорьях Восточного Тянь-Шаня, которые под руководством Синьцзянского отделения Академии наук Китая вносят большой вклад в обеспечение рационального природопользования.

Несмотря на 30-летний успешный опыт применения описанной в книге оазисной модели ведения сельского хозяйства отмечается необходимость продолжения исследований и экспериментов по ее совершенствованию, в том числе за счет подбора новых видовых сочетаний растений в лесных насаждениях. Данный вывод показывает, что китайские коллеги

— экологи и специалисты по сельскому хозяйству не останавливаются на достигнутом, а стремятся к новым достижениям в обеспечении его устойчивого развития в самых разных по природным условиям районах. Такой подход крайне важно принять на вооружение и на территории нашей страны, где применяются различные системы сельского хозяйства и все большую роль начинают играть частныефермерские хозяйства. Без научного обоснования соответствующих агро — экосистемможно будет легко загубить ценные сельскохозяйственные угодья, на восстановление которых, как показывает опыт Калмыкии, уйдут долгие годы и огромные средства. Возможно, что биосферный заповедник "Черные земли" должен предусмотреть в своихнаучных планах соответствующие исследования по оптимальному сельскохозяйственному использованию уникального района Черных земель.

Book review:

"Agro-Ecological Farming Systems in China" Edited by Li Wenhua. Man and the Biosphere series, volume 26, Paris, UNESCO, 2001, 433 p.

© 2002. V.M. Neronov, I.Yu. Shutova

A.N. Severtsov Institute on Problems of Ecology and Evolution,

Russian Academy of Sciences 117071, 33 Leninsky prospect, Moscow, Russia

The book gives an account of the most important problems, which complicate realizing conception of sustainable development and ensuring efficient farm production.

The book has 20 chapters combined into six parts, which represent the experience in classification of farming lands, history of land-reclamation and modern state of lands, conceptions, basic principles and tendencies in development of agricultural industry.

Special emphasis is given to practical technique of collecting rain water, storing it in under- and overground reservoirs and using for irrigation.

Description of characteristic properties of oasis systems in agriculture of Sintsyang-Uygur autonomous district of China includes creation of various windbelts and green plantations with the purpose of sand densification and plantations of fast growers for production of timber, fire-wood and fodder.

It has been stated by the author that in spite of the thirty-years successful experience of applying oasis method of farming, it is necessary to continue research and experiments in order to perfect the method including selection of new species combinations of plants and trees.

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, E-mail (если есть) и т. д.].** Все страницы рукописи с вложенными таблицами (следующий лист после первой ссылки на таблицу) должны быть пронумерованы. Отдельно следует приложить аннотацию, переведенную на английский язык объемом 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.

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.

7. Список цитируемой литературы следует оформлять в соответствии с ГОСТом 7.1 - 76 “Библиографическое описание произведений печати”. Работы располагаются в алфавитном порядке, по фамилиям авторов. Сначала идут работы на русском языке, затем - на иностранных языках. Отдельные работы одного и того же автора располагаются в хронологической последовательности. Для журнальных статей указываются фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год издания, том, номер (выпуск), страницы; для книг - фамилии и инициалы авторов, название книги, город, издательство, год издания, общее количество страниц. Допускаются только общеизвестные сокращения. В тексте, в 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.

8. Редакция просит авторов использовать единицы физических величин, десятичные приставки и их сокращения в соответствии с проектом государственного стандарта “Единицы физических величин”, в основу которого положены единицы Международной системы (СИ).

9. Направляемая в редакцию статья должна быть подписана автором с указанием фамилии, имени и отчества, полного почтового адреса, места работы и телефонов. При наличии нескольких авторов статья подписывается всеми авторами. Она должна иметь полную электронную версию на дискете (3,5") или CD-R.

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.

14. 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.lazer.ru,
mab.ru@relcom.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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ
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 corner of page.

4. Articles must have two copies. In the upper left corner of the first page author must write index UDK. After the title there must be initials and surname of author, next line must contain **name of organization with full postal address (index, country, city, street, building, zip code, E-mail, etc.)** All pages of article with tables (the next page after reference) must be numbered. 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. 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.

10. Corrected articles are not send to author.
11. Rejected articles are not returned to authors.
12. Materials - 2 copies of article and **diskette (3.5”)** or in **CD-R** are recommended to be carefully packed for mailing.
13. Articles are not edited, diskettes and articles are not returned.
14. Articles prepared incorrectly can not be published.

For information please address the editorial staff.

Our addresses: 119991, Moscow, Goubkina st., bld. 3.
Tel.: (095)135-70-41
Fax: (095)135-54-15
E-mail: novikova@aqua.lazer.ru,
mab.ru@relcom.ru

367025, Mahachkala, Gadjieva st. bld. 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