Том *Volume* **12** **Номер** **Number** **30-31** **Август** **August** **2006**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ
ARID ECOSYSTEMS

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

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

МОСКВА
MOSCOW

2006

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

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

ARID ECOSYSTEMS

Vol. 12, № 30-31, 2006 AUGUST
Journal is founded in January 1995
Issued 3 times per year

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

Editorial Board:
Prof. Dr. S.-W. Breckle (Germany), Prof. M. G. Glants (USA),
Dr. E. Lioubimtseva (USA), Prof. Dr. B.A. Abaturov, Prof. Dr. P. D. Gunin,
Prof. Dr. I. S. Zonn, Prof. Dr. R.V. Kamelin, Prof. Dr. G. S. Kust,
Prof., Dr. V. M. Neronov, Prof. U. Safriel (Israel), Prof. I. V. Springuel (Egypt),
Prof. Song Yudong (China), Prof. Dr. F.A. Chibilev,
Prof. Dr. Z. Sh. Shamsutdinov, Dr. T. V. Dikariova (*executive secretary*),
Responsibilities for issue:
Prof. Dr. N. N. Novikova* (*deputy editor*), Dr. J. V. Kouzmina*

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

Addresses:
*119991, Moscow, Goubkina str., bild. 3, IWP RASN,
Tel.: (495) 135-70-41. Fax: (495) 135-54-15,
E-mail: novikova@aqua.laser.ru

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

MOSCOW
2006

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

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

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Том 12, № 30-31, 2006, август
Журнал основан в январе 1995 г.
Выходит 3 раза в год

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

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

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

Адрес редакции:
*119991, Москва, ул. Губкина, 3
Телефон: (7 - 095) 135 -70-41, Fax: (7 - 095) 135 - 54 - 15,
E-mail: novikova@aqua.lazer.ru,
mab.ru@relcom.ru

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

Москва
2006

© 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 12, номер 30-31, 2006 август

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

О проблемах изучения экотонов в аридных регионах юга России
З.Г. Залибеков 7-11

Достижения и задачи в изучении экотонных систем
Н.М. Новикова 12-19

Можно ли подзону опустыненных степей называть экотоном
И.Н. Сафронова 20-27

Изменение распространения мезофильных млекопитающих в степях Волго-Уральского междуречья в связи с изменением климата и антропогенным преобразованием ландшафтов
М.Л. Опарин, О.С. Опарина 28-38

Растительность экотона «вода-суша» в верховьях реки Нил (Египет)
И.В. Спрингель, Н.М. Новикова 39-48

Древесная растительность экотона на реке Билл Вильямс, юго-запад США
П.Б. Шафрот 49-61

Растительность экотонной зоны мангровых лесов Южного Китая
Т.В. Дикарева 62-67

Методы выявления состава и структуры экотонной системы вода-суша на побережье Цимлянского водохранилища
Т.В. Балюк, А.В. Кутузов 68-78

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

Использование экотонной концепции организации прибрежных территорий для обоснования водоохранных зон
Ж.В. Кузьмина, Н.М. Новикова, С.А. Подольский 79-83

Экотоны Волго-Ахтубинской поймы
Э.Н. Сохина, Т.В. Балюк 84-92

Применение экотонной концепции для оценки биоразнообразия, формирующегося в зоне воздействия искусственных водоемов Калмыкии

С.С. Уланова 93-102

Генетические ресурсы и проблемы селекции кормовых галофитов

Н.З. Шамсутдинов 103-112

Действие солей на прорастание диморфных плодов *Suaeda heterophylla (Chenopodiaceae)*

У.Н. Жапакова, Н.С. Орловский, Т.Г. Пак 113-119

ХРОНИКА

О IV международном симпозиуме «Степи Северной Евразии»

Н.А. Шумова 120-123

Базовая кафедра ИВП РАН на экологическом факультете РУДН 124-128

Правила для авторов 129-132

CONTENTS

Vol 12, Number 30-31, 2006 AUGUST

SYSTEMATIC STUDY OF ARID TERRITORIES

About the problems of ecotones study in arid regions of the south of Russia

Z.G. Zalibekov 7-11

Achievements and tasks in studying "water - terrestrial" ecotone systems

N.M. Novikova 12-19

Whether it is possible to name a subzone of desert-steppes as an ecotone

I.N. Safronova 20-27

Change of mesophilous mammals distribution in steppes at the area between Volga and Ural in connection with humidifying of a climate and anthropogenic transformation of landscapes

M.L. Oparin, O.S. Oparina 28-38

Vegetation within the water-terrestrial ecotone at the upstream of Nile in Egypt

I.V. Springuel, N.M. Novikova 39-48

Woody ecotonal vegetation of the Bill Williams River, southwestern USA

P.B. Safroth. 49-61

Vegetation of mangrove ecotone zone in Southern China

T.V. Dikareva 62-67

Methods of revealing of composition and structure within water-terrestrial ecoton at the coasts of Cymla reservoir

T.V. Balyuk, A.V. Kutuzov 68-78

BRANCH PROBLEMS OF ARID LANDS DEVELOPMENT

Ecotone concepts for the organization of water protection zones at coastal territories

Zh.V. Kuz'mina, N.M. Novikova, S.A. Podolskyi 79-83

Ecotons within Volga-Akhtuba floodplaine

E.N. Sokhina, T.V. Balyuk 84-92

Application of ecotonal concepts for an estimation of the biodiversity formed in a zone of influence of artificial reservoirs of Kalmykia

S.S. Ulanova 93-102

Genetic resources and breeding problems of fodder halophytes

N.Z. Shamsutdinov 103-112

Effect of salts on dimorphic fruit germination of *Suaeda heterophylla (Chenopodiaceae)*

U.N. Japakova, N.S. Orlovsky, T.G. Pak 113-119

CHRONICLE

About IV International Symposium “Steppes of the Northern Eurasia”

N.A. Shumova 120-123

Base department of IWP RAN at the Faculty of Ecology of RUDN 124-128

Guidelines to Authors 129-132

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 574.9

О ПРОБЛЕМАХ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОТОНОВ В АРИДНЫХ РЕГИОНАХ ЮГА РОССИИ

© 2006 г. З.Г. Залибеков

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН 367025, Махачкала, ул. М. Гаджиева 45, Россия

Предлагаемый номер журнала «Аридные экосистемы» посвящен важнейшей проблеме - изучению экотонных образований и разработке эффективных методов управления ими в целях сохранения и восстановления их ареалов и функций. Значение этой проблемы возрастает в современных условиях, особенно, в южных регионах России, где антропогенное опустынивание усиливается наметившейся тенденцией климатических изменений. Большое внимание изучению проблемы экотонов в связи с разработкой мероприятий по борьбе с опустыниванием уделялось во второй половине 20 века особенно в России, Франции, США и в других странах.

Важным достижением в этой области явилось научное обоснование понятия «Экотона» с описанием структуры и состава в системе «вода — суша». Развитие концепции экотонных образований привело к появлению новых подходов и идей, доказательством которого является обоснованная В.С. Залетаевым. «экотониальность географической среды». Нам хотелось бы отмстить, что Владимир Сергеевич явился одним из основателей экотонной концепции и внес значительный вклад в разработку научных и прикладных аспектов этой проблемы. Являясь заместителем главного редактора журнала «Аридные экосистемы» В.С. Залетаев, часто выступал со статьями, докладами, сообщениями об экотонах, их развитии, формировании закономерностей их эволюции. Следует отметить так же разработанную им структурно-функциональную организацию водно-наземных экотонов, явившуюся методологической основой изучения их современной антропогенной динамики. В обзорной статье Н.М. Новиковой видно активное содействие редакции нашего журнала в публикации материалов по экотонной тематике. Обозревая приведенные данные в этой статье можно отметить о разностороннем характере проводимых исследований и фундаментальную их значимость. Значение экотонных исследований и перспективный их характер виден на примере других компонентов природной среды - ареалах почвенно-растительного покрова в их пространственной структуре и организации. Оценивая почвенный покров Прикаспийской низменности с позиций экотонов и экотонных образований представляется возможным определить в качестве переходных стадий почвообразовательного процесса, где границы почвенных кон туров формируются на уровне разного таксономического порядка- от видовых различий до типовых. Если анализировать гидроморфные солончаковые комплексы дельты Терека, можно заметить, что в регионе прослеживается смена одного типа засоления другим на самых близких расстояниях. В условиях формирования автоморфных почв зонального ряда - светлокаштановых, смена ареалов происходит постепенно, переходная граница имеет значительную протяженность -3-5км (Зонн 1946,1979). В этой связи переходные границы почв экотонные структуры отличаются не только протяженностью в горизонтальном направлении, но и таксономическим уровнем встречающихся разновидностей почв. Считаем целесообразным принять за основу структурно-функциональную организацию экосистем, разработанную СВ. Залетаевым и коллективом сотрудников Института водных проблем РАН, при проведении исследований по экотонам Прикаспийской низменности. Следующей особенностью экотонных образований является периодичность изменений

формирующихся в границах почвенных контуров, получивших распространение в пределах береговой полосы

Западного Прикаспия. В отличие от других регионов Прикаспийской низменности экотонный характер почвенных образований, происхождение которых нужно выяснить дальнейшими исследованиями, связан со стратиграфическим составом почвообразующего материала. Из локальных факторов формирования почвенных экотонов принадлежит условиям рельефа, почвообразующим породам, полупустынному климатическому режиму и циклическим изменениям уровня Каспийского моря.

Наиболее важным направлением, характеризующим взаимосвязь эволюции почв с экотонными образованиями, является генетическая природа разновидностей почв. Для изучения генетического разнообразия, на наш взгляд, целесообразно определить вначале границы почвенных контуров и экотонов: как они сопряжены, в каких условиях проявляются максимальные различия и сходства. Видовое разнообразие почв в данном случае (на уровне низших таксономических единиц) определяется микро-мезорельефом. Как указывают Г.В.Добровольский и др. (1975), Н.С. Стаскж (2005) многообразие почв гидроморфиого происхождения в дельте Терека, связано со многими факторами, где ведущая роль отводится водному режиму.

Влияние процессов затопления, подтопления и деградации определяется появлением компонентов, происхождение которых связано с образованием седиментационных толщ и слоев. При этом образуются сложные тела педагенной трансформации. В основу их выявления лежит диагностика не генетических горизонтов, а минеральных, органо-минеральных, горизонто-подобных слоев. Разнообразие седиментационных толщ педогенного развития, не обладая свойствами почв и соответственно профилем построения горизонтов выполняет функции почв, по производству первичной биологической продуктивности. Выявляется новая категория педогенеза имеющего переходной характер к экотонам. Стабильное функционирование наземных экосистем под водой со светлокаштановыми карбонатными луговыми засоленными солончаков типичных связано с тяжелосуглинистым составом слагающего материала, сохраняющего общие черты рельефа, характерного для наземных условий их формирования. При повышении уровня морской воды (в настоящее время имеет слабо выраженную тенденцию) осушенные участки (или экотоны) превращаются в донные осадки, а при понижении в оголенную поверхность суши, испытывающие воздействие условий наземного почвообразования. Важное значение изучению экотонных образований придавал В.С. Залетаев в прибрежной полосе Каспия, где он подчеркивал возможную дестабилизацию среды при затоплении-иссушении как фактора увеличения разнообразия почв и экотонов. Об этом он говорил в докладе, с которым выступил на заседании секции "Проблемы изучения аридных экосистем и борьбы с опустыниванием Научного Совета по проблемам экологии биологических систем" ОБН РАН в городе Элиста 14 ноября 1994 года.

Определяющее значение при дифференциации границ контуров почв имеют процессы засоления, эрозии, солонцеватости, а при дифференциации границ экотонов на наш взгляд эти показатели играют ведущую роль в пределах низких таксономических единиц. Познание этих особенностей дает возможность определить различия в масштабах изменчивости экотонов в зависимости от показателей почвенных контуров. Значительный научный интерес представляет сравнительный анализ перехода одного типа почв к другому и соответственно пространственная смена экотонов. Скорость перехода различных типов, подтипов, видов и разновидностей почв характеризуют динамическую смену таксономических единиц по своей иерархии; выявление их позволяет выработать систему охраны разнообразия почв на стадии лугового и лугово-степного режимов. Становится очевидным необходимость экотоного расчленения территорий на основании изменений, происходящих в строении и составе почвенно-растительного покрова (Залибеков 2002, Салманов, Керимханов 1982, Баламирзоев, 1997). Отчетливое расширение

спектра разнообразия почв обнаруживается при изменении условий микрорельефа, видового состава растительных сообществ и гипсометрии территории. Для выявления контуров различных экотонов необходимы параметры высотных
отметок водной поверхности и суши земли. Экотонная структура определяется биосферными категориями. отражающими переход 5 основных блоков, выделенных В.С. Залетаевым: амфибиальный блок, охватывающий мелководье с инстантной динамикой биокомплексов: Химический блок - непосредственно примыкающий на побережье к амфибиальному и испытывающий периодическое заливание; дистантный блок с запаздывающей динамикой, обусловленной колебанием уровня грунтовых вод; маргинальный заключительный блок: аквальный блок, акватория водоема с ее динамикой биокомплексов. На основании изложенного можно отметить высокий уровень влияния биосферных факторов, способствующих формированию экотонов природного происхождения. Критерием, определяющим экотонную структуру, является степень выраженности противоположных процессов - устойчивое развитие почвенпо-растительного покрова в неустойчивой среде и наоборот, неустойчивое нестабильное развитие в устойчивой среде при воздействии внешних неблагоприятных факторов. Аналогичные процессы мы имеем при появлении короткоживущих микроочаговых процессов при опустынивании земель, и наоборот рассоление стабильно засоленных луговых почв (устойчивая среда) под воздействием мелиорации превращается в стабильную среду. В регионах Прикаспийской низменности факторы дифференциации экотонов - смена (чередование) литосферных условий гидросферными. В принципе это положение дискуссий не вызывает. В то же время, необходимо в дальнейшем дифференцировать проводимые НИР в целях выяснения особенностей классификации экотонов и экотонных образований на единицы, имеющие таксономическую основу.

Особое значение имеет выявление экотонных зон и экотонного разнообразия в контексте изучения биологического и почвенного разнообразия. Для определения роли водного фактора в дифференциации экотонов с позиций общебиосферных исследований необходимо определить классификационный ранг влияния водного фактора на почвенно-растительный покров. В целом для решения этих задач в будущем есть соответствующие разработки и выполнение их на высоком уровне не вызывает сомнений. Из материалов, публикуемых в предлагаемом номере видимо, что современный этап развития является наиболее насыщенным по накоплению фактов, проведению НИР. обобщению, популяризации основных достижений по проблеме экотонов. Вместе с тем, о целесообразности вводимого понятия, многоступенчатой географической типизации позволяющей определить функции водоемов, рек, озер в зависимости от степени влияния различных факторов: геоморфологических условий, размерности акваторий водных объектов, природно-климатической приуроченности места расположения и трендов многолетней динамики водности территорий.

Учитывая степень их влияния и возможностей функционирования применяются мероприятия по сохранению водоохранных функций водных объектов с выделением зоны особого режима. При определении роли лимитирующих факторов развития экосистем важное значение имеет выделение факторов устойчивости экотонноЙ системы искусственно созданных водных объектов. В материалах помещенных в журнале показан новый уровень теоретических основ сохранения динамической системы региона в пределах бассейнов используемых водных объектов. Изучение экотонов и их генезиса, географии и закономерностей распространения с позиций «экотональности географической среды» выдвигается на первый план оценка формирующихся различий в свойствах почв при затоплении береговой полосы Каспийского моря.

Актуальность этого вопроса заключается в том, что береговая полоса Западного Прикаспия характеризуется одновременным проявлением процессов затопления-иссушения - с одной стороны, и опустыниванием и аридизацией - с другой. Дифференциация этих явлений с позиций экотонообразования даст возможность определить по каким структурным блокам экотонов протекает формирование природных комплексов. В создавшейся экстремальной ситуации важное значение имеет определение соотношение «вода-суша» в

прибрежной части региона. Затопление и иссушение имеют циклически повторяющийся характер, в результате которого из сельскохозяйственного оборота выпадает значительная часть площадей.

По картографическому учету общая площадь сопряженная процессами затопления в 1995 г. составила более 3.6 млн. га. По степени влияния процесса затопления морской водой прибрежная часть подразделяется на полосы, характеризующие стадии перехода от гидроморфного режима к автоморфному. В этой связи изучение отдельных блоков экотонов в прибрежной полосе Каспийского моря приобретает приоритетное значение.

В заключение следует отметить, что издание отдельного номера журнала «Аридные экосистемы» для публикации материалов, посвященных экотонам, проблемам их формирования и антропогенной динамики является своевременным. Признание достижений научных коллективов в федеральном и международном масштабе и высокий уровень их выполнения, объясняются разработкой известными учеными конкретных механизмов влияния природных и антропогенных факторов на экологические процессы, направленные на поддержание и сохранение окружающей природной среды. Высшей формой поддержания окружающей среды является направленное конструирование экотонов, структурных блоков с соответствующим составом и свойствами, показатели которых публикуются в настоящем номере журнала «Аридные экосистемы».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Залетаев В.С.* Экологически дестабилизированная среда - экосистемы аридных зон в изменяющемся гидрологическом режиме. М. Наука. 1989. 154 с.
2. *Залетаев В.С.* Экотоны в биосфере. М. Наука. 1997. 108 с.
3. *Добровольский Г.С., Федоров К.Н., Стасюк Н.В.* Геохимия, мелиорация и генезис почв дельты Терека. Изд. МГУ. 1975. 248 с.
4. *Стасюк Н.В.* Динамика почвенного покрова дельты Терека. Махачкала. 2005. 194 с.
5. *Зонн СВ.* Почвы Дагестана. Сб. «Изучение производительных сил СССР». Изд. АН СССР. М. 1940. С 68-94.
6. *Зонн СВ.* Вопросы преобразования почв Дагестана под влиянием антропогенных воздействий. Сб. Биологическая продуктивность почв Дагестана. Махачкала. 1979. С. 48-52.
7. *Залибеков З.Г.* Изменение почвенного покрова под влиянием процессов опустынивания. М. Почвоведение. № 12. 2002. С. 56-64.
8. *Залибеков З.Г.* К вопросу изучения почвенного разнообразия в регионах Прикаспийской низменности. Ж. Почвоведение. №8, 921-927.
9. *Баламирзоев М.А.* Качественная оценка почв Прикаспийской низменности Дагестана. Сб. Экологические проблемы Прикаспийской низменности. Вып. II. Махачкала 1997. С. 35-49.
10. *Салманов А.Б.. Керимханов СУ.* Основные принципы построения систематики и классификации почв Дагестана Сб. Классификация и диагностики почв Дагестана. Махачкала. 1982. С.6-20.

ABOUT THE PROBLEMS OF ECOTONES STUDY IN ARID REGIONS OF THE SOUTH OF RUSSIA.

©2006. Z.G.ZaIibekov

Caspian Institute of biological resources of
Daghestan scientific center of the Russian Academy of sciences
367025, Makhachkala, M.Gadjiev 45, Russia

This issue of the journal "Arid Ecosystems" considers the question of ecotones study and methods of their effective management in the purpose of conservation and restoration of their areals and functions. The contents of presented material reflect modern achievement in this scientific field that received world-wide recognition by its actuality and innovation.

Finding out common laws on formation of ecotone zones, ecotone diversity and principals of geographical typization of areais of their spread have a particular important meaning.

Any issued number of the journal with material publication on the problem of ecotone formation and anthropogenic dynamics shows that the developed scientific direction has regional and world -wide recognition.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 574.9

ДОСТИЖЕНИЯ И ЗАДАЧИ В ИЗУЧЕНИИ ЭКОТОННЫХ СИСТЕМ «ВОДА-СУША»

© 2006 г. Н.М. Новикова

Институт водных проблем Российской академии наук
119991 Москва ГСП-1, ул. Губкина, 3

НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Экотоны, как биогеокомплексы переходных территорий – границ, проходящих между объектами разного типа и ранга (двумя средами, природными или антропогенными ландшафтами, экосистемами, природными зонами), привлекли повышенный интерес во второй половине прошлого века. Экотонная тематика была предметом специальных международных проектов, осуществлявшихся под эгидой ЮНЕСКО. В период 1980-1990 гг. выполнялись проекты по изучению прибрежноводных экосистем: «Ecotones Research Project, Australia» - с целью их охраны в бассейнах Австралийских рек Мюррей и Дарлинг; «Aquatic – Terrestrial Ecotones at the River Danube» – с целью инвентаризации биоразнообразия и организации мониторинга в бассейне реки Дунай. В январе 1991 начался совместный проект двух программ ЮНЕСКО: Международной гидрологической программы (IHP) и программы Человек и биосфера (МАБ). Он был направлен на изучение экологических процессов в земельно-водных экотонах и разработку эффективных методов управления для их сохранения и восстановления. Объектами исследований стали приречные леса, ветланды, побережья озер, аллювиальные равнины, поймы. С большей детализацией исследовались популяции рыб в водно-наземном экотоне и экотонная система, связывающая поверхностные и подземные воды. При этом основное внимание было направлено на изучение экотонов, обусловленных водным фактором. В рамках выполнения проектов проводились тематические конференции в Монпелье (Франция), Сиетле (США), Москве (Россия), были опубликованы монографические сборники (Ecotones…, 1991; Groundwater / Surface Water…, 1997).

Российские ученые также участвовали в этом проекте. Некоторые результаты этих работ опубликованы в двух коллективных монографиях «Экотоны в биосфере…» (1997) и «Экосистемы речных пойм…» (1997), вышедших в печати под редакцией В.С. Залетаева. В первой книге собраны работы исследователей, направленно работавших по проблеме экотонов, рассмотрены экотоны различного масштаба и генезиса: природных зон, речных дельт и пойм, морские (аквальные) экотоны. Во второй – экосистемы речных пойм характеризуются как экотонные структуры «вода-суша»; в контексте управления рассмотрены вопросы их динамики, устойчивости, условий формирования биоразнообразия и его изменения вследствие регулирования режима речного стока и хозяйственного освоения речных долин.

Существенным достижением этого периода является разработанная В.С. Залетаевым (1997) концепция экотониальности географической среды. В ее рамках была выполнена типология экотонов по образующему их фактору, предложена классификация водно-наземных экотонов Земного шара, обоснована блоковая структура экотонной системы «вода-суша» и рассмотрены биологические механизмы функционирования ряда конкретных экотонных систем (Залетаев, 1997а; 1997б).

Содержание концепции экотонной структуры побережий водных объектов или структурно-функциональная организация экотона «вода-суша» изложена в работе В.С. Залетаева «Структура водно-наземных экотонов[1]» (1997), где им выделены 5 основных блоков: центральный – амфибиальный (водный) блок, охватывающий мелководье с немедленной (инстантной) динамикой биокомплексов на изменения как в водной, так и наземной среде; динамический (или флуктуационный) блок, непосредственно примыкающий на побережье к амфибиальному и испытывающий периодическое заливание; дистантный блок с запаздывающей динамикой, обусловленной колебанием уровня грунтовых вод (следует далее вверх по рельефу); маргинальный - заключительный наземный блок, испытывающий воздействие водохранилища, передающееся через цепочку биоценотических взаимосвязей; и, наконец, аквальный блок - основная акватория водоема с динамикой биокомплексов, определяемой взаимодействием с веществами, поступающими с суши через ряд блоков экотона, в том числе через амфибиальный, а также водным путем.

СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ

Со времени появления концепции структурно-функциональной организации водно-наземных экотонов (Залетаев, 1997) прошел относительно небольшой период времени, менее 10 лет. Тем не менее, ее основные позиции послужили методологической основой для ряда конкретных, часто не связанных между собой и с уже выполненными работами, исследований экотонных систем «вода-суша» в поймах рек, на побережьях водоемов, а также в гидрогенных плакорных экотонах.

Следующим важным шагом в развитии исследований водно-наземных экотонов была разработка приемов и методик исследований. Одной из важнейших следует считать решение задачи выделения границ блоков внутри экотонной системы. Эту задачу приходилось решать каждому исследователю, и все это делали по своему усмотрению, отчего, безусловно, полученные данные были трудно сопоставимы. Границы между блоками наиболее рационально проводить, опираясь на стандартные гидрологические данные об отметках положения уровня воды, получаемые гидропостами. При этом либо берется длинный ряд данных максимальных и минимальных отметок уровня за каждый год (рис. 1), либо выбираются 2 конкретных года - маловодный и многоводный (см. рис. 4 в статье Т.В. Балюк, А.В. Кутузов данного номера). В обоих случаях построенные графики дают однозначное и четкое представление об отметке максимального подъема уровня воды, который на местности соответствует высотной отметке территории, заливаемой в максимальные паводки - внешней границе флуктуационного[2] (динамического) блока, или границе между этим блоком и следующим далее вверх по рельефу, дистантным. В данном случае, на рисунке 1 это соответствует высотной отметке 177 м.

На местности, в субаридных и аридных районах умеренного пояса Евразии эта граница, как правило, маркируется сомкнутой полосой старовозрастных тамариксов. В случае, если берега сложены рыхлыми породами, также хорошо выражен абразионный береговой уступ.

Следующий шаг - определение границы между дистантным и маргинальным блоками. Исходя из того, что в дистантном блоке ведущую роль играют грунтовые воды, его внешней границе должны соответствовать высотные отметки, на которых грунтовые воды опускаются на 6-7 м от поверхности, перестают участвовать в почвообразовательном процессе и недоступны для основной массы растений. Таким образом эта граница должна проходить на 6-7 м выше высотной отметки внешней границы динамического блока

[1] «водно-наземный» экотон и экотон «вода-суша»– синонимы (Н.М.Н.)

[2] В отношении названия данного блока имеются разночтения. Ряд авторов называет его «динамическим», т.к. В.С. Залетаев (1997), назвал его блоком «флуктуационной динамики».

(границы заливания). На примере водохранилища (озера) Насер (Египет) положение этой границы мы должны были бы определить как 183-184 м, но автор работы (Springuel, 1990), экспериментальным путем определила его равным 180 м. Как видим, расчетная граница условна и должна быть проверена на местности в конкретном ландшафте. Важным условием является время проведения работ на местности. В связи с тем, что уровень грунтовых вод также изменяется в течение года и по годам, экспериментальные работы на местности следует проводить в период межени в годы разной водности.

В направлении от уреза воды, вслед за дистантным блоком идет маргинальный. Визуально на местности эти два блока хорошо различаются по доминированию в растительном покрове дистантного блока растений – фреатофитов, связанных в водном питании с подземными водами, в то время как в маргинальном блоке господствуют виды, характерные для плакорных зональных биотопов, но они могут иметь повышенный габитус, в растительных сообществах – выше общее проективное покрытие, и число видов - за счет внедрения эфемеров.

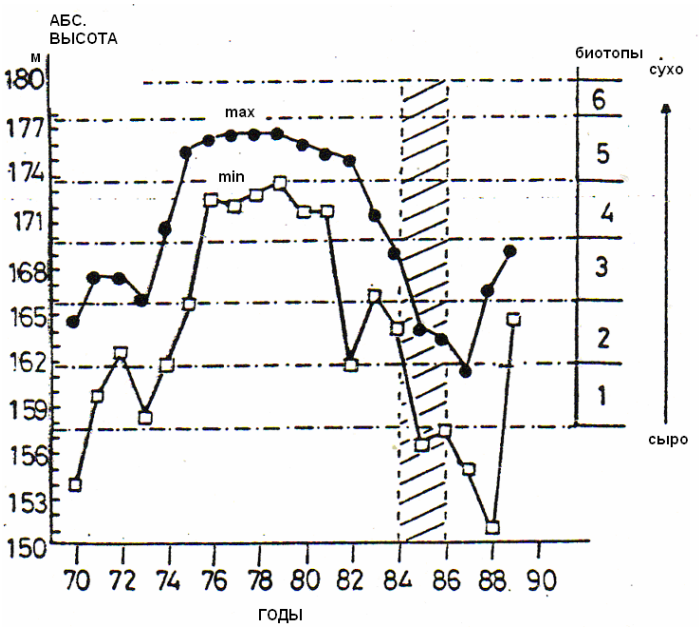


Рис. 1. График изменения уровня водохранилища (озера) Насер (по Springuel, 1990) и биотопы на побережье: 0-5 – динамического блока; 6 – дистантного. **Fig. 1.** Water level coast of Lake Nasser (on Springuel, 1990) and biotopes: 0-5 – of the dynamic block; 6 – of the distanat block

Внешняя граница маргинального блока, в котором воздействие водоема передается исключительно через биологические цепи, расчетными методами не определяется. Она, видимо, находится в очень большой зависимости от степени аридности среды и конкретных ландшафтов. На водохранилище Насер (рис. 1) маргинальный блок отсутствует, так как в крайне аридных условиях Сахары, сосудистые растения без дополнительного водного питания не встречаются.

Положение границы между флуктуационным блоком, подвергающимся периодическим заливаниям и амфибиальным, сугубо водным, определяется также по графику: ему соответствует самая низкая отметка из минимальных значений. В нашем случае это - 151 м.

Граница амфибиального и аквального блоков условно проводится по внешней границе мелководной зоны, простирающейся до глубин 2.5-3 м. Для озера Насер – это глубины с отметками 159 м. На более низких отметках располагается собственно аквальный блок.

По графикам, построенным на основании длинных рядов данных изменения уровня водохранилища можно проследить за изменением во времени блоковой структуры экотона. Так, на рисунке 1, мы видим, что в ряд лет, с 1976 по 1981 на побережье водохранилища Насер положение всех блоков резко сдвинулось вверх по рельефу. Внешняя граница флуктуационного блока поднялась на 10 м, а амфибиального – на 20 м. Затем, с 1981 года подъем уровня водохранилища стал снижаться, высотные отметки выше 169 м – перестали заливаться, а территории, расположенные на отметках 162- 169 м не заливались в течение 4-х лет. Этот участок экотона можно считать его «реликтовой» частью, обреченной на деградацию.

Дополнительную информацию о водном режиме динамического блока и приуроченных к нему экосистем, дает рассмотрение графиков, отражающих длительность или частоту заливания высотных отметок. (Расчет этих значений и построение графиков описаны в статье Т.В. Балюк и А.В. Кутузова в настоящем номере) На графике (рис. 2) отметка 151 м близка к 100% обеспеченности (98.3%) заливания, т.е. заливается практически ежегодно, а отметка 168.6 м -50%, т.е. заливается лишь 5 лет из 10. Однако эти графики, в отличие от предыдущих (рис. 1), не дают важной экологической информации – как следуют заливания разной обеспеченности – сериями или вперемежку. Поскольку экологический эффект будет различен, от того, будет ли заливание происходить регулярно через 1 год или заливания не будет 5 лет подряд.

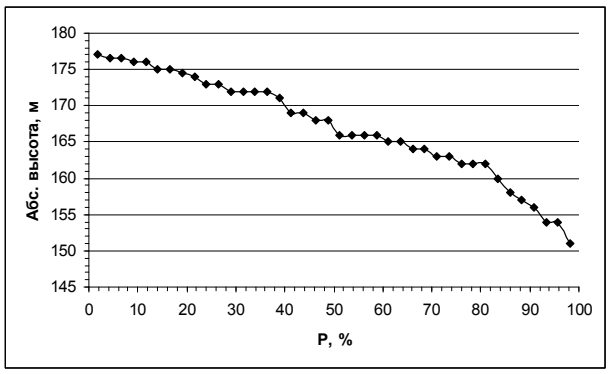


Рис. 2. Обеспеченность заливания высотных отметок в динамическом блоке экотона.
Fig. 2. Flood probability within dynamical block.

Совместное рассмотрение графиков и топо-экологических профилей, выполненных на местности, позволяет соотнести между собой конкретные экосистемы и характеристики гидрологических параметров заливания, которые выступают в роли важного экологического фактора. Подобная работа была выполнена Т.В. Балюк для Волго-Ахтубинской поймы при консультации гидролога Н.А. Шумовой (Балюк, 2005).

Изучение экотонных систем. Экотоны, в особенности водно-наземные, представляют не только научный интерес, их изучение имеет важную практическую значимость как объектов хозяйственного использования, русел геохимических и энергетических потоков, каналов расселения организмов. Эти процессы экологически активны, несут с собой потенциальную угрозу глубоких и быстрых трансформаций природных систем. В.С. Залетаев (1997), разрабатывая концепцию водно-наземного экотона, обращал внимание на важность рассмотрения как его структурной, так и функциональной организации. Это касается как биотопов, так и приуроченных к ним биокомплексов. В первом случае, прежде всего, рассматривается пространственная структура экотона – ландшафтно-экологическое пространство, действующие факторы и с их пространственным выражением, ответственные за обеспечение устойчивого развития биоты в неустойчивой среде. Важными объектами этих исследований являются короткоживущие и микроочаговые процессы. В свою очередь они могут быть использованы в качестве индикаторов дестабилизированной среды (Микроочаговые процессы…, 2000; Балюк, 2005).

При изучении биоты в первую очередь обращается внимание на закономерности пространственного распределения видов и сообществ, функциональные взаимосвязи между компонентами экотонной системы (Оценка…, 2005).

Природные экотонные системы вследствие прямых воздействий человека в процессе землепользования или вследствие воздействия природных и антропогенных изменений режима речного стока, в настоящее время испытывают сильную трансформацию. Для выполнения анализа и оценки этих воздействий, и установления их природы Ж.В. Кузьминой (Кузьмина и др., 2000; Кузьмина, 2005) была разработана методика проведения исследований, базирующаяся на параллельном изучении участков речных пойм, имеющих разную степень антропогенной нагрузки - от ненарушенных, находящихся в заповедном режиме, до трансформированных. Разработаны специальные приемы экологического анализа для оценки изменений метеорологических и гидрологических

данных долговременных стандартных наблюдений, разработана методика индикации глубины почвенных нарушений по морфологическим признакам протекания окислительно-восстановительных реакций; установлены и предлагаются для использования эволюционно-динамические ряды природных комплексов для разных уровней пойменного ландшафта, соответствующие различным режимам функционирования пойм, а также растения-индикаторы и индикационные признаки в структуре сообществ. Эта методика разработана на примере экотонных пойменных систем лесостепной и южно-таежной подзон, но имеет универсальный характер и может найти широкое практическое применение в других регионах.

Изучение конкретных экотонов и монографические работы. Результаты целенаправленных исследований водно-наземных экотонов представлены в коллективной монографии «Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы», (2005), где помимо других объектов рассмотрены экосистемы и экотонные структуры, формирующиеся на равнинных и горных реках и их изменение под влиянием регулирования режима речного стока, а также результаты долговременных наблюдений за трансформацией экотонных систем побережий и дельт Каспийского и Аральского морей, обусловленные изменением их уровней.

Следует отметить ряд успешных исследований, посвященных изучению других типов экотонных структур разного масштаба. Так Э.Г. Коломыцем (1987; 1994; 1995; 2005), успешно разрабатывается концепция «геоэкотона» как «…сопряженной парагенетической системы природно-территориальных комплексов как относительно однородных на данном иерархическом уровне географических образований, функционально взимосвязанных и пространственно упорядоченных соответствующими геопотоками» (Коломыц, 2005; стр. 9). Уникальным изданием является его Атлас-монография «Бореальный экотон…» (2005), в котором представлена распечатка 200 электронных карт, отображающих ландшафтно-геофизические условия экотона в настоящем, прошлом и будущем, охватывающего территорию Волжского бассейна в климатогенном экотонном пространстве между бореальной южной тайгой и суббореальной лесостепью и степью.

Журнал «Аридные экосистемы» уделяет пристальное внимание исследованиям экотонных систем и за время его существования вышло несколько публикаций, непосредственно посвященных им (табл.).

Таблица. Публикации, вышедшие в журнале «Аридные экосистемы» по экотонной тематике.

Год	Том	Номер	Автор	Название статьи
1996	2	2-3	В. С. Залетаев	Роль экотонов в формировании биологического разнообразия в аридных зонах
1996	2	2-3	И. В. Спрингель	Окружающая среда и продуктивность экосистем вади Аллаги
1998	4	8	Э. Г. Коломыщ, Н. А. Сурова	Полисистемная организация географического пространства на бореальном экотоне лесостепной зоны России
1998	4	9	И.В, Стебаев, В.В. Молодцов, В.Э. Колпаков	Экотонная структура энтомоцентов криоаридных территорий южных окраин Алтае-Саян в изоплетном отображении
2004	10	24-25	И.Н.Слемнев, Ж.Санжид, Ц.Хонгор, Ш. Цоож	Особенности развития пустынных степей Монголии на градиенте увлажненности экотонов

Как видим (табл.), публикации, посвященные изучению водно-наземных экотонов редки (только статья И.В. Спрингель, 1996). Однако рассмотрение публикаций по сути позволяет отнести большое число работ в группу исследующих те или иные аспекты экотонов. Прежде всего, следует сказать о сложившемся в Прикаспийском институте биологических ресурсов Дагестанского научного центра под руководством профессора З.Г. Залибекова научном направлении изучения почвенных процессов в экотонном пространстве разновозрастных ландшафтов на Прикаспийской низменности в границах Дагестана. Этому уникальному гидрогенному экотону, включающему как древние, так и молодые (в том числе и «омоложенные») структуры, в журнале посвящено большое число научных публикаций. Рассматриваются процессы становления – саморазвития природных комплексов, формирования биоразнообразия, антропогенных трансформаций и самовосстановления и формирования высокопродуктивных искусственных пастбищ.

Использование экотонной концепции для решения научно-практических задач, в том числе и сохранения биоразнообразия, можно увидеть в публикациях, включенных в настоящий номер журнала «Аридные экосистемы» (Кузьмина и др.; Сохина, Балюк; Уланова).

ЗАДАЧИ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Можно считать, что исследования экотоных систем «вода-суша» все еще находятся на этапе накопления информации. Поэтому, весьма целесообразным является продолжение исследований водно-наземных экотонов разного масштаба, выделенных в классификации В.С. Залетаева по единой методике и получение обобщений в рамках конкретных водных объектов, речных бассейнов, бассейнов стока, континентов и всей биосферы. Эти работы облегчаются тем, что зачастую уже имеются данные о биотических комплексах, их экологии и связи с водным объектом.

Центральной задачей исследований на данном этапе следует считать изучение отличительных черт экотонных систем – механизмов адаптации экотонных экосистем и сохранения ими устойчивости в нестабильных условиях среды, обеспечивающих непрерывность биологических процессов и функционирования, рассмотрение проявлений микроочаговых и котороткоживущих процессов внутри экотонов.

Не менее важной задачей следует считать изучение одной из важнейших функций экотонных систем – барьерной. Как показывают исследования, в условиях южной тайги в экотонных системах «вода-суша» происходит существенная трансформация качества вод, поступающих с водосбора (Груздева, 2004). Каждый блок действует по-своему. Макрофиты амфибиального блока перехватывают биогены (N, P, K) и связывают их на длительное время. В то же время в динамическом блоке, представленном луговыми и лесными экосистемами, в почве задерживаются тяжелые металлы. Таким образом, структурная организация экотонной системы способствует выполнению барьерной функции. Кроме того, из публикаций известно (Глазовская, 1997; и др.), что наилучшим образом функцию барьера осуществляют лесные ландшафты.

Повышенная активность экзогенных процессов обеспечивает экотонам особо важную роль в развитии адаптогенеза организмов и спонтанной гибридизации. Публикации на эту тему пока отсутствуют.

Вопросы управления экотонными системами в результате глобальной экотонизации природной среды будут играть в будущем основную роль. Экотонные системы в большей мере, чем зональные поддаются управляющим воздействиям благодаря адаптированности их структуры к переменному режиму факторов среды и биотической неполночленности. Управление водно-наземными экотонными системами требуется для усиления каких-либо их функций или изменения их ресурсного потенциала. При этом возможны различные пути

воздействия – либо через изменение режима водного фактора, либо через воздействие на биоту. Неполночленность экотонных биотических сообществ позволяет безболезненно осуществлять биомелиорации как путем непосредственного введения или вытеснения вида, так и через виды – активные ценозообразователи, которые способны создавать узлы дополнительных биогеоценотических связей (Залетаев, 1997а). Важным управляющим эффектом также может стать изменение вида природопользования. Это направление исследований требует проведения трудоемких и длительных экспериментальных работ, желательно по методике «ключ-опыт».

В условиях активного антропогенного пресса и расширения водохозяйственной деятельности в субаридных и аридных районах непомерно расширяются территории, затронутые развитием современного гидроморфизма - переувлажнения почв, что становится причиной вывода обширных площадей сельскохозяйственных угодий из активного использования. Применение экотонной концепции для рассмотрения разнообразия антропогенных экотонов, в том числе и подтопленных земель, условий формирования биологического разнообразия (почв, растительности, животного населения и др.) на побережьях водохранилищ, каналов, в зоне влияния орошаемых земель открывает возможности для решения вопросов ослабления негативных воздействий и оптимизации рационального использования этих территорий.

Журнал «Аридные экосистемы» может принять активное участие в информационной и методической поддержке этих исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ № 06-05-64159 «Современный гидроморфизм и биоразнообразие степной зоны» и Отделения наук о Земле РАН № 12 «Современный гидроморфизм на юге России: тенденции развития и прогноз изменений»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Балюк Т.В.* Формирование экосистем на первичных элементах пойменного рельефа в естественных и антропогенно измененных условиях. Под ред. Н.М. Новиковой. М.: РАСХН, 2005. 197 с.
2. *Глазовская М.*А. Методологические основы оценки эколого-химической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М.: Изд-во МГУ, 1997. С. 48-54.
3. *Груздева Л.*П. Геоэкологическая оценка содержания тяжелых металлов в компонентах ландшафтов водоохранной зоны и донных отложениях Учинского водохранилища // Вестник Московского государственного областного университета. Серия «Естественные науки». №1-2. 2004. С. 191-198.
4. *Залетаев В.*С. Структура водно-наземных экотонов // Экосистемы речных пойм: структура, динамика, ресурсный потенциал, проблемы охраны. Под редакцией В.С. Залетаева. М.: РАСХН, 1997а. С. 7 -17.
5. *Залетаев В.*С. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. Под редакцией В.С. Залетаева. М.: РАСХН, 1997б. С. 11-29.
6. *Залетаев В.*С., *СтефанковВ.И.* Изменение экосистем в зонах влияния водохранилищ в поймах рек Волги и Буга // Экосистемы речных пойм: структура, динамика, ресурсный потенциал, проблемы охраны. Под редакцией В.С. Залетаева. М.: РАСХН, 1997. С. 118-174.
7. *Коломыц Э.Г.* Бореальный экотон и географическая зональность. Атлас-монография. М.: Наука, 2005. 390 с.
8. *Коломыц Э.Г.* Ландшафтная текстура бореального экотона Волжского бассейна и ее чувствительность к изменениям климата. Ч ½. Тольятти: ИЭВБ РАН и ННГУБ, 1994. 127 с.
9. *Коломыц Э.Г.* Ландшафтные исследования в переходных зонах: Методологический аспект. М.: Наука, 1987. 117 с.

10. *Коломыц Э.Г.* Организация и устойчивость хвойнолесных экосистем в бореальном экотоне русской равнины // Изв. РАН. Сер. Геогр. 1995. №3. С. 37-51.
11. *Кузьмина Ж.*В. Последствия изменения режима речного стока для пойменных экосистем при создании малых (низконапорных) гидротехнических сооружений на равнинных реках // Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы. Отв. ред. Н.М. Новикова. М.: Наука, 2005. С. 134-162.
12. *Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е., Хенрихфрайзе А.* Микроочаговые процессы в связи с ло-кальным изменением обводненности территорий // Микроочаговые процессы – индикаторы дестабилизированной среды. Отв. ред. Н.М. Новикова. М.: РАСХН, 2000. С. 26-34.
13. Микроочаговые процессы – индикаторы дестабилизированной среды. Отв. ред. Н.М. Новикова. М.: РАСХН, 2000. С. 26-34.
14. Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы. Отв. ред. Н.М. Новикова. М.: Наука, 2005. 365 с.
15. Экосистемы речных пойм: структура, динамика, ресурсный потенциал, проблемы охраны. Под редакцией В.С. Залетаева. М.: РАСХН, 1997. 596 с.
16. Экотоны в биосфере. Под редакцией В.С. Залетаева. М.: РАСХН, 1997. 239 с.
17. *Ecotones:* The Role of Landscape Boundaries in the Management and Restoration of Changing Environment. Ed. By M.M. Holland, P.M. Risser, R.J. Naiman. London: Chapman & Hall, 1991. 142 p.
18. Groundwater / Surface Water Ecotones: Biological and Hydrological Interactions and Management Options. Ed. By J. Gibert, J. Mathieu, F. Fournier. Ambridge Univ.press. UNESCO, 1997. 246.
19. *Springuel I.* Riverain vegetation in the Nile valley in Upper Egypt// Journal of vegetation science. 1990. Vol. 1. pp. 595-598.

ACHIEVEMENTS AND TASKS IN STUDYING "WATER - TERRESTRIAL" ECOTONE SYSTEMS

© 2006. N.M. Novikova

Water Problems Institute of the Russian Academy of Science
119991 Moscow, Goubkina Str., novikova@aqua.laser.ru

The analysis of the scientific literature concerning "water - terrestrial" ecotones has shown, that the most essential achievement is formation of the concept of ecotonization of the geographical environment, carried out by V.S. Zaletaev (1997). Within the framework of this concept it have been considered ecotones of the various nature, classification of "water - terrestrial"ecotones of the Globe is offered, the blocks structure of "water - terrestrial" ecotone systems is proved and biological mechanisms of functioning of some real ecotonal systems are considered.

It promoted performance of some monographic researches on the structurally functional organization and a biological diversity of ecotone systems at the coasts of reservoirs.

It is necessary to recognize as essential achievement of present(true) time development of methods of allocation block structures of "water - terrestrial"ecotone systems type and its analysis.

Magazine “Arid ecosystems” in distribution of modern achievements on studying water-terrestrial ecotones. For the period of existence of magazine it has been published 5 articles devoted directly ecotones and their role in formation of a biodiversity (Залетаев, 1996; Springel, 1996).

The role of magazine in researches of century changes soils in ecotonal zone of transgressions and regressions of Caspian sea at the territory of Dagestan is extremely important.

The primary goal of the further researches is continuation of accumulation of the information on specific properties ecotonal systems in maintenance of a biodiversity, as refudge of rare species; performance of functions of membranes and buffers for waste from watershed to reservoir, development of methods of easing of negative processes overmoisterning and optimization of their rational use.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

УДК 581.526.53:

МОЖНО ЛИ ПОДЗОНУ ОПУСТЫНЕННЫХ СТЕПЕЙ НАЗЫВАТЬ ЭКОТОНОМ

© 2006 г. И.Н. Сафронова

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

Как известно, термин «экотон» был впервые употреблен Ф. Клементсом в 1928 г. для обозначения переходных полос (нерезких границ) между растительными сообществами. В 1976 г. Г. Вальтер и Е. Бокс (Walter, Box, 1976) ввели в употребление еще один термин − «зоно-экотон», более высокого ранга, который они применили для обозначения переходных зон между двумя зонобиомами. Процесс возникновения каждого зоно-экотона состоит, по их мнению, в появлении внутри зонального типа в особых местообитаниях островов экстразональной растительности, которая постепенно занимает все бóльшую площадь и становится преобладающей. Таким образом, один зональный тип растительности замещается другим и в результате один зонобиом сменяется другим. Объединив все природные экосистемы в 9 зонобиомов, вышеуказанные авторы выделили между ними 9 зоно-экотонов.

Существует ли зоно-экотон между степной и пустынной зонами?

Ряд российских ученых считает, что такая переходная, экотонная, зона существует. Вслед за Н. А. Димо и Б. А. Келлером, они называют ее «зоной полупустыни» (Димо, Келлер, 1907; Берг, 1955; Келлер, 1923; 1938; Прозоровский, 1940; Никитин, 1954; Калинина, 1961; Вальтер, 1975; Исаченко, Шляпников, 1989; Зонн, 1995; Трофимов, 1995; Бананова, Лазарева, 1997; Николаев, 1997а; 1997б; Николаев и др., 1998; и др.). В том же понимании термин «полупустыня» включен в различные справочные и учебные пособия (Краткая географическая энциклопедия, 1962; Барков, 1964; Меньчуков, 1966; Быков, 1967; Энциклопедический словарь географических терминов, 1968; Агаханянц, 1986; Ботанико-фармакологический словарь, 1990; Реймерс, 1991; Петров, 2001; География и экология…, 2005).

Другие исследователи эту же территорию рассматривают как южную подзону степной зоны (Лавренко, 1947; 1954; 1956; Иванов, 1953; 1958; Быков, 1955; Культиасов, 1981; Лавренко и др., 1991). Она заключена приблизительно между 48° и 50° с. ш. от р. Волги (45º в. д.) до Зайсанской и Алакольской котловин (83º в. д.); западнее р. Волги имеет почти меридиональное направление по возвышенности Ергени и Прикаспийской низменности до р. Терек (Карта геоботанического районирования СССР, 1947; Геоботаническая карта СССР, 1954; Лавренко, 1970; Карта растительности СССР… , 1990; Карта восстановленной растительности… , 1996; Зоны и типы поясности…, 1999а, 1999б; Karte der natürlichen Vegetation Europas, 2000 а; 2000 б). Почвенный покров представлен светло-каштановым типом, солонцами и солончаками (Успанов, 1947; Фаизов, 1970; Успанов, Фаизов; 1971; Юго-Восток…, 1971).

Б. А. Келлер выделял особый полупустынный тип растительности (Келлер, 1923; 1938). Однако большинство геоботаников согласно с А. В. Прозоровским, что такого типа растительности не существует. Для широтной полосы, о которой идет речь, зональными являются опустыненные степи (Прозоровский, 1940; Лавренко, 1940, 1980; Левина, 1959;

1961; 1964; Калинина, 1960; Исаченко, Рачковская, 1961; Гордеева, Ларин, 1965; Карамышева, Рачковская, 1966; 1973; Карамышева, 1993; и др.).

Н. А. Димо и Б. А. Келлер (1907) к основным критериям выделения зоны полупустыни относили комплексность почвенного и растительного покрова и значительное участие в комплексах полукустарничковых («пустынных» – как их называли авторы) сообществ. За прошедшие с тех пор годы наши знания о ботанико-географических закономерностях в степной и пустынной зонах значительно расширились. Оказалось, что комплексность не является признаком, присущим исключительно полупустыне, а встречается в соответствии с экологическими условиями и в более северных подзонах (дерновиннозлаковых и разнотравно-дерновиннозлаковых степей), и в разных частях подзон (Николаев и др., 1998).

Полукустарничковые сообщества в составе комплексов на равнинах обычно приурочены к солонцам и солончакам, в то время как полукустарничково-дерновиннозлаковые степи – к светло-каштановым почвам разной степени засоленности. Соотношение тех и других зависит от соотношения площадей незасоленных и засоленных почв. Полукустарничковые ценозы на засоленных почвах долгое время считались сообществами пустынного типа в пределах степной зоны. В легендах к картам их выделяли особым подразделом (Лавренко, 1956; Карта растительности степной части Казахского мелкосопочника, 1975; Карта растительности европейской части СССР, 1979; Сафронова, 1980). В действительности они представляют собой галофитный эдафический вариант степной растительности.

Полукустарнички в степной зоне характерны и для каменисто-щебнистых почв. Степные петрофитные полукустарничковые сообщества в литературе называются тимьянниками и тимьянниковыми степями (Высоцкий, 1915; Козо-Полянский, 1931; Лавренко, 1956; 1980).

Доминирование в растительном покрове полукустарничков (главным образом, видов рода *Artemisia* подрода *Seriphidium*) в той или иной части подзоны придает степным ландшафтам пустынный облик. Однако полынные сообщества степной зоны отличаются от пустынных полынников по видовому составу, в том числе дифференцирующим видам, общему проективному покрытию, структуре, ритму развития, по типам комплексов, в которых они принимают участие.

Не только засоление почв, но и наличие залежей и пастбищ, способствуют широкому распространению в степной зоне полукустарничковых сообществ, что значительно затрудняет проведение зональных и подзональных границ. В последние годы в связи с уменьшением антропогенной нагрузки местами начался процесс восстановления степной и пустынной растительности. Новые фактические материалы и их анализ позволили откорректировать некоторые границы. Так, на левобережье р. Волги в районе озер Эльтон и Баскунчак, в Рын-песках граница между степной и пустынной зонами ранее проводилась гораздо севернее, чем в настоящее время (Karte der natürlichen Vegetation Europas, 2000 а; 2000 б; Сафронова, 2002)

Итак, в данной полосе:

– отсутствует полупустынный тип растительности,
– отсутствует полупустынная флора,
– зональными являются опустыненные (полынно-дерновиннозлаковые) степи,
– полукустарниковые сообщества представляют собой галофитные и петрофитные варианты степной растительности,
– комплексность широко распространена по всей степной и пустынной зонам,
– характерны степные светло-каштановые почвы.

Перечисленные факты привели нас к решению полностью отказаться от выделения зоны полупустыни. Вслед за Е. М. Лавренко (1947; 1954; 1956; 1970), мы рассматриваем эту

территорию как южную подзону степной зоны – подзону опустыненных степей (Safronova, 2004; Сафронова, 2005а; 2005б).

Теперь постараемся ответить на вопрос, можно ли подзону опустыненных степей считать экотоном, зоно-экотоном.

В соответствии с Г. Вальтером и Е. Боксом (1986), при движении на юг площади, занятые степями, должны уменьшаться, а занятые полукустарничковыми сообществами увеличиваться до их полного господства. О зоно-экотоне возможно говорить только тогда, когда эти изменения происходят на незасоленных хорошо дренируемых водоразделах с суглинистыми или супесчаными почвами.

Рассмотрим некоторые регионы в пределах подзоны опустыненных степей.

Как уже сказано выше, прежде всего экологические факторы, такие как засоление почв или их щебнистость, определяют распространение в степной зоне полукустарничков – жизненной формы, доминирующей в умеренных пустынях. Заметную роль играет и антропогенный фактор. Растительный покров, как степей, так и пустынь подвергся очень сильному изменению. Степи почти все распаханы. Одна из стадий восстановления залежей – полынная, т. е. физиономически пустынная. Такой же вид приобретают степи при перевыпасе. Эти обстоятельства создают большие трудности для понимания зонального положения того или иного региона.

На Прикаспийской низменности по сравнению с другими частями подзоны комплексность выражена особенно четко, что объясняется молодостью территории, ровным рельефом, дефицитом влаги, сильной засоленностью почвообразующих пород. В комплексах преобладают то злаковые сообщества, то полукустарничковые, местами участвуют только полукустарничковые ценозы. Например, в Приэльтонье широко распространены комплексы лерхополынников (*Artemisia lerchiana*) и чернополынников (*Artemisia pauciflora*) на солонцах. К западу и югу от оз. Эльтон комплексы с доминированием лерхополынников занимают 30–40% площади, с доминированием чернополынников – 20–25% (Ларин и др., 1954; Сафронова, 1975). К северу от оз. Эльтон до ст. Кайсацкой встречается комплекс чернополынных, камфоросмово-чернополынных (*Artemisia pauciflora, Camphorosma monspeliaca*), ромашниково-чернополынных, чернополынно-ромашниковых и ромашниковых (*Tanacetum achilleifolium*) сообществ на солонцах и сильно солонцеватых почвах.

В пустынном Прикаспии близ границы со степной зоной характерны подобные комплексы лерхополынников и чернополынников. Однако полынные сообщества опустыненных степей отличаются от пустынных полынников по структуре и ритму развития ценозов, по типам комплексов, компонентами которых они являются. Например, в лерхополынниках степной зоны иногда содоминирует *Festuca valesiaca* − степной вид; в чернополынниках нередко присутствие *Camphorosma monspeliaca,* часто обилен корневищный злак *Leymus ramosus* − оба вида имеют фитоценотический оптимум в степной зоне; и для лерхополынников и для чернополынников характерен *Tanacetum achilleifolium* − степной вид. Только в степной зоне в комплексах принимают участие нитрозовополынные (*Artemisia nitrosa* − степной вид) и ромашниковые (*Tanacetum achilleifolium*) сообщества на солонцах, последние особенно характерны для Северо-Западного Прикаспия (Иванов, 1953; 1958; Сафронова, 1975).

Восточнее, на Подуральском плато, в Мугоджарах и на Тургайском плато рельеф более расчлененный, больше пестрота почвообразующих пород. В связи с этим, растительный покров представлен значительно бóльшим разнообразием эдафических вариантов, часть которых отсутствует в Прикаспии.

На Подуральском плато разнообразны кальцефитные варианты опустыненных степей, характеризующиеся комплексной структурой с доминированием то злаковых, то полукустарничковых (чернополынных – *Artemisia pauciflora,* тонковатополынных – *A. gracilescens,* биюргуновых – *Anabasis salsa*) сообществ (Сафронова, 1979). Они господствуют в северо-западной и северо-восточной части подзоны, занимают несколько меньше половины всей ее площади и окаймлены с юга гемипсаммофитными и псаммофитными ковыльными степями.

Таким образом, и здесь, как на Прикаспийской низменности, распространение полукустарничковых сообществ отражает экологические особенности региона, а не переход степной зоны в пустынную. Интересно, что севернее, в подзоне сухих степей, их площадь увеличивается. Кроме чернополынных, тонковатополынных и биюргуновых очень характерны лессинговополынные (*Artemisia lessingiana*) ценозы. Ареал *A. lessingiana* лежит в степной зоне.

Своеобразие растительного покрова Тургайского плато состоит в широком распространении почв легкого механического состава и связанных с ними более или менее однородных массивов псаммофитных и гемипсаммофитных вариантов степей. На суглинистых равнинах, как и западнее, характерна комплексность, причем в комплексах доминируют ковыльные степи. Лишь в центральной части подзоны выделяется относительно небольшой контур с преобладанием полукустарничковых сообществ: тырсиково-лерхополынных (*Artemisia lerchiana, Stipa sareptana*), лерхополынных и кокпеково-серополынных (Сафронова, 1971).

В Казахском мелкосопочнике растительный покров разнообразнее. В нем преобладают петрофитные варианты (Карамышева, Рачковская, 1973; Карта растительности степной части…, 1975). При этом, мелкосопочники, растительность которых представлена сериями полукустарничковых полынников (*Artemisia sublessingiana, A. gracilescens, A. frigida*) занимают небольшие площади. Еще реже встречаются мелкосопочники с сериями галофитных полукустарничков: *Nanophyton erinaceum, Anabasis salsa, Atriplex cana.* Опустыненные степи на равнинах с суглинистыми светло-каштановыми почвами имеют, как и в других частях подзоны, комплексный характер, но в комплексах всегда преобладают ковыльные степи. Итак, и в этом регионе появление и распределение полукустарничков отражает лишь вполне определенные экологические условия внутри подзоны, а не ее экотонный характер.

Анализ пространственной структуры растительного покрова различных регионов подзоны опустыненных степей на основе карт растительности приводит нас к отрицательному ответу на поставленный выше вопрос: нет, подзону опустыненных степей нельзя называть экотоном.

Экотонной является граница между степной и пустынной зонами. Граница – не линия. Это полоса, причем достаточно узкая. Вероятно, в разных регионах она имеет разную ширину: в одних более широкая, постепенная, в других – более узкая, резкая. Мы несколько раз пересекали ее в Калмыкии и в Астраханской области, где ширина пограничного экотона составляет 5–10 км. Поразительно быстро происходит смена одного типа растительности другим – степного пустынным, несмотря на трудности установления границы, возникающие местами в результате антропогенного влияния.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 04-04-49302.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агаханянц О. Е.* Ботаническая география СССР. Минск: Высшая школа, 1986. С. 176 с.
2. *Бананова В. А., Лазарева В. Г.* Ботанико-географическое районирование европейской полупустыни // Степи Евразии: Сохранение природного разнообразия и мониторинг состояния экосистем: Матер. Междунар. симпозиума. Оренбург, 1997. С. 56.
3. *Барков А. С.* Словарь справочник по физический географии. М.: Гос. уч.-пед изд-во, 1964. 308 с.
4. *Берг Л. С.* Природа СССР. М.: Гос. изд-во геогр. лит., 1955. 496 с.
5. Ботанико-фармакогностический словарь. Под ред. К. Ф. Блиновой и Г. П. Яковлева. М.: Высшая школа, 1990. 272 с.
6. *Быков Б. А.* Растительность и кормовые ресурсы Западного Казахстана. Алма-Ата, 1955. 109 с.
7. *Быков Б. А.* Геоботаническая терминология. Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1967. 168 с.
8. *Вальтер Г.* Растительность Земного Шара. Эколого-физиологическая характеристика. Т. III. Тундры, луга, степи, внетропические пустыни. М.: Прогресс, 1975. 432 с.
9. *Высоцкий Г. Н.* Ергеня: Культурно-фитологический очерк // Тр. Бюро по прикл. ботан. 1915. Т. 8. № 10–11. С. 1113–1436.
10. Геоботаническая карта СССР. М. 1 : 4 000 000. М., 1954.
11. География и экология Волгоградской области. Учебное пособие для средней школы. Под общей ред. В. А. Брылева. Волгоград, 2005. 264 с.
12. *Гордеева Т. К., Ларин И. В.* Естественная растительность полупустыни Прикаспия как кормовая база животноводства. М.-Л. 1965. 160 с.
13. *Димо Н. А., Келлер Б. А.* В области полупустыни. Почвенные и ботанические исследования на юге Царицынского уезда Саратовской губернии. Саратов, 1907. 215 с.
14. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий для высших учебных заведений. Карта. М. 1 : 8 000 000. Под ред. Г. Н. Огуреевой. М. 1999а. На 2 листах.
15. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий. М. 1 : 8 000 000. Пояснительный текст и легенда к карте. Под ред.Г. Н. Огуреевой. М. 1999б. С. 1–64.
16. *Зонн С. В.* Опустынивание природных ресурсов аграрного производства за последние 70 лет и меры борьбы с ними // Биота и природная среда Калмыкии. М.: Элиста, 1995. С. 19–52.
17. *Иванов В. В.* Физико-географический очерк Западного Казахстана // Геогр. сборник АН СССР. 1953. 2. С. 5–51.
18. *Иванов В. В.* Степи Западного Казахстана в связи с динамикой их покрова. М.-Л. 1958. 288 с.
19. *Исаченко Т. И., Рачковская Е. И.* Основные зональные типы степей Северного Казахстана // Тр. Ботан. ин-та / АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. Л., 1961. Вып. 13. С. 133–397.
20. *Исаченко А. Г., Шляпников А. А.* Ландшафты // Природа Мира. М.: Мысль, 1989. 504 с.

21. *Калинина А. В.* Растительный покров Северного Казахстана // Природное районирование Северного Казахстана. 1960.
22. *Калинина А. В.* Физико-географические условия Северного Казахстана // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. Л. 1961. Вып. 13. С. 7–35.
23. *Карамышева З. В.* Ботаническая география степей Евразии // Степи Евразии : проблемы сохранения и восстановления. Сб. статей памяти Е. М. Лавренко. СПб.-М. 1993. С. 6–29.
24. *Карамышева З. В., Рачковская Е.И.* О ботанико-географическом районировании степной части Центрально-Казахстанского мелкосопочника // Ботан. журн. 1966. Т. 51. № 10.
25. *Карамышева З. В., Рачковская Е. И.* Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. Л. 1973. 280 с.
26. Карта восстановленной растительности Центральной и Восточной Европы, М. 1 : 2 500 000. СПб.–Винница, 1996. 6 л.
27. Карта геоботанического районирования СССР // Геоботаническое районирование СССР. М.-Л. 1947. Приложение.
28. Карта растительности Европейской части СССР. М. 1 : 2 500 000. М. 1979. 4 л.
29. Карта растительности СССР. Для высших учебных заведений. М. 1 : 4 000 000. М. 1990. 4 л.
30. Карта растительности степной части Казахского мелкосопочника. 1975. 2 л.
31. *Келлер Б. А.* Растительный мир русских степей, полупустынь и пустынь // Очерки экологические и фитосоциологические. Воронеж, 1923. Вып. 1. 183 с.
32. *Келлер Б. А.* Главные типы растительности СССР // Растительность СССР. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1938. Т. 1. С. 133–181.
33. *Козо-Полянский Б. М.* В стране живых ископаемых: Очерк из истории горных боров на степной равнине Центрально-Черноземной области. М. 1931. 185 с.
34. Краткая географическая энциклопедия. Гл. ред. А. А. Григорьев. М.: Сов. энциклопедия, 1962. 580 с.
35. *Культиасов И. М.* Растительность аридных областей СССР. Часть 2. Растительность степей. Изд-во Моск. ун-та, 1981. 84 с.
36. *Лавренко Е. М.* Степи СССР // Растительность СССР. М.-Л. 1940. Т. 2. С. 1–265.
37. *Лавренко Е. М.* Принципы и единицы геоботанического районирования // Геоботаническое районирование СССР. М.-Л. 1947. С. 9–13.
38. *Лавренко Е. М.* Степи Евразиатской степной области, их география, динамика и история // Вопр. ботаники. М.-Л. 1954. Вып. 1. С. 155–191.
39. *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.
40. *Лавренко Е. М.* Провинциальное разделение Причерноморско-Казахстанской подобласти степной области Евразии // Ботан. журн. 1970. Т. 55. № 12. С. 609–625.
41. *Лавренко Е. М.* Степи // Растительность Европейской части СССР. Л. 1980. С. 203–272.
42. *Лавренко Е. М., Карамышева З. В., Никулина Р. И.* Степи Евразии // Биологические ресурсы и природные условия Монгольской Народной Республики. Т. XXXV. Л. 1991. 145 с.
43. *Ларин И. В., Шифферс Е. В., Левина Ф. Я., Замятнин Б. И., Иванина Л. И., Варивцева Е. А., Непли Г. Н., Сырокомская И. В.* Основные закономерности распределения растительности и геоботаническое районирование Северного Прикаспия в пределах Междуречья Волга–Урал // Вопросы улучшения кормовой базы в степной, полупустынной и пустынной зонах СССР. М.-Л. 1954. С. 9–30.
44. *Левина Ф. Я.* К вопросу о зональности и подразделении европейских полупустынь // Ботан. журн. 1959. Т. 44. № 8. С. 1051–1061.
45. *Левина Ф. Я.* Еще раз о зональности полупустыни // Ботан. журн. 1961. Т. 46. № 5. С. 728–731.

46. *Левина Ф. Я.* Растительность полупустыни Северного Прикаспия и ее кормовое значение. М.-Л. 1964. 336 с.
47. *Меньчугов А. Е.* В мире ориетиров. М.: Мысль, 1966. 288 с.
48. *Никитин С. А.* Растительность восточной части Прикаспийской низменности // Пустыни СССР и их освоение. М.-Л. 1954. Т. 2. С. 217–264.
49. *Николаев В. А., Копыл И. В., Линдеман Г. В.* Ландшафтный экотон в Прикаспийской полупустыне // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5, география. № 2. 1997 а.
50. *Николаев В. А., Копыл И. В., Пичугина Н. В.* Полупустынный экотон на южных рубежах степей // Степи Евразии: Сохранение природного разнообразия и мониторинг состояния экосистем: Матер. Междунар. симпозиума. Оренбург, 1997 б. С. 31–32.
51. *Николаев В. А., Копыл И. В., Пичугина Н. В.* Ландшафтный феномен солянокупольной тектоники в полупустынном Приэльтонье // Вестник Моск. ун-та. Сер. 3, география. № 2. 1998.
52. *Петров К. М.* Биогеография с основами охраны биосферы. Изд-во СПБ, 2001. 376 с.
53. *Прозоровский А. В.* Полупустыни и пустыни СССР // Растительность СССР. М.-Л. 1940. Т. 2. С. 207–480.
54. *Реймерс Н. Ф.* Популярный биологический словарь. М.: Наука, 1991. 540 с.
55. *Сафронова И. Н.* Основные закономерности распределения и геоботаническое районирование степей восточной части Актюбинской области // Ботан. журн. Л. 1971. Т. 56. № 1. С. 31–47.
56. *Сафронова И. Н.* О зональном разделении растительного покрова междуречья Волга-Урал // Ботан. журн. 1975. Т. 60. № 6. С. 823–831.
57. *Сафронова И. Н.* Среднемасштабная карта растительности степной части Подуральского плато // Геоботаническое картографирование 1979. СПб, 1979. С. 21–32. 15.
58. *Сафронова И. Н.* Пустыни// Растительность Европейской части СССР. Л. 1980. С. 285–295.
59. *Сафронова И. Н.* Фитоэкологическое картографирование Северного Прикаспия // Геоботаническое картографирование 2001-2002. СПб., 2002. С. 44–65.
60. *Сафронова И. Н.* Об опустыненных степях Нижнего Поволжья // Поволжский экологический журнал. Саратов, 2005а. № 3. С.261–267.
61. *Сафронова И. Н.* О фитоценотическом разнообразии опустыненных степей Причерноморско-Казахстанской подобласти Евразиатской степной области // Вопросы степеведения. Оренбург, 2005б. № 5.
62. *Трофимов И. А.,* Природные кормовые угодья Черных земель // Биота и природная среда Калмыкии. М.–Элиста, 1995. С. 53–83.
63. *Успанов У. У.* К эволюции взглядов на бурые почвы // Вестник АН КазССР. 1947. № 5. С. 31–34.
64. *Успанов У. У., Фаизов К. Ш.* О бурых и серобурых почвах пустынной зоны Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. биол. 1971. №2. С. 1–15.
65. *Фаизов К. Ш.* Почвы Гурьевской области // Почвы Казахской ССР. Алма-Ата, 1970. Вып. 13. 352 с.
66. Юго-Восток Европейской части СССР. М. 1971. 459 с.
67. Энциклопедический словарь географических терминов. Гл. ред. С. В. Калесник. М.: Сов. энциклопедия, 1968. 440 с.
68. Karte der natürlichen Vegetation Europas. Maßstab 1 : 2 500 000. Karten zusammengestellt und bearbeitet von U. Bohn, G. Gollub, Ch. Hettwer. Bundesamt für Naturschutz. Bonn–Bad-Godesberg, 2000 a. 9 blatts.
69. Karte der natürlichen Vegetation Europas. Maßstab 1 : 2 500 000. Legende zusammengestellt und bearbeitet von U. Bohn, G. Gollub, Ch. Hettwer. Bundesamt für Naturschutz. Bonn–Bad-Godesberg, 2000 б. 153 p. I–XVI.
70. *Safronova I.* On phytocoenotical mapping of the Caspian Desert Region // Annali di Botanica nuova serie. Rome, 2004. P. 83–93.

71. *Walter H.*, *Box E.* Global classification of natural terrestrial ecosystems // Vegetatio. 1976. Vol. 32. 2. pp. 75–81.

WHETHER IT IS POSSIBLE TO NAME A SUBZONE OF DESERT-STEPPES AS AN ECOTONE

© 2006. I.N. Safronova

Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences
Prof. Popov Str., 2., St.-Petersburg, 197376, Russia

On the basis of long-term field researches, analysis scientific data in publications and vegetation maps the author came to the conclusion, that the desert-steppe subzone cannot be named as an ecotone in understanding Walter, Box, 1976. The border between steppe and desert zones is ecotone. This border is not a line, but a strip. Probably, in some regions it is enough wide and gradual, in others – more or less narrow and sharp. For example, in Kalmykia and Astrakhan region the width of the border's ecotone is 5–10 km.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 577.486(082)

ИЗМЕНЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МЕЗОФИЛЬНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В СТЕПЯХ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА И АНТРОПОГЕННЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ЛАНДШАФТОВ*

© 2006 г. М.Л. Опарин, О.С. Опарина

Саратовский филиал института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 410028, Саратов, ул. Рабочая, 24, Россия

На фоне глобального потепления климата, а также внутривековой его динамики в северном полушарии и в степной зоне европейской части России в частности, регистрируется быстрое увеличение среднегодовой температуры в основном за счет повышения температур холодного периода, а также увеличение годовой суммы осадков и уменьшение испаряемости в теплый период года. В результате изменился характер многих природных процессов. Описывать такие изменения целесообразно в ходе региональных фаунистических исследований, поскольку динамика климатических параметров носит четко выраженный региональный характер. На примере изменения распространения млекопитающих в степях Заволжья мы демонстрируем это явление и показываем роль пойм степных речек, ложбин стока овражно-балочной системы, придорожных и полезащитных лесополос в обеспечении процессов расселения. Благодаря климатическим изменениям указанные биотопы можно рассматривать в качестве флуктуирующего (временного) экотона с соответствующим изменением во времени растительности и животного населения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал для нашего исследования был собран в период полевых работ, проведенных в 1998 – 2006 гг. на стационарах Приерусланской степи саратовского Заволжья и в окрестностях населенных пунктов Целинный и Октябрьский Краснопартизанского района, а также во время многочисленных маршрутных поездок, охвативших все саратовское Заволжье. Для решения поставленных задач мы целенаправленно обследовали лесополосы различного типа и состава древостоя, долины малых степных речек и берега оросительных каналов, ложбины стока балок и берега прудов, расположенных в них. Учеты численности мелких млекопитающих проводили методом ловушко-линий, с экспозицией ловушек в течение трех суток и ежедневной их перезарядкой; в указанных местообитаниях накоплено 14550 ловушко-суток. Заселенность территории сусликами, имеющими физиономичные поселения, определяли на пеших маршрутах с фиксированной шириной учетной полосы (обычно 10 м), а плотность зверьков в поселениях капкано-площадочным методом, на 3 площадках в 0.25 га в каждом местообитании (Карасева, Телицина, 1996). Пройдено 1578 км маршрутов и заложено 153 площадки для определения плотности зверьков.

* Работа выполнена при поддержке Программ фундаментальных исследований Президиума РАН "Биоразнообразие и динамика генофондов" и Отделения биологических наук РАН "Биологические ресурсы Росии: Фундаментальные основы рационального использования".

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА СТЕПЕЙ ВОЛГО - УРАЛЬСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Известно, что климат Земли и отдельных ее отдельных регионов не постоянен. С его крупными изменениями связаны, как правило, смены геологических периодов. Климат меняется и на протяжении более короткого времени геологической истории Земли. В качестве примера можно привести схему Блитта–Сернандера периодизации голоцена. Историческая география и климатология выделяют также многовековые и внутривековые климатические циклы, просматривающиеся в пределах континентов, природных зон и регионов (Синицын, 1980; Борзенкова, 1981; Будыко, Ронов, Яншин, 1985; Величко, Чепалыга, 1987; Зубаков, 1990; Борзенкова, 1992; Борзенкова и др., 1992; Hoffert, Covey, 1992; Борзенкова, 2002; Антропогенные…, 2003). В степном Заволжье на протяжении XX столетия отмечались внутривековые климатические циклы, которые наряду с антропогенным воздействием оказывали влияние на динамику степных экосистем. С конца 60-х гг. на территории степей и полупустынь Нижнего Поволжья начался внутривековой гумидный цикл (Зонн и др., 1994). Здесь за период инструментальных наблюдений с 1830 г. по настоящее время (рис. 1) отмечено несколько выраженных внутривековых циклов изменений

Рис. 1. Вековой ход среднегодовой температуры воздуха и годовой суммы осадков в степной зоне нижнего Поволжья (по А.Н. Сажину (1993); с нашими уточнениями и дополнениями): *1* – ежегодные данные, *2* – средние данные по 10-летним (температура) и 5-летним (осадки) периодам, *3* – климатическая норма. **Fig. 1.** A century course of annual temperature of air and the annual sum of deposits in a steppe zone of the Povoljie region (A.N.Sazhinu, 1993; with our specifications and additions): *1* - the annual data, *2* - the average data on 10-years (temperature) and 5-years (deposits) periods, *3* - climatic norm.

климата (Сажин, 1993). С начала 30-х годов XX века по 60-е гг. отмечалось значительное снижение количества осадков. В это же время в связи с высокой повторяемостью холодных зим отмечена самая низкая среднегодовая температура воздуха. В период с 70-х годов по настоящее время среднегодовая температура, в связи с повышением зимних температур, была выше климатической нормы на 0.6^{0}С, в этот же период происходило направленное

увеличение годовых сумм осадков (Сажин, 1993; Тихонов, 2000). В 70-е годы количество осадков превысило норму на 50-60 мм, а в отдельные годы на 170-200 мм. Следует отметить, что по данным Ф.Р. Зайдельмана с соавторами (1998), период с 1986 по 1995 гг. характеризовался на юге степной зоны России большей увлажненностью, чем с 1975 по 1985 гг.

На фоне увеличения осадков, достигших экстремального уровня в конце 80-х и первой половине 90-х гг., в степной зоне значительно изменился характер многих природных процессов. Преобразились степные ландшафты, поднялся уровень грунтовых вод. Подобное явление отмечено и в других регионах степной зоны Евразии (Тихонов, 2000; Михайлов и др., 1998; Соколова и др., 2001). Продолжительность полного цикла временного ряда осадков в Нижнем Поволжье, как и в степной зоне Урала, составляет около 60-70 лет (рис. 1) и их характер изменяется в соответствии с циркуляционной эпохой (Сажин, 1993; Тихонов, 2000).

По данным А.Н. Золотокрылина (2003), увеличение вегетационного индекса, отражающего продуктивность степных фитоценозов, имеет место в полосе типичных, сухих и пустынных степей Сыртовой равнины Заволжья и Прикаспийской низменности. Он пишет о том, что на указанной территории в последнее десятилетие обозначилась тенденция к уменьшению роли климатического фактора в опустынивании семиаридных земель.

В конце восьмидесятых годов на территории степей Волго-Уральского междуречья произошло резкое сокращение антропогенных нагрузок на степные экосистемы. Таким образом, на протяжении последнего десятилетия климатические и антропогенные факторы действуют на территории описываемого нами региона однонаправленно. В результате указанных процессов изолинии вегетационного индекса сдвинулись в Волго-Уральском междуречье по направлению к юго-востоку на 150 км. Улучшение влагообеспеченности растений было обусловлено увеличением суммы годовых осадков в период с 1965 по 1995 гг. на 70 мм (данные по метеостанции Александров Гай) по сравнению с предшествующим тридцатилетием, и уменьшением испаряемости за счет более низких летних температур (Титкова, 2003). В соответствии с изменением климата и хозяйственной деятельности менялась природная обстановка, началась быстрая мезофитизация растительности на залежах и пастбищах и расселение в степи мезофильных видов животных, а также сокращение численности и сдвиг к югу северных границ ареалов ксерофильных видов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нами установлены факты расселения на юг в подзону сухих степей Заволжья из Заиргизья целого ряда мезофильных видов млекопитающих, относящихся к лесному и таежному фаунистическим комплексам (рис. 2, 3). Из грызунов, прежде всего, следует назвать полевку экономку (*Microtus oeconomus*), полевую мышь (*Apodemus agrarius*), желтогорлую мышь (*A. flavicollis*), рыжую полевку (*Clethrionomys glareolus*), мышь малютку (*Micromys minutus*). Кроме названных видов активно расселяются на юг (рис. 3) рыжеватый суслик (*Spermophilus major*), распространение которого в степях связано с луговыми ассоциациями (Опарин, 2005), степной сурок (*Marmota bobac*), обитающий в разнотравно-дерновинно-злаковых степях на востоке саратовского Заволжья, а также реинтродуцированный в начале 70-х гг. XX столетия речной бобр (*Castor fiber*).

Расселение всех названных видов животных происходит по поймам малых степных речек и днищам балок, вдоль различных видов лесополос. На изучении роли этих биотопов в процессах расселения млекопитающих в сухих степях Заволжья мы и остановимся.

Одним из грызунов, расселяющихся в Предиргизьи в сухой степи Заволжья в южном направлении, используя экотонные системы вода-суша, является полевка экономка.

Известно, что этот вид впервые был обнаружен в пойме р. Большой Иргиз в середине 60-х гг. XX столетия (Ларина и др., 1968). В статье Н.В. Щепотьева (1975), посвященной распространению и численности мелких млекопитающих в степях и пустынях Нижнего Поволжья, основанной на материалах, собранных в 50 – 60-х гг. прошлого века, полевка экономка оценивается как малочисленный вид, встречающийся в пойме реки Б. Иргиз и

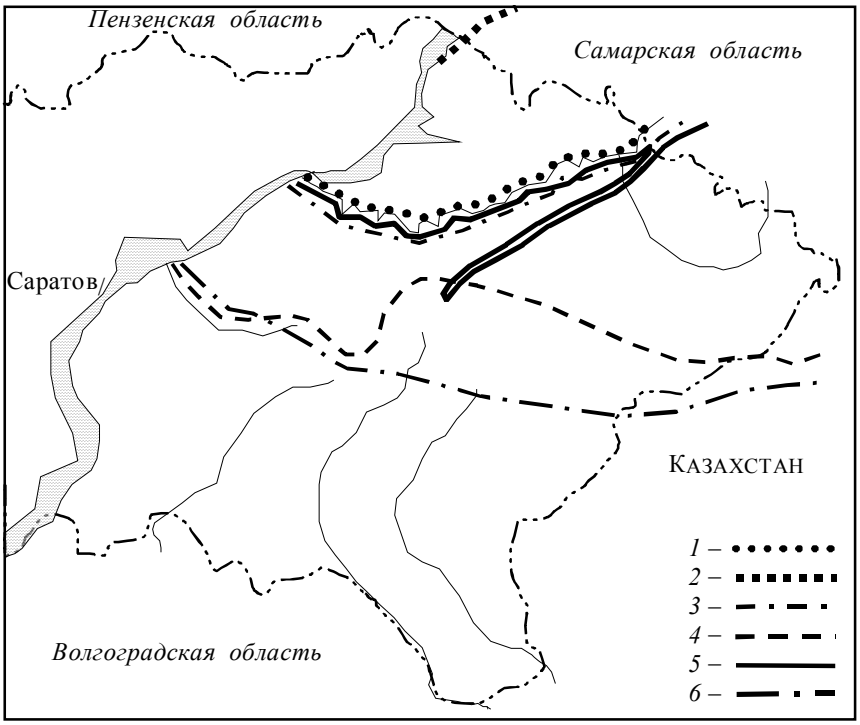


Рис. 2. Изменение ареалов мышевидных грызунов в Сыртовом Заволжье в XX –XXI столетиях (первая половина XX столетия по А.С. Строгановой (1954), Н.Ф. Давидович (1964), Н.И. Лариной и др. (1968), Н.В. Щепотьеву (1975); начало XXI столетия по А.В. Беляченко и К.А. Сонину (2002; 2003), наши данные. Границы ареалов грызунов в первой половине XX столетия:1 – полевки экономки, 2 – желтогорлой мыши, 3 – полевой мыши; границы ареалов грызунов в начале XXI столетия: 4 – полевки экономки, 5 – желтогорлой мыши; 6 –полевой мыши. **Fig. 2.** Change of areas of rodents in Syrtovoe Zavoljie in XX-XXI centuries (first half XX centuries on A.S. Stroganovoj (1954), N.F. Davidovich (1964), N.I. Larina et al. (1968), N.V. Shchepotjevu (1975); the beginning of XXI century on A.V. Beljachenko and K.A. Soninu (2002; 2003), our data. Borders of areas of rodents in first half XX senctuary:1 - *Microtus oeconomus*, 2 - *Apodemus flavicollis,* 3 – *A. agrarius*; borders of areas of rodents in the beginning of XXI century: 4 - *Microtus oeconomus*, 5 - *Apodemus flavicollis*; 6 *A. agrarius*.

по поймам речек к северу от него. Впервые этот зверек к югу от поймы Б. Иргиза был обнаружен нами в балке Чилижный Дол на землях бывшего совхоза Фурмановский Краснопартизанского района Саратовской области на стыке дерновинно-злаковых степей на каштановых почвах и разнотравно-дерновинно-злаковых степей на темнокаштановых почвах, в зарослях полыни высокой *(Artemisia abrotanum)* на берегу спущенного пруда (Опарин и др., 2003). Эта точка расположена в 80 км южнее р. Большой Иргиз. Дальнейшие исследования показали, что полевка экономка к началу нового XXI столетия распространилась в степях Предиргизья по всем левобережным притокам этой реки и по всем системам балок её водосборного бассейна, обустроенным прудами в 50-70 годы

прошлого столетия. Строительство прудов и других гидротехнических сооружений, происходившее в саратовском Заволжье особенно интенсивно в период с 60-х по 80-е гг. XX столетия, привело к значительному увеличению протяженности береговых линий водоемов, а, следовательно, и площади переувлажненных территорий. Указанное обстоятельство создало предпосылки для заселения полевкой экономкой степей в описываемом регионе продвижения этого вида на юг. Этот процесс происходил на фоне увлажнения климата и антропогенно обусловленной мезофитизации растительности по интразональным биотопам. В долинах малых степных речек попадаемость полевки экономки на 100 ловушко-суток составила в период с 2001 по 2006 гг. 3.4 ± 0.09 (проанализированы данные по 5700 ловушко-суткам), по прудам овражно-балочной системы этот показатель обилия имел значение 1.7 ± 0.05 (3200 ловушко-суток).

Такую же роль, как и для полевки экономки, пойменные биотопы сыграли и для речного бобра (*Castor fiber*). Реинтродуцированный в начале 70-х гг. прошлого века в Пугачевском районе в пойме р. Б. Иргиз, он расселился по всем левобережным притокам этой реки, которые имеют ивняковые заросли и отдельно стоящие деревья черной ольхи и тополей серебристого или черного. Такая растительность характерна практически для всех пойм малых степных речек бассейна Б. Иргиза в подзоне дерновинно-злаковых сухих степей Заволжья.

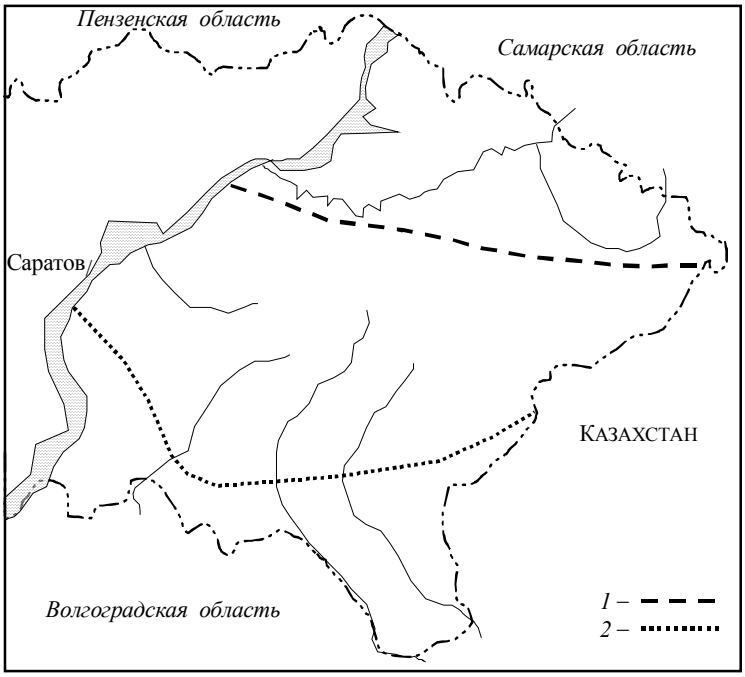


Рис. 3. Изменение ареала рыжеватого суслика в Сыртовом Заволжье в XX – XXI столетиях (первая половина XX столетия по В.П. Денисову (1964), Н.И. Лариной (1968), вторая половина XX столетия по В.П. Денисову и др. (1990), В.Ю. Ильину и др. (1996); начало XXI столетия наши данные). 1 - граница ареала рыжеватого суслика в первой половине XX столетия: 2 - граница ареала рыжеватого суслика в начале XXI столетия. **Fig. 3.** Change of an area of the reddish suslik in Syrtovoe Zavoljie in XX - XXI centuries (first half XX centuries on V.P. Denisov (1964), N.I. Larina (1968), second half XX centuries on V.P. Denisov et al. (1990), V.J. Iljin et al. (1996); the beginning of XXI century - our data). 1 - border of an area in first half XX centuries: 2 - border of an area in the beginning of XXI century.

По луговым поймам малых степных речек Заволжья, а также вдоль придорожных и полезащитных лесополос расселялся в саратовском Заволжье рыжеватый суслик. В 50-х –

60-х гг. прошлого века южная граница его ареала проходила лишь немного юго-восточнее Б. Иргиза. Она не выходила за пределы разнотравно-дерновинно-злаковых степей на южных черноземах (Денисов, 1964). К началу нынешнего столетия этот вид расселился очень широко по территории сухих дерновинно-злаковых степей, а в Новоузенском и Краснокутском районах вплотную приблизился к подзоне пустынных степей на светлокаштановых почвах (Денисов и др., 1990; Ильин и др., 1996; Ермаков, Титов, 2000; Опарин, Опарина, 2000). Основную роль в расселении этого вида сыграли поймы малых степных речек, из-за подкачки волжской воды по системе магистральных каналов покрывшиеся луговой растительностью. Участки степи, прилежащие к придорожным и полезащитным лесополосам, где из-за повышенного увлажнения, возникающего в результате аккумуляции снега и застоя воды в понижениях, сформировались луговые растительные сообщества, образовали своеобразные более увлажненные биотопы. Именно по ним и происходит расселение рыжеватого суслика (Опарин, Опарина, 2000). Обследование, проведенное в сухой степи саратовского Заволжья в 2005 – 2006 гг. показало, что этот вид на заселенной им территории занимает всего 12.7% пригодных для него местообитаний, а его плотность составляет 7.4 ± 0.5 особей на 1 га поселений. Следует отметить, что расселение этого вида на юг идет лишь по этим биотопам вдоль лесополос. Проникнув на новые территории и достигнув достаточного уровня численности, этот суслик начинает заселять все пригодные для него местообитания, в том числе и агроценозы на пашне. Так, в Приерусланской степи Заволжья плотность этого вида на пашне в 1998 – 2003 гг. составляла 0.7 ± 0.09, а в 1997 – 1999 гг. на северо-востоке сухой степи в Краснопартизанском районе посевы зерновых были заселены этим видом с плотностью 3.8 ± 0.3 особей на 1 га, а в Приерусланской степи Заволжья, у новой южной границы ареала, плотность этого вида на пашне в 1998 – 2003 гг. составляла 0.7 ± 0.09.

В 2001 г. нами впервые на северо-востоке сухой степи Заволжья была обнаружена полевая мышь (Опарин и др., 2003). Во все последующие годы этот зверек отлавливался нами на описанной территории единичными экземплярами. Как правило, мыши этого вида в Предиргизьи ловились в поймах речек и около прудов на участках, заросших полынью высокой, и реже - на залежи бурьянистой стадии демутационной сукцессии. Обилие полевой мыши в зарослях полыни высокой в хвостовых участках полуспущенных из-за прорыва плотин прудов, по данным 2001-2005 гг., составило 2.0 ± 0.05 особей на 100 ловушко-суток. Весной 2006 г. при обследовании гослесополосы в окрестностях п. Чистопольский Краснопартизанского района обилие полевой мыши составило 3.3 ± 0.07, в то же время на залежи этот показатель равнялся 0.3 ± 0.01 особей на 100 ловушко-суток. Следует отметить, что все сделанные нами находки полевой мыши в Предиргизьи были удалены к югу от описанной ранее границы ареала, проходившей по пойме правого берега реки (Давидович, 1964; Ларина и др., 1968; Щепотьев, 1975), на 80-100 км. По имеющимся у нас материалам, основными путями расселения этого вида в подзону сухих дерновинно-злаковых степей из Заиргизья являются различные лесополосы, поймы малых степных речек и ложбины стока балок, зарегулированные плотинами прудов. Вероятнее всего, что в данную влажную стадию климатического цикла полевая мышь закрепилась в степях Предиргизья. Подтверждением этому являются регулярные отловы беременных и рожавших самок.

По всей вероятности в прошлые плювиальные периоды полевая мышь широко расселялась в Заволжье на территории, занятой в настоящее время сухими и опустыненными степями. Подтверждением этой гипотезе служит обнаруженное ранее её реликтовое поселение в окрестностях оз. Эльтон (Ходашова, 1960; Линдеман и др., 2005), в 500 км к югу от современной границы ареала. Следует отметить, что по интразональным местообитаниям поймы р. Волга этот вид проникает далеко на юг в пределы северной пустыни (Петров, 1956; Щепотьев, 1975), где является обычным видом в настоящее время.

Мышь малютка, по материалам 40-60 годов, в саратовском Заволжье описывалась как вид, встречающийся на лугах Волжской поймы (Ларина и др., 1968). Наше обследование, проведенное в 1998 – 2006 гг., показало, что этот вид распространен по всему саратовскому Заволжью на территории от разнотравно-дерновинно-злаковых до пустынных степей. Местообитаниями мыши малютки являются луговые участки пойм малых степных речек и берега оросительных каналов с луговой растительностью. Следовательно, расселение этого вида в Заволжских степях четко приурочено к пойменным биотопам. Обилие мыши малютки в заселяемых ею местообитаниях крайне низкое, и средний многолетний его показатель составляет 0.7 ±0.03, а доля в уловах – 3.9%.

Желтогорлая мышь, по данным, полученным в 40-50 гг., обитала в дубравах луговых степей Заволжья (Строганова, 1954; Давидович, 1964). По нашим данным (Опарин, 2005), к середине 90-х гг. прошлого века этот вид появился в пойменных лесах р. Б. Иргиз. В 2002 г. он был обнаружен в гослесополосе в месте пересечения ее дорогой Пугачев – Клинцовка в районе п. Чапаевский Пугачевского района Саратовской области (Беляченко, Сонин, 2002; 2003). Предпринятые нами исследования в 2003-2006 гг. показали, что желтогорлая мышь продолжает расселяться в Заволжье по гослесополосе Чапаевск – Николаевск и распространилась в настоящее время до п. Римско-Корсаковка Краснопартизанского района, что на 50 км южнее указанной ранее границы. Обилие этого вида составляет 0.7 ± 0.02 при доле в уловах 1.3%. Желтогорлая мышь освоила это местообитание, но численность ее пока низкая. Все добытые нами в весенне-летний период самки участвовали в размножении. Обследованные нами другие лесополосы степного Предиргизья имели население только из малой лесной мыши (*Sylvaemus uralensis*). По нашему мнению это связано с видовым составом древесных насаждений исследованных лесополос. Государственная лесополоса имеет в своем составе дуб. Бонитет дубовых деревьев в древостое этой лесополосы в Предиргизьи невысокий, но, тем не менее, отмечается их плодоношение, а местами и естественное возобновление. Полезащитные и придорожные лесополосы к югу от р. Большой Иргиз состоят в основном из вяза мелколистного и ясеня. Гослесополоса на пространстве Заволжья к югу от г. Ершов также слагается в основном из этих пород и не содержит в составе древостоя дуб. Данное обстоятельство, по нашему мнению, является основным фактором, препятствующим расселению желтогорлой мыши по гослесополосе в южном направлении.

Наряду с желтогорлой мышью по описанной нами лесополосе расселяется рыжая полевка. Как и в случае с желтогорлой мышью ее распространение на юг определяется сложной структурой и богатым видовым составом древостоя гослесополосы. В отличие от желтогорлой мыши рыжая полевка является доминантом в этом типе местообитаний. Как мы уже писали выше, все остальные лесополосы степного Заволжья, расположенные к югу от р. Б. Иргиз, не имеют в своем составе дуба и заселены только малой лесной мышью. Обилие рыжей полевки в гослесополосе на отрезке от дороги Пугачев-Клинцовка до Римско-Корсаковки, по данным учетов 2003-2006 гг., составляет 28.7 ± 2.3 попадания на 100 ловушко-суток, при доле в уловах 56.9%.

Таким образом, для двух рассмотренных нами видов, связанных своим распространением в юго-западной половине своих ареалов с дубравами, возможность для проникновения в степное Заволжье обеспечивается наличием дуба в составе древостоя государственной лесополосы. Дуб присутствует в этой лесополосе до широты г. Ершов. Описанные нами виды грызунов – желтогорлая мышь и рыжая полевка в настоящее время расселились по ней до п. Римско-Корсаковка Краснопартизанского района, где через лесополосу проходит магистральный Саратовский канал и железная дорога. Названные инженерные сооружения приводят к образованию разрыва в непрерывных лентах гослесополосы. Вероятно, что этот разрыв обуславливает сдерживание дальнейшего

расселения названных видов. Другим фактором, препятствующим расселению желтогорлой мыши и рыжей полевки по системе лесополос Заволжья к югу от р. Б. Иргиз, является отсутствие в составе их древостоя дуба, других лиственных пород деревьев и кустарников подлеска, обеспечивающих этих зверьков пищей и создающих соответствующий лесной микроклимат. Только гослесополоса, имеющая сложную структуру и видовой состав древостоя, обеспечивает все необходимые условия для жизни этих грызунов в подзоне дерновинно-злаковых сухих степей Заволжья.

ВЫВОДЫ

По современным представлениям, расположение ареалов определяется «климатическим пространством», которое потенциально пригодно для расселения конкретного вида, другие взаимодействующие с климатом факторы определяют фактическое освоение видом территории этого пространства (Harrison et al., 2001). Таким образом, изменение климата, которое наблюдаются с 60-х годов прошлого столетия на территории степей Волго-Уральского междуречья, стало одной из причин изменения распространения млекопитающих. Расселение, как правило, происходит по антропогенным производным природных ландшафтов. Мы предполагаем, что антропогенное воздействие обуславливает сенсибилизацию природной среды, и даже незначительные климатические изменения, связанные с внутривековыми климатическими циклами, приводят к заметным перестройкам животного населения конкретных регионов. В рассмотренном нами случае основными взаимодействующими с климатом факторами являются структура и расположение в пространстве заволжских степей антропогенных элементов ландшафта, по которым происходит расселение описанных видов грызунов. Они на исследованной территории представлены поймами малых степных речек, запруженных во многих местах, каскадами прудов по ложбинам стока балок и различными типами придорожных и полезащитных лесополос, к последним из которых относится и государственная лесополоса, имеющая наиболее сложное строение и богатый видовой состав древостоя. Именно здесь наиболее значительно проявляется мезофитизация растительности и осуществляется интеграция природных и антропогенных воздействий на окружающую среду. По этим антропогенным структурам происходит расселение на юг мезофильных видов животных лесного и таежного фаунистических комплексов. В настоящее время установлено изменение распространения 7 видов грызунов: *Microtus oeconomus*, *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus agrarius*, *Apodemus flavicollis*, *Micromys minutus, Spermophilus major, Castor fiber*.

Основными каналами расселения служат природные интразональные ландшафты – поймы крупных и малых рек, днища балок. Эти пути расселения освоены такими видами, как полевка экономка и речной бобр.

Дополнительными каналами расселения служат неогидроморфные биотопы антропогенного происхождения – подтопленные и заливаемые побережья прудов; а также поймы малых рек с усиленным гидроморфизмом, благодаря дополнительной искусственной подаче волжской воды. По этим путям расселяются такие виды, как полевка экономка, полевая мышь, рыжеватый суслик. Придорожные и полезащитные лесополосы служат проводниками расселения рыжеватого суслика. Государственная лесополоса создает уникальные условия для расселения желтогорлой, полевой мышей и рыжей полевки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / Ред.: Н.И. Коронкевич, И.С. Зайцева. М.: Наука, 2003. 367 с.

2. *Беляченко А.В., Сонин К.А.* Распространение желтогорлой мыши (*Apodemus flavicollis samariensis* Ognev, 1922) в долине р. Большой Иргиз и прииргизских районах саратовского Левобережья // Поволжский экологический журнал. 2002. №2. С. 154-157.
3. *Беляченко А.В., Сонин К.А.* Динамика распространения млекопитающих по долинам рек // Териофауна России и сопредельных территорий. М., 2003. С. 38-39.
4. *Борзенкова И.И.* Изменение климата в кайнозое. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 246 с.
5. *Борзенкова И.И.* О глобальном температурном тренде в кайнозое // Метеорология и гидрология. 1981. № 12. С. 25-35.
6. *Борзенкова И.И.* Эмпирическая палеоклиматология: состояние проблемы и методы исследований // Изменения климата и их последствия. СПб.: Наука, 2002. С. 75-92.
7. *Борзенкова И.И., ЗубаковВ.А., Лапенис А.Г.* Реконструкции глобального климата теплых эпох прошлого // Метеорология и гидрология. 1992. № 8. С. 25-35.
8. *Будыко М.И., Ронов А.Б., Яншин А.Л.* История атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 207 с.
9. *Давидович В.Ф.* Фауна млекопитающих и динамика численности некоторых грызунов в Саратовской области // Зоол. журн. 1964. Т. XLIII, №. 9. С. 115 – 126.
10. *Денисов В.П.* Распространение малого (*Citellus pygmaeus Pall.*) и рыжеватого (*Citellus major Pall.*) сусликов в Заволжье // Научн. докл. высш. шк. биол. науки. 1964. №2. С. 49-54.
11. *Денисов В.П., Стойко Т.Г., Ермаков О.А.* Динамика южной границы ареала рыжеватого суслика в Поволжье // Тез. докл. 5 съезда Всесоюз. териол. о-ва. М.: Наука, 1990. С. 127-128.
12. *Ермаков О.А., Титов С.В.* Динамика границы ареала большого суслика *Spermophilus major* (Rodentia, Sciuridae) в Поволжье // Зоол. журн. 2000. Т. 79. № 4. С. 59 - 65.
13. *Зайдельман Ф.Р., Тюльпанов В.И., Ангелов Е.Н., Давыдов А.И.* Почвы мочарных ландшафтов-формирование, агроэкология и мелиорация. М.: Изд. МГУ, 1998. 160 с.
14. *Золотокрылин А.Н.* Климатическое опустынивание. М.: Наука, 2003. 246 с.
15. *Зонн С.В., Чернышев Е.П., Рунова Т.Г., Ермошкина, М.А., Зайцева И.С., Золотокрылин А.Н., Иванова Н.Б., Казанская Н.С., Канцебовская И.В., Козловский Ф.И., Коронкевич Н.И., Крылова З.А., Лазовская Л.А., Тимофеев Д.А., Чаплин В.А., Ясинский С.В.* Степи Русской равнины: состояние, рационализация аграрного освоения. М.: Наука, 1994. 212 с.
16. *Зубаков В.А.* Глобальные климатические события неогена. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 223 с.
17. *Ильин В.Ю., Ермаков О.А., Лукьянов С.Б.* Новые данные по распространению млекопитающих в Поволжье и Волго-Уральском междуречье // Бюл. МОИП. Сер. Биол. 1996. Т. 110. Вып. 2. С. 30-37.
18. *Карасева Е.В., Телицина А.Ю.* Методы изучения грызунов в полевых условиях: Учеты, численность, мечение. М.: Наука, 1996. 228 с.
19. Климат Земли в геологическом прошлом / ред. Величко А.А., Чепалыга А.Л. М.: Наука, 1987. 225 с.
20. *Ларина Н.И., Голикова В.Л., Денисов В.П., Девишев Р.А.* Видовой состав и распространение млекопитающих // Вопросы биогеографии Среднего и Нижнего Поволжья. Саратов: Изд. СГУ, 1968. С.105-132.
21. *Линдеман Г.В., Абатуров Б.Д., Быков А.В., Лопушков В.А.* Динамика населения позвоночных животных заволжской полупустыни. М.: Наука, 2005. 252 с.
22. *Михайлов В.Н., Рычагов Г.И., Повалишникова Е.С.* Являются ли недавний подъем Каспийского моря и его последствия природной катастрофой // Вестник РФФИ. 1998. № 4. С. 51-60.

23. *Опарин М.Л.* Изменение населения грызунов типичных и сухих степей Заволжья в XX столетии // Систематика, палеонтология и филогения грызунов. Труды Зоол. ин-та РАН, том 306. Под редакцией Н. Абрамсон и А. Аверьянова. Санкт-Петербург, 2005. С. 82-101.
24. *Опарин М.Л., Опарина О.С.* Изменение ареалов сусликов (*Citellus pigmaeus Pall., C. major Pall., C. fulvus Licht.*) в саратовском Заволжье на протяжении двадцатого столетия // Вопросы степеведения. Оренбург, 2000. С. 137 – 142.
25. *Опарин М.Л., Опарина О.С., Кондратенков И.А., Усов А.С.* Динамика населения млекопитающих семиаридных регионов в условиях резкого сокращения антропогенных нагрузок, увлажнения и потепления климата. В кн.: Млекопитающие как компонент аридных экосистем. М.: Изд-во ИПП Гриф-Ка, 2004. С. 95-96.
26. *Опарин М.Л., Опарина О.С., Кондратенков И.А., Усов А.С., Слудский А.А.* Многолетняя динамика населения млекопитающих степного Заволжья в условиях изменения антропогенных нагрузок и цикличности климата // Бюл. МОИП. Сер. биол. 2005. Т. 110. Вып. 4. С. 40 - 50.
27. *Опарин М.Л., Опарина О.С., Тихонов И.А., Ковальская Ю.М., Капранова Т.А.* Роль природных и антропогенных факторов в изменении границ ареалов и динамике численности млекопитающих и птиц в степной зоне междуречья Волги и Урала в 20 столетии // Аридные экосистемы. 2003. Т. 9. № 18. С. 16 – 29.
28. *Петров П.А.* Видовой состав и экологическое размещение грызунов Волго-Ахтубинской поймы // Тр. Ростовск. – на – Дону гос. науч.- исслед. противочумн. ин-та. Ростов, 1956. Т. 11. С. 127 – 146.
29. *Сажин А.Н.* Природно-климатический потенциал Волгоградской области. Научное исследование природно-климатических ресурсов области за 100-летний период. Волгоград: Изд. ВСХИ, 1993. 28 с.
30. *Синицин В.М.* Природные условия и климат территории СССР в раннем и среднем кайнозое. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. 103 с.
31. *Строганова А.С.* Млекопитающие степного и полупустынного Заволжья // Тр. ЗИН АН СССР. 1954. Т. 16. С. 30-116.
32. *Соколова Т.А., Сиземская М.Л., Толпешта И.И., Сапанов М.К., Субботина И.В.* Динамика солевого состояния целинных почв полупустыни Северного Прикаспия в связи с многолетними колебаниями уровня грунтовых вод // Экологические процессы в аридных биогеоценозах. Доклады на XIX ежегодных чтениях памяти академика В.Н. Сукачева. М.: РАСХН, 2001. С. 113-132.
33. *Титкова Т.Б.* Изменения климата полупустынь Прикаспия и Тургая в XX в. // Известия АН. Сер. геогр. 2003. № 1. С. 106 – 112.
34. *Тихонов В.Е.* Ритмичность метеорологических факторов и биоклиматический потенциал в степной зоне Урала // Вопросы степеведения. Оренбург: Изд. Оренбургская губерния, 2000. С. 93-101.
35. *Ходашова К.С.* Природная среда и животный мир глинистых полупустынь Заволжья. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 132 с.
36. *Щепотьев Н.В.* Очерк распространения и стациального размещения некоторых видов мышевидных грызунов в Нижнем Поволжье // Материалы к познанию фауны и флоры СССР (МОИП). Отд. Зоол. 1975. Вып. 49 (64). С. 62 – 97.
37. *Harrison P.A., Berry P.M., Dawson T.E.* Climate Change and Nature Conservation in Britain and Ireland. Oxford: UK Climate Impacts Programme. 2001. 271 p.
38. *Hoffert M.I., Covey C.* Deriving Global Climatic Sensitivity from Paleoclimate Reconstructions // Nature. 1992. Vol. 360. P. 573-576.

CHANGE OF MESOPHILOUS MAMMALS DISTRIBUTION IN STEPPES AT THE AREA BETWEEN VOLGA AND URAL IN CONNECTION WITH HUMIDIFYING OF A CLIMATE AND ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF LANDSCAPES

© 2006. M.L. Oparin, O.S. Oparina

The Saratov branch of A.N. Severtsov Institute for Problems of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, 410028, Saratov, 24 Rabochaya str., Russia

Due to climatic changes it is possible to consider specified bitopes as an temporal (changing in time) ecotone with respective alteration in time of vegetation and the animal population. On modern representations, the arrangement of areas is determined by "climatic space» which is potentially suitable for moving a concrete species, other factors cooperating with a climate define actual development by a species of territory of this space (Harrison et al., 2001).

Thus, change of a climate, which is observed since 60th years of the last century in territory of steppes country between Volga and Ural, became one of the reasons of change of the mammal distribution. Described moving of the rodent species occurs on anthropogenic derivatives of natural landscapes, as a rule. We assume, that anthropogenic influence causes a sensitization of an environment, and even the insignificant climatic changes connected with intracentury climatic cycles, lead to appreciable reorganizations of the animal population of concrete regions. Thus the structure and an arrangement in steppe space of Zavolhzya of anthropogenic elements a landscape on which there is a moving the described species of rodents are the main factors cooperating with a climate.

They are presented flood-lands of the small steppe rivers blocked in many places, cascades of ponds on hollows of a drain of beams and various types of roadside and field-protecting forest belts in the investigated territory. The state forest belt having the most complex structure and rich specific structure of a forest stand concerns to the last.

Here mesophytization of vegetation is shown most considerably and integration of natural and anthropogenic influences on an environment is carried out. On these anthropogenic structures mesophilous species of animals of wood and taiga faunistic complexes are settled on the south. Now change of distribution of 7 kinds of rodents is established: *Microtus oeconomus*, *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus agrarius*, *Apodemus flavicollis*, *Micromys minutus, Spermophilus major, Castor fiber*.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 574.9+574.472

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЭКОТОНА «ВОДА-СУША» В ВЕРХОВЬЯХ РЕКИ НИЛ (ЕГИПЕТ)

© 2006 г. И.В. Спрингель*, Н.М. Новикова**

**Кафедра ботаники, факультет науки*
81528, Асуан, Университет южной долины, Египет
***Институт водных проблем РАН,*
111991, Москва, ул. Губкина, 3

Исследуемый участок долины Нила располагается в пустынном, практически лишенном осадков районе Египта, к югу от г. Асуан. Среднегодовые значения температуры составляют 25^0С, а влажность воздуха – 23%. В этих крайне аридных условиях существование растительности возможно только при поступлении дополнительной влаги. Такие условия создаются в долине Нила и по берегам водохранилищ – Асуанского и Насер, возникших в результате перекрытия русла двумя плотинами – близ Асуана, «старой», созданной в 1902 г. и южнее, выше по течению - новой, высокой, построенной при участии Советского Союза в 1964 г. В статье рассматривается блоковая структура экотонных систем «вода-суша», сформировавшихся на побережье Асуанского водохранилища и на участке побережья реки Нил, располагающегося в нижнем бьефе Асуанской плотины, в соответствии с предложенной В.С. Залетаевым (1997) структурно-функциональной схемой и соответствующие каждому блоку типы биотопов и растительные сообщества.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Теоретическое представление о водно-наземном экотоне и его структурно-функциональной организации было разработано В.С. Залетаевым (1997). Он предложил схему (модель) экотонной системы «вода-суша» на примере речной долины в виде нескольких блоков-поясов, вытянутых вдоль русла и различающихся степенью влияния водного объекта, с одной стороны, и процессами, происходящими на водораздельных территориях, - с другой. Структурные блоки различаются величиной и периодичностью увлажнения, рельефом местности, составом видов, динамикой и скоростью реакции биокомплексов на изменения режима водного объекта, режима грунтовых вод и качества воды. Различна и биота этих блоков.

Из 5 выделенных В.С. Залетаевым (1997) блоков экотонной системы «вода-суша» в статье рассматриваются 2: водный – *амфибиальный,* непосредственно прилегающий к побережью и наземный – *динамический,* заливаемый с разной длительностью и частотой. Выделяемые В.С. Залетаевым еще два блока на суше - *дистантный,* связанный с водоемом через грунтовые воды и *маргинальный,*- определяемый изменениями биоценотических цепей под влиянием процессов в биоте, в условиях крайней аридности территории, довольно крутых и каменистых берегов водохранилищ и обрывистых террас в долине Нила, на данном участке реки не выражены. Большой по объему и протяженности *аквальный* блок в данной работе не рассматривается.

Материалы исследований были собраны в разное время на побережье Асуанского водохранилища (между двумя дамбами), и на побережье реки Нил к северу от г. Асуан (рис. 1). Проводилось топо-экологическое профилирование от уреза воды к верхней части террасс с описанием растительности и почв. Границы экотонных блоков определялись по

графикам изменения уровня водохранилища и в реке Нил в многолетнем разрезе. Внутри блоков по различию в почвах и условиях водного режима выделялись биотопы и рассматривалось разнообразие приуроченной к ним растительности. Обработка геоботанических данных проводилась по стандартной методике Браун-Бланке для выделения растительных сообществ.

ЭКОТОННАЯ СИСТЕМА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ АСУАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

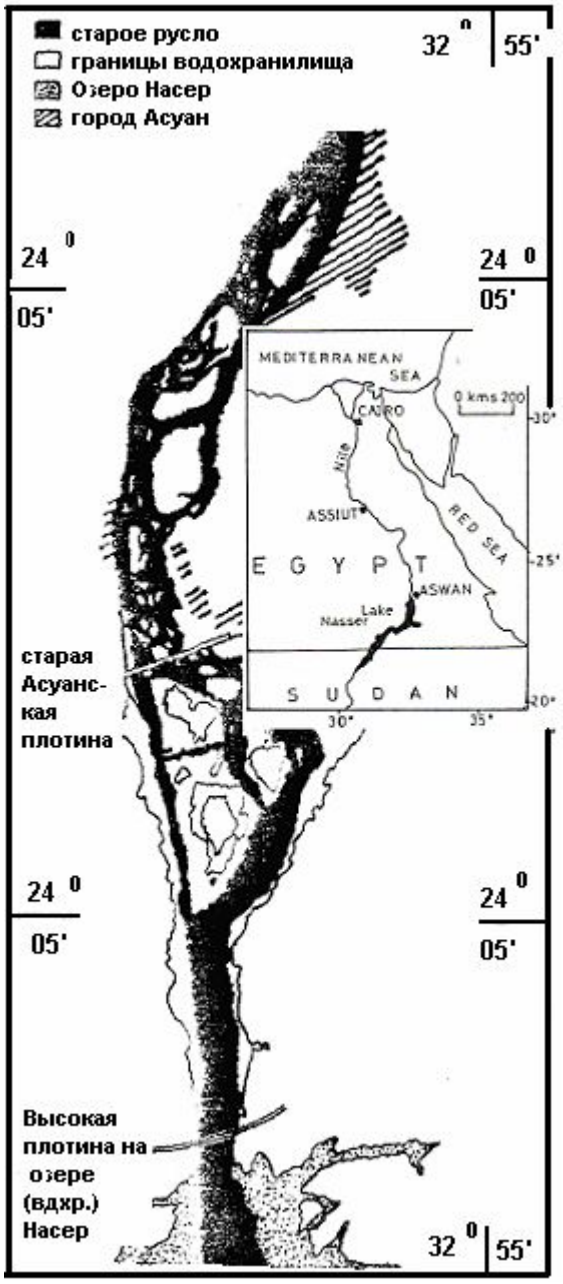


Рис. 1. Расположение Асуанских плотин на реке Нил. **Fig. 1.** Studied area of the Aswan reservoir.

После строительства старой плотины в 13 км к югу от г. Асуан, она дважды реконструировалась с целью увеличения запасов воды в водохранилище в связи с растущими потребностями Египта в воде. После создания новой Высокой Асуанской дамбы, между двумя плотинами образовался водоем длиной 7 км. Берега водохранилища каменистые, обрывистые, изрезаны заливами.

Основные факторы, контролирующие разнообразие растительности на побережьях водохранилища – запасы влаги и формирование почв. Почвенная влага зависит главным образом от суточных и сезонных колебаний уровня воды в водохранилище (Springuel, 1990; 1996; рис. 2).

В условиях исключительной аридности климата именно размах колебаний уровня водохранилища определяет ширину экотонной зоны. Как видим, до и сразу после создания водохранилища, в 1965 г. его уровень был наиболее высоким и сильно изменялся в течение года. Затем он постепенно снижался и выравнивался. Вследствие этого претерпела изменения и экотонная система на его побережье.

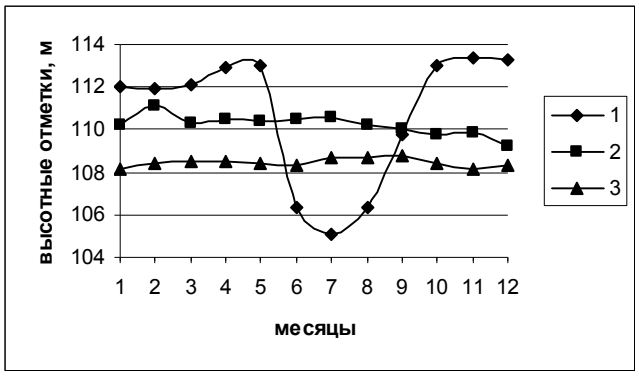


Рис. 2. Изменение уровня воды в Асуанском водохранилище в течение года в разные сроки. Условные обозначения, годы: 1 – 1965; 2 - 1975; 3 – среднее за 1976-1980. **Fig. 2.** Change of the water level of the Aswan reservoir: 1 -1965; 2 -1975; 3 – average means for 1976-1980.

Самый наглядный – динамический блок, формирующийся на суше между отметками максимального и минимального стояния уровня в году, располагается в это время между отметками 108 и 111.5 м. Соответственно формировались почвы и растительность (рис. 3). Однако в эти годы благодаря совместным сбросам воды с обеих плотин, нередко суточные колебания превышали сезонные и достигали 3-4 м.

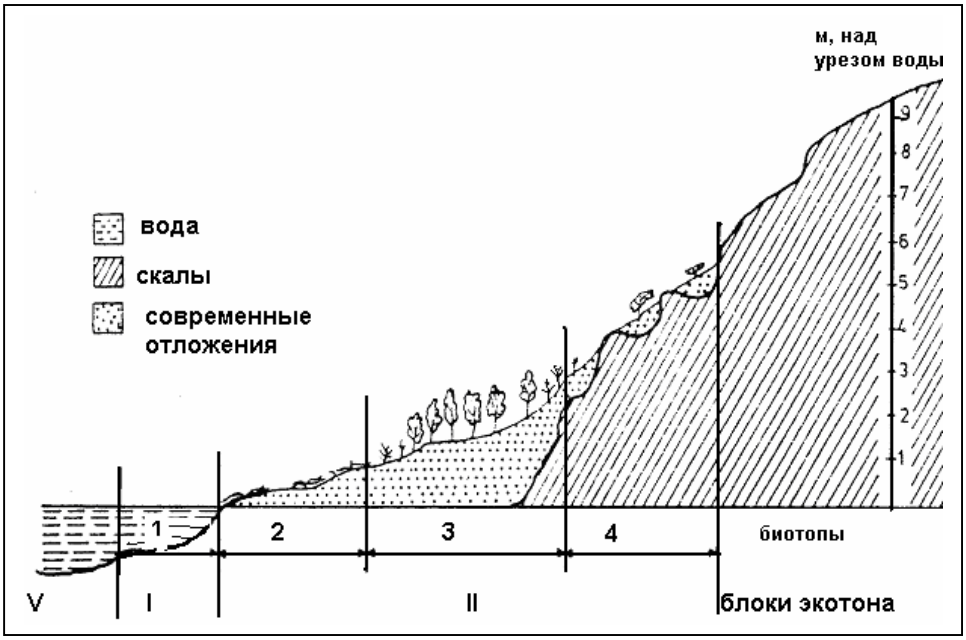


Рис. 3. Экотонная система на пологих склонах Асуанского водохранилища (меж- ду двумя дамбами). Блоки экотонной системы: I- амфиби-альный, II- динами-ческий; V – акваль-ный. 1-4 – биотопы.

Fig. 3. Ecotone system on the gentle slopes of the Aswan reservoir between two dams. Blocks of ecotone system: I – amphybial; II- distant; V- aquatic. 1-4 – biotopes.

Как видим (рис. 3), в экотонной зоне на побережье Асуанского водохранилища на пологих склонах выделены 3 блока 4 типа биотопов, различающихся по условиям субстрата и увлажнению.

Таблица 1. Доминанты растительных сообществ амфибиального блока (значения для вида в дробях: в числителе - присутствие в описаниях, %; в знаменателе - величина проективного обилия вида, в баллах). **Table 1.** Plant communities of the amphibian block of water-terrestrial ecotone (figures in table indicate the presence % and cover-abundance values).

Число описаний	Общее проективное покрытие %	Названия видов растений (латынь)				
		Ceratophyllum demersum	*Potamogeton crispus*	*Potamogeton pectinatus*	*Vallisneria spiralis*	*Najas armata*
17	20-90	94/6	88/5	6/1	17/2	17/1

Амфибиальный блок (рис. 3, I-1) включает мелководную часть водоема, протягивающуюся вдоль побережий водохранилища и островов с глубинами воды 10 – 400 см в зависимости от флуктуации уровня воды. Растительность представлена полупогруженными видами с корнями, зафиксированными в грунте. Анализ 17 геоботанических площадок показывает (табл. 1), что доминантом является *Ceratophyllum demersum*, а субдоминантом - *Potamogeton crispus*. Оба вида круглогодично вегетирующие.

Иногда они формируют два пояса, но чаще образуют смешанные сообщества. На больших глубинах к ним присоединяется летневегетирующий вид *Vallisneria spiralis*.

Динамический блок (рис. 3, II-2, 3, 4) включает практически всю занятую растительностью территорию склона, с разной частотой и периодичностью заливаемую водами водохранилища при колебании его уровня, что находит отражение в биотопах и растительном покрове (табл. 2)**.** Самое низкое положение на профиле, от уреза воды до высоты 1 м, занимают гидромезофильные луговые сообщества (II-2). Для этого биотопа характерно длительное заливание и тонкие илистые отложения, на которых формируются почвы и растительность. Здесь распространены два сообщества: смешанное, из прибрежноводных и водных растений. Распределение видов мозаичное. Тростники и *Fimbristylis bis-umbellata* преобладают в микропонижениях, в то время как приподнятые участки заняты *Cynodon dactylon*. На более сухих участках распространено сообщество, в котором доминирует *Aster squamatus. Оно* формирует пояс у уреза воды. Далее вверх по склону, на высоте 1-3 м над урезом воды располагаются ксеромезофильные кустарниковые сообщества (II-3). Здесь биотопы заливаются на более короткий период.

Таблица 2. Классификация растительности на берегах бассейна между двумя дамбами (измененный от Springuel, 1985). **Table 2.** Classification of vegetation on the shores of the reservoir between two dams (modified from Springuel, 1985).

Экологический тип растительности	Тип сообщества	Номер биотопа	Число видов в сообществе	Доминант / обильные виды
Гидромезофильные луга	Mixed: amphibious-herbal	9	26	*Phragmites australis* *Pluchea dioscoridis* *Cynodon dactylon* *Fimbristylis bis-umbellata*
	Aster squamatus	4	17	*Aster squamatus*
Ксеромезофильные приречные кустарники	*Sesbania sesban-Cyperus rotundus*	9	28	*Sesbania sesban* *Cyperus rotundus* *Cynodon dactylon*
	Sesbania sesban-Dichanthium annulatum	8	20	*Sesbania sesban* *Dichanthium annulatum* *Aster squamatus* *Pulicaria crispa*
Ксеромезофильные травяные сообщества	*Dichanthium annulatum-Pulicaria crispa*	9	22	*Dichanthium annulatum-Pulicaria crispa* *Pluchea dioscoridis* *Imperata cylindrical* *Leptadenia heterophylla*
	Imperata cylindrica	5	7	*Calotropis procera*
Ксерофильные кустарники	*Calotropis procera-Leptadenia heterophylla*	6	20	*Calotropis procera* *Leptadenia heterophylla* *Pulicaria crispa*

				Alhagi graecorum

Растения живут за счет почвенной влаги, которая пополняется еще и при дневных колебаниях уровня. Доминирует быстрорастущий вид *Sesbania sesban,* способный достигать 6 м высоты. На поверхности почвы располагаются мезофильные травяные виды. Они в сочетании с кустарником на рыхлых отложениях образуют сообщества: *Sesbania sesban-Cyperus rotundus,* в то время как скалистые крутые склоны, заняты сообществом *Sesbania sesban-Dichanthium annulatum* с таким ксерофильным видом, как *Pulicaria crispa.* Биотоп (II-4), формирующийся на самых высоких отметках 3-6 м, также представлен ксеромезофильными сообществами. Этот участок может периодически в зимнее время залит водой. Почвы маломощные, каменистые, растительность представлена ксеромезофильными травяными *Dichanthium annulatum-Pulicaria crispa* и *Imperata cylindrica*. Сообщества императы приурочены к биотопам в зоне перехода между аккумулятивной террасой и пустыней. В сообщество входят ксерофильные виды *Calotropis procera* и *Leptadenia heterophylla.* Последний вид является лианой, которая обычно лежит на земле, если рядом нет кустарников. *Calotropis procera* - растение характерное для пустынных биотопов. Оно часто встречается вместе с *Alhagi graecorum.*

Указанные экологические группы растительных сообществ формируют экологический ряд по уменьшению влажности почвы: Гидромезофильные луга → Ксеромезофильные приречные кустарники → Ксеромезофильные травяные сообщества → Ксерофильные кустарники.

ЭКОТОННАЯ СИСТЕМА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НА ПОБЕРЕЖЬЕ НИЛА

До строительства высокой Асуанской дамбы в долине Нила, его побережья периодически заливались Нильской водой, и представляли собой хорошо сформированную экотонную систему на двух террасах. После создания плотины (после 1970, рис. 4), прежние наводнения прекратились, и экологический сток в нижний бьеф регулировался согласно сельскохозяйственным потребностям. Поэтому в настоящее время естественную растительность найти трудно. Выровненные участки заняты под сельское хозяйство и поселения, таким образом естественная растительность здесь замещена культурной.

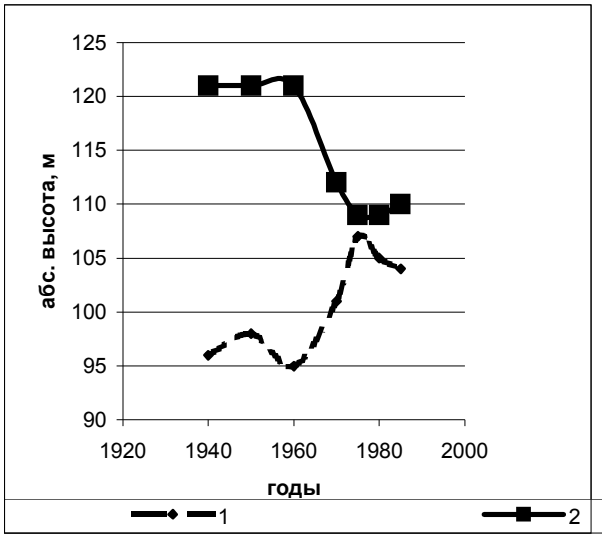


Рис. 4. Абсолютные минимальные и максимальные уровни воды в р. Нил ниже Асуанской плотины у г. Асуан до (1960) и после (1970) строительства высокой Асуанской плотины (данные из Министерства Ирригации, Асуан). **Fig. 4.** Absolute minimum and maximum river level in Aswan (m ASL) in some selected years before (1960) and after (1970) construction of Aswan High Dam (data from the Ministry of Irrigation, Aswan).

В Верхнем Египте, где Нильская долина является очень узкой и непригодна для сельского хозяйства, на некоторых участках все еще сохраняются близкие к естественным растительные сообщества. Один из таких участков, расположенный к северу от города Асуан, и был обследован. Он представлен двумя террассами, протяженностью вдоль берега около 13 км. Этот участок дает представление о естественной растительности экотонной системы «вода-суша». На рисунке 5 представлен обобщенный экологический профиль на этой территории. Следует сказать, что в настоящее время разливы Нила затрагивают только первую террасу, в то время, как вторая терраса перестала заливаться после строительства высокой плотины.

Амфибиальный блок включает мелководную часть у берега Нила. Характерные виды – погруженные макрофиты: *Ceratophyllum demersum, Potamogeton crispus и Najas spp.* Недавно в составе сообществ появились новые виды - *Potamogeton perfoliatus* и *Myriophyllum spicatum.* Перед строительством высокой дамбы, по берегу реки произрастали только несколько видов гидрофильных растений, потому что ежегодное наводнение смывало растения и чистило Нильские берега и русло.

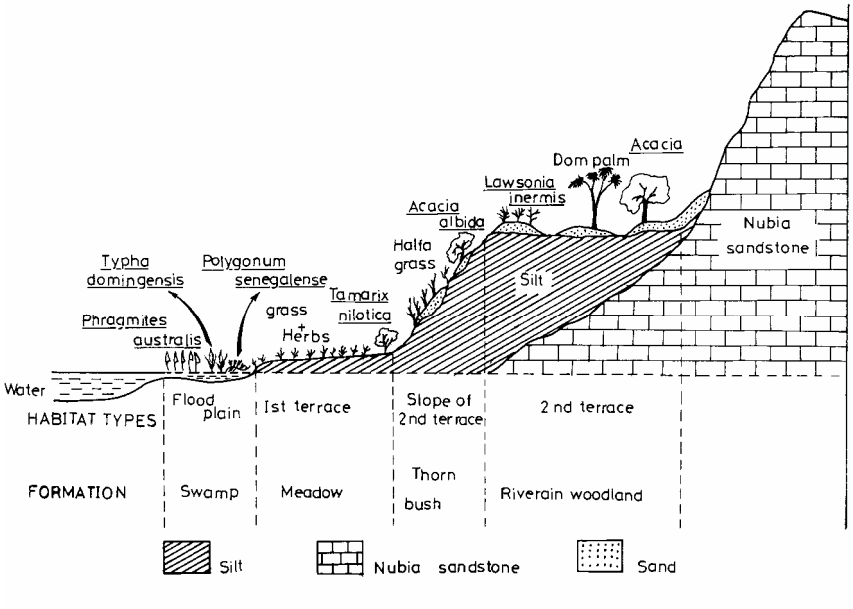


Рис. 5. Обобщенный топо-экологический профиль на западом берегу реки Нил показывающий основные биотопы, распространение материнских пород, и зоны распространения доминирующих видов растительности.

Fig. 5. Cross-section of the west bank of the river Nile, showing the main habitat types, the distribution of substrate types and zonation of the dominant plant species. (Source: Springuel, 1990).

Динамический блок (рис. 5) включает практически всю занятую растительностью территорию склона, с разной частотой и периодичностью заливаемую при колебании уровня воды в реке Нил. Здесь выделяются четыре основных типа биотопов, различающиеся по длительности заливания и обеспеченности влагой – избыточно увлажненный (болотный) на прирусловой пойме; луговый, на первой террасе; колючих кустарников на склоне второй террасы и приречных древесных видов – на 2-й террасе. Им соответствуют четыре основных типа растительности – болотный, мезофитный травяный, кустарниковый и древесный. Болотная растительность (табл. 3) занимает биотопы, которые большую часть года залиты водой за исключением короткого времени межени, приходящейся на зимний период. Основная жизненная форма в этих сообществах – гелофиты, относящиеся к экологической группе гидромезофитов. Здесь выделены три растительных сообщества: *Phragmites australis, Typha domingensis, Polygonum senegalense.*

Мезофильная луговая растительность занимает узкую полосу первой террасы, которая возвышается над водой на 1 м. Для данных сообществ характерно господство мелкоукореняющихся мезофитов - фреатофитов, т.к. эти виды зависят от грунтовых вод,

располагающихся близко к поверхности. К этой группе относятся 6 сообществ (табл. 4). Большая часть видов, входящих в состав сообществ *Oldenlandia* – однолетние травы, цветущие весной. Далее идет полоса тамариксов. В составе сообщества преобладают травяные многолетники.

Таблица 3. Присутствие и обилие видов в трех растительных сообществах болотного типа: 1. *Phragmites australis; 2. Typha domingensis*; 3. *Polygonum senegalense.* Виды, присутствующие с обилием ниже 25% только в одном сообществе, приведены списком ниже таблицы. **Table 3.** Presence and cover-abundance values of the species in the three community types of the swamp formation: 1. *Phragmites australis; 2. Typha domingensis*; 3. *Polygonum senegalense.*

Растительные сообщества	1	2	3
Количество описаний	10	08	08
Количество видов	16	12	23
Доминирующие виды			
Phragmites australis	100/9	25/1	37/1
Typha domingensis	60/2	100/8	-
Polygonum senegalense	40/3	25/1	100/8
Сопутствующие виды			
Cyperus rotundus	10/1	37/1	25/1
Cyperus maculatus	10/2	37/1	50/1
Veronica anagallis- aquatica	10/1	25/1	37/1
Paspalidium geminatum	10/1	-	37/1
Panicum coloratum	10/1		25/1
Pluchea dioscoridis	10/1	-	62/1
Oxystelma alpini	60/1	-	-
Cyperus rotundus var. fenzelianus	-	25/1	12/1
Gnaphalium luteo-album	-	12/1	50/1
Oldenlandia capensis	-	-	25/1
Polypogon monspeliensis	-	-	50/1
Lotus arabicus	-	-	37/1

Засушливый биотоп дистантного блока экотона располагается на крутых склонах второй террасы, на высоте от 4 до 6 м над урезом воды. Растительность представлена колючекустарниковыми и древесными видами (табл. 5), которые могут противостоять интенсивной водной и ветровой эрозии. Растительный покров не сомкнут и представлен *Imperata cylindrica−Desmostachya bipinnata* (halfa grass) и *Acacia albida*. Ранее, до создания высокой плотины, этот биотоп заливался в летний период. В настоящее время заливание стало менее длительным и приносит недостаточно влаги для произрастания существующих древесно-кустарниковых видов и их возобновления, так что можно ожидать деградации

этой растительности и засыпания ее песком. На поверхности второй террасы произрастают сообщества *Lawsonia inermis* и *Acacia nilotica−Hyphaene thebaica,* также обреченные на гибель без дополнительного увлажнения.

Таблица 4. Присутствие и проективное обилие видов в растительных сообществах лугового типа растительности динамического блока экотона. **Table 4.** Presence and cover-abundance values of the species in the community types of the meadow formation within the dynamic block of "water-terrestrial" ecotone: 4. *Oldenlandia capensis;* 5. *Cyperus maculatus; 6. Paspalidium geminatum;* 7. *Panicum coloratum;* 8. *Cynodon dactylon;* 9. *Tamarix nilotica.*

Растительные сообщества	4	5	6	7	8
Количество описаний	05	06	06	14	10
Количество видов	10	32	12	33	34
Доминирующие виды					
Oldenlandia capensis	100/7		_	7/1	10/2
Cyperus rotundus	-	83/7	-	35/2	10/1
Cyperus maculatus	-	66/4	50/1	-	-
Paspalidium geminatum	-	33/1	100/7	-	-
Panicum coloratum	80/1	33/1	66/3	100/8	80/2
Cynodon dactylon	-	16/1	33/1	35/1	100/6
Tamarix nilotica	-	-	-	7/1	10/1
Сопутствующие виды					
Polygonum senegalense	80/3	33/2	33/2	14/1	_
Veronica anagallis- aquatica	80/3	66/1	50/1	7/1	-
Lotus arabicus	60/1	50/1	33/1	35/1	20/1
Gnaphalium luteo-album	60/1	16/1	.	35/1	20/1
Polypogon monspeliensis	-	33/1	33/1	50/1	-
Pluchea dioscoridis	-	16/1	33/1	21/1	10/2
Phyla nodiflora	-	33/1	16/1	21/1	10/5
Trifolium resupinatum	-	16/1	-	21/1	60/2
Phragmites australis	-	33/1	-	-	-
Diplachne fusca	-	33/1	-	-	-
Acacia nilotica	-	-	-	14/1	50/2
Rumex dentatus	-			28/1	40/5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На двух участках реки Нил, расположенных в одних и тех же климатических условиях, но существенно различающихся по водному режиму и характеру побережий, выявлены и охарактеризованы экотонные системы «вода-суша» в соответствии с представлениями В.С. Залетаева (1977). Эти экотонные системы неполночленны в силу того, что окружающие условия крайне аридны и грунтовые воды залегают на очень большой глубине. Поэтому не

выражены дистантный и маргинальный блоки. Динамический блок, широко представлен разными биотопами и растительностью, формирующей в верх по склону ряд по убыванию влагообеспеченности. В то же время на берегу реки Нил (в нижнем бьефе старой и новой плотин), в динамическом ряду присутствуют реликтовые элементы, которые сохраняются от прежней экотонной системы, сформированной до строительства высокой Асуанской плотины.

Таблица 5. Присутствие и проективное обилие видов лугового типа. **Table 5.** Presence and cover-abundance values of the species in the six community types of the meadow formation: 10. *Imperata cylindrica - Desmostachya bipinnata;* 11. *Acacia albida;* 12. *Lawsonia inermis;* 13. *Acacia - Hyphaene thebaica.*

Растительные сообщества	10	11	12	13
Количество описаний	11	04	05	16
Количество видов	04	03	01	12
Доминирующие виды				
Imperata cylindrica	91/5	25/2		19/2
Desmostachya bipinnata	63/3	-	-	19/3
Acacia albida	-	100/4	-	6/1
Lawsonia inermis	-	25/1	100/4	
Acacia nilotica	-	-	-	31/2
Hyphaene thebaica	-	-	-	81/4
Сопутствующие виды				
Calotropis procera	36/1	-	-	6/1

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Залетаев В.С.* Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. Отв. ред. В.С. Залетаев. М.:РАСХН, 1997. С. 11-29.
2. *Springuel I.* The shoreline vegetation of the area between the two dams south of Aswan, Egypt // Proc. Egypt. Bot. Soc. 1985. N 4. pp. 1408-1421.
3. *Springuel I.* Riverain vegetation in the Nile valley in Upper Egypt // Journal of Vegetation Science. 1990. Vol. 1. pp. 595-598.
4. *Springuel I. V.* Environment and producers in Wadi Allaqi ecosystems // Arid ecosystems. 1996. Vol. 2. N 2-3. pp. 43-57.

VEGETATION WITHIN THE WTER-TERRESTRIAL ECOTONE AT THE UPSTREAM OF NILE IN EGYPT

© 2006. I.V. Springuel*, N.M. Novikova**

*Department of botany, Science Facultee
81528, Aswan, South Valley University, Egypt
**Water problems Institute of Russian Academy of Sciences
119991, Moscow, Gubkina str., 3

This paper describes the ecotonal systems of the river Nile fraction in southern part of Egypt characterized by extreme arid climate. The present studies have been conducted on the shores of Aswan reservoir between two dams and the Nile banks north of Aswan town. Water - terrestrial ecotonal system on the shores of the Aswan reservoir and the River Nile banks includes 2 blocks: *amphibial* and *dynamic*. The shallow water bounded the shores of the reservoir and Nile banks belong to *amphibial* block. Aquatic vegetation in both sites is dominated by submerged macrophytes: *Ceratophyllum demersum* and *Potamogeton crispus*.

In the reservoir ecotonal system the dynamic block includes the flooded shores from the water edge up to 6m high. Four groups of communities are recognized. Each group is characterized by an assemblage of ecologically related species. Hydromesophytic meadow occupies the lower position on the slope and represented by two communities. Mixed amphibious herbal community is characterized by the mosaic pattern, where reeds occupied the small depressions and grasses restricted to elevated parts. Aster squamatus community forms the belt on the water edge. Xeromesophytic riverbed scrub is dominated by fast growing Sesbania sesban shrubs. On the gently slopes the grasses and sedge covered the ground (Sesbania sesban-Cyperus rotundus community) while the rocky steep slopes occupied by Sesbania sesban- Dichanthium annulatum community with some xerophytic elements. Xeromesophytic grassland inhabits the middle position on the slopes and comprises two floristically and ecologically distinct communities: Dichanthium annulatum-Pulicaria crispa community and Imperata cylindrica community. The last one is confirmed to the transition zone between the silt terrace and desert plain. Very specific is xerophytic scrub which represented by Calotropis procera-Leptadenia heterophylla. Calotropis procera is the characteristic plant of the desert habitats as well as it is often grow on abandoned lands together with Alhagi graecorum.

The *dynamics* block of the Nile valley comprises 3 groups of biotopes: swamp, meadow and dry meadow. The swamp formation occupies the border zone of aquatic and terrestrial habitats, which is submerged for most of the year, except for a short winter closure. The principal life-forms of plants dominated this vegetation are helophytes, whereas the majority of associated species are hydromesophytes. The three community types are the *Phragmites australis, Typha domingensis* and *Polygonum senegalense.* Meadow vegetation occupies the narrow strip of the first terrace. Mesophytes form the main framework of this formation. Six community types are recognized within this formation: *Oldenlandia capensis, Cyperus maculatus, Paspalidium geminatum, Panicum coloratum, Cynodon dactylon* and *Tamarix nilotica*. The vegetation of the riverain thorn-bush and woodland occupied the steep slope of the second terrace. Plant cover is generally open and comprises *Imperata cylindrica - Desmostachya bipinnata* (halfa grass) and *Acacia albida* community types. Woodland occupies the second terrace which rises from 4 to 6 m above the average water level position of the Nile. Before the construction of the Aswan High Dam, this terrace was seasonally inundated by summer floods. This inundation does not occur any longer and insufficient moisture may cause degradation of the plant cover, reduction of new growth of woody species and encroachment of sand. *Lawsonia inermis* and *Acacia nilotica - Hyphaene thebaica* community types are recognized here. The sequence of formations constituting the zonation from the river edge to the second terrace is apparently controlled by topographic features governing the surpluses and shortages of water.

Result presented in this paper demonstrated that ecotonal systems in two water bodies varied considerably in spite the both systems are located at the same climatic conditions and belong to the same river basin. It confirms Zaletaev' theoretical vision of water-terrestrial ecotone, that the

structural-functional composition of ecotonal system is controlled by the regime of the water body as well as the process taken place on the watershed.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 551.451.8:912(57)

ДРЕВЕСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЭКОТОНА НА РЕКЕ БИЛЛ ВИЛЬЯМС, ЮГО-ЗАПАД США

© 2006 г. П.Б. Шафрот

Геологическая служба США, Научный Центр, Колорадо,
2150 center Avenue, Building C, Fort Collins, CO 80526-8118

В бесплодных полузасушливых и засушливых гористых районах на западе Северной Америки вдоль рек формируются уникальные экотонные ландшафты вода-суша. которые используются в различных целях: Здесь создаются особо благоприятные условия среды для обитания живых организмов, вдоль русел идет миграция животных. Пойменные земли используются в сельском хозяйстве под пашню и для выпаса домашнего скота (Brinson et al., 1981; Naiman et al., 2005). Эти ландшафты были известны как содержащие богатую флору (Wolden et al., 19944; Makings, 2003), и отмечена их способность поддержать существование более 90% из позвоночных региона (Knopf et al., 1988). Как в других частях мира, деятельность человека изменила условия этих ландшафтов на обширных территориях. Таким образом, комбинация их уникальных ценностей и сильный антропогенный пресс сделали сохранение прибрежных экосистем высоким приоритетом для менеджеров, управляющих природными ресурсами на западе Северной Америки и во всем мире (Naiman et al., 2005).

В Северной Америке, экотоны вода-суша, связанные с реками упоминаются больше всего обычно как «прибрежные» экосистемы. Термин «прибрежный» имеет множество значений (Verry et al., 2004). В данной статье он используется а качестве синонима экотона вода-суша, и в качестве прямого значения «прибрежный = bottomland», расположенный вблизи русла. При этом подразумевается, что он включает полный набор растительности, условий среды обитания, и другой биоты, приуроченной к различным флювиальным формам рельефа, которые были в значительной степени сформированы динамикой реки в Голоцене и связаны с водными аллювиальными отложениями. Дифференциация условий среды идет через основные формы рельефа - речные русла, бары, прирусловые валы поймы и террасы. В последнем случае растительность может напоминать зональную растительность прилегающих гор. В бесплодных полузасушливых и засушливых регионах экотоны, обычно имеют резкую границу между приречной растительностью и зональной растительностью.

Зональная растительность территорий, которые пересекает река Билл Виллиамс, описаны в работах Turner (1994a; 1994b). Она представлена кустарниковыми сообществами жарких пустынь умеренного пояса (тип растительности пустыни Мохаве) в верхнем течении. В нижнем течении зональными являются кустарниковые сообщества субтропических пустынь (тип растительности пустыни Сонора). Доминирующие древесные растения имеют очень мелкие листья. Это *Prosopis glandulosa*, *Olneya tesota* и *Parkinsonia microphyllum*; кустарники: *Larrea tridentata*, *Амброзия dumosa*, *Encelia farinosa, Lycium andersonii, Atriplex spp., Fouquieria splendens*, *Acacia gregii* и кактусы *Carnegiea gigantea*, и *Opuntia spp.*

Растительность пойменного экотона реки Билл Виллиамс представлена несколькими доминирующими древесными видами: *Populus fremontii, Salix gooddingii*, *Tamarix ramosissima, T. chinensis* и их гибриды (Gaskin, Schaal, 2002), *Baccharis salicifolia,* и *Prosopis*

spp. Травяная растительность имеет низкое покрытие в древесных сообществах, но оно резко возрастает на открытых участках вдоль каналов.

В статье поставлена задача дать краткий обзор основных прибрежных сообществ растительности и их пространственного распределения в пределах речных пойм в пустынях Сонора/Мохаве на западе Северной Америки, на реке Билл Виллиамс (рис. 1). Кроме того, обсуждено, как динамика растительности связана с различными аспектами водного режима и его антропогенными изменениями. Предыдущие публикации, материалом для которых также послужили данные, собранные на этой реке, содержат более детальные описания географии, гидрологии, флоры, и фауны (Defining …, 2006); воздействие регулирования стока на прибрежную растительность реки Билл Виллиамс (Shafroth, 1999; Shafroth et al., 2000; Shafroth et al., 2002); в верхнем бьефе и воздействие зарегулированного речного (или “экологического стока”) в нижнем бьефе, на естественную растительность, позвоночных и беспозвоночных животных (Defining …, 2006; Shafroth et al., 1998).

Ежегодный объем стока на реке Билл Виллиамс между 1941 и 1996 гг. (рис. 2) составлял в среднем приблизительно 1.1*108 м^3, изменяясь от 1.8*106 м^3 до 8.5*108 м^3 (датчик 0942600). После строительства дамбы в районе Аламо в 1968, произошло сокращение пиковых расходов. В течение 28 лет до создания дамбы медианы, средние, и максимальные ежегодные пиковые расходы воды были 416, 223, и 1843 м^2/с соответственно, против 44, 18, и 198 м^2/с в течение 28 лет после строительства дамбы. В период до зарегулирования реки наводнения обычно происходили в весенние месяцы и в конце лета и осени. Эти более поздние наводнения были фактически устранены регулированием стока. Низкие расходы были изменены также. Они теперь намного выше чем в естественных условиях, так же как периоды с нулевым стоком, который никогда не документировался в естественном режиме.

Первый градиент, структурирующий экотонную систему «вода-суша» и растительность на реках – высотные отметки (положение в рельефе), которые корелируются с такими факторами, как частота и длительность паводкового заливания и глубина грунтовых вод. Экспериментальные наблюдения на реке Билл Вильямс позволили рассчитать частоту встречаемости 19 древесных видов на 227 выбранных участках на реках Санта Марии и Билл Виллиамс (рис. 3), располагающихся вкрест рельефа. Наиболее часто встречающимся (40%) видами оказались тамариксы, имеющие широкую экологию и стречающиеся почти на всех пойменных биотопах. Виды рода *Lycium, Hymenoclea monogyra, Populus fremontii, Baccharis salicifolia, Salix gooddingii, Pluchea sericea* встречаются с частотой от 10 до 20%. Эти виды иимеют разную экологию и каждый приурочен обычно к своему биотопу. Виды *Ambrosia ambrosioides, Parkinsonia microphylla, Nicotiana glauca, Suaeda torreyana, Baccharis sarothroides, Prosopis pubescens, Salix exigua,* виды рода *Atriplex, Larrea tridentata,* ACGR - *Acacia gregii, Ziziphus obtusifolia* имеют низкую встречаемость – до 5%.

Для того, чтобы понять приуроченность видов к различным участкам экотона, территория поймы была разбита на 13 типов по характеру гипсометрического положения и представленной растительности. Следующим шагом было выявление распределения 13 различных участков с растительностью как функции их положения в рельефе и отношения к урезу воды (рис. 4). Группировки, соответствующие низкому топографическому положению (берега русел) заняты гидрофильной и мезофильной травяной растительностью (*Typha spp., Scirpus spp., Polygonum spp., Leptochloa spp.*), или проростками древесных видов. Более высокие поверхности на низкой пойме заняты молодыми экземплярами *Salix gooddingii* и *Populus fremontii*, и также *Baccharis salicifolia*. Самые высокие высотные отметки заняты *Pluchea sericea* и видами рода *Prosopis.*

Периодические пожары также играют важную роль в формировании современной структуры растительных сообществ экотонной системы побережий на реке Билл Виллиамс.

В результате пожаров тополя выгорают полностью и не восстанавливаются, тогда как *Tamarix, Pluchea* и в меньшей степени *Salix* способны повторно вырасти. *Tamarix* способствует возникновению пожаров из-за большого количества мертвых стеблей. Регулирование стока косвенно способствует пожарам в экотонных экосистемах, потому что без наводнений имеет тенденцию накапливаться отмершая растительность, которая транспортируется водой. На террасах, пожар способствует смене *Prosopis spp.* ксерофильным кустарником *Pluchea sericea*.

Река Билл Виллиамс - превосходная “естественная лаборатория” для изучения динамики прибрежной растительности в контексте управления режимом речного стока для экологических целей. Это важная задача управления водными ресурсами для экологических целей, т.к. позволяет в определенной степени способствовать сокращению площадей занятых тамариксами. Все виды тамариксов в США – вселенцы из Азии и Австралии. Они распространились по рекам на обширных территориях, заместив собою естественную растительность. А поскольку они не находят хозяйственного применения у местного населения, с ними ведется борьба, которая отнимает много денег и сил у государства. Сильные дожди зимой 2005 позволили регулировать попуски из водохранилища для того, чтобы способствовать разрастанию *Populus* и *Salix* в биотопах, занятых *Tamarix*. Паводковые расходы в феврале и марте составили 195 $м^2/с$, с постепенным спадом в остальную часть весны и лета. Предварительные оценки растительности показывают, что этот попуск был очень успешен для внедрения древесных видов естественной флоры. Работы по контролю ответа растительности на этот попуск продолжаются. Кроме того, ведутся работы, для того, чтобы лучше понять не только динамику древесной растительности, но также и отклики травяной растительности на режим попусков. В настоящее время объединяются усилия ученых для того, чтобы вести наблюдения за различными группами живых организмов и режимом речного стока.

WOODY ECOTONAL VEGETATION OF THE BILL WILLIAMS RIVER, SOUTHWESTERN USA

© 2006. P. B. Shafroth

United States Geological Survey
Colorado, USA, 2150 center Avenue, Building C Fort Collins CO 80526-8118

In semiarid and arid regions of western North America, aquatic-terrestrial ecotones include unique landscape elements that provide an array of goods and services including provision of wildlife habitat, preferential sites for agriculture, recreation, transportation corridors, and livestock grazing (Brinson et al., 1981; Naiman et al., 2005). These systems have been documented to contain rich floras (Wolden et al., 1994; Makings, 2003), and can support >90% of some vertebrate wildlife groups at some point in their life cycle (Knopf et al., 1988). As in other parts of the world, anthropogenic demands have altered these habitats in many cases. Thus, the combination of their unique values and heavy anthropogenic use has made the conservation of riparian ecosystems a high priority for resource managers in western North America and worldwide (Naiman et al., 2005).

In North America, aquatic-terrestrial ecotones associated with rivers are most commonly referred to as *riparian ecosystems*. Although *riparian* has been defined in many ways (Verry et al., 2004), for this paper, I will treat the terms *riparian*, *aquatic-terrestrial ecotone*, and *bottomland* as essentially equivalent. I consider them to include the full suite of vegetation types, physical habitats, and other biota that occur on geomorphic surfaces that have been largely shaped by holocene river dynamics and are connected to the alluvial water table. These surfaces include river channels, bars, floodplains and terraces, and the biotic communities that they support. Unlike more humid regions where floodplain vegetation may resemble the upland (zonal) vegetation, in semiarid and arid region

ecotones, there is usually a distinct boundary between the bottomland vegetation and the upland vegetation.

In this paper, I aim to provide readers from Eurasia with an overview of the principal riparian vegetation communities within a river in the Sonoran/Mojave desert of western North America, the Bill Williams River, including a discussion of how vegetation dynamics is related to various aspects of the streamflow regime and its management. Previous studies on this river contain more detailed descriptions of geography, hydrology, flora, and fauna (Defining …, 2006); effects of flow regulation on the riparian vegetation of the Bill Williams River (Shafroth, 1999; Shafroth et al., 2000; 2002); and effects of managed streamflow (or "environmental flows") downstream of the dam to favor native vegetation, vertebrates, and invertebrates (Defining …, 2006; Shafroth et al., 1998).

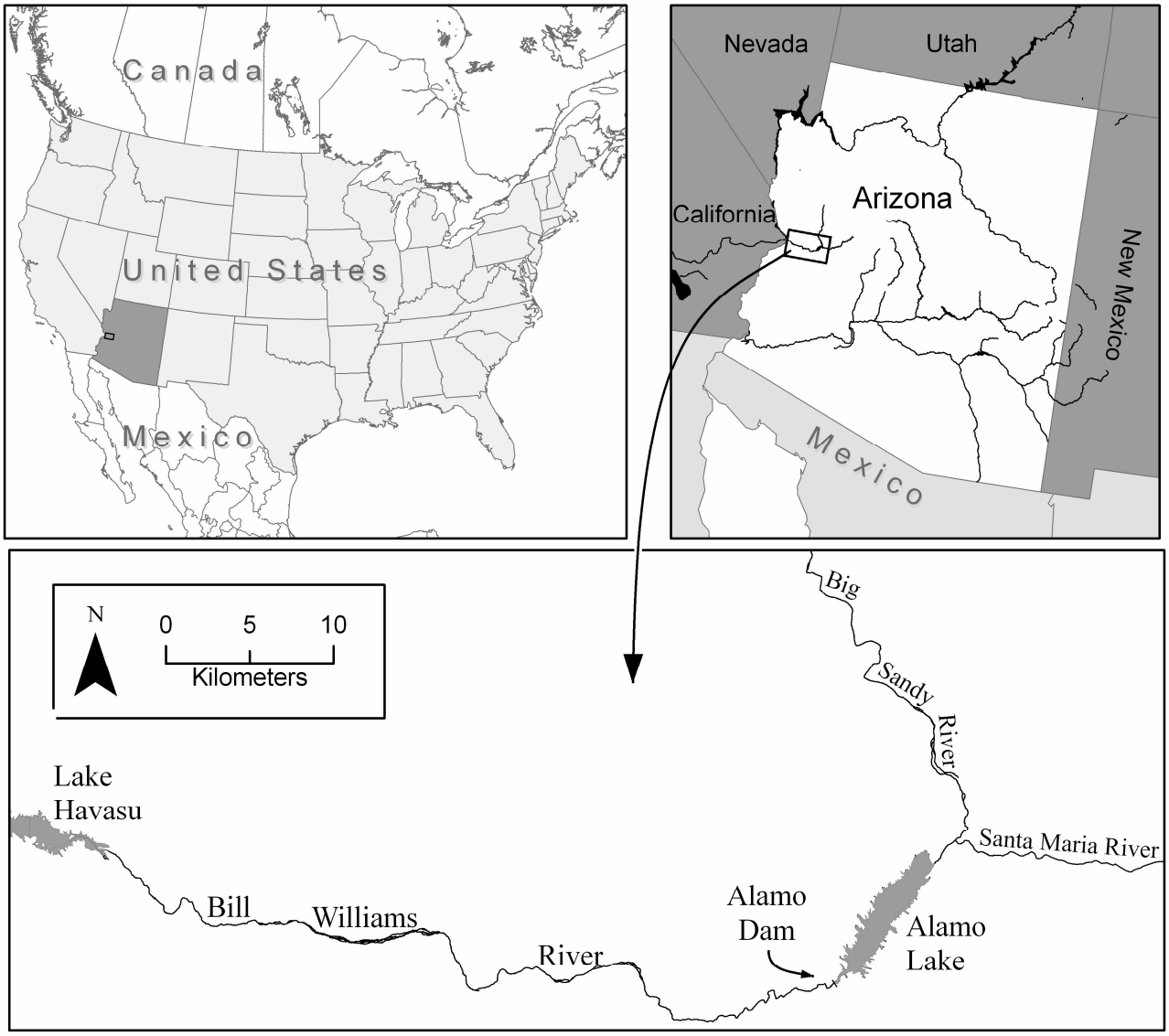


Рис. 1. Карта-схема бассейна реки Билл Виллиамс, штат Аризона, США.
Fig. 1. Map of the Bill Williams River, state of Arizona, USA.

STUDY AREA DESCRIPTION

The Bill Williams River drains more than 13000 km^2 of rugged, mountainous terrain in the west-central part of the US state of Arizona. The Bill Williams River begins at the confluence of the Big Sandy and Santa Maria rivers and flows 65 km to the Colorado River confluence at Lake Havasu (Fig. 1). The upper 6.5 km are now impounded behind Alamo Dam, a flood control structure that was completed in 1968 and has a reservoir storage capacity of approximately 1233 m^3 x 10^6. Downstream of the dam, the Bill Williams R. flows 58.5 km with an average gradient of 0.003 (range of 0.001-0.009) to its confluence with the Colorado River (Lake Havasu) at an elevation of 137 m (Fig. 1). The Bill Williams R. passes through canyons interspersed with alluvial valleys. No perennial tributaries enter the Bill Williams R. downstream of Alamo Dam. Channel bed and flood-plain sediments are dominated by coarse particles (81%), primarily sand (67%), and are generally low in electrical conductivity (ca. 1.0 dS/m) and nutrient content (Shafroth, 1999). Climatically, the watershed lies within a transition area between the Sonoran and Mojave deserts. Average annual precipitation in the watershed ranges from approximately 45 cm in the headwaters to 23 cm near Alamo Dam (National Climatic Data Center station Alamo Dam) to 12.2 cm near the Colorado River (National Climatic Data Center station Parker 6NE). Precipitation falls principally from frontal winter rain events, convectional monsoon rain which falls in late summer and early fall, and occasional tropical storms. Land along the Bill Williams River is primarily owned and managed by the United States Government, mostly as “wildlife refuge” and “wilderness.” Anthropogenic use is minimal along the Bill Williams R. corridor, but includes small areas of agriculture, cattle grazing, and four-wheel drive vehicle use.

The largest impact to the Bill Williams River is flow regulation from Alamo Dam (Fig. 2). Between 1941 and 1996, annual flow volumes averaged approximately $1.1*10^8$ m^3 and ranged from $1.8*10^6$ m^3 to $8.5*10^8$ m^3 (U.S. Geological Survey Gage #0942600). Several flow attributes have changed since dam closure in 1968, including a dramatic reduction in peak flows. During the 28 years of reliable pre-dam data (1941-1968), median, mean, and maximum annual peak flows were 416, 223, and 1843 m^2/s respectively, versus 44, 18, and 198 m^2/s during 28 post-dam years (1969-1996). In the pre-dam era, floods commonly occurred in spring months as well as in late summer and fall. These later floods have been virtually eliminated in the post-dam era. Low flows have been altered as well, with post-dam releases including periods of low flow that are much higher than pre-dam conditions, as well as extended periods with zero flow, which was never documented in the pre-dam record. Total annual discharge is minimally altered by evaporation off of the Alamo Lake surface and occasional inter-year storage, but water is not diverted from the reservoir or river.

DESCRIPTION OF VEGETATION

The upland, zonal vegetation which borders the riparian zone along the Bill Williams River consists of plants typical of the warm-temperate desert Mohave Desertscrub and the Lower Colorado River Valley subdivision of the subtropical desert, Sonoran Desertscrub biomes, described by Turner (1994a; 1994b). The dominant plants are woody, and include small microphyllous trees such as *Prosopis glandulosa*, *Olneya tesota*, and *Parkinsonia microphyllum*; shrubs such as *Larrea tridentata*, *Ambrosia dumosa*, *Encelia farinosa*, *Lycium andersonii, Atriplex spp., Fouquieria splendens*, *Acacia gregii*; and cacti such as *Carnegiea gigantea*, and *Opuntia spp.*

The riparian vegetation of the Bill Williams River falls within a couple of different classification schemes. At the biome scale, it contains elements of the Warm-temperate Wetland Interior and Californian Riparian Deciduous Forests and Woodlands, Riparian Scrublands, Interior Strands, and Californian Interior Marshlands, and the Tropical-subtropical Sonoran Riparian Deciduous Forest, and Woodlands, Sonoran Riparian Scrublands, and Sonoran Interior Marshlands and Submergent Communites (Minckley, Brown, 1994). More detailed descriptions were provided by Szaro (1989), who describes riparian community types for the US states of Arizona and New Mexico, based on dominant species. Riparian vegetation along the Bill Williams River is dominated by several woody

species common to low elevation southwestern riparian ecosystems, including *Populus fremontii, Salix gooddingii*, *Tamarix ramosissima, T. chinensis* and hybrids (Gaskin, Schaal, 2002), *Baccharis salicifolia,* and *Prosopis* spp. Herbaceous vegetation cover tends to be low except adjacent to perennial channels where water and light availability are high.

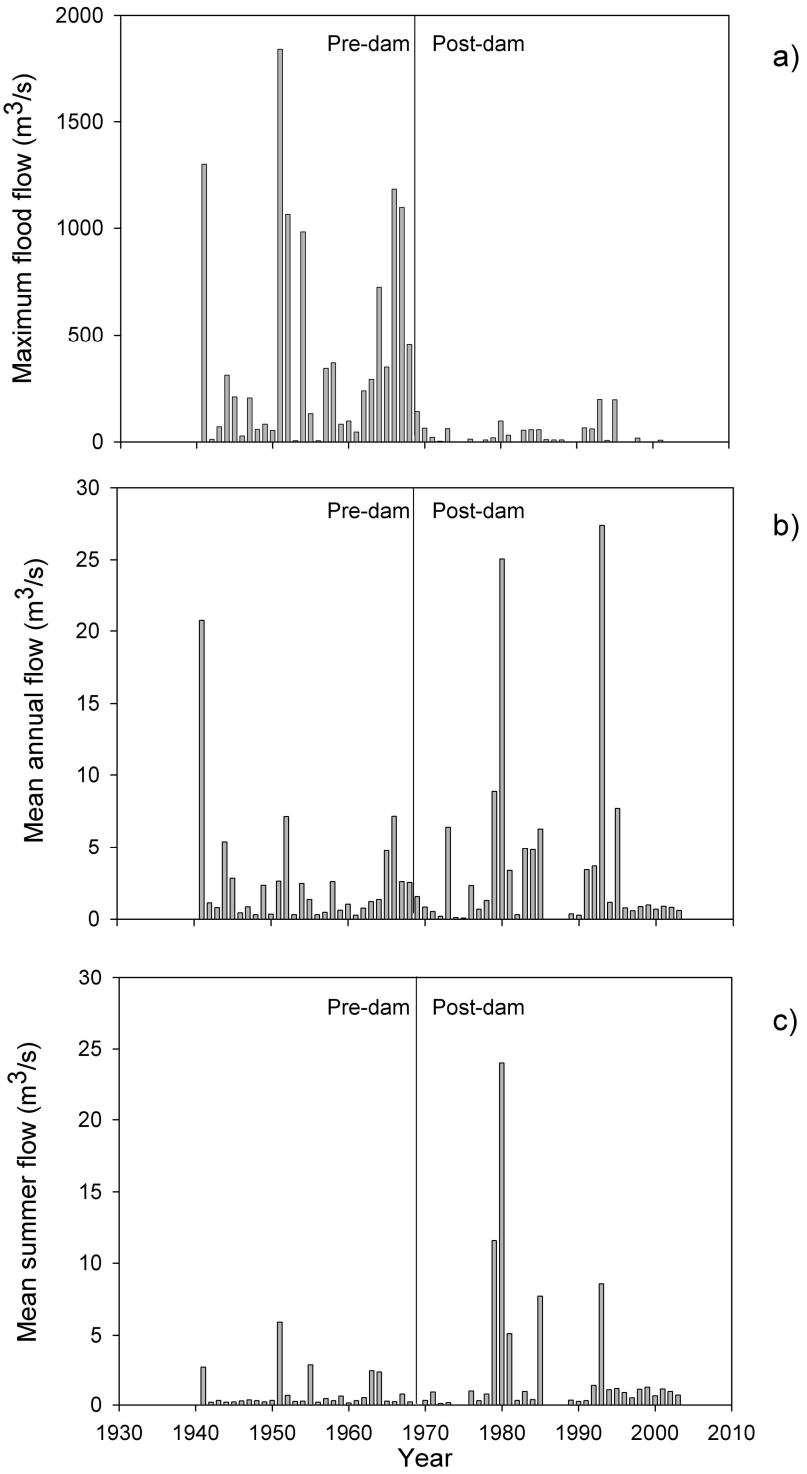


Рис. 2. Расходы воды на р. Билл Виллиамс на гидропосту около Аламо (1941-1968), и ниже Дамбы Аламо (1969-2003; американский Геологический Датчик № 0942600): a) значения максимальных расходов за год; b) значения расходов за год; c) значения летних расходов (с 1 мая по 30 сентября). **Fig. 2.** Streamflow on the Bill Williams River at the gaging station "near

Alamo" (1941-1968), and "below Alamo Dam" (1969-2003; U.S. Geological Survey Gage №0942600). a) annual flood series; b) mean annual flow; c) mean summer flow (May1-Sept. 30).

In 1996, detailed field sampling of 227 study plots (20 m^2-100 m^2) along sixteen permanent transects, eight on the Bill Williams River and eight on the Santa Maria River (a main tributary) revealed patterns of woody species frequency. Combined frequency data from both rivers are presented in Figure 3 to provide a general view of the vegetation across a broader part of the watershed. A total of 19 woody species or "pseudo species" were encountered within the quadrats. We consider pseudo species to be genera that contained more than one species in our plots, but that were not precisely identifiable (*Atriplex spp., Lycium spp., Prosopis spp.,* and *Tamarix spp.*). Seven species or pseudo species were present in > 10% of all plots, and the non-native (to USA) *Tamarix spp.* had the highest frequency of all woody plants. *Pluchea* frequency was notably higher on the Bill Williams R., while *Hymenoclea* and *Lycium spp.* frequencies were considerably higher on the Santa Maria R. A few species occurred only in plots on one river or the other: for example, *Baccharis sarothroides*, *Salix exigua*, *Prosopis pubescens*, and *Zizyphus obtusifolia* only occurred in plots on the Santa Maria River, whereas *Atriplex spp.*, *Nicotiana glauca* and *Suaeda torreyana* only occurred in plots on the Bill Williams R. These latter species all occurred at low frequencies (Fig. 3).

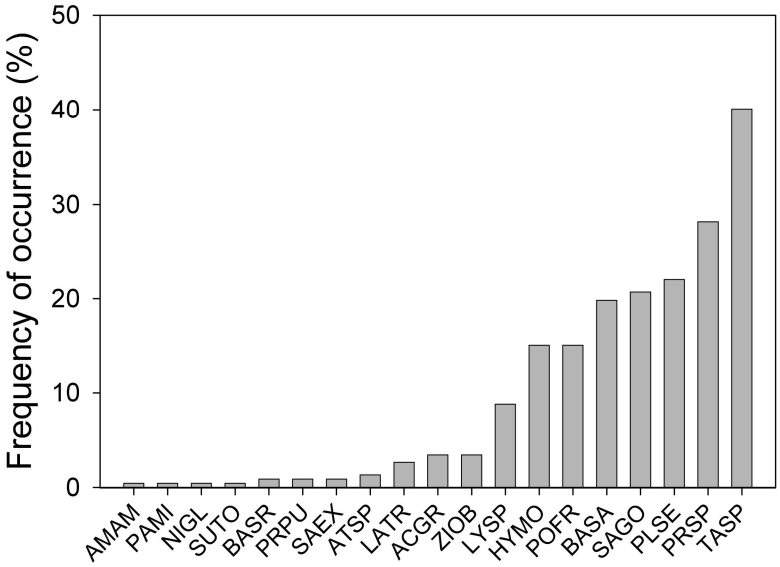


Рис. 3. Частота встречаемости 19 древесных видов на 227 выбранных участках на реках Санта Марии и Билл Виллиамс. Сокращения: AMAM - *Ambrosia ambrosioides*; PAMI - *Parkinsonia microphylla*; NIGL - *Nicotiana glauca*; SUTO - *Suaeda torreyana*; BASR - *Baccharis sarothroides*; PRPU - *Prosopis pubescens*; SAEX - *Salix exigua*; ATSP – виды рода *Atriplex*; LATR - *Larrea tridentata*; ACGR - *Acacia gregii*; ZIOB - *Ziziphus obtusifolia*; LYSP – виды рода *Lycium*; HYMO - *Hymenoclea monogyra*; POFR - *Populus fremontii*; BASA - *Baccharis salicifolia*; САГО - *Salix gooddingii*; PLSE - *Pluchea sericea*; PRSP – виды рода *Prosopis*; TASP – виды рода *Tamarix*. **Fig. 3.** Frequency of occurrence of 19 woody species or pseudo species in 227 sampled vegetation plots on the Bill Williams and Santa Maria rivers. Abbreviations are as follows: AMAM - *Ambrosia ambrosioides*; PAMI - *Parkinsonia microphylla*; NIGL - *Nicotiana glauca*; SUTO - *Suaeda torreyana*; BASR - *Baccharis sarothroides*; PRPU - *Prosopis pubescens*; SAEX - *Salix exigua*; ATSP - *Atriplex* species; LATR - *Larrea tridentata*; ACGR - *Acacia gregii*; ZIOB - *Ziziphus obtusifolia*; LYSP - *Lycium* species; HYMO - *Hymenoclea monogyra*; POFR - *Populus fremontii*; BASA - *Baccharis salicifolia*; SAGO - *Salix gooddingii*; PRSP - *Prosopis spp.;* PLSE - *Pluchea sericea*; TASP - *Tamarix* species.

The primary gradient structuring vegetation along the study rivers is the relative elevation or topographic position, which is highly correlated with such driving factors as flood frequency, flood magnitude and depth to groundwater. A simple classification grouped the sample plots into different vegetation patch types based on the species with the largest basal area (m^2/ha). The three most common floodplain species (*Tamarix spp., Salix gooddingii*, and *Populus fremontii*) were further divided into two patch types (large and small), based on the diameter of the largest individual in a plot. Vegetated plots without large woody vegetation were placed into two other patch types: near channel plots dominated by herbaceous vegetation and without woody seedlings, and plots dominated by woody seedlings. The distribution of 13 different patch types as a function of their elevation above the streambed (topographic position) shows Figure 4. General groupings that emerge from figure three include low topographic positions (channel margins, channel bars) dominated by hydric or mesic herbaceous vegetation (*Typha spp., Scirpus spp.*, *Polygonum spp., Leptochloa spp.*), or by woody seedlings. Slightly higher surfaces (low floodplains) tend to support smaller (younger) *Salix gooddingii* and *Populus fromontii*, and also *Baccharis salicifolia*

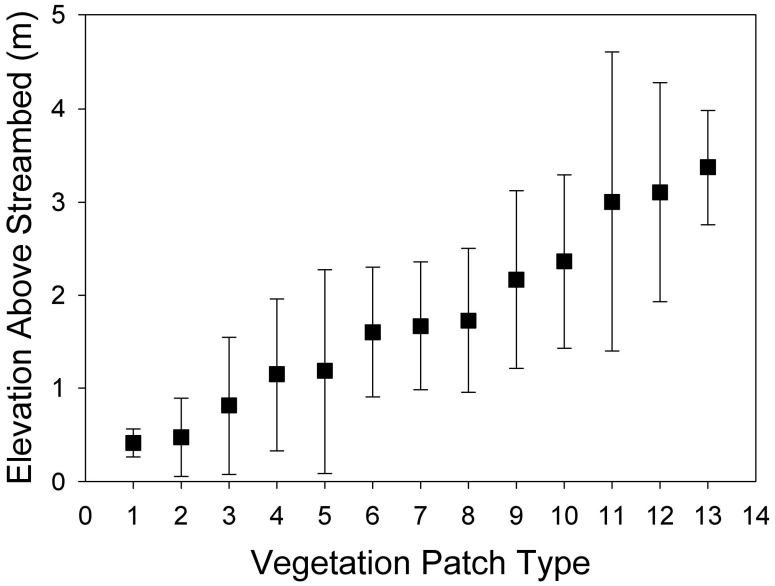


Рис. 4. Среднее положение (+/- стандартное отклонение) биотопа над урезом воды для 13 приречных биотопов на реке Билл Виллиамс, США. Биотопы: 1 - около канала, доминирует травяная растительность; 2 – доминируют проростки древесных видов; 3 - подрост / доминирует *Salix gooddingii*; 4 - подрост / доминирует молодые экземпляры *Populus fremontii*; 5 подрост / доминирует *Baccharis salicifolia*; 6 – взрослые деревья / доминирует *S. gooddingii*; 7 - взрослые деревья, доминирует *P. fremontii*; 8 – подрост, доминируют виды рода *Tamarix*; 9 –взрослые деревья, доминируют виды рода *Tamarix*; 10 – доминирует *Hymenoclea monogyra*; 11- домирует *Pluchea sericea*; 12 - доминируеют виды рода *Prosopis*; 13 – полидоминантное сообщество взрослых деревьев. **Fig. 4.** Mean elevation (+/- one standard deviation) above the streambed (thalweg) for 13 riparian patch types, Bill Williams River, USA. Patch type definitions are as follows: 1 - Near channel, herbaceous vegetation dominant; 2 - woody seedlings; 3 - Saplings/small trees *Salix gooddingii* dominant; 4 - Saplings/small trees *Populus fremontii* dominant; 5 - Saplings/small trees *Baccharis salicifolia* dominant; 6 - Large trees *S. gooddingii* dominant; 7 - Large trees *P. fremontii* dominant; 8 - Saplings/small trees *Tamarix* species dominant; 9 - Large trees *Tamarix* species dominant; 10 - *Hymenoclea monogyra* dominant; 11 - *Pluchea sericea* dominant; 12 - *Prosopis* species dominant; 13 - other woody species dominant.

shrublands. Mid- to high elevation floodplains tend to be dominated by larger *Populus* and *Salix*, and all small and large *Tamarix spp. Hymenoclea monogyra* can form shrublands on coarse particle substrates at relatively high floodplain elevations. Finally, terraces tend to be dominated by *Pluchea sericea*, *Prosopis spp.*, and various other shrubs and trees, many of which also occur as part of the zonal vegetation (*Lycium spp.*, *Acacia gregii*, *Atriplex spp.*).

STREAMFLOW-VEGETATION RELATIONSHIPS ON THE BILL WILLIAMS RIVER

It is widely accepted among riparian ecologists that the composition and dynamics of riparian (streamside) vegetation reflect direct and indirect effects of streamflow (Hughes, 1997; Friedman, Auble, 2000; Stromberg et al., In Press). The flow regime is often the driving variable in these systems, strongly affecting other aspects of the riverine environment such as fluvial processes (e.g., channel widening, meandering) and alluvial groundwater dynamics. These factors, overlain on the geologic and climatic setting, form the physical "stage" on which vegetation dynamics play out.

Research on the Bill Williams River has revealed that periodic floods and summer base flows are key flow components that influence riparian vegetation abundance (Shafroth et al., 2002). Large magnitude floods can remove vegetation and produce bare sites for new growth, and did so on a fairly regular basis before the construction of Alamo Dam. Riparian vegetation growth and survival can be limited by periods of very low flow that do not provide sufficient moisture or replenish alluvial ground water sufficiently for the water-demanding riparian plants, especially during typically hot and dry parts of the growing season (e.g., May-September; Shafroth et al., 2000). Conversely, periods with higher low flows during the growing season, or occasional pulses that replenish soil and ground water can enable relatively high growth and survival of riparian vegetation. Vegetation at a particular point in time or space often reflects the sequence of flow events over previous years and decades, particularly with respect to the magnitude of flood flows and summer flows. Following construction of Alamo Dam, flood magnitudes were greatly reduced and summer flows were generally increased (Fig. 2), resulting in the narrowing of stream channels and associated expansion of dense, woody vegetation into areas of the bottomland that were formerly bare or only sparsely vegetated (Shafroth et al., 2002).

STREAMFLOW MANAGEMENT FOR NATIVE *POPULUS* AND *SALIX* REGENERATION

Increasingly, land and water managers worldwide are seeking ways to manage reservoir releases to produce flow regimes that simultaneously meet human needs while also maintaining the health and sustainability of downstream biota (Arthington et al., 2006; Hughes, Rood, 2003; Richter et al., 2003; Rood et al., 2005). On the Bill Williams River, resource managers are interested in controlling streamflow releases from Alamo Dam to favor the establishment of native *Populus* and *Salix* forests, while discouraging the spread of Eurasian *Tamarix spp.*, which are viewed as undesirable weeds by many (Shafroth et al., 2005). A substantial body of research has elucidated relationships between streamflow and the germination and establishment of *Populus* spp. throughout semi-arid and arid western North America (for reviews cf. Braatne et al., 1996; Mahoney, Rood, 1998; Karrenberg et al., 2002). Flood timing, elevation of seedling establishment, and flood recession rates or availability of soil moisture during the first growing season are all important components of *Populus* recruitment and have been synthesized into a "Recruitment Box" model which uses aspects of the annual hydrograph to estimate areas of potential woody riparian seedling establishment (Mahoney, Rood, 1998).

Shafroth et al. (1998) examined woody riparian seedling establishment along the Bill Williams River in the context of the above hydrologic variables following high flow releases from Alamo Dam in 1993 and 1995. One aspect of this study was a germination model, which combined water surface levels and seed dispersal phenology (timing) to predict which sites supported or did not support seedling establishment. Observed maximum rates of decline where *Populus* seedlings survived for

both the 1993 (average 1.2-4.4 cm/d) and 1995 cohorts (average 2.8-4.2 cm/d) on the Bill Williams R. that were similar to the 2.5 cm/d generalized rate of Mahoney and Rood (1998). Although precipitation during a period of rapid drawdown may enhance seedling survival, rainfall is typically very sparse along the Bill Williams R. during the months following seed germination.

Removal of germinants or seedlings by high flow events subsequent to germination or establishment can be an important cause of seedling mortality in western riparian ecosystems (Stromberg, Patten, 1991; Friedman, Auble, 2000). On the Bill Williams R., removal of 1993-established seedlings and saplings by high flows in late 1993 (ca. 28 m^3/s) and in early 1995 (ca. 188.9 m^3/s) was not a primary cause of mortality at the quadrat scale (Shafroth et al., 1998). The apparent inability of flows up to 188.9 m^3/s to remove substantial numbers of seedlings and saplings illustrates an impact of Alamo Dam, as unregulated flows would have been much larger and more destructive to young plants. The absence of high flows from 1995-2004 allowed the continued survival and growth of woody vegetation which became established in 1995 at floodplain elevations generally considered too low to allow long-term survival. High flows in fall 2004 and winter 2005 (>150m^3/s) removed many of these plants (P.B. Shafroth, personal observation).

Most of the research relating aspects of flood hydrographs to the establishment of riparian vegetation has focused on *Populus spp.* However, a few studies have looked at applying these models to other species (Shafroth et al., 1998; Horton, Clark, 2001; Amlin, Rood, 2002). It stands to reason that other pioneer plants, which, like *Populus*, typically require bare, moist substrates for successful seed germination and seedling establishment, would have similar requirements. The most common other woody pioneer taxa on the Bill Williams R. (*Salix gooddingii*, *Tamarix spp.*, and *Baccharis salicifolia*) each has a unique period of seed dispersal, though they may be overlapping at times. *Salix gooddingii* disperses seed later than *Populus fremontii* on the Bill Williams R., and thus tends to germinate either in response to later floods, or to a later period of the flood recession limb. In the second case, *S. gooddingii* would generally become established at a lower elevational position within the bottomland than *P. fremontii* (closer to ground water, but more vulnerable to scour from future high flows). Seed dispersal of non-native *Tamarix spp.* begins later than *P. fremontii* on the Bill Williams R. (Shafroth et al., 1998 – though not all rivers in western N. America - e.g., Cooper et al., 1999), and continues throughout the growing season and into fall months. Thus, *Tamarix* is not nearly as dependent as *Populus* or *Salix* on precisely timed floods for establishment.

STREAMFLOW RELATIONSHIPS TO SPECIES WITH WARM SEASON PHENOLOGY

Less is known about the importance of flood flows that occur during the summer or fall months, although flows in these seasons historically comprised approximately one half of the largest magnitude floods in a given year on the Bill Williams River. Some effects that are understood relate to the reproduction of species whose phenology is tied to these later precipitation events. For example, the seeds of mesquite trees (*Prosopis spp.*) germinate in response to late summer moisture, whether from precipitation or flooding (Stromberg, Patten, 1991). Floods may help promote *Prosopis* seed germination by scarifying seeds, and by providing moisture. The growth of mesquite trees is also somewhat tied to these summer storms, and floodwaters at this time of year can promote more vigorous growth by providing a supplement of soil moisture and maintaining relatively high water tables. *Prosopis* growth and productivity are strongly influenced by the availability of groundwater, with maximum growth occurring in bottomland settings where water tables are typically 5-6 m below the surface (Stromberg et al., 1993).

OTHER FACTORS INFLUENCING WOODY VEGETATION DYNAMICS

The maximum streamflow that can be released from Alamo Dam (198 m^3/s) is insufficient to be the primary driver vegetation dynamics on all geomorphic surfaces within the bottomland. Two other processes that strongly influence vegetation dynamics are autogenic succession and fire. Flow regulation has been shown to alter succession in other riparian ecosystems (Bravard et al., 1986; Johnson, 1992). *Prosopis* colonizes the understory of *Populus fremontii* forests in Arizona (Stromberg et al., 1997; Stromberg, 1998), but other successional trajectories have not been well described. Even less is known of successional pathways in *Tamarix* stands, largely because *Tamarix* generally has not occupied sites in North America long enough to senesce. In Grand Canyon, stands of *Tamarix* that colonized the Colorado R. bottomland following the construction of Glen Canyon Dam are beginning to senesce and are being replaced by a mix of upland and clonal riparian species (Stevens, 1989). On the San Pedro R. in southeastern Arizona, densities of later successional species were similar in *Tamarix* and *Populus* stands, but the relationship to stand age differed, with a tendency for higher densities in older *Populus* stands and no apparent stand age-related pattern in *Tamarix* stands (Stromberg, 1998). On the Bill Williams R., we speculate that former flood-plain areas that are not reworked by the river will continue to be colonized by typical terrace taxa such as *Prosopis*, *Pluchea*, and *Atriplex*. The rate of colonization of *Prosopis* may be slowed by the lack of summer overbank floods and associated seed scarification and burial (Stromberg, Patten, 1991); however, our results did not reveal greater recruitment of *Prosopis* along the unregulated Santa Maria R. We have recently resampled our 227 plots and will be analyzing these data for successional trends.

Periodic fires have also affected riparian forest composition along the Bill Williams R. Fire tends to kill *Populus,* whereas *Tamarix, Pluchea* and to a lesser extent *Salix* are able to resprout (Busch, Smith, 1993; 1995). *Tamarix* may perpetuate fire disturbance due to the large quantity of standing dead stems it produces and its highly combustible, multiple-stemmed form. Altered disturbance regimes are a product of invasive species in other ecosystems (Mack, D'Antonio, 1998). Flow regulation indirectly promotes fire in riparian ecosystems because dead, combustible vegetation tends to accumulate without floods that transport and export this material and promote its decomposition. On terraces, fire favors the xeric shrub *Pluchea sericea* over *Prosopis spp.* (Busch, Smith, 1995).

CURRENT AND FUTURE RESEARCH

The Bill Williams River continues to be an excellent "natural laboratory" for studying the dynamics of riparian vegetation in the context of flow regulation and management of streamflow for ecological benefits. Heavy rains in winter 2005 resulted in another opportunity to manage streamflow to favor *Populus* and *Salix* over *Tamarix*. Scientists, resource managers, land owners, and the operators of Alamo Dam were able to agree upon a flood release of approximately 195 m^2/s that was implemented in February and March, followed by a gradual recession through the rest of spring and summer. Preliminary assessments of the vegetation indicate that these controlled flows were very successful at promoting the establishment of native tree species. We are continuing to monitor the vegetation response to these flows. In addition, various scientists are working to better understand not only the woody vegetation dynamics, but also how streamflow regimes are affecting herbaceous vegetation, aquatic organisms, and terrestrial animals that depend on the riparian ecosystem. These scientists are meeting in the coming months to develop an integrated monitoring plan for the river system and to begin to develop linked physical-biological models of the system and its dynamics.

REFERENCES

1. *Amlin N.M., Rood S.B.* Comparative tolerances of riparian willows and cottonwoods to water-table decline // Wetlands 2002. Vol. 22. pp. 338-346.
2. *Arthington A.H., Bunn S.E., Poff N.L., Naiman R.J.* The challenge of providing environmental flow rules to sustain river ecosystems // Ecological Applications. 2006. Vol. 16. pp. 1311-1318.
3. *Bravard J.-P., Amoros C., Pautou G.* Impact of civil engineering works on the successions of communities in a fluvial system // Oikos. 1986. 4792-111.
4. *Brinson M.M., Swift B.L., Plantico R.C., Barclay J. S.* Riparian ecosystems: their ecology and status. U. S. // Fish and Wildlife Service. Office of Biological Services. Washington, DC, USA. 1981. FWS/OBS-81/17.
5. *Busch D.E., Smith S.D.* Effects of fire on water and salinity relations of riparian woody taxa. Oecologia. 1993. Vol. 94. pp. 186-194.
6. *Busch D.E., Smith S.D.* Mechanisms associated with decline of woody species in riparian ecosystems of the southwestern U.S. // Ecological Monographs. 1995. Vol. 65. pp. 347-370.
7. *Cooper D.J., Merritt D.M., Andersen D.C., Chimner R.A.* Factors controlling the establishment of Fremont cottonwood seedlings on the upper Green River, USA // Regulated Rivers-Research & Management. 1999. Vol. 15. pp. 419-440.
8. Defining ecosystem flow requirements for the Bill Williams River, Arizona. U.S.G.S. Shafroth P.B., Beauchamp V.B., editors. Open-File Report. 2006. (In Press).
9. *Friedman J.M., Auble G.T.* Floods, flood control, and bottomland vegetation // Inland flood hazards: human, riparian and aquatic communities. E. Wohl, editor. Cambridge University Press, 2000. pp. 219-237.
10. *Gaskin J.F., B.A. Schaal.* Hybrid *Tamarix* widespread in U.S. invasion and undetected in native Asian range // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2002. Vol. 99. pp. 11256-11259.
11. *Horton J.L., Clark J.L.* Water table decline alters growth and survival of *Salix gooddingii* and *Tamarix chinensis* seedlings // Forest Ecology and Management. 2001. Vol. 140. pp. 239-247.
12. *Hughes F.M.R.* Floodplain biogeomorphology // Progress in Physical Geography. 1997. Vol. 21. pp. 501-529.
13. *Hughes F.M.R., Rood S.B.* Allocation of river flows for restoration of floodplain forest ecosystems: a review of approaches and their applicability in Europe // Environmental Management. 2003. Vol. 32. pp. 12-33.
14. *Johnson W.C.* Dams and riparian forests: case study from the upper Missouri River // Rivers. 1992. Vol. 3. pp. 229-242.
15. *Knopf F.L., Johnson R.R., Rich T., Samson F.B., Szaro R.C.* Conservation of riparian ecosystems in the United States // Wilson Bulletin. 1988. Vol. 100. pp. 272-284.
16. *Mack M.C., D'Antonio C.M.* Impacts of biological invasions on disturbance regimes // Trends in Ecology and Evolution. 1998. Vol. 13. pp. 195-198.
17. *Mahoney J.M., Rood S.B.* Streamflow, requirements for cottonwood seedling recruitment - An interactive model // Wetlands. 1998. Vol. 18. pp. 634-645.
18. *Makings E.* Flora of the San Pedro River (Cochise County, Arizona). M.S. Thesis. Arizona State University, Tempe, AZ, USA. 2003.
19. *Minckley W.L., Brown D.E.* Wetlands // Biotic communities: southwestern United States and northwestern Mexico. D.E. Brown, editor. University of Utah Press, Salt Lake City, 1994. pp. 223-287.
20. *Naiman R.J., Decamps H., McClain M.E.* Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities. Elsevier Academic Press. 2005.
21. *Richter B.D., Mathews R., Harrison D.L., Wigington R.* Ecologically sustainable water management: managing river flows for ecological integrity // Ecological Applications. 2003. Vol. 13. pp. 206-224.

22. *Rood S.B., Samuelson G.M., Braatne J.H., Gourley C.R., Hughes F.M.R., Mahoney J.M.* Managing river flows to restore floodplain forests. Frontiers in Ecology and the Environment. 2005. Vol. 3. pp. 193-201.
23. *Shafroth P.B., J.R. Cleverly, T.L. Dudley, J. Stuart, J.P. Taylor, C. van Riper, and E.P. Weeks.* 2005. Control of *Tamarix* in the western U.S.: implications for water salvage, wildlife use, and riparian restoration. Environmental Management 35. pp. 231-246.
24. *Shafroth P.B., Stromberg J.C., Patten D.T.* Woody riparian vegetation response to different alluvial water table regimes // Western North American Naturalist. 2000. Vol. 60. pp. 66-76.
25. *Shafroth P.B., Stromberg J.C., Patten D.T.* Riparian vegetation response to altered disturbance and stress regimes // Ecological Applications. 2002. Vol. 12. pp. 107-123.
26. *Shafroth P.B.* Downstream effects of dams on riparian vegetation: Bill Williams River, Arizona. Dissertation. Arizona State University, Tempe, Arizona, USA. 1999.
27. *Shafroth P.B., Auble G.T., Stromberg J.C., Patten D.T.* Establishment of woody riparian vegetation in relation to annual patterns of streamflow, Bill Williams River, Arizona // Wetlands. 1998. Vol. 18. pp. 577-590.
28. *Stevens L.E.* Mechanisms of riparian plant community organization and succession in the Grand Canyon, Arizona. PhD Dissertation. Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, USA. 1989.
29. *Stromberg J.C., Beauchamp V.B., Dixon M.D., Lite S.J., Paradzick C.* Importance of low-flow and high- flow components of flow regimes to restoration of riparian vegetation in semi-arid southwestern United States // Freshwater Biology. (In press).
30. *Stromberg J.C.* Functional equivalency of saltcedar (*Tamarix chinensis*) and Fremont cotonwood (*Populus fremontii*) along a free-flowing river // Wetlands. 1998. Vol. 18. pp. 675-686.
31. *Stromberg J.C., Fry J., Patten D.T.* Marsh development after large floods in an alluvial, arid-land river // Wetlands. 1997. Vol. 17. pp. 292-300.
32. *Stromberg J.C., Wilkins S.D., Tress J.A.* Vegetation-hydrology models: implications for management of *Prosopis velutina* (velvet mesquite) riparian ecosystems // Ecological Applications. 1993. Vol. 3. pp. 307-314.
33. *Stromberg J.C., Patten D.T.* Instream flow requirements for cottonwoods at Bishop Creek, Inyo county, California // Rivers. 1991. Vol. 2. pp. 1-11.
34. *Szaro R.C.* Riparian forest and scrubland community types of Arizona and New Mexico // Desert Plants. 1989. Vol. 9. pp. 69-138.
35. *Turner R.M.* Warm-temperate desertlands: Mohave desertscrub // Biotic communities: southwestern United States and northwestern Mexico. D.E. Brown, editor. University of Utah Press, Salt Lake City, 1994a. 153.1. pp. 157-168.
36. *Turner R.M.* Tropical-subtropical desertlands: Sonoran desertscrub // Biotic communities: southwestern United States and northwestern Mexico. D.E. Brown, editor. University of Utah Press, Salt Lake City, 1994b. 154.1. pp. 180-221.
37. *Verry E.S., Dolloff C.A., Manning M.E.* Riparian ecotone: a functional definition and delineation for resource assessment // Water, Air, and Soil Pollution. 2004. Focus 4.pp. 67-94.
38. *Wolden L.G., Stromberg J.C., Patten D.T.* Flora and vegetation of the Hassayampa River Preserve // Journal of the Arizona Nevada Academy of Science. 1994. Vol. 28. pp. 76-111.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 574.9+574.472

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЭКОТОННОЙ ЗОНЫ МАНГРОВЫХ ЛЕСОВ ЮЖНОГО КИТАЯ

© 2006 г. Т.В. Дикарева

Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова
119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, 1, географический факультет

Этот оригинальный экотонный тип растительности связан с тропическими странами, именно с их морскими плоскими берегами, защищенными от воды и ветров (заливы, лагуны и др.), и подвержен действиям прилива и отлива. Экотонный характер сообществ определяется положением их на границе суша-вода. Мангровые леса – это переходные сообщества от водной растительности к сухопутной, чем обусловлены их морфологические и фитоценотические приспособления к пограничным условиям существования.

Наибольшее развитие данный тип растительности имеет под экватором, но он продвигается и на север и на юг, почти не выходя, однако, из пределов тропиков. Мангровые сообщества - это типичный пример азональных растительных сообществ, которые развиваются вдоль берегов до зоны с умеренно теплым климатом. В северном полушарии они распространены до Бермудских островов и в Японии до 32° с. ш., а в южном — вдоль берегов Австралии и Новой Зеландии — даже до 38° ю. ш. Однако у берегов, омываемых холодными течениями, они не развиваются (рис. 1). Так, на западном побережье Южной Америки мангры появляются лишь около экватора, вблизи границы между Перу и Эквадором, а в Африке, на берегах Атлантического океана их можно встретить только на участке от Сенегала до Анголы (Вальтер, 1968).

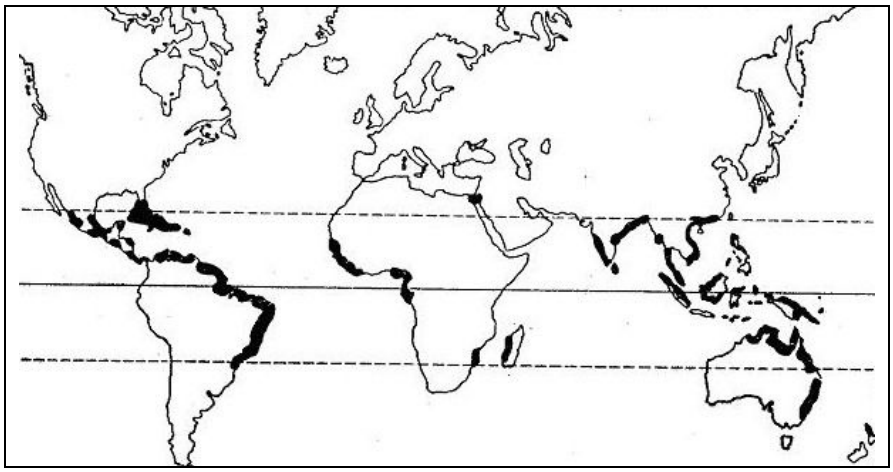


Рис. 1. Мангровая растительность Земного шара. **Fig. 1.** Mangroves around the world.

В восточных манграх малайско-индонезийской области можно встретить до 30 видов мангровых растений, в западных же манграх растительное сообщество нередко бывает составлено лишь тремя-четырьмя их видами. А у границ своего распространения в состав сообществ мангровых растений может входить вообще один-единственный вид: например, в южной Японии — *Kandelia cande1,* близ пролива Акаба, в Южной Африке, в южной Австралии и Новой Зеландии — *Avicennia marina,* который в Новой Зеландии даже

переносит недолговременные заморозки, в южной Бразилии — *Laguncularia racemosa.* (Растительный мир…, 1982)

Мангры в Китае встречаются только в северных частях острова Хайнань и полуострова Лэйчжоу. На Хайнане мангровые леса находятся под охраной и располагаются в двух заповедниках: Дунчжайган в 25 км к юго-востоку от Хайкоу и в районе города Вэньчан в 50 км к юго-востоку от Хайкоу. Оба заповедника приурочены к устьям небольших рек (рис. 2).

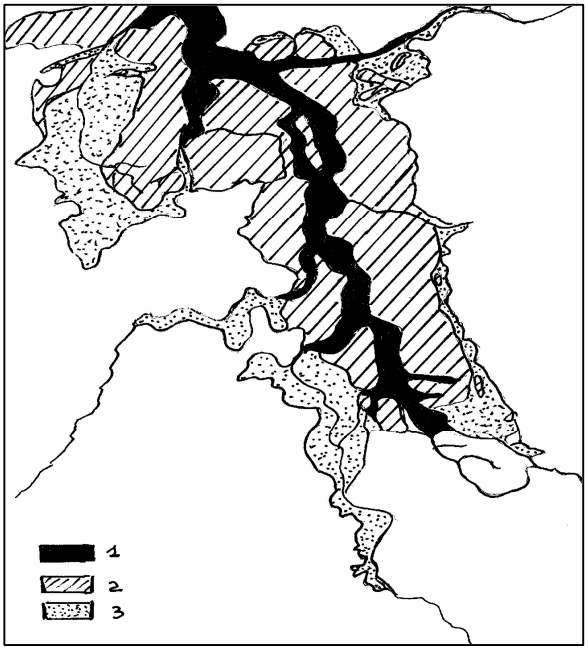


Рис. 2. Распространение мангровых и переходных к зональным сообществ в национальном заповеднике Дунчжайган. (М 1:100 000). Условные обозначения: 1-водная поверхность реки Наньдуцзян; 2-мангровые сообщества; 3 – переходные сообщества. **Fig. 2.** Distribution of mangroves and transitive communities to zonal vegetation in national reserve Dunchzhajgan. (M 1:100 000). Symbols: 1-water table of the river Nandutszjan; 2-mangrove communities; 3 - transitive communities.

Мангровая растительность представлена здесь вечнозелеными кустарниками, кустарниковидными деревцами или небольшими деревьями (некоторые, однако, до 30 м высоты). Но в общем она имеет характер густых кустарниковых зарослей.

Мангровые заросли крайне однообразны по своему составу. Это зависит от того, что плоды видов, входящих в их состав, хорошо переносятся морскими течениями. Если смотреть на мангровые заросли с моря во время прилива, то кроны деревьев как бы выходят из воды, во время же отлива обнажаются стволы и целая система особых корней — *ходульных* и *дыхательных.* Эти корни особенно типичны для мангровых зарослей. Они укрепляют деревья в илистой почве, особенно характерной для мангровых побережий, хотя мангры иногда могут расти и на других субстратах. Ил обычно имеет голубовато-черный цвет и очень беден кислородом, во время прилива насыщен водой и представляет малоустойчивый субстрат. Вот почему мангровые растения и образуют там хорошо и обильно развитые ходульные корни.

Впрочем, подобные корни развиты лишь у некоторых видов, главным образом у тех, которые образуют в зарослях внешний (по отношению к морю) пояс. Здесь нужно отметить два вида *Rhizophora — Rh. apiculata* и *Rh. stylosa,*

Илистый субстрат особенно благоприятен для размножения мангровых. В этом отношении замечательна опять-таки *Rhizophora apiculata;* она принадлежит к числу живородящих растений, т. е. таких, у которых зародыш без периода покоя прорастает в плоде, находящемся еще на дереве. Зародыш имеет очень длинное (до 60 см) подсемядольное колено булавовидной формы. Прорастая, он отрывается от плода и, вследствие имеющегося утолщения в нижней части, падает вертикально вниз, зарываясь в ил и давая новое растение. Начинающийся прилив уже не может повредить ему, так как семя успевает за несколько часов пустить боковые корни и укрепиться в почве.

У некоторых видов мангровых имеются дыхательные корни различного рода. Последние совершенно необходимы, так как ил почти не содержит кислорода. У одних видов корни змеевидные, ползучие, и их верхний утолщенный край снабжен дыхательными отверстиями — ксилокарпами *(Xylocarpus granatum),* у других корни коленчато выступают из ила — бругиеры *(Bruguiera gymnorrhiza),* у третьих корни растут вверх и выступают из ила, как молодые стебли спаржи *(Sonneratia);* у видов *Rhizophora,* имеющих ходульные корни, нет особых дыхательных корней, но функцию последних играют выступающие из воды части ходульных корней. У авицении вместо придаточных корней на боковых корнях, располагающихся на небольшой глубине, развивается множество отростков в виде сосков, возвышающихся на 20 − 25 сантиметров над поверхностью иловатой почвы. Все указанные образования приспособлены для передачи кислорода в подземные части растений.

Так как растения мангровых зарослей растут по берегам морей и заливаются соленой морской водой во время приливов, то естественно, что они являются галофитами. Одни из них занимают внешний пояс *(Rhizophora apiculata),* другие располагаются дальше от берега, третьи занимают самое внутреннее положение.

Листья их в большей или меньшей мере суккулентны. Однако, мангры испаряют воды больше, чем многие гигрофильные деревья - это связано с очень большим осмотическим давлением в клетках корней и листьев. Так, у *Sonneratia alba* в среднем 32 атм, у *Rhizophora apiculata* 33 атм, у *Avicennia marina* 34.5 − 62.0 атм, вообще же осмотическое давление довольно устойчиво и не меняется во время прилива и отлива, но оно выше, чем в почве, и этого превышения достаточно для успешного водного снабжения.

Вместе с водой в мангровые растения поступает много поваренной соли. Для удаления последней на листьях имеются особые железки; при этом листья иногда сплошь покрыты кристаллами соли.

Почвы, на которых произрастают мангры, представляют собой темный сине-сизый ил, слабо прокрашенный перегноем, с большими красноватыми пятнами скопления железа. На глубине 15 − 20 сантиметров выступает вода, которая, как и почвы, имеет ясно щелочную реакцию. На глубине 10 − 15 сантиметров почва приобретает красный оттенок на общем сизо-синем фоне (Зонн, 1959).

Наличие красноватого оттенка указывает на то, что в образовании берегов значительная роль принадлежит илу, приносимому рекой и, по-видимому, здесь оседающему. Под пологом деревьев стоит неприятный запах от гниющих остатков древесины и листвы, а также от газов (сероводорода, метана и др.), выходящих пузырьками из почвы.

Высота вышедших из-под воды деревьев мангровых лесов в среднем около 5 − 8 метров. На долю крон приходится 2 − 3 метра, а на долю стволовой части 3 − 5 метров. Диаметр наиболее толстых деревьев 10 − 18 сантиметров, а наиболее тонких 1 − 2 сантиметра. Однако отличить, где у этих деревьев собственно ствол, а где придаточные корни, отходящие от разных частей крон, — очень трудно. Придаточные, или воздушные, корни, достигая ила, укореняются в нем, приобретают форму ствола, покрываются корой и образуют подпорки — «ходули», на которых и держится вся крона. Основной ствол очень быстро загнивает и отмирает.

Там, где происходит подпор речных вод морскими, в узкой части эстуария мангры более низкорослы и среди них встречаются растения других родов. На более сухих местах высятся красавицы кокосовые пальмы. Мангры уступают здесь место другим типам растительности. Причина — опреснение воды, кислые почвы, хотя и с ярко выраженным болотным процессом. Эпифитов в мангровых зарослях очень мало - иногда встречаются лишь бромелии и лишайники.

Смена видов в мангровых лесах по мере удаления от открытой поверхности моря и снижения уровня заливаемости приливами такова: внешний пояс занимают виды рода

Sonneratia, затем идет обширный пояс видов *Rhizophora apiculata* и *Rh. stylo*sa, далее пояс *Ceriops tagal* и пояс с господством *Avicennia marina*. Там, куда не достигает морской прилив, мангровые леса сменяются зональными сообществами или посадками *Areca catechu*.

Для мангров, растущих в устьях рек, большое значение имеет количество приносимой рекой пресной воды — оно зависит от полноводности реки, амплитуды колебания уровня моря во время приливов и отливов и от направления господствующих ветров. На Хайнане мангры поднимаются вверх вдоль берегов рек в зону солоноватой воды, для которой характерно развитие пальмы *Nypa fruticans* и папоротника *Acrostichum aureum,* далее следуют леса из *Cocos nucifera*, которая также выносит некоторое засоление почв, а затем постепенно переходят в прибрежные растительные сообщества муссонных тропических лесов.

В мангровых зарослях создается большое количество органических веществ, которые отлагаются вместе с илом. Условия и характер отложений здесь сейчас очень близки к тем, которые имели место в отдаленные геологические эпохи, особенно в карбоне, когда формировались угленосные толщи. По данным палеонтологических исследований, аналогичные манграм сообщества существовали в карбоне и представляли из себя в ту эпоху сообщества галофитных хвощей. (Мейен, 1972).

В настоящее время в Китае идет работа по охране и восстановлению мангровых сообществ. Так, национальный заповедник Дунчжайган в провинции Вэнчан включен в заповедники Рамсарской конвенции, в нем проводится большая работа по сохранению биоразнообразия уникальных сообществ мангровых лесов. *(www.ramsar.org/wurc/wurc_mgtplan_china1a.htm).*

Таблица 1. Виды типичных мангровых растений в национальном заповеднике Дунчжайган.
Table1. The list of mangrove species in Dongzhaigang Nature Reserve.

№ п.п	Латинское название растения	№ п.п	Латинское название растения
1	*Bruguiera gymnorrhiza (L.) Lamk.*	14	*S. alba J.Smith*
2	*B. sexangula (Lour.) Poir.*	15	*S. apetala Buch.-Ham.*
3	*B. sexangula var. rhynchopetala Ko*	16	*Aegiceras corniculatum Blanco*
4	*Ceriops tagal (Perr.) C.B.Rob.*	17	*Acanthus ebrecteatus Vahl.*
5	*Kandelia candel (L.) Druce*	18	*A. ilicifolius L.*
6	*Rhizophora stylosa Griff*	19	*Avicennia marina (Forsk.) Vierh.*
7	*Rhizophora apiculata Bl.*	20	*Nypa fruticans Wurmb.*
8	*Lumnitzera racemosa (Jack.) Voigt*	21	*Acrostichum aureum L.*
9	*L. littorea (L.) Gaertn*	22	*A. speciosum Willd.*
10	*Sonneratia caseolaris (L.) Engl.*	23	*Excoecaria agallocha L.*
11	*S. hainanensis Ko*	24	*Scyphiphora hydrophyllacea Gaertn.f.*
12	*S. paracaseolaris*	25	*Xylocarpus granatum Koenig*
13	*S. ovata Backer*	26	*Heritiera littoralia (Dryand.) Ait.*

Таблица 2. Виды, сопутствующие мангровым сообществам в национальном заповеднике Дунчжайган. **Table2.** The list of semi-mangrove species and mangrove associated species in Dongzhaigang Nature Reserve.

№ п.п	Латинское название растения	№ п.п	Латинское название растения
1	*Barringtonia racemosa Roxb.*	21	*Clerodendron inerme (L.) Gaertn.*
2	*Hibiscus tiliaceus L.*	22	*Vitex trifolia var. simplicifolia Cham*
3	*Thespesia populnea (L.) Solandex Correa*	23	*Limonium sinense (Gerard) Kuntze*
4	*Cerbera manghas Linn.*	24	*Scaevola hainanensis Hance*
5	*Dolichandrone spathacea Sch.*	25	*Scaevola sericea Vahl.*
6	*Ipomoea pes-caprae (L.) Sweet*	26	*Morinda citrifolia L.*
7	*Sesuvium portulacastrum L.*	27	*Pluchoa indica (L.) Less*
8	*Suaeda australis (R.Br.) Moq*	28	*Wedelia biflora (L.) Dc.*
9	*Atriplex repens Roth.*	29	*Launaea sarmentosa (Eilld.) Merr.*
10	*Casearia menbranacea Hance*	30	*Caryota ochlandra Hance*
11	*Terminalis catappa L.*	31	*Cocos nucifera L.*
12	*Calophyllum inophyllum L.*	32	*Pandanus tectorius Sol.*
13	*Caesalpinia crista L.*	33	*Fimbristylis sericea (Poir.) R. Br.*
14	*C. nuga (L.) Ait*	34	*Fimbristylis ferruginea (L.) Vahl.*
15	*Derris trifoliata Lour.*	35	*Paspalum distichum L.*
16	*Pongamia pinnata (L.) Merr.*	36	*Paspalum var. distichum (L.) Kunth*
17	*Canavala maritina (Aubl.) Thou*	37	*Zoysia matrella (L.) Merr.*
18	*Dalbergia torta Crah.*	38	*Ischaemum barbatum Retz.*
19	*Erythrina variegata var. orientalis (L.) Merr.*	39	*Phragmites karka (Retz.) Trin*
20	*Maytenus diversifolius (Maxim) Hou*	40	*Spinifex littoreus (Burm.f.) Merr.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вальтер Г.* Растительность земного шара. Тропические и субтропические зоны. Т.1. М.: Прогресс, 1968.
2. *Зонн С.В*. В тропиках Южного Китая. М.: Государственное издательство географической литературы. 1959. С.63-70
3. *Мейен С.В.* Из истории растительных династий. М.: Наука 1972. С. 121
4. *Растительный мир Земли*: в 2-х томах под ред Ф. Фукарека. Pflanzenfeld der Erde. Перевод с немецкого А.Н. Сладкова. М.:Мир, 1982. Т.1, стр. 113-115.

VEGETATION OF MANGROVE ECOTONE ZONE IN SOUTHERN CHINA

© 2006. T.V. Dikareva

Moscow State University named after M.V. Lomonosov, geographical faculty, 119992, GSP-2, Moscow, Leninskie gory, 1, Russia.

This original ecotonal type of vegetation is associated with tropical countries, with their flat sea shores, protected from water and winds (bays, lagoons, etc.) and is exposed to the impact of tides. On Chinese island Hainan the mangrove forests are protected and now are situated in two natural reserves: Dongzhaigang Natural Reserve, 25 km to the south-east of Haikou and Venchan, 50 km to the south-east of Haikou. Both mangrove forests are associated with the estuaries of small rivers.

We detected two rows of mangrove succession: according to the height of tides and according to the salinity of ground water. The first row: *Sonnerata-Rhizophora-Ceriops-Avicennia*; the second row: *Rhizophora-Nypa fruticans+Acrostium aureum-Cocos nucifera*.

Mangroves are protected and cultivated now in China. Natural Reserve Dongzhaigang is included in the Ramsar list. Great work is planned here for protection and reconstruction of mangrove biodiversity.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

УДК 626.814

МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ЭКОТОННОЙ СИСТЕМЫ ВОДА-СУША НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2006 г. Т.В. Балюк, А.В. Кутузов

Институт водных проблем Российской академии наук
119991 Москва ГСП-1, ул. Губкина, 3

Проблема неогидроморфизма и вторичного засоления земель для южных районов Европейской части России в последние годы обострилась в связи с современными флуктуациями климата и водохозяйственными преобразованиями среды. За последние 50 лет на юге России было создано множество водохранилищ общей площадью >4000 км2, через земляное ложе которых круглосуточно происходит инфильтрация воды в грунтовый поток, подтапливая и засоляя прилегающие агроландшафты (Зайдельман и др., 1998). В научной литературе при рассмотрении вопросов влияния Цимлянского водохранилища на окружающую среду доминируют исследования переработки берегов, а формы влияния водохранилища на прилегающие территории практически не изучены и не оценены. Цель данной работы – анализ воздействия Цимлянского водохранилища на наземные экосистемы, входящие в состав экотона вода-суша.

Цимлянское водохранилище создано в средней части долины Дона в пределах Волгоградской и Ростовской областей. Наполнение водохранилища началось 15 января 1952 г. и к началу мая 1953 г. достигло нормального подпорного уровня (НПУ). Его водами затоплены пойма и террасы долины Дона, а также устьевые участки его притоков. При поднятии уровня водохранилища его подпор распространяется вплоть до устья р. Иловли – крупного левого притока Дона (Богуш, 2000; Давыдов и др., 2000; Осипов, Кутепов, 2000).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для изучения механизма воздействия водохранилища на побережье с учетом расстояния от кромки воды было использовано экотонное рассмотрение границы вода-суша. Экотон – переходная полоса между морфологически легко отличимыми участками и специфическими сообществами. Обычно экотоны населены организмами значительно гуще, чем сами контактирующие сообщества. Экотонная система вода-суша рассматривает преобладающее влияние водного фактора на окружающую среду, дифференцирующего ее в зависимости от трансформации побережий. Используя концепцию структуры экотона В.С. Залетаева (Экотоны в биосфере, 1997), в натурных условиях в результате геоморфологических, почвенно-геоботанических, флористических, и ландшафтно-географических исследований на юго-восточном побережье Цимлянского водохранилища выделены четыре из пяти структурных блоков экотона вода-суша.

Флуктуационный – центральный или амфибиальный блок (полоса прямого контакта воды и суши), характеризующийся немедленной (инстантной) реакцией на изменения среды и короткопериодичными (в том числе суточными) колебаниями уровня воды (УВ).

Динамический – блок на суше, характеризующийся "флуктуационной динамикой" биокомплексов (низкая и средняя пойма, испытывающая регулярное или периодическое затопление).

Дистантный – блок с запаздывающей (дистантной) динамикой биокомплексов и всех природных процессов (пояс высокой поймы), обусловленной изменениями режима грунтовых вод.

Маргинальный – блок с запаздывающей реакцией, определяемой изменениями биокомплексов под влиянием процессов, происходящих в биоте поймы и на водосборе.

Аквальный – блок с дистантной динамикой водных биокомплексов, определяемой процессами взаимодействия с биокомплексами первого блока (привнос веществ с суши в водоем, распространение загрязнения водным путем) не исследовался.

Для получения натурных данных о растительности, почвах, рельефе, географических координатах и объектах привязки данных к снимкам и картам, были проведены полевые исследования, включающие сбор данных на семи ключевых участках, отражающих ландшафтное разнообразие побережий в юго-западной части Цимлянского водохранилища. При создании географической информационной системы (ГИС) для этой территории водохранилища, были использованы материалы дистанционного зондирования и многолетние гидрологические данные для выделения экотонных блоков изучаемой территории (рис. 1).

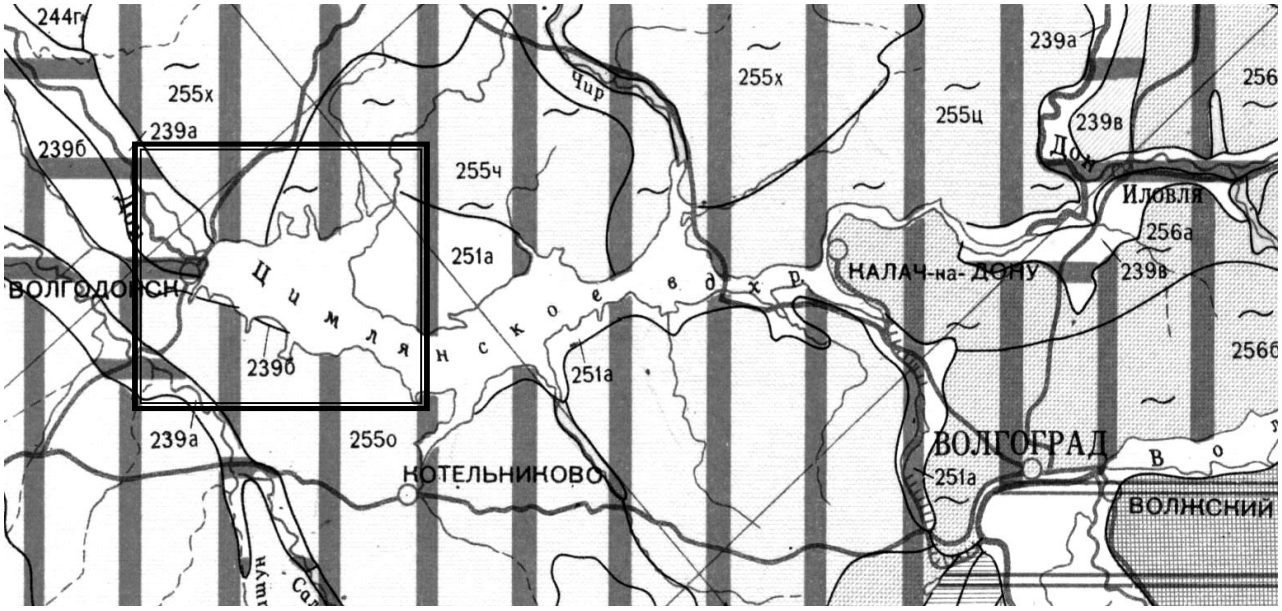


Рис. 1. Фрагмент ландшафтной карты (Ланшафтная карта, 1987). Квадрат – район работ. Цифры на карте - ландшафты: 239 а, 251 а - пойма и низкие террасы; 239 б - надпойменные террасы крупных рек; 255 о - равнины плоские и пологоволнистые, с широкими балками; 255 ч - равнины преимущественно плоские, с глубокими балками; 255х - равнины пологоволнистые с балками в придолинных частях. Почвы: 239 (а, б), 251 а, 255 х - темно-каштановые, солонцеватые; 255о - каштановые солонцеватые; 255ч - темно-каштановые.

Fig. 1. Fragment of the Landscape map (1987). Square - is the area of location. The numbers on the map – landscapes: 239 a, 251 a – floodplain and low terraces; 239 б – under floodplain terraces of the large rivers; 255 o – flat plains and wavy surface with wide gullies; 255 ч – flat plains with deep gullies; 255 x - flat plains and wavy surface with gullies near the floodplains. Soils: 239 (а, б), 251 а, 255 х dark-chest-nut salty soils, 255 о – chest-nut salty soils; 255ч – dark chest-nut soils.

Под зоной гидрогенного влияния водохранилища понимается территория побережий, находящаяся под его прямым или косвенным воздействием. К прямому влиянию водохранилища отнесены все процессы и явления, связанные с волноприбойной

деятельностью водных масс, периодическим затоплением или осушением прибрежной полосы при сработке вод водохранилища. К косвенному – процессы и явления, связанные с подтоплением земель, подпором водоносных горизонтов подземных вод, а также изменения микроклиматических параметров и характера использования земель.

В ходе работ изучалось воздействие водохранилища на типичные ландшафты побережий. Основные ландшафты представлены равнинами: плосковолнистыми, слабо наклонными, с балками и оврагами, с западинно-потяжинным микрорельефом, с сельскохозяйственными землями, с участками злаковых и полынно-злаковых степей (рис. 1). Другая группа ландшафтов – поймами и напойменными террасами, плоскими и гривисто-западинными; с руслами, протоками, с редкими небольшими участками лесов, массивами лугов, участками сельскохозяйственных земель.

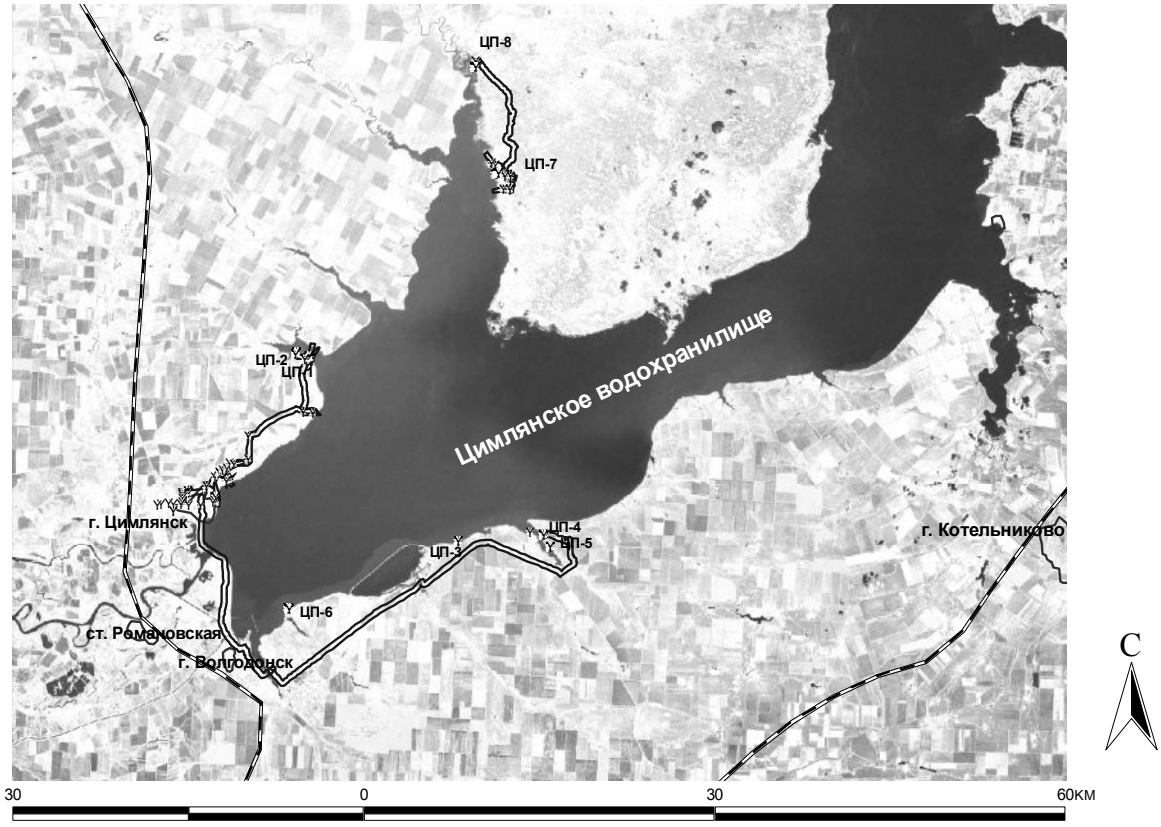


Рис. 2. Слой ГИС: положение точек профиля и район работ на КФС Landsat 2000 года.
Fig.2. Layer of GIS with points within topo-ecological cros-sections at the Space Image Landsat, 2000.

Основным методом полевых исследований был метод топо-экологического профилирования, который позволяет связать между собой в единую систему все данные полевых наблюдений на ключевом участке. Цимлянские профили (ЦП) прокладывались от уреза воды "вкрест" рельефа с помощью нивелировочного хода либо до коренной растительности, либо до пашни. Вдоль хода прокладывается трансекта, на которой отмечались изменения в рельефе и растительности. В каждом растительном контуре закладывались геоботанические площадки с полным описанием, почвенным разрезом или бурением до грунтовых вод. Точка описания фиксировалась с помощью прибора дистанционного географического позиционирования (GPS-приемника). Одновременно проводилось фотографирование панорамы и типичных элементов ландшафта, а также

почвенных разрезов и отбираемых образцов почв. Для определения солевых характеристик почв и грунтовых вод были отобраны соответствующие образцы. Высотное положение "нуля" профиля определялось по положению уровня воды в водохранилище на день заложения профиля с поправкой на расстояние от плотины. Все места наблюдений отражены на географической сетке в виде точек, связанных отрезками маршрутов. Эта система данных была наложена на материалы дистанционного зондирования (космоснимок) (рис. 2) и рассмотрена в ландшафтном окружении с использованием привязанных к географической сетке ландшафтных и топографических карт. На этой основе в картографической программе ArcView 3.2 создана версия ГИС для данной территории.

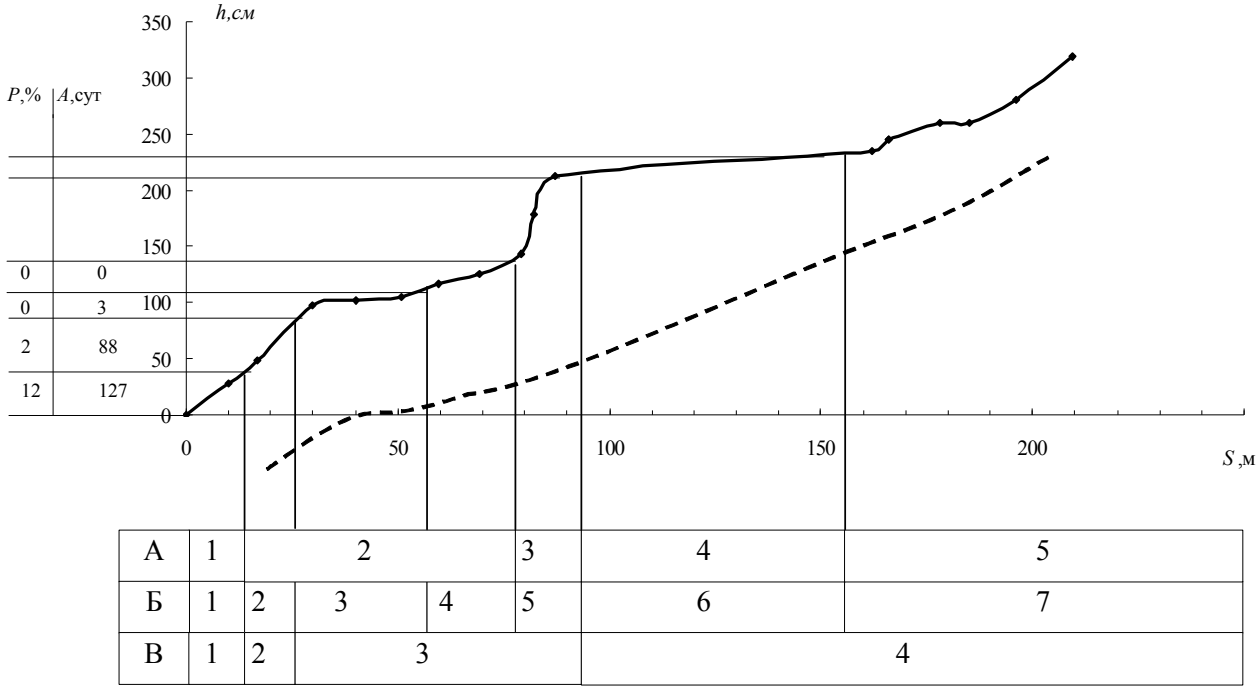


Рис. 3. Профиль в районе аншлага Природного парка "Цимлянские пески", от УВ в заливе. А. Элементы рельефа: 1 – пляж, 2 –прирусловой вал, 3 – бровка надпойменной террасы, 4 – надпойменная терраса, 5 – плакор. Б. Растительность: 1 – ветловый пойменный лес, 2 – ситняговое сообщество, 3 – мятликово-вейниковый луг с разнотравьем, 4 – мятликово-овсяницевое сообщество с разнотравьем, 5 – разнотравно-овсяницевое, 6 – овсяницево-житняковое с подмаренником русским, 7 – сочетание разнотравно-мятликового и овсянницево-житнякового сообществ. В. Почвы песчанистые: 1, 5 - светло-серые слабопрогумусированные; 2-3 – оглеенные; 4 – темно-серые с признаками смены ОВП. Р,% – обеспеченность уровня, А, сут – продолжительность заливания (подробнее – далее в тексте).

Fig. 3. Profile in the area of Nature Park "Cymlanskie peski", from the water level in the bay. A. Character of the relief: 1 – beach; 2 – levee; 3 – edge of the floodplain terrace; 4 – floodplain terrace; 5 – steppe. B. Vegetation: 1 – *Salix alba* alluvial forest, 2 – *Eleocharis palustris* community; 3 – *Poa angustifolia+Calamagrostis epigeios* meadow with motley grass; 4 – *Poa angustifolia+ Festuca beckeri* with motley grass; 5 - motley grass with *Festuca beckeri*; 6 – *Festuca beckeri+ Agropyron cristatum* with *Galium verum*; 7 – combination of motley grass with *Poa angustifolia* and *Festuca beckeri+ Agropyron cristatum* communities; B. Sandy soils: 1, 5 – light grey low humus soils; 2-3 soils with clay; 4 – dark grey soils with oxidation-reduction reaction. P,% - probability of water level, A, days – duration of flooding (in detail in the text).

Растительность наиболее чутко реагирует на изменение среды под влиянием водного фактора и отражает его типичное сезонное состояние. На участках побережья со сходными абиотическими условиями сформировались определенные типы элементарных природно-территориальных комплексов, которые достаточно хорошо индицировались растительными сообществами по характеру реакции последних на изменения водной среды. Изучались модельные участки в центре каждого растительного контура, отражающие все ландшафтное разнообразие территории (рис. 3): элементы рельефа (пляж, прирусловой вал, бровка надпойменной террасы, надпойменная терраса, плакор); растительность лесных, луговых и разнотравных сообществ (*Salix alba; Eleocharis palustris, Alisma plantago-aquatica, Bidens tripartita, Butomus umbellatus; Calamagrostis epigeios, Poa angustifolia, Cichorium intybus, Coronilla varia, Dichostylis micheliana, Galium verum, Genista tinctoria, Melandrium album, Phleum pratense, Plantago lanceolata; Festuca beckeri, Poa angustifolia, Ajuga genevensis, Centaurea jacea, Cichorium intybus, Galium verum; Festuca beckeri, Achillea micrantha, Allium inaequale, Ambrosia artemisiifolia, Centaurea jacea, Centaurium erythraea, Cichorium intybus; Festuca valesiaca, Agropyron desertorum, Galium verum*); почвы песчанистые (светло-серые слабопрогумусированные, оглеенные, темно-серые с признаками смены ОВП). Отмечался характер переувлажнения (здесь заливной и почвенно-грунтовый).

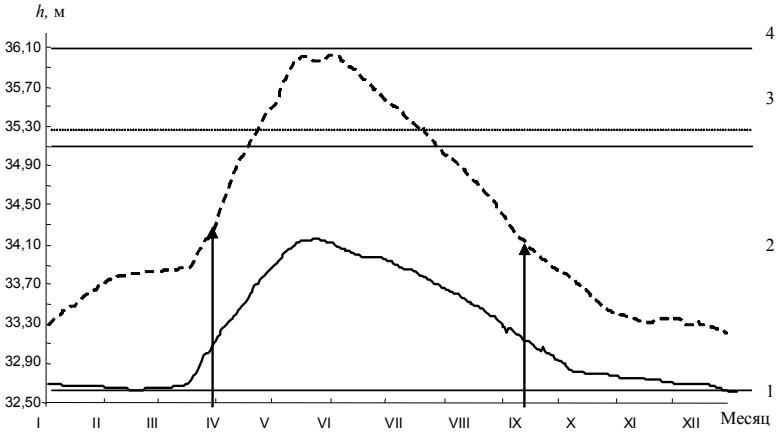


Рис. 4. График изменения уровня водохранилища за маловодный 1997 (сплошная линия) и многоводный 1994 годы (прерывистая линия). Стрелками ограничен вегетационный период. Горизонтальные сплошные линии – границы блоков экотона вода-суша: 1 – аквальный, 2 – флуктуационный, 3 – динамический, 4 - дистантный. Горизонтальная прерывистая линия – УВ в сезон исследований. **Fig. 4.** Graph of water level fluctuation in the low water year - 1997 (continuous line) and high water year – 1994 (interrupted line). Arrow shows limitation of vegetation period. Horizontal continuous line – the borders of ecoton's blocs: 1 – water bloc; 2 – bloc of fluctuation; 3 – dynamic bloc; 4 – distant bloc, 5 – marginal bloc. Horizontal interrupted line is water level in the time of the field works.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Как видно из рис.4 за 10 лет максимальный подъем уровня Цимлянского водохранилища до 36.01 м (здесь и далее абсолютные значения по балтийской системе - БС) отмечался в мае 1994 г., а минимальный 32.5 м – в марте 1997 и январе 1998 г. На основании графика изменения уровня водохранилища с 1994 по 2003 гг. были определены основные блоки экотонной системы: флуктуационный, динамический, дистантный и маргинальный. К флуктуационному блоку относится участок суши, располагающийся между высотными отметками 32.6 м и 34.2 м, который подвергается ежегодному заливанию.

Динамический блок – участок суши, который заливается с различной частотой, располагается между высотными отметками 34.2 м и 36.01 м. К дистантному блоку относится территория побережья водохранилища, не заливаемая его водами, но испытывающая воздействие через подпор грунтовых вод. Максимальный уровень стояния вод, который случается раз в несколько десятилетий, иногда маркируется уступом в рельефе

и поясом кустарников. Дистантный блок начинается с максимальной отметки, которая хотя бы раз подвергалась заливанию (36.01 м) и заканчивается на высотных отметках 39 м. Верхняя граница этого блока проведена условно, исходя из существующего мнения о глубине залегания грунтовых вод, где они более не участвуют в почвообразовательном процессе. Здесь отмечались участки сильного, среднего и слабого подтопления в зависимости от положения уровня грунтовых вод, располагающихся соответственно на глубине 0-0.5 м; 0.5-1.5 м; 1.5-3 м и очень слабого воздействия при уровне грунтовых вод от 3 м до 5 м. Маргинальный блок экотонной системы начинается здесь выше 39 м, где видовой состав зональной растительности изменен видами-мигрантами из предшествующих блоков с азональной растительностью. Именно такое рассмотрение структуры побережий позволяет оценить гидрологическое взаимодействие водоема и окружающей суши.

На основе данных Росгидромета была проведена статистическая обработка результатов, по ежедневному изменению отметок уровня водохранилища за 10 лет и определены продолжительность и обеспеченность уровня заливания разных высотных отметок (рис. 5). Эти характеристики динамики уровенного режима водохранилища вычислялись на основе стандартных гидрологических формул (Лучшева, 1983).

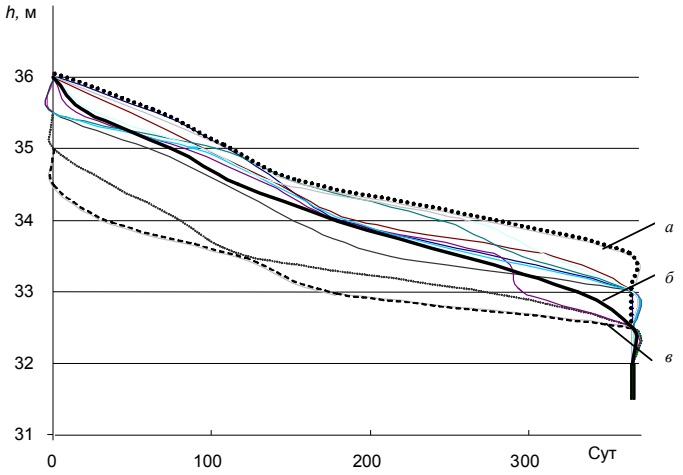


Рис. 5. Продолжительность паводкового заливания основных высотных отметок за 1994 – 2003 гг., кривые; а – максимальные, б – средние, в - минимальные величины.

Fig. 5. Duration of flooding for the high marks for the 1994-2003 years, curves: a – maximum, b – middle, в – minimum meaning.

Обеспеченность определяется как количество случаев достижения уровнем вод данной высотной отметки за весь период наблюдений (здесь – 10 лет). P = (n-0.3)/(D+0.4)100%, где P – обеспеченность уровня, %, n – номер в ранжированном ряду, D – количество дат наблюдений.

Продолжительность определяют как время стояния вод водохранилища на данной отметке в течение года (среднее за период наблюдений, рис. 5) по формуле: A = m/N, где A – продолжительность, сут, m – количество дней стояния воды на данной отметке (за период наблюдений), N – период наблюдений, годы. Последняя формула применялась к данным из сводной таблицы.

Как видно на рисунке 5, уровень 32.50 м – минимальная отметка, до которой снижался уровень водохранилища. Ниже ее – территория, находящаяся под водой постоянно. Этот уровень – верхняя граница аквального блока экотона, что отражено на графике прямолинейным участком суммарной кривой в том же диапазоне высот.

Изменение уровня водохранилища оказывает особенно сильное влияние на прибрежную растительность в вегетационный сезон (апрель – октябрь). В это время уровень водохранилища колеблется в диапазоне 32.50 м – 36.01 м (по данным за 10 лет).

В годы с низким уровнем воды зона сработки водохранилища начинает зарастать влаголюбивой растительностью, которая может закрепиться, если последующие годы будут также маловодными или смениться водной растительностью, если уровень воды окажется высоким. Этот диапазон по высоте состоит из двух частей экотона вода-суша:

флуктуационного и динамического блоков. Для – флуктуационного (32.5 – 35.0 м), характерно ежегодное заливание паводковыми водами на продолжительные сроки (> 250 сут/год) – на рисунке 5 – зона сработки; для – динамического (35.0 – 36.0 м) – заливание не каждый год со средней продолжительностью 75 сут/год.

Влияние водохранилища на прилегающую территорию простирается и за пределами динамического блока через грунтовые воды (ГВ) за счет подпора их выходов на побережье водохранилища (Вендров и др., 1968; Вендров, Дьяконов, 1976). Сток ГВ может замедляться и даже обращаться, подтапливая прилегающие территории. Отсюда (с отметки 36.0 м) начинается дистантный блок, длящийся до границы влияния ГВ, определенной глубиной до 3 м. На этой глубине ГВ еще доступны большинству растений вследствие капиллярного подъема воды. Высотные отметки этой границы могут значительно отличатся в разных ландшафтах. В зависимости от литологии почв данного блока (песчаные или глинистые) высота капиллярного подъема колеблется, изменяется и граница дистантного блока экотона.

За границей доступности ГВ – начинается маргинальный блок, динамика растительности в котором, опосредована динамикой в предыдущих блоках экотона, за счет видов-вселенцев. По мере удаления от водохранилища растительность этого блока становится типичной – зональной. Таким образом, верхняя граница этого блока должна быть размыта.

На исследованных профилях флуктуационный блок не представлен, так как в сезон наблюдений он затоплен (рис. 5).

Динамический блок в полном соответствии с названием – весьма разнообразен для различных ландшафтов, в которых закладывались ЦП (табл.). Протяженность блока (рис. 6) варьирует: от 1 м (ЦП-3) до 150 м (ЦП-2, 6, 7) в зависимости от крутизны склона. Крутые склоны побережья отмечались в равнинных ландшафтах. Сельскохозяйственное использование земель этого блока практически отсутствует. Наиболее стабильной характеристикой блока оказываются элементы рельефа, к которым он приурочен, основной – это пляж водохранилища; прирусловой вал, переходящий в пойменную террасу характерен в этом блоке для ландшафтов поймы и низких террас.

Почвы на профиле разнообразны, но, вне зависимости от блока экотона, довольно однородны вдоль профиля и, следовательно, мало трансформированы под влиянием водохранилища. Глубина грунтовых вод колеблется от 70 до 150 см от поверхности почвы. Растительность весьма разнообразна, при общем гидрофильном характере сообществ – уровенный режим водохранилища обеспечивает заливной характер переувлажнения. Для открытых участков наиболее стабильно встречающимся видом оказывается – мята (*Mentha arvensis*). На разнообразии растительности в данном блоке сказывается множество факторов: характер и степень засоления почв, положение по отношению к основному ложу водохранилища – отсутствие волнобойных явлений для заливов и бухт, крутизна склонов. Таким образом, здесь можно встретить разнообразные лесные сообщества: аморфо-ясеневый лес в бухтах (ЦП-1); ивово-тополевый пойменный лес на побережьях заливов (ЦП-7); ветловый пойменный лес в старицах (ЦП-8) и разнообразные луга.

Дистантный блок представлен в основном надпойменными террасами или крутыми склонами берега водохранилища для плоских и пологоволнистых равнин, с широкими балками; в придолинных частях с оврагами, эрозионными бороздами, с западинным микрорельефом, с сельскохозяйственными землями, участками злаковых и полынно-злаковых степей (ЦП-3,4,5). Лишь для пойменных ландшафтов с низкими террасами (ЦП-7) – этот блок встречается на пойменной террасе. Такое "понижение" его положения есть основания связывать с характером почв. Песчаные почвы слабее удерживают почвенную влагу и, несмотря на достаточно высокий уровень грунтовых вод (1-2 м), не обеспечивают капиллярный подъем влаги на ту же высоту, что и глинистые почвы. Протяженность блока (рис. 6) сильно варьирует от 10м (ЦП-4,5) до 450м (ЦП-2,6) в зависимости от крутизны

склона и вида ландшафта. Наиболее пологие склоны побережья отмечались в пойменных ландшафтах. Сельскохозяйственное использование земель этого блока практически отсутствует. Однако возможно их использование под пастбища и сенокос, с учетом степени засоления этих почв. Этот блок экотонной системы в разных ландшафтных условиях претерпел различную степень трансформации. В пойменных и террасных ландшафтах сохраняются черты оглеения и прошлой луговости. В ландшафтах плакорных равнин трансформирована растительность, в то время как почвы слабо отражают неогидроморфные процессы. В дистантном блоке ГВ располагаются довольно близко к поверхности (в пределах 3 м) и поэтому растительность несет следы дополнительного увлажнения.

Таблица. Характеристика динамического блока экотона вода-суша. **Table.** Characterisation of the dynamic block of the water-terrestrial ecotone.

№ ЦП	Почвы	Глубина залегания грунтовых вод, см	Характер переувлажнения	Элементы рельефа в составе блока
1	Лугово-каштановая карбонатная глееватая мощная среднесуглинистая на лессовидном суглинке	1 -120 (*h*65)	Заливной	Пляж
2	Темно-каштановая среднемощная среднесмытая, среднесуглинистая на лессовидном суглинке	1 –70 (*h*47), 2 – 70 (*h*90)	Почвенно-грунтовое и заливной	Пляж
4	Каштановая среднемощная среднесуглинистая на лессовидном суглинке	1 – 140 (*h*52)	Заливной	Пляж
5	Каштановая неполноразвитая карбонатная глееватая среднесулинистая на желто-буром суглинке, подстилаемым зеленой глиной	1 – 150 (*h*68)	Заливной	Пляж
6	Каштановая остаточно-луговая карбонатная, мощная среднесуглинистая на желто-бурой глине или каштановая остаточно-луговая карбонатная, намытая среднесуглинистая на желто-бурой глине	1 – 80 (*h*12), 2 – 130 (*h*72), 3 - 130 (*h*90)	Заливной	Пляж, прирусловой вал, переходящий в пойменную террасу
7	Песчанистые почвы темно-серые с признаками смены ОВП	1 – 90 (*h*26), 2 – 110 (*h*54), 3 – 90 (*h*105)	Заливной	Песчаный пляж со следами выпаса, прирусловой вал, склон террасы
8	Песчанистые почвы светло-серые слабо прогумусированные или слабопрогумусированные оглеенные	1 – 110 (*h*28), 2 - 100 (*h*98)	Заливной и почвенно-грунтовый	Пляж, прирусловой вал

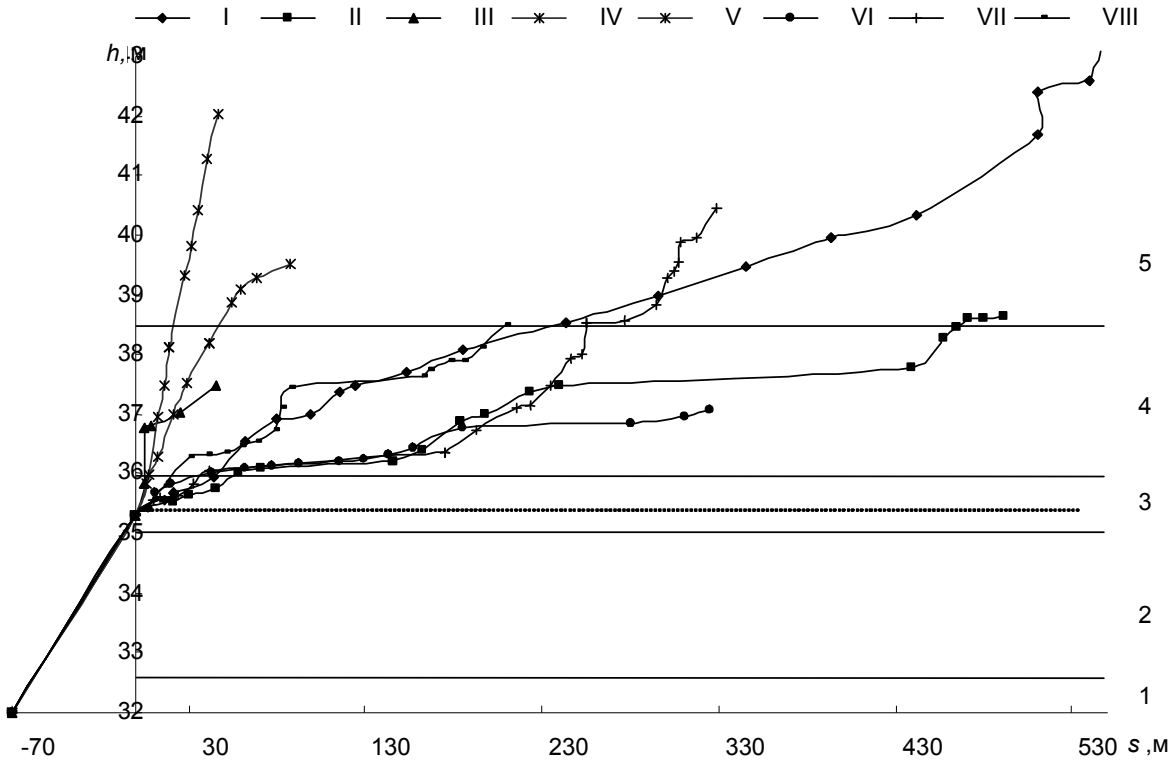


Рис. 6. Размещение участков топо-экологических профилей в блоках экотона вода-суша. Горизонтальные сплошные линии – границы блоков экотона вода-суша: 1 – аквальный, 2 – флуктуационный, 3 - динамический, 4 – дистантный, 5 - маргинальный. Горизонтальная прерывистая линия – УВ в сезон исследований. I-VIII – номера профилей (ЦП 1-8 соответственно). Ландшафты для профилей ЦП4 и ЦП5 – 255о; (ЦП3 – 239б); (ЦП6 – 239б), ЦП1, ЦП2 – 255ч, ЦП7, ЦП8 – 251а указаны как на ландшафтной карте (рис. 1). Скобки поставлены для несоответствующих карте ландшафтов на местности. **Fig. 6.** Distribution of Cymla-profiles outlines in the blocs of ecoton water - dry-land. Horizontal continuous lines is borders of the ecoton's blocs: 1 – water bloc; 2 – bloc of fluctuation; 3 – dynamic bloc; 4 – distant bloc, 5 – marginal bloc. Horizontal discontinuous line – water level in the period of filed works. I-VIII (1-8) in accordance. Landscapes for the profiles CP4, CP5 – 255o, (CP3 – 239б), (ЦП6 – 239б), CP1, CP2 – 255ч, CP7, CP8 – 251a indicate like on landscape map (fig. 1). Brackets for the dissociable for the map landscapes on the locality.

Маргинальный блок находится на плакорах для плоских и пологоволнистых равнин, с широкими балками, в придолинных частях с оврагами, эрозионными бороздами, с западинным микрорельефом, с сельскохозяйственными землями, участками злаковых и полынно-злаковых степей (ЦП-3, 4, 5). Для поймы и низких террас, плоских и гривисто-западинных; с руслами, протоками, с редкими небольшими участками дубовых и ольховых лесов, массивами лугов, участками сельскохозяйственных земель маргинальный блок крайне удален. Протяженность данного блока весьма значительна – на отдельных профилях прослежена до 200 м (ЦП-1). Как правило, в этом блоке располагаются пахотные земли. Маргинальный блок прослежен только на плакорных ландшафтах, где грунтовые воды заглубляются ниже 3-5 м. Здесь природные комплексы представлены зональными типами.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований показали, что характер и степень трансформирующего воздействия Цимлянского водохранилища на побережье определяется в первую очередь рельефом, литологией и соответствующим растительным фоном.

За прошедшие 50 лет на побережье сформировалось две зоны влияния водохранилища на коренной берег, соответствующие двум блокам экотона вода-суша: динамическому и дистантному, где происходит заливание паводковыми водами, а уровень ГВ не опускается ниже 3 м.

В динамическом блоке, изменение уреза вод в течение сезона могут достигать 1м от среднего за вегетационный период. Здесь на всех профилях наблюдается смена степной растительности на луговую. Почвы также становятся луговыми.

Экспериментальные полевые исследования 2004 г. позволили рассмотреть экотонные системы побережий Цимлянского водохранилища, формирующиеся на всех семи видах прилегающих ландшафтов.

Для них характерна сходная и типичная структура экотона вода-суша. Флуктуационный блок является зоной сезонной сработки водохранилища и практически лишен растительности. В отдельные годы происходит обнажение дна на ширину до 1.5 км вблизи Природного парка "Цимлянские пески", в результате чего формируются подвижные эоловые образования. Наиболее полное ландшафтное выражение флуктуационный блок получил на побережье, сложенном песчаными отложениями. Наименьшее – на побережьях с обрывистыми берегами, сложенных плотными породами.

Для более успешного решения проблемы укрепления эродирующих участков береговой линии предлагается ввести дистанционный мониторинг динамики растительного покрова как индикатора экзогенных процессов: локального усиления абразии берегов (волнобойные явления), перевыпаса скота на эродирующих участках побережья, неисправной канализационной система населенных пунктов и баз отдыха на побережье и др. видов антропогенного воздействия. Наряду с широко используемыми методами, перспективно укрепление береговой линии и насыпей, с помощью растительности, что потребует выдерживать определенный уровенный режим водохранилища. В дальнейшем возможен "автокаталитический" эффект – сформировавшаяся растительность становится менее чувствительной к кратковременным колебаниям уровня зеркала вод, формируя устойчивую микросреду на проблемных участках побережья.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ № 06-05-64159 «Современный гидроморфизм и биоразнообразие степной зоны» и Отделения наук о Земле РАН № 12 «Современный гидроморфизм на юге России: тенденции развития и прогноз изменений».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богуш И.А., Калинченко В.М., Третьяк А.Я.* Исследования современной динамики геологической среды района Ростовской АЭС // Проблемы развития атомной энергетики на Дону. Ростов-на-Дону, 2000. Т.1. С. 105-118.
2. Ве*ндров С.Л., Авакян А.Б., Дьяконов К.Н., Ретеюм А.Ю.* Роль водохранилищ в изменении природных условий. М.: Знание, 1968. 46 с.
3. *Вендров С.Л., Дьяконов К.Н.* Водохранилища и окружающая природная среда. М.: Наука, 1976. 136 с.
4. *Давыдов М.Г., Клименко Г.Г., Поваров В.П.* Программа радиологического мониторинга наземных экосистем района расположения Ростовской АЭС // Проблемы развития атомной энергетики на Дону. Ростов-на-Дону, 2000. Т.2. С. 181-190.

5. *Зайдельман Ф.Р. Тюльпанов В.И., Ангелов Е.Н., Давыдов А.И.* Почвы мочарных ладшафтов – формирование, агроэкология и мелиорация. М.: Изд-во МГУ, 1998. 160 с.
6. Ландшафтная карта СССР. М 1 : 2500000 / Под общ. ред. Гудилина И.С. М: ГУГК, 1987.
7. *Лучшева А.А.* Практическая гидрометрия. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 424 с.
8. Микроочаговые процессы – индикаторы дестабилизированной среды / Под ред. Новиковой Н.М. М.: РАСХН, 2000. 193 с.
9. *Осипов В.И., Кутепов В.М.* Геологическая среда и учет ее особенностей в проекте строительства Ростовской АЭС // Проблемы развития атомной энергетики на Дону. Ростов-на-Дону, 2000.Т.1. С. 106-115.
10. Цимлянское, водораздельные и Манычские водохранилища / Под ред. Знаменского В.А., Гейтенко В.М. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 203 с.
11. Экотоны в биосфере / Под ред. Залетаева В.С. М.: РАСХН, 1997. 329 с.
12. Юго-Восток Европейской части СССР / Под ред. Герасимова И.П. М.: Наука, 1971. 459 с.

METHODS OF REVEALING OF COMPOSITION AND STRUCTURE WITHIN WATER-TERRESTRIAL ECOTON AT THE COASTS OF CYMLA RESERVIOR

© 2006. T.V. Balyuk, A.V.Kutuzov

Water Problems Institute of the Russian Academy of Science
119991 Moscow, Goubkina Str., 3

The paper presents analysis of the results of the ecological field works of the relationsships between water regime of the man-made water reservoir and terrestrial ecosystems of the different landscapes of the coasts. For this target the ecoton conception was applied. GIS techniques and the satellite images was used. It was shown, that for 50 years of the Cymla lifetime the deep transformation of the vegetation and small changes in the soil cover took place.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

УДК 626.814

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОТОННОЙ КОНЦЕПЦИИ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

© 2006 г. Ж.В.Кузьмина, Н.М.Новикова, С.А.Подольский

Институт водных проблем Российской академии наук
119991 Москва ГСП-1, ул. Губкина, 3

Под термином ”экотон” понимают переходные, граничные пространства (территории) между различными природными системами (экосистемами, ландшафтами, зонами), между природными и антропогенными системами и между различными средами (вода-суша). В данном случае речь идет об экотонных системах “вода-суша”, которые формируются на побережьях водных объектов – естественных и искусственных водоемов, каналов, рек.

Экотоны – рельно существующие системы, связанные прямыми и обратными связями с водным объектом и представление об их свойствах весьма перспективно для использования при обосновании выделения природных границ водоохранных зон. Их функции в биосфере связывают с ролью мембран, буфера, рефугиума и коридора для ряда организмов.

Экотонная концепция подразумевает рассмотрение взаимодействия водоемов (реки, озера, водохранилища) с прилегающими территориями на основе выделения специфических территориальных структур, на которых в наибольшей степени проявляются ведущие процессы этих взаимодействий. Экотонная концепция выделения водоохранных зон во-первых - учитывает динамические изменения в природных системах и во-вторых – отдает полный приоритет биологическим объектам.

Под биологическими объектами мы понимаем не только экосистемы со всем присущим им набором флоры и фауны, но так же и человека, как биологическое существо, который нуждается, в первую очередь, в качественной питьевой воде.

Под динамическими изменениями в природных системах мы понимаем климатические, гидрологические и ландшафтные изменений, происходящие, как в процессе антропогенной деятельности локального (изменения УГВ, альбедо подстилающей поверхности, растительного и почвенного покровов при вырубках, пожарах, транспортных нагрузках, застройке, загрязнение поверхности водоемов и земель и др.) или регионального порядка (изменения уровня воды в реках и УГВ при зарегулировании стока, при создании каскадов водохранилищ и плотин, в том числе низконапорных, перераспределение водных ресурсов, осушение болот, сокращение площадей мелиорируемых земель, загрязнение вод в реках и каналах, в том числе повышение их минерализации и др.), так и в процессе естественных или условно-естественных изменений регионального или глобального характера (изменения климата, в том числе столетние флутуации, изменение радиационного баланса Земли и др.), которые приводят к значительным структурным и пространственным сдвигам в сложившихся экосистемах, включая все ее компоненты (растительный, животный мир, человек).

При разработке и планировании водоохранных зон и определении режимов использования их территорий, необходимо принимать во внимание, что пойменные экосистемы интразональны. Это означает, что в их развитии и функционировании главным является гидрологический фактор. В естественных природных условиях гидрологический режим реки определяет режим грунтовых вод в пойме и водный режим пойменных биотопов, формирование и функционирование экосистем. Поэтому при экологическом обос-

новании выделении водоохранной зоны водных объектов с измененным гидрологическим режимом следует, в первую очередь, учитывать возможные изменения в водном режиме биотопов, а именно: возникновение изменений в частоте и длительности поемного заливания, а также изменений внутригодовой и многолетней амплитуды колебания УГВ в пойме, которые со временем, (уже спустя 20 лет) после введения в строй гидротехнического объекта, могут полностью изменить структуру, характер и целостность имевшихся первоначально пойменных экосистем, вплоть до изменения ландшафтного облика территории (Кузьмина, 2005; Kouzmina, 2004; Kouzmina et al., 2005; Кузьмина, Трешкин, 2001).

На основании большого опыта собственных исследований в различных регионах России, Западной Европы, Средней Азии и Дальнего Востока авторы пришли к выводу, что при выделении водоохранных зон необходим поиск связей и зависимостей показателей режима речного стока с эколого-физиологическими показателями состояния не только водных и “прибрежноводных”, но в большей степени пойменных (наземных) экосистем, экотонов и пойменного ландшафта в целом. Главным биологическим критерием пределов допустимости антропогенной нагрузки на водоохранные зоны является сохранение биологического разнообразия и биологической продуктивности экосистем на всех уровнях их организации, которое невозможно без поддержания естественной структуры и устойчивого функционирования этих экосистем в бассейне реки. Сегодня стало ясно – сохранение абсолютно всех экосистем в естественном виде при антропогенном регулировании стока (на объектах с измененным гидрологическим режимом) – задача неразрешимая. Поэтому необходимо выработать количественные и качественные пределы допустимости нарушений в экотонных - водоохранных зонах, где осуществляется максимальное взаимодействие двух сред вода-суша, для того, что бы не произошло катастрофических изменений их экосистем. Исходя из этих позиций, для водоохранных зон были разработаны *биологические критерии* допустимых масштабов изменений, которые включают в себя:

- сохранение речных пойм и частей долин, играющих роль магистральных экологических коридоров и участвующих в межрегиональном обмене элементами флоры и фауны;
- сохранение основных миграционных путей наземных животных в местах их пересечения с водными объектами (речными поймами, долинами, озерами и т.д.);
- сохранение основного разнообразия интразональных и экстразональных экосистем на участках пойм в верхних и нижних бьефах гидроузлов;
- сохранение в пределах бассейнов зарегулированных рек основного спектра биологических видов, особенно пойменных и надпойменных террас;
- сохранение популяций, находящихся вблизи границ видовых ареалов;
- сохранение допустимой естественной многолетней изменчивости пойменных экосистем выше и ниже водохранилищ (и других искусственных водоемов).

Размеры наземных участков (водоохранных зон) должны обосновываться для каждого конкретного случая отдельно, с учетом всех перечисленных выше биологических критериев. При этом экологические нормы размеров водоохранных зон водных объектов должны определяться большей частью не только в зависимости от длины реки или площади водного зеркала водоема, а с учетом, как биологических критериев, так и *многоступенчатой географической типизации*:

- водоемы различной величины (реки, озера, водохранилища и др.; малых, средних, больших размеров и т.д.),
- водоемов различной геоморфологической приуроченности (равнинных и горных),
- различных участков водоемов (верхнее, нижнее, среднее течение, устье, дельты рек; верхний, нижний бьеф у водохранилищ и т.д.),

• водоемов различных природно-климатических зон,

• водоемов различной степени зарегулированности (естественные и с измененным гидрологическим режимом в разных степенях),

• водоемов с различными трендами многолетней динамики водности, т.е. для водоемов находящихся в условно стабильных или резко изменяющихся климатических условиях,

• водоемов, находящихся на территориях с различной степенью и характером сельскохозяйственного освоения.

Существенным приоритетным биологическим критерием при обосновании и выделении водоохранных зон, и, особенно, при установлении размеров прибрежных защитных полос, которые сегодня не превышают 100 м от уреза воды, является *природоохранная ценность пойменных и прибрежных территорий* (Подольский и др., 2004), которая определяется прежде всего:

- наличием ООПТ (особо охраняемых природных территорий),
- наличием реликтовых видов и сообществ,
- наличием редких и исчезающих видов и сообществ,
- наличием ценных для селекции видов флоры и фауны (генофонд).

Таким образом, при разработке экологического обоснования выделения водоохранной зоны и нормирования режимов использования ее территории последовательно решаются несколько задач:

• установление механизмов воздействия различных видов антропогенной деятельности на режим речного стока, на компоненты наземных экосистем и на всю территорию предполагаемой водоохранной зоны в целом;

• выявление лимитирующих факторов и их значения для устойчивого развития экосистем и экотонов речных пойм в соответствии с многоступенчатой географической типизацией, различной природоохранной ценностью территорий и биологических критериев допустимых масштабов антропогенных изменений;

• комплексный анализ и оценка биологических и географических критериев и факторов устойчивости экосистем и экотонной системы водных объектов.

В результате наших исследований удалось установить основные биологические показатели-индикаторы устойчивости экосистем и экотонной системы водных объектов с измененным гидрологическим режимом, которые могут быть выражены количественными характеристиками:

• наличие первичных сукцессий на первичных формах пойменного ландшафта;

• наличие различий в составе и структуре экосистем на разных экологических (пойменных) уровнях;

• наличие ежегодной изменчивости (флуктуаций) видового состава сообществ;

• сохранение основного видового разнообразия экосистем и их продуктивности в пределах географически зональных норм.

Установлено, что полное отсутствие отмелей, пляжей, побочней и осередков на реках, приводит к выпадению важных звеньев-экосистем из полночленного пойменного комплекса, а в отдельных случаях – и к прекращение эволюционного развития пойменного ландшафта (Балюк, 2005).

Даные нашего мониторинга, касающиеся состава и структуры пойменных экосистем, показали, что высокая флуктуационная изменчивость в растительном сообществе является индикатором сохранности и устойчивости экосистемы. При этом присутствие постоянных видов растений в сообществах в размере менее 70% (в среднем 55-60%) от ежегодной флоры отдельной модельной площади указывает на удовлетворительное состояние наземной пойменной экосистемы и естественный характер флуктуаций в ней. Если в пойменных сообществах процент постоянных видов растений превышает предельно допустимый уровень в 70% - экосистемы следует считать антропогеннонарушенными, для

них следует разрабатывать специальные меры реабилитации (Новикова и др., 2005). Нами были установлены количественные показатели пределов критических нарушений для всего долинного комплекса, подверженного гидротехническому воздействию (Кузьмина, 2005; Новикова, 1999; Novikova et al., 2001*)*. Вне зависимости от физико-географической зональности и морфологических особенностей зарегулированных водных объектов, для сохранения целостности всего комплекса (набора) их экосистем необходимо сохранение не менее 75% сообществ от общего числа наименьших таксономических рангов (например ассоциаций) из полного состава сообществ общей динамической системы региона в пределах бассейна зарегулированного водного объекта. При этом не должны быть полностью уничтожены целые формации сообществ (и/или экосистем) или более крупные таксономические категории растительности или животного населения.

Для сохранения основного фаунистического и флористического разнообразия экосистем и их продуктивности при обосновании выделения водоохранных зон должны быть сохранены магистральные переходы (броды) через водоемы (русла рек, каналов и др.), которые являются экологическими коридорами, обеспечивающими обмен элементов флоры и фауны на межрегиональном уровне. Мигрирующим животным для этих переходов необходимы участки не измененной поймы с относительно выположенными коренными берегами. Данное обстоятельство существенно расширяет границы выделяемой водоохранной зоны. Эспериментальные исследования показали, что перекрытие миграционных путей лося и косули водохранилищем (например Зейским) снизило их поголовье от 3 до 10 раз (Подольский и др., 2005).

ВЫВОДЫ

Водоохранная зона водных объектов должна выделяться на основании многоступенчатой географической типизации, с безусловным учетом биологических критериев допустимых масштабов изменений и природоохранной ценности территорий.

При разработке экологического обоснования выделения водоохранной зоны и нормирования режимов использования ее территории после установления механизмов антропогенного воздействия и выявления лимитирующих факторов развиятия экосистем должен быть проведен комплексный анализ и оценка критериев и факторов устойчивости экотонной системы водного объекта.

При выделении водоохранных зон должен учитываться также динамический принцип функционирования геосистем, как на локальном, так и на региональном уровнях. Выделение водоохранных зон водных объектов с естественным гидрологическим режимом на территориях подверженных резким климатическим сдвигам должно учитывать возможность быстрого территориального изменения границ водоохранной зоны в связи с последующим изменением водности объекта. Выделение водоохранных зон водных объектов с измененным гидрологическим режимом должно учитывать динамическую возможность перестройки части пойменных экоситем за счет включения в себя определенной доли экосистем надпойменных террас, для чего некоторая часть последних также должна входить в водоохранную зону (а не только склоны надпойменных террас).

Во всех без исключения случаях весь комплекс пойменных экосистем, вне зависимости от протяженности поймы на местности, должен быть включен в водоохранную зону водных объектов, поскольку является целостной экотонной системой “вода-суша”.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ № 06-05-64159 «Современный гидроморфизм и биоразнообразие степной зоны» и Отделения наук о Земле РАН № 12 «Современный гидроморфизм на юге России: тенденции развития и прогноз изменений».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Балюк Т.В.* Формирование экосистем на первичных элементах пойменного рельефа в естественных и антропогенно измененных условиях. М.: РАСХН, 2005. 197 с.
2. *Кузьмина Ж.В.* Оценка последствий изменения режима речного стока для пойменных экосистем при создании малых гидротехнических сооружений на равнинных реках // "Метеорология и гидрология", 2005, №8, С. 89-103.
3. *Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е.* Современное состояние флоры и растительности заповедника "Бадай-Тугай" в связи с изменением гидрологического режима// Ботанический журнал, т.86, №1, 2001, С.73-84.
4. *Новикова Н.М.* Влияние развивающегося водного хозяйства на ботаническое разнообразие аридных районов Средней Азии и юга России / Водные проблемы на пороге нового тысячелетия. М.:Наука, 1999. С. 335-345.
5. *Новикова Н.М., Кузьмина Ж.В., Подольский С.А., Балюк Т.В.* Экологическое обоснование подходов к нормированию регулирования режима речного стока // Поволжский экологический журнал, №3, 2005, С.227-240.
6. *Подольский С.А., Игнатенко С.Ю., Дарман Ю.А., Антонов А.И., Игнатенко Е.В., Кастрикин В.А., Былков А.Ф., Парилов М.П.* Проблемы охраны и изучения диких животных в зоне влияния Бурейского гидроузла. РАСХН, 2004. 132 с.
7. *Подольский С.А., Игнатенко С.Ю., Дарман Ю.А., Антонов А.И., Борисова И.Г., Игнатенко Е.В., Илларионов Г.В., Кастрикин В.А., Парилов М.П., Старченко В.М., Чуб А.В., Яборов Т.В.* Бурейская ГЭС: зона высокого напряжения. WWF-Россия, 2005. 80 с.
8. *Kouzmina J.V. , Treshkin S.Y. , Avetjan S.A., Henrichfreise A.* Assessment of consequences change of river flow regime for floodplain ecosystems under building small and middle hydrotechnical constructions// Journal of Hydrology and Hydromechanics, Prague, Czech Republic, 2005, Vol. 53, No 1, pp. 3-16.
9. *Kouzmina Janna V.* The impact of natural and human-induced changes in the river flow and the climate on flood plain ecosystems in the middle Elbe river basin // Ecological Engineering and Environment Protection, No 2. 2004. pp. 5 -15.
10. *Novikova N.M, Kuz'mina J.V., Dikareva, T.V. et. al.* Reservation of the tugai biocomplexes diversity within the Amu-Darya and Syr-Darya river deltas in conditions of aridization /Ecological research and monitoring of the Aral sea deltas. Book 2. UNESCO 2001. (Pronting Sagraphic, Barcelona, Spain). pp.155-188.

ECOTONE CONCEPTS FOR THE ORGANIZATION OF WATER PROTECTION ZONES AT COASTAL TERRITORIES

© 2006. Zh.V. Kuz'mina, N.M. Novikova, S.A. Podolskyi

*** Water Problems Institute of the Russian Academy of Science*
119991 Moscow, Goubkina Str., 3

In all cases without exception all complex inundated ecosystems, without dependence from extent of floodplaines, should be included in a water-protection zone of water objects as is complete water - terrestrial ecotone system.

On the basis of wide experience of own researches in various regions of Russia, the Western Europe, Central Asia and the Far East authors came to a conclusion, that at allocation of water protection zones search of connections and dependences of parameters of a mode of a river drain with ecologo-physiological parameters of a condition not only water and submerged, but in the greater degree inundated terrestrial ecosystems within ecotones and an inundated landscape as a whole is necessary. The main biological criterion of limits of an admissibility of anthropogenous loading on water-security zones is preservation of a biological diversity and biological efficiency of ecosystems at all levels of their organization which is impossible without maintenance of natural structure and steady functioning of these ecosystems within a river basin under support of ecotones structure and functionality.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 626.814

ЭКОТОНЫ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ

© 2006 г. Э.Н. Сохина*, Т.В. Балюк**

**Государственный научно-исследовательский институт озерного и рыбного хозяйства, Волгоград, ул. Пугачевская, 1*

***Институт водных проблем Российской академии наук*

119991 Москва ГСП-1, ул. Губкина, 3

Волго-Ахтубинская пойма входит в ряд экотонных зон крупнейших равнинных рек мира. Эти переходные, граничные пространства имеют специфическую структуру и служат местом формирования и сохранения видового биологического разнообразия.

Согласно концепции В.С.Залетаева (1997) пойменный водно-наземный экотон представляет собой пространство, структура которого включает ряд блоков-поясов, различающихся рельефом местности, типами русловых процессов, величиной и периодичностью увлажнения, составом видов, динамикой и скоростью реакции биокомплексов на изменения режима водного объекта, режима грунтовых вод и качества воды. На основании указанных различий для пойменных экотонов крупных равнинных рек предложена достаточно универсальная схема структурных блоков, биотическим компонентам каждого из которых свойственен специфический тип динамики (Залетаев, 1997).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Используя концепцию В.С.Залетаева, в натурных условиях в результате крупномасштабных геоморфологических, почвенно-геоботанических, флористических, гидробиологических, орнитологических и ландшафтно-географических исследований в северной части Волго-Ахтубинского экотона выделено пять структурных блоков:

1. Центральный или амфибиальный – полоса прямого контакта воды и суши, - характеризующийся немедленной (инстантной) реакцией на изменения среды и короткопериодичными (в том числе суточными) колебаниями уровня воды.
2. Блок на суше, характеризующийся «флуктационной динамикой» биокомплексов – низкая и средняя пойма, испытывающая регулярное или периодическое затопление.
3. Блок с запаздывающей (дистантной) динамикой биокомплексов и всех природных процессов (пояс высокой поймы), обусловленной изменениями режима грунтовых вод.
4. Маргинальный блок с запаздывающей реакцией, определяемой изменениями биокомплексов под влиянием процессов, происходящих в биоте поймы и на водосборе.
5. Аквальный блок с дистантной динамикой водных биокомплексов, определяемой процессами взаимодействия с биокомплексами первого блока (вынос веществ с суши, распространение загрязнения водным путем).

В таких сложных водно-наземных экотонах, как Волго-Ахтубинская пойма, практически в каждом сегменте можно выделить все пять структурно-динамических блока, но в разной степени развития. В целом для поймы можно наметить определенную приуроченность структурных биогеоценотических блоков к элементам фациально-седиментационного ряда, направленную на смену более молодых, зрелыми сегментами, что неоднократно отмечалось в поймах крупных равнинных рек мира (Ильина, 1992).

Сопряженный анализ ПТК во взаимосвязи с характеристикой основных компонентов среды показали следующее.

На участках поймы со сходными абиотическими условиями формируются определенные типы элементарных ПТК, которые достаточно хорошо индицируются растительными сообществами по характеру реакции последних на изменения водной среды. В то же время элементарные экотонные комплексы разной динамики генетически, функционально и пространственно неразрывно связаны между собой, концентрируясь поясами вокруг водного объекта. Так образуются устойчивые экотонные сочетания, которые формируют структуры ПТК более высоких иерархических уровней. Таким образом, элементарные экотонные комплексы существуют и как части единого целого геоэкотона. По наиболее характерным сообществам и общему ландшафтному облику эту систему в целом предложено называть водно-болотным природным комплексом [ВБПК]* (Залетаев, 1997). ВБПК представляет собой географическую экотонную систему, включающую природные комплексы водных объектов и их береговые зоны, объединенные общностью процессов формирования, территориальной близостью, сопряженностью гидрологического режима и биоценотическими связями. В этом смысле всю Волго-Ахтубинскую пойму можно рассматривать как единый экотонный ВБПК (Сохина, 1993).

Стержнем, объединяющим элементарные ВБПК разного типа в единую систему, является общий источник водного питания. Ядром многих ВБПК с наиболее развитым амфибиальным блоком (обширные мелководья) и инстантной динамикой биокомплексов являются крупные проточные озера наложенного типа, характерные для внутренней поймы (оз. Давыдкино, Чичера, лиманы Петровский и Поповские луга, озера у х. Лопушок и др.). Морфологические и гидрологические характеристики таких озер во многом определяют структуру ВБПК.

В процессе развития поймы озера наложенного типа обычно объединяются в более менее обособленные мелководные озерные системы (Шанцер, 1951), в пределах которых они обычно связаны целым рядом питающих и подводящих проток-ериков и характеризуются взаимосогласованным режимом. Последний обусловлен поступлением воды по одному из основных транзитных «трактов» поймы (рис.).

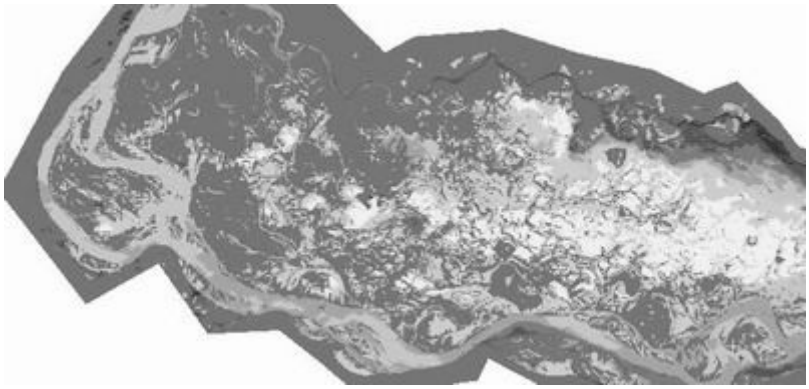


Рис. Распределение паводковых вод на космоснимке 1985 года (T.J.M. van de Ven, 2002).
Fig. Distribution of flo-oding in 1985 year on the satellite image (T.J.M. van de Ven, 2002)

---

*В природоохранной литературе более широко распространен термин водно-болотные угодья (ВБУ), которым называют самые разные виды ВБПК, рассматривая их более узко, только как местообитания птиц водно-болотного комплекса.

По периферии таких озерно-болотных массивов (с преобладанием мелководных акваторий) широко развиты полойные ВБПК с флуктуационной динамикой, а далее - с динамикой, обусловленной преимущественно изменениями режима грунтовых вод (невысокие гривы, «поляны»). Каждая из таких озерно-болотных систем как целостное образование характеризуется определенными особенностями строения и функционирования (Сохина, 1993).

Видовой состав и структура растительности выступают в них индикаторами состояния всего ПТК, а компонентами, наиболее заметно отражающими связь между водными и наземными экосистемами, считают птиц водно-болотного комплекса. Многие крупные водоплавающие птицы (цапли, чайки, лебеди, даже хищные птицы, как орлан-белохвост) используют не отдельные озера, а озерно-болотную систему в целом.

Крупные массивы озерно-болотных комплексы располагаются между ВБПК основных русловых систем («водных трактов», рис.), где амфибиальный блок развит неширокими полосами в молодых, формирующихся в настоящее время экотонах. Иной характер и структуру имеют экотоны в тыловой части поймы. В целом для озерно-болотных ВБПК, где наиболее широко представлены амфибиальные экотоны, не характерное высокое видовое разнообразие растений и животных (за исключением отдельных периодов), но в то же время численность особей отельных видов бывает очень велика и ПТК обладают наиболее высокой биологической продуктивностью. Это основные местообитания гнездящихся и пролетных птиц водно-болотного комплекса.

Кроме концентрации больших масс биоты, обладая развитой зоной мелководий ВБПК амфибиального типа, с одной стороны, фильтруют через себя массы пойменных вод, с другой, - их биокомплексы первыми реагируют на загрязнение водных объектов. Будучи реактивными, они становятся особо чувствительными к экстремальным воздействиям и способны сами стать очагами повышенной экологической опасности.

ВБПК с преобладанием биокомплексов флуктационной динамики (полои), господствуя между озерно-болотными ВБПК, связывая их между собой, обеспечивают континуальность пойменного экотоннного ландшафта и облегчают миграции гидробионтов (основные нерестилища).

Большим видовым и биоценотическим разнообразием выделяются ВБПК с преобладанием маргинальных блоков. Биоразнообразие увеличивается за счет луговых, лесных, степных элементов. Последние не только широко распространены в маргинальных биокомплексах, но и активно проникают в незатапливаемые ежегодными паводками биокомплексы дистантной динамики. Относительно высоким биоразнообразием характеризуются опушечные экотоны пойменных дубрав и сухие луга склонов грив. В маргинальных комплексах влияние плакоров проявляется не только в видовом составе растений, но и в засолении почв и грунтовых вод при недостаточном промывании паводковыми водами. Но здесь уже правомерно говорить об антропогенной динамике пойменных экотонов (Новикова, 2001).

В целом по своей средообразующей роли и разнообразию орнитологического комплекса ВБПК, приуроченные к крупным озерным системам внутренней, реже приречной поймы, выступают как ключевые территории экокаркаса поймы, их следует резервировать и включать в структуру экосети природного парка. Приведенная ниже характеристика отдельных ВБПК подтверждает это.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ № 06-05-64159 «Современный гидроморфизм и биоразнообразие степной зоны» и Отделения наук о Земле РАН № 12 «Современный гидроморфизм на юге России: тенденции развития и прогноз изменений»

Таблица. Основные структурные элементы ПТК Волго-Ахтубинской поймы. **Table.** General structure elements of the Volga-Akhtuba nature complexes.

Типы рельефа пойменных массивов	Типы русловых процессов	Фациально-седиментационный ряд аллювия	Функции пойменных массивов в ландшафтах	Доминирующие растительные сообщества в пределах биокомплекса	Структурные блоки с характерной реакцией биокомплексов на изменение среды (по В.А.Залетаеву, 1997) (генерализованная схема)
1	2	3	4	5	6
1. ПРИРЕЧНАЯ ЗОНА ПОЙМЫ					
Русловой аллювий фации перекатов и плессов: грубые косослоистые пески, пылеватые, иловатые супеси, прослои суглинков.	1.1. Осередки поймы, острова, сложенные островные сегменты с высокими гривами, прирусловыми валами (1.5-5 м), и межгривными понижениями, неустойчивые косы на перекатах, отмели, затоны, «прирусловые дюны» (до 12 м).	Зона современных русловых деформаций Волги: осередково-островная русловая и пойменная многорукавность, осложненная вынужденным незавершенным меандрированием (огибание выступов солянокупольных структур), фуркация главного русла.	Транзит вод, донных и взвешенных осадков, перемещение гидробионтов вниз по течению и в пойменные рукава, интенсивная переработка берегов. Основные места кормежки хищных птиц, нерестилища осетровых.	Пионерная растительность кос и отмелей. Ивняковые и тополевые заросли, сообщества лугового типа из *Lythrum virgatum, Gratiola officinalis*. На гривах обычен *Calamagrostis epigeios*. Сообщества с небольшой флористической емкостью и маленьким проективным покрытием.	Центральный амфибиальный блок прямого максимального контакта двух сред с немедленной реакцией биокомплексов на изменение среды. Характерны амфибиальные биотические сообщества и водные организмы, экологически пластичные с коротким жизненным циклом, способные выживать при временном осушении их местообитаний. Аквальный блок с дистантной реакцией водных биокомплексов, определяемой процессами взаимодействия с амфибиальными биокомплексами, выносом веществ с поверхности суши и распространением загрязнителей водным путем.

Продолжение Таблицы.

Типы рельефа пойменных массивов	Типы русловых процессов	Фациально-седиментационный ряд аллювия	Функции пойменных массивов в ландшафтах	Доминирующие растительные сообщества в пределах биокомплекса	Структурные блоки с характерной реакцией биокомплексов на изменение среды (по В.А.Залетаеву, 1997) (генерализованная схема)
1	2	3	4	5	6
Переход от руслового аллювия к пойменному. Фации аллювия прирусловых отмелей, русловых валов и грив: горизонтально - и косослоистые, линзовидно залегающие пески и супеси, грубые и тонкие, иногда глинистые прослои и линзы, гумусированные прослои и погребенные почвы.	Крупногривистая приречная пойма (приволжская), система прирусловых сегментов, гряд вытянуты параллельно основному руслу (высота от 5-8 до 10 м), межгрядовые понижения, крупные старичные озера.	Незавершенное меандрирование главного русла, его рукавов и крупных протоков («воложки»).	Поступление вод из главного русла в водотоки пойменной многорукавности. Освобождение паводковых вод от грубого терригенного материала. Подпитывание паводковыми водами, в т.ч. грунтовыми, пойменных дубрав.	Парковые дубравы представлены *Quercus robur*, в понижениях *Elaeagnus angustifolia* и *Salix alba* образуют порослевокустарниковые заросли с присутствием луговых сообществ, относящихся к ассоциациям *Bromopsietum inermis*, *Elytrigietum repens*, *Galietum veri*. Значи-тельные площади занимают посадки *Fraxinus sp*. Практически моновидо-вого характера. Старичные озера окружены сообщест-вами околоводной растительности, относящейся к следующим ассоци-ациям: *Scirpetum lacustris, Typhetum angustifoliae, Caricetum gracilis*.	Широкие распространение блока с дистантной, запаздывающей реакцией, обусловленной изменениями режима грунтовых вод. Практически не испытывает поверхностного затопления. Встречаются виды плакорной растительностью, в т.ч. суходольных лугов и древесных пород с широкой экологической амплитудой. Значительна площадь распространения блока с флуктационной динамикой биокомплексов, испытывающих регулярное или периодическое затопление паводковыми водами, и блоков с амфибиальными комплексами.

Продолжение Таблицы.

Типы рельефа пойменных массивов	Типы русловых процессов	Фациально-седиментационн ый ряд аллювия	Функции пойменных массивов в ландшафтах	Доминирующие растительные сообщества в пределах биокомплекса	Структурные блоки с характерной реакцией биокомплексов на изменение среды (по В.А.Залетаеву, 1997) (генерализованная схема)
1	2	3	4	5	6
Аллювий фации приречной поймы: мелкозернистые, нередко глинистые русловые пески рукавов, проток, ериков, перекрытые маломощными горизонтально слоистым супесчано-суглинистым пойменным аллювием, линзы иловатых глин старичной фации аллювия.	Пологогривистая приречная пойма (переходная зона), переработанная второстепенными водотоками (протоками, ериками), сохранились сегменты меандрирования главного русла, широкие выположенные гривы и межгривные понижения в сегментах самой разной ориентации, небольшие старичные озера.	Разные типы меандрирования и фуркации второстепенных водотоков поймы, в т.ч. крупных ериков и проток с образованием поясов меандрирования, активная переработка разновозрастных массивов поймы (пойменная многорукавность)	Проводка паводковых вод к водно-болотным угодьям.	В основном эуксеромезо-фитные луга с *Eryngium planum, Galium verum*. По берегам ериков ассоциации *Caricetum gracilis, Phragmitetum australis* и т.д.	Большую часть площади занимают блоки с флуктационной динамикой биокомплексов (низкие и средние, реже высокие уровни поймы). Характерна хорошо выраженная периодичность биологических процессов, мозаичная структура биоценотического покрова, определяемая микро- и мезорельефом, свойствами грунтов, дисперсность распределения участков с разной степенью увлажнения. Преобладают виды, адаптированные к достаточно длительному затоплению, формирующие быстрые, прерывающиеся сукцессии (определяются флуктациями речного стока). Периодическое формирование примитивных сообществ пионерных видов растений на осушающемся дне временных водоемов. Значительно распространены блоки с амфибиальными биокомплексами

Продолжение Таблицы.

1	2	3	4	5	6
2. ВНУТРЕННЯЯ ЗОНА ПОЙМЫ					
Фации аллювия, переходные от приречной к внутренней пойме: супеси, пересланивающие-ся с опесчанен-ными суглинками приречной поймы, иногда иловатые суглинки внутренней поймы, глинистые линзы и прослои.	Пологоволниста я внутренняя пойма с сегментами слабо меандрирующих ериков, неглубокие межгривные понижения, зарастающие старичные озера.	Пойменная многорукавность, замедление миграции и переработки водотоками разновозрастных массивов поймы, фуркация отдельных проток, свободное меандрирование ериков с малым радиусом излучин.	Глубокая трансформа ция паводковых вод на пути к водно-болотным угодьям.	По берегам ериков обычны ассоциации *Caricetum gracilis, Scirpetum lacustris, Typhetum latifoliae, Phragmitetum communis*. На повышенных участках-эуксерофитные луга с *Elytrigia repens, Bromopsis inermis, Beckmania eruciformis Galium verum, Eryngium planum* и т.д. На более – влажных местообитаниях развиваются мезофитные луга с *Asparagus officinalis, Althea officinalis* и т.д.	Пояс наиболее широкого развития блоков центрального типа с прямым контактом воды и суши с немедленной реакцией биокоплексов на изменения водной среды. Сообщества прибрежных мелководий, погруженных и плавающих растений.
Фации внутрипойме нного аллювия: сизоватые, голубо-ватые оглеенные тяжелые суглинки, реже глины, переработанные ги-пергенными процес-сами: оглеение, засоление, ожелезне-ние, карбонатизация. Фации наложенных озер поймы и полос в горизонтальные тонкослоистые озерные глины и илы, погребенные почвы.	Равнинная плос-кая внутренняя пойма, наиболее древние масси-ы, местами мелкобугристый микрорельеф, обширные неправильной формы озера (наложенные озера), округлые неглубокие западины (0.5-0.7 м), много-численные глу-бокие трещины	Замедление про-цесса аккумуляции в пойменных разливах, полоях, зарастание ериков, часто наследую-щих реликтовые ложа, формиро-вание вторичных водоемов поймы – наложенных озер, несвязанных с рус-ловым аллювием, сложно блужда-ющие ерики, питающие водно-болотные угодья.	Формирован ие полос, подпитыва-ние водно-болотных угодий. Местообита-ния птиц водно-болотного комплекса, нерестилищ а частиковых.	Околоводная раститель-ость представлена ассоци-циями *Eleocharitetum palustris, Caricetum gracilis, Scirpetum lacustris, Sagittario-Sparganietum erecti, Sagittarietum sagittifolia и т.д.* Ассоциации, сложенные водными растениями, представлены *Lemno-Spirodeletum polyrhizae, Lemnetum minoris, Lemnetum trisulcae, Potametum graminei, Potametum perfoliati, Potametum pectinati, Ceratophylletum demersi*.	То же при локальном участии маргинального блока с дистантной динамикой биокомплексов, определяемой изменениями биоценотических цепей под влиянием процессов в биоте экосистем поймы и водосборной территории. Экотонный характер маргинального блока выражен слабо, основу сообществ составляют виды и группировки плакоров, вторжение которых в значительной мере провоцируется антропогенным прессом. Био-омплексы проявляют слабую, запаздывающую реакцию на изменения водной среды. Влияние процессов, связанных с условиями экотона, опосредованное.

Продолжение Таблицы.

1	2	3	4	5	6
Русловый аллювий второстепенных водотоков внутренней поймы: горизонтально слоистые иловатые, тонкие супеси, суглинки, старичные илы, тончайшие наилки фаций разливов мелких ериков, супеси и суглинки фации наложенной поймы.	Мелкогравистая внутренняя пойма с поясами меандрирования мелких проток и ериков, веера их блуждания, превышение грив над межгривными понижениями 1-1.5 м.	Локализованный паводковый сток по «долинам» второстепенных водотоков поймы, свободное меандрирование (блуждание) с полным циклом развития излучин, их сложными деформациями, вынужденное меандрирование ериков, наследующих русла более древних водотоков, местное усиление эрозии и аккумуляции в паводок отдельными ериками, нарушающие общий ход выравнивания рельефа.	Трансформация и доставка ахтубинс-их вод во внутренние массивы поймы; проход частиковых на нерестилища, места кормежки и укрытия птиц водно-болотного комплекса. Локальные вторжения видов флоры, характерные для водораздельных зональных ландшафтов.	Характерны заболоченные луга: *Butometum umbellati, Scirpetum lacustris, Phragmitetum australis* и т.д. Характерны локальные вторжения видов флоры, пришельцев с водораздельных зональных ландшафтов.	Преобладание структурных блоков 3,2 и 5 типов, при локальном участии 1 и 3.
Тонкие пески и супеси руслового аллювия Ахтубы, пылеватые супеси и суглинки пойменной фации, грубые пески фации наложенной поймы, старичные сизые илы.	Гривистые сегменты пояса меандрирования р. Ахтубы. Хорошо выражены веера блуждания с гривами и межгривными понижениями, старичные озера.	Пояс русловых деформаций р. Ахтубы, свободное завершенное меандрирование с полным циклом развития излучин, образование проранов (фуркация), ответвление сложно петляющих ериков.	Транзит русловых, паводковых вод на массивы поймы, подача полых вод в первые фазы паводка. Подпитка парковых дубрав.	Разнотравно-злаковые эуксерофитно-мезофитные луга с *Lythrum virgatum, Bromopsis inermis, Artemisia pontica*, и околоводные сообщества с *Scirpus lacustris, Butomus umbellatus, Phragmites australis*, пойменные дубравы.	Наиболее широкое распространение блоков типа 3 и 4.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Залетаев В.*С. Мировая сеть вводно-наземных экотонов, ее функция в биосфере и роль в глобальных изменениях // Экотоны в биосфере. М. РАСХН. 1997. С. 77-90.
2. *Ильина И.С.* Эколого-динамаическая концепция и категории устойчивости растительного покрова пойм рек // Экосистемы речных пойм: структура, динамика, ресурсный потенциал. Отв. ред. В.С. Залетаев. М.: РАСХН. 1997. С. 18-81.
3. *Новикова Н.М.* Механизм трансформации пойменной растительности при зарегулировании речного стока (Волго-Ахтубинская пойма) // Современная динамика компонентов экосистем пустынно-степных районов России. Отв.ред. А.А. Чибилев и др. М.: РАСХН. 2001. С. 39-54.
4. *Сохина Э.Н.* Волго-Ахтубинская пойма как особо охраняемая территория //Особо охраняемые территории бассейна Волги, Астрахань: Изд-во Перемена, 1993. С. 20-26.
5. *Шанцер Е.В.* Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит // Труды геол. Ин-та АН СССР. 1951. Вып 135. № 55. 275 с.
6. *T.J.M. van de Ven.* Monitoring Volga Akthuba morphodynamics Using landsat images 1985-2000 // Report no. 6 of the project Morphodynamics Lower Volga and Waal. NEO project: G007.3.0001. 2002.

ECOTONS WITHIN VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN

© 2006. E.N. Sokhina*, T.V. Balyuk**

**Government Scientific Institute of the Lakes and Fish Industries, Volgograd, Pugachevskaya Str., 1*
*** Water Problems Institute of the Russian Academy of Science 119991 Moscow, Goubkina Str., 3*

Volga-Akhtuba floodplain is major ecotonic zone of the biggest rivers in the world. This transition and boundary lands is the place for the forming and conservation of biodiversity. On the base of Zaletaev's V.S. (1997) conception of block structure of water-terrestrial ecotones, was created universal plan of the structure ecoton's blocks for the Lower Volga valley.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 581.5 : 911.9

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОТОННОЙ КОНЦЕПЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ, ФОРМИРУЮЩЕГОСЯ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ КАЛМЫКИИ

© 2006 г. С.С. Уланова

Калмыцкий институт социально-экономических и правовых исследований, г. Элиста, Республика Калмыкия, 358005 Элиста, ул. Хомутникова, 111

Экотонная концепция в данной работе используется в качестве методологического подхода, который позволяет оценить влияние водоема на прилегающую сушу через выделение зон его прямого и косвенного воздействия через затопление, подтопление и др. Здесь, в условиях особого гидрологического режима формируются соответствующие почвы и растительность, отличающиеся от зональных.

Рассмотренные в работе водоемы имеют искусственное происхождение. В условиях острого дефицита воды на территории Калмыкии они играют многоплановую роль. Изучение ресурсного потенциала прибрежных территорий водоемов Калмыкии с позиций формирующегося здесь биоразнообразия почв и растительности актуально, поскольку ранее не проводилось. В связи с этим в данной работе решалось несколько задач: 1) изучение гидрологических и гидрохимических характеристик водоемов с целью выделения структурно-функциональных блоков экотона «вода-суша»; 2) изучение экологических особенностей биотопов основных блоков как условий формирования

ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования были выбраны 6 водоемов, располагающихся на территории Калмыкии в разных ландшафтных условиях в границах степной зоны: Аршань-Зельмень – в условиях сухой степи на восточном склоне Ергенинской возвышенности; Ханата, Сарпа (его часть, называемая Цаган-Нур) – в условиях опустыненной степи на Прикаспийской низменности; Деед-Хулсун, Чограй – в условиях сухой степи в Кума-Манычской впадине. Водоемы Чограй, Цаган-Нур, Ханата имеют сезонное и многолетнее регулирование. Как показали наши исследования (Уланова, 2001; 2002), воды этих водоемов в настоящее время являются засоленными и сильно засоленными. Средние многолетние значения минерализации колеблются от 1.7 до 10.5 г/л, поэтому они используются, в основном, для водопоя скота, а водоемы Деед-Хулсун и Цаган-Нур являются водоприемниками сбросных вод с орошаемых массивов. Наименее минерализованные воды Чограйского водохранилища используются для орошения. От весны к концу лета минерализация вод всех водоемов возрастает.

Для изучения структурной организации экотонных систем «вода-суша» и представленного в них биоразнообразия были проведены полевые исследования в вегетационный период 2002-2005 гг. При этом использовали традиционные методы экспериментальных полевых эколого-географических и биогеографических исследований локального уровня с топо-экологическим профилированием. На профилях, на участках, различающихся по растительности, закладывались геоботанические площадки со стандартными описаниями растительности, почвенными шурфами до грунтовых вод, отбирались пробы для анализа солевого состава почв, поверхностных и подземных вод, укосы - для определения урожайности сообществ (Уланова, 2003). Для привязки точек

обследований на местности применялось геопозиционирование на основе прибора «Garmin 12».

В современных исследованиях при получении ретроспективных данных важная роль принадлежит дистанционным методам. Достоверную и многоплановую информацию для дистанционного изучения положения береговой линии водоемов дает разновременная многозональная космическая съемка. Вследствие малой изученности гидрологических особенностей внутренних водоемов были привлечены архивные материалы дистанционного зондирования, полученные с искусственных носителей «Ресурс-01» №3, «Океан-О», ИСЗ EOS AM-1 (TERRA), «Landsat-7», отражающие ситуацию на территории побережий водоемов с 1999 г. по 2003 г. Использовались аэроснимки масштаба 1:100000, черно-белые и спектрозональные космофотоснимки с 1975 г по 1991 г. Кроме снимков в работе использовались топографические карты масштаба 1:200000, созданные в разные годы (1974, 1982, 1984, 1990, 1994), а также фондовые материалы по режиму некоторых водоемов, разработанные при их проектировании. Геопозиционирование и трансформирование снимков проводилось в программе ErMapper 5.5, определение площадей в программе MapInfo 6.0. На основании использования всех указанных материалов удалось проследить динамику очертания побережий и изменение площадей некоторых искусственных водоемов Калмыкии. Через изменение площади водоемов по топографическим картам были получены значения изменения уровня за разные интервалы времени, которые использовались для определения длительности и частоты заливания пойменных участков побережий (Уланова, 2003).

Относительно стабильное положение стояния уровня водоема, как правило, находит отражение и на местности в виде полос сомкнутых зарослей тамариксов. Они использовались в работе в качестве индикаторов, дополняющих информацию об изменениях уровня водоема, полученную с дистанционных и картографических материалов. Кроме того, благодаря этим полосам тамариксов удалось провести маркировку отдельных динамических зон экотонной системы «вода-суша» и выделить наиболее важный, *динамический,* блок на разных водоемах Калмыкии.

Рассмотрение структурно-функциональной и пространственно-временной организации природных комплексов является основным методологическим приемом современных эколого-географических исследований. При этом четкое выделение границ возможно на дискретных объектах. В данном случае, на побережьях водоемов, в силу постепенного ослабления воздействия водоема на сушу, выделение границ крайне затруднительно. Для этой цели в наших исследованиях была использована экотонная концепция, базирующаяся на положении о существовании переходных, граничных зон, в которых влияние одного фактора постепенно ослабевает и возрастает ведущая роль другого. В экотонной системе "вода-суша" в направлении от уреза воды вглубь суши постепенно ослабевает влияние водного фактора и возрастает роль зональных процессов. При этом прослеживается смена характера проявления водного фактора: сначала в виде поверхностных вод, затем – подземных и почвенных. Эти изменения проявляются и в смене процессов почвообразования, соленакопления, что ведет к изменению компонентного состава и структуры природных комплексов побережий. Смены происходят плавно, без резких визуальных границ в почвенном и растительном покрове. Учитывая преобладающее влияние водного фактора на окружающую среду на побережьях и изменение его проявления в пространстве, В.С. Залетаев (1997) предложил выделять 5 основных структурных блоков экотонной системы «вода-суша»: 1 - *амфибиальный* (флуктуационный), испытывающий в течение года длительное обводнение и осушение в летний период, с немедленной реакцией биокомплексов на изменение уровня водоема; 2 – *динамический* структурный блок на суше с сезонным, но не обязательно ежегодным заливанием; 3 - *дистантный* блок с

(запаздывающей) динамикой, обусловленной изменениями режима грунтовых вод под влиянием изменения уровня водоема; 4 - *маргинальный* блок, не испытывающий непосредственного воздействия водоема, с запаздывающей динамикой, определяемой изменениями микроклиматических условий и влиянием процессов в биоте как на побережье, так и на водосборе; 5 - *аквальный* блок с запаздывающей динамикой водных биокомплексов, определяемой процессами взаимодействия с поступлением веществ с суши через амфибиальный блок и с распространением загрязнителей водным путем.

Предложенная универсальная модель структурно-функциональной организации экотонных систем «вода-суша», была использована в работе для выделения биотопов и оценки формирующегося на них богатства и разнообразия почв и растительности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В итоге выполненной работы на модельных водоемах, располагающихся в каждой из основных ландшафтных зон Калмыкии, были получены параметры, характеризующие их гидрологический режим.

Рассмотрение изменения уровенного режима водоемов (табл. 1), показало, что в большинстве случаев он не стабилен и зависит даже на регулируемых водоемах от водности года при стабильности режима действия антропогенного фактора (отсутствии резких изменений сброса и подачи воды). Ранее было показано (Уланова, 2001), что между площадью водных объектов и минерализацией их вод существует тесная связь. Оцененный коэффициент корреляции колеблется около 0.8.

Таблица 1. Изменение площади модельных водоемов Калмыкии в период с 1978 по 1999 гг. **Table 1.** Change of the area of studied reservoirs of Kalmykia during the period from 1978 to 1999.

Название водоема	Использование	Источник питания	Площадь, км^2	
			Максимальная	Минимальная
Аршань Зельмень	рекреационное	атмосферные осадки, грунтовые воды, 2 притока	8.3 /1990*	2.99 / 1999
Деед-Хулсун	природный заказник	река Яшкуль, воды коллекторно-дренажного стока	нет данных	нет данных
Ханата	ирригационное	поверхностный сток, канал Р-1 из Волги	40.3 / 1991	полное иссушение/1999
Цаган-Нур	приемник сбросных вод, зоологический заказник	воды дренажно-коллекторного стока	55.4 / 1978	36.4 / 1999
Чограй	питьевое, с/х водоснабжение, рекреация	Терско-Кумский канал	193 / 1969	113.4 /1999

* В числителе – площадь, в знаменателе – год, когда было установлено значение

Все исследованные водоемы Калмыкии отличаются высокой минерализацией воды, которая практически не пригодна для водоснабжения населения, и в большинстве водоемов – и для водопоя скота. Наименее минерализованными (табл. 2) являются воды Чограйского водохранилища (1.63 г/л), более засолены воды водохранилища Деед-Хулсун (7.74 г/л в привершинной части и 2.07 г/л у плотины), затем водохранилища Аршань-Зельмень (7.70 г/л в привершинной части и 7.21 г/л у плотины), и наиболее засоленным является водоем Цаган-Нур (10.06 г/л в привершинной части и 10.83 г/л у плотины). Тип засоления вод водоемов оказался токсичным для растений: хлоридно-сульфатно-магниевый в водоемах Деед-Хулсун и Аршань-Зельмень, хлоридно-сульфатно-натриевый в водоеме Цаган-Нур.

Грунтовые воды на побережьях, также, как и воды водоемов, отличаются повышенной минерализацией. Близкое залегание (1.5-2 м) сильно минерализованных (7.7-65.9 г/л) грунтовых вод в условиях аридного климата является причиной засоления почв (0.04-5.9%).

Таблица 2. Химический состав воды и почв модельных водных объектов Калмыкии.
Table 2. A chemical compound of water and soils of studied water objects of Kalmykia.

Водоем / Характеристика:	Чограй	Деед-Хулсун	Аршань-Зельмень	Цаган Нур
Минерализация воды (г/л)	1.63	7.74	7.70	10.06
Тип засоления вод	сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатное	хлоридно-сульфатно-магниевое	хлоридно-сульфатно-магниевое	хлоридно-сульфатно-натриевое
Засоление почв (%)	1.03	3.19	4.60	5.90
Тип засоления почв	натриево-сульфатно-хлоридное	натриево-хлоридно-сульфатное	натриево-хлоридно-сульфатное	натриево-хлоридно-сульфатное

Преобладающим типом засоления почв оказался натриево-хлоридно-сульфатный, реже встречен сульфатно-натриево-хлоридный, единично отмечены сульфатно-натриево-кальциевый и сульфатно-кальциево-натриевый. Корреляционный анализ данных по минерализации вод изучаемых объектов и засоления почв на побережье показал высокую тесноту их связи между собой (К=0.7). Наибольшее содержание солей отмечено (табл. 2) в почвенном разрезе на водоеме Цаган Нур, несколько меньше - на Аршань-Зельмене, на Деед-Хулсуне и на Чограйском водохранилище – менее всего. Водорастворимые соли накапливаются преимущественно в приповерхностных горизонтах и их максимум отмечается в горизонте 0-10 см, часто на поверхности образуется солевая корочка.

Структурная организация и характеристика блоков экотонной системы на побережьях водоемов Калмыкии. Все блоки экотонной системы «вода-суша», выделенные В.С. Залетаевым (1997): аквальный, амфибиальный (или флуктуационный), динамический, дистантный и маргинальный, - представлены на побережьях изучаемых водоемов. Их протяженность и выраженность зависит от крутизны коренного берега и величины колебания уровня водоема.

Аквальный блок – область стабильно занятая водой в условиях Калмыкии не на всех водоемах занимает большую часть. Такие водоемы, как, Ханата, Цаган-Нур, в отдельные

годы почти полностью высыхают из-за прекращения питания. Их обсохшее дно постепенно зарастает сочными галофитами и тростником.

Флуктуационный блок – участок обнажающейся поверхности дна водоема в летний период, как правило, имеет небольшую ширину в приплотинной части (0.5-1м) и до десятков метров – километра, в зоне выклинивания подпора в привершинной части. Растительный покров имеет зарослевый характер, плотно сомкнут, сложен из нескольких ярусов. В первом ярусе господствуют макрофиты – тростник (*Phragmites australis*), рогозы (*Typha spp.*), во втором – клубнекамыш морской (*Bolboshoenus maritimus*). Почвы - слабо сформированные болотные иловатые. Именно этот блок представляет наибольший интерес для водной и прибрежно-водной орнитофауны как место сближенных стаций гнездования, кормления и убежища.

Наибольшую протяженность в экотонной системе большинства водоемов имеет *динамический* блок – зона затопления в весенний период. Ширина его, в среднем, составляет от 20 метров до 2 км на местности от уреза воды в меженный период на боковой части водоемов и до 5 км и более – в привершинной. Основные факторы его формирования – ежегодное поверхностное заливание на срок до нескольких дней и близко залегающие к поверхности грунтовые воды. В этих условиях развивается поверхностное засоление почв в горизонте 0-10 см, повсеместно отмечается наличие солевой корочки. Следствием этого является доминирование галофильной растительности, которая имеет проективное покрытие от 20% до 100%. Границы динамического блока маркируются полосами тамарикса: нижняя вдольбереговая граница (у уреза воды) сомкнута, преимущественно представлена подростом тамариксов, верхняя прерывистая, представлена в основном старыми экземплярами. Общее число видов в данном блоке невелико (46), преобладают виды – галофиты и фреатофиты. Биологическая продуктивность растительности в данном блоке является максимальной в экотоне (Уланова, 2003).

В пределах динамического блока, но отмечен не на всех исследованных водоемах, может быть выделен участок побережья с не ежегодным, периодическим заливанием и грунтовыми водами, располагающимися на глубине до 2-3-х метров. Ширина его составляет, в среднем, 8 метров. Почвы луговые. Характерной особенностью этого участка блока по сравнению предыдущим является меньшее засоление почв. Максимум залегания солей располагается на глубине 20-50 см. Результатом этого является увеличение числа (до 152) произрастающих здесь видов. Преобладают солеустойчивые виды: мезофиты и мезоксерофиты.

Ширина следующего, *дистантного,* блока колеблется от 20 до 80 метров. Его характерным признаком является присутствие мезоксерофильных видов - фреатофитов (*Alhagi pseudalhagi, Salsola dendroides*), корневые системы которых проникают до грунтовых вод на глубину 3-4 м и более. Иногда в этом блоке встречаются одиночные кусты тамариксов. Почвы этого блока экотона подвергаются засолению не повсеместно.

Маргинальный блок индицирует появление ксерофильных видов (*Artemisia taurica, Artemisia pauciflora* и др.) на зональных каштановых и бурых полупустынных почвах. Внешняя граница этого блока проводится условно, так как воздействие водохранилища здесь передается через микроклимат и другие косвенно связанные с ним факторы – выпас, рекреационные нагрузки и др.

Биологическое разнообразие экотонных систем побережий было оценено по разнообразию почв и ботаническому разнообразию - богатству видов и сообществ растений.

На побережьях водоемов встречены *гидроморфные почвы*: болотные иловатые засоленные солончаковатые, лугово-болотные засоленные солончаковатые, луговые, аллювиально-луговые, аллювиально-луговые дерново-опустынивающиеся карбонатные, лугово-солончаковые, солончаки луговые и соровые; *полугидроморфные почвы:* лугово-

каштановые и *автоморфные*: бурые полупустынные легкосуглинистые. Эти почвы характерны для экологических условий степной зоны (Ташнинова, 2000). Встреченные почвы закономерно распределены по блокам экотонной системы: почвы болотного ряда характерны для флуктуационного блока, почвы лугового ряда преобладают в динамическом блоке, а в дистантном блоке присутствуют как почвы лугового ряда, так и зональные с чертами луговости.

Видовое богатство растительности (флористическое) представлено 179 видами, относящимися к 67 родам и 32 семействам. Мера сходства видов между блоками экотонной системы была оценена на основании коэффициента П. Жаккара[1] (рис. 1). Как видим, наибольшее отличие имеет первый, флуктуационный блок, представленный преимущественно прибрежно-водными растениями (*Phragmites australis, Bolboshoenus maritimus* и др.). Видовой состав второго и третьего блоков имеет наибольшее сходство, т.к. это, в основном виды, связанные с близко залегающими грунтовыми водами, солеустойчивые (*Tamarix ramosissima, Alhagi pseudalhagi, Calamagrostis epigeios* и др.). Растительность последнего блока имеет невысокое сходство с остальными, но ближе к двум предыдущим, т.к. она приближена к зональной (*Artemisia lerchiana, Leymus ramosus, Artemisia taurica* и др.).

На основании 218 геоботанических описаний, сделанных в разные годы в экотонной зоне на побережьях водохранилищ, проведена классификация, выделены и охарактеризованы 58 растительных ассоциаций, относящихся к 26 формациям (табл. 3).

Классификационная система отражает фитоценотическое богатство экотонной системы побережий модельных водоемов Калмыкии. Сообщества характеризуются неполночленностью и упрощенностью структуры, что делает возможным вселение сорных и инвазийных видов.

Следует напомнить еще об одной важной функции водоемов и их побережий в формировании биоразнообразия, известной из научных публикаций (Кукиш, 1999; Уланова, 2002; Формирование…, 2000). Они поддерживают биологическое разнообразие орнитофауны, обеспечивая межрегиональные миграции птиц, прежде всего водного и околоводного комплекса, места их массовых гнездовий. Водоемы Калмыкии и их побережья являются основными элементами структуры экологического каркаса сухих и опустыненных степей на западе Прикаспийской низменности, т.к. выполняют функции его *опорных элементов*, выступая в роли экологических ядер и или их *буферных зон*. Экотоны Сарпинских озер, Кумо-Манычской впадины и водоемы Ергенинской возвышенности *образуют систему экологических коридоров* для мигрирующих животных и птиц.

ВЫВОДЫ

Использование экотонной концепции воздействия водных объектов на прилегающие территоррии, на побережье выбранных пяти модельных искусственных водоемов (Аршань-Зельмень, Цаган-Нур, Ханата, Деед-Хулсун, Чограй), удалось выделить гидрогенные природные комплексы экотонного (континуального) характера, которые в зависимости от их водного режима в соответствии с моделью В.С. Залетаева включают следующие участки (блоки): *аквальный* - постоянного заливания; *флуктуационный* (амфибиальный) – длительно залитый водой и освобождающийся в период от начала лета к осени; *динамический* – периодического весеннего заливания; *дистантный* – не заливаемый поверхностными водами, но с близким (до 5 -7 м) залеганием грунтовых вод и *маргинальный*, переходный к зональному.

[1] $Kj= c / (a+b-c)\%$, где a –число видов в первом блоке, b – число видов во втором блоке, c – число общих видов в сравниваемых блоках, без учета их обилия.

Таблица 3. Схема классификации растительности экотонных систем «вода-суша» модельных водоемов Калмыкии. **Table 3.** The classification of vegetation within ecotonal systems of studied reservoirs of Kalmykia.

Формации	Ассоциации
I. *Ceratophylleta demersumae*	*1. Ceratophyllum demersum*
II. *Phragmiteta australiae*	*1. Phragmites australis* – водная погруженная растительность
	2. Phragmites australis
	3. Phragmites australis – Tamarix ramosissima
	4. Phragmites australis-Salsopoiosa-Ephemerosa
	5. Phragmittes australis+Xanthium strumarium-Mixteherbosa
III. *Tamariceta ramosissimae*	*1. Tamarix ramosissima+Phragmites australis*
	2. Tamarix ramosissima
	3. Tamarix ramosissima+Phragmites australis- Salicornia europaea
	4. Tamarix ramosissima+Phragmites australis- Mixteherbosa
	5. Tamarix ramosissima+ Halocnemum strobilaceum+ Salsopoiosa
	6. Tamarix ramosissima – Artemisia taurica+Anisantha tectorum+Eremopyrum triticeum
	7. Tamarix ramosissima – Artemisia santonica+ Calamagrostis epigeios − Mixteherbosa
	8. Tamarix ramosissima – Artemisia spp.-Poa bulbosa
	9. Tamarix ramosissima – Salsola dendroides – Artemisia lerchiana
IV. *Butomaceta umbellatae*	*1. Butomus umbellatus*
V. *Bolboschoeneta maritimae*	*1. Bolboschoenus maritimus*
	2. Bolboschoenus maritimus – Tamarix ramosissima
VI. *Elaeagneta angustifoliae*	*1. Elaegnus angustifolia-Tamarix ramosissima*
	2. Elaegnus angustifolia – Tamarix ramosissima – Calamagrostis epigeios –Mixteherbosa
VII. *Calamagrostideta epigeiae*	*1. Calamagrostis epigeios – Lotus corniculatus – Mixteherbosa*
	2. Calamagrostis epigeios – Mixteherbosa
VIII. *Poaceta bulbosae*	*1. Poa bullbosa*
IX. *Salicornieta europaeae*	*1. Salicornia europaea*
	2. Salicornia europaea – Suaeda altissima +Climacoptera crassa
X. *Aeluropudeta littorales*	*1. Aeluropus littoralis – Suaeda salsa*
XI. *Puccinellieta giganteae*	*1. Puccinellia gigantea*
	2. Puccinellia gigantea – Aeluropus littoralis

Продолжение Таблицы 3.

Формации	Ассоциации
XII. *Elytrigieta repentes*	*1. Elytrigia repens*
XIII. *Halimioneta verruciferae*	*1. Halimione verrucifera*
	2. Halimione pedunculata
XIV. *Eremopyreta triticeae*	*1. Eremopyrum triticeum*
	2. Eremopyrum triticeum – Lepidium ruderale
XV. Группа формаций *Chenopodieta*	*1. Chenopodium polyspermum*
	2. Chenopodium album
XVI. Группа формаций *Climacoptereta*	*1. Climacoptera brachiata*
	2. Climacoptera crassa
	3. Climacoptera crassa + Limonium caspium –Artemisia santonica
XVII. Группа формаций однолетних шведок *Suaedeta*	*1. Suaeda altissima*
	2. Suaeda acuminata
XVIII. Формация однолетних солянок *Salsopoiosa*	*1. Salsola mutica*
XIX. *Halimocnemeta sclerospermae*	*1. Halimocnemis sclerosperma – Mixteherbosa*
XX. *Agropyreta pectinatumae*	*1. Agropyron pectinatum +Tripleurospermum perforatum – Artemisia taurica –Mixteherbosa*
XXI. *Alhageta pseudalhagiae*	*1. Alhagi pseudoalhagi*
	2. Alhagi pseudoalhagi – Artemisia santonica- Mixteherbosa
	3. Alhagi pseudoalhagi – Climacoptera crassa+Artemisia spp.
XXII. *Artemiseta santonicae*	*1. Artemisia santonica-Eremopyrum triticeum-Petrosimonia brachiata*
	2. Artemisia spp. – Eremopyrum triticeum – Mixteherbosa
	3. Artemisia santonica+Artemisia lerchiana+Poa bulbosa
	4. Artemisia santonica - Phragmites australis+Bassia hyssopifolia
XXIII. *Artemiseta lerchianae*	*1. Artemisia lerchiana – Mixteherbosa*
	2. Artemisia lerchiana – Poa bulbosa – Ceratocephala testiculata
XXIV. *Salsoleta dendroidis*	*1. Salsola dendroides*
	2. Salsola dendroides – Artemisia spp.
XXV. *Artemiseta tauricae*	*1. Artemisia taurica*
	2. Artemisia taurica-Mixteherbosa
XXVI. *Halocnemeta strobilaceae*	*1. Halocnemum strobilaceum*
	2. Halocnemum strobilaceum +Petrosimonia triandra
	3. Halocnemum strobilaceum + Climacoptera crassa+ Eremopyrum triticeum

Исследования показали, что экотонная система на побережьях водоемов Калмыкии имеет свою специфичность, определяемую географическим положением территории в контактной зоне степей и пустынь, характеризующейся аридным климатом и заключающуюся в широком развитии процессов засоления: воды водоемов и подземные воды имеют минерализацию выше 1 г/л. В результате на побережье в экотонной зоне почвы также засолены, в составе растительности преобладают солеустойчивые и галофильные виды.

Наиболее визуально четко выражен *динамический* блок. Ширина территорий испытывающих ежегодное заливание и обсыхание на побережьях изменяется от 200м до 2 м по «боковым» участкам и в зоне выклинивания подпора (привершинной части) – от 2.3 км до 7.7 км. Наибольшие величины отмечены на побережье Чограйского водохранилища, озерах Цаган - Нур и Ханата.

Учтенное биологическое разнообразие на побережьях модельных водоемов включает 8 подтипов гидроморфных и полугидроморфных почв; 127 видов растений; 58 растительных сообществ в ранге ассоциаций, составляющих 28 формаций. Наиболее близкими друг другу по богатству биоразнообразия оказались динамический и дистантный блоки, включающие устойчивые к засолению мезофильные виды – фреатофиты. Переходный к зональному – маргинальный блок имеет низкие уровень сходства (30%), что можно объяснить присутствием в нем преимущественно ксерофильных видов, практически не связанных с дополнительным увлажнением за счет заливания или грунтовых вод. Исключительно динамичный флуктуационный блок наиболее резко отличается от прочих по флористическому составу. Здесь преобладают прибрежно-водные и водные растения. Как правило доминируют тростники. Сходство с остальными блоками составляет лишь 18%.

Формирующиеся в привершинной части водоемов плавневые системы, составляющие *флуктуационный* блок, представляют наибольшее значение в природоохранном плане, т.к. именно здесь находятся места максимального видового разнообразия растительности, гнездования птиц и их скоплений во время миграций.

Работа выполнена при поддержке проектов РФФИ № 06-05-64159 «Современный гидроморфизм и биоразнообразие степной зоны» и Отделения наук о Земле РАН № 12 «Современный гидроморфизм на юге России: тенденции развития и прогноз изменений»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Залетаев В.С.* Структурная организация экотонов в контексте управления / Экотоны в биосфере. Отв. ред. В.С. Залетаев. М.:РАСХН, 1997. С. 11-29.
2. *Кукиш А.И.* Динамика населения колониальных гидрофильных птиц на внутренних водоемах Калмыкии // Экосистемы Прикаспия-21 веку: Материалы Международной научной конференции, 23-30 мая 1998 г. Часть 2. Элиста-Астрахань, 1999 г.
3. *Новикова Н.М.* Природные и антропогенные изменения вод суши // Оценка воздействия изменения вод суши на наземные экосистемы. Отв. Ред. Новикова Н.М. М.: Наука, 2005. С. 14 – 27.
4. *Ташнинова Л.Н.* Красная книга почв и экосистем Калмыкии. Элиста: АПП «Джангар», 2000. 216 с.
5. *Уланова С.С.* Внутренние водоемы Калмыкии // Вестник Калмыцкого института социально-экономических и правовых исследований. 2001. № 2. С. 97 -111.
6. *Уланова С.С.* Изменение площади внутренних водоемов Калмыкии. Вестник КИСЭПИ. 2003, № 2. С. 86-92.
7. *Уланова С.С.* Поясное распределение растений экотонной зоны «вода-суша» на территории Калмыкии // Вестник Калмыцкого института социально-экономических и правовых исследований. 2002. № 1. С. 136 - 140.

8. Формирование экологического каркаса (экологической сети) Республики Калмыкия / Авторский коллектив: Э.Б. Габуншина, Н.М.Бакташева, О.М. Букреева, Л.В. Джабруева, Р.А. Меджидов, В.М. Музаев, В.Г. Позняк, Ж.В. Савранская. Аридный центр Республики Калмыкия. Элиста, 2000. 36 с.

APPLICATION OF ECOTONAL CONCEPTS FOR AN ESTIMATION OF THE BIODIVERSITY FORMED IN A ZONE OF INFLUENCE OF ARTIFICIAL RESERVOIRS OF KALMYKIA

© 2006. S.S. Ulanova

Kalmyk institute of social and economic and legal researches, Elista, Republic Kalmykia, 358005 Elista, Chomutnikova str., 111

The ecotonal concept in the given work is used as the methodological approach which allows to estimate influence of a reservoir on adjoining land through allocation of zones of its direct and indirect influence through flooding, ground waters and biological impacts. Here, in conditions of a special hydrological regime corresponding soils and the vegetation distinguished from zonal are formed.

The reservoirs considered in work have an artificial origin. In conditions of strong water deficit within territory of Kalmykia they play a multiple role. Studying of resource potential of coastal territories of reservoirs of Kalmykia from positions of a biodiversity formed here soils and vegetation is actual, as was not carried out earlier. In this connection in the given work some problems were solved: 1) hydrological and hydrochemical characteristics of reservoirs with the purpose of allocation of structurally functional blocks "water – terrestrial" ecotone; 2) ecological features of biotopes as conditions of biodiversity formation; 3) richness and diversity of soils and vegetation.

Researches have shown, that the ecotonal system at coasts of reservoirs of Kalmykia has the specificity determined by a geographical position of territory in a contact zone of steppes and deserts, described an arid climate and consisting in wide development of processes accumulation of soluble salts. Waters of reservoirs and underground waters have a mineralization above 1 g/l (from 1 to 10). As a result at coast in ecotonal zone the soils also are salted, the halophytes prevail in the vegetation cover.

The dynamic block is most visually well defined. It's wide is near 200 m on "lateral" sites and in apper parts of reservoirs it changes - from 2.3 km up to 7.7 km. The greatest sizes are marked at coast of a Chograj water basin, artificial lakes Tsagan - Nur and Khanata.

The taken into account biological diversity at coasts of studied reservoirs includes 8 subtypes hydromorphouse and subhydromorphouse soils; 127 plant species; 58 plant communities. The most riches of a biodiversity appeared dynamic and distant blocks. Marginal block has a low level of similarity (30 %). It is possible to explain by presence there mainly xerophyte species which practically have been not connected to additional humidifying by flooding. Extremely changing conditions in the fluctuative block most sharply differs from other on floristic structure, which are presented near water and water plants. Reeds as a rule dominate. It has similarity to other blocks only 18%.

Formed in apper parts of reservoirs submerged area of the block, represent the greatest value in the nature protection since here there are places of the maximal specific variety of vegetation, nestings of birds and their congestions during migrations.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

═══════ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ═══════

УДК 581.526.426.52

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ КОРМОВЫХ ГАЛОФИТОВ

© 2006 г. Н.З. Шамсутдинов

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, 127550, Россия, г. Москва, ул. Большая Академическая, 44, aridland@mtu-net.ru

В настоящее время эффективное использование генетических ресурсов планеты рассматривается как один из факторов устойчивого развития жизнеспособного сельского хозяйства как развитых, так и большинства развивающихся стран мира.

Во многих странах мира и в ряде международных документов, например в МД* (статья 2) понятие "генетические ресурсы растений" трактуется как "репродуктивно или вегетативно размножающийся материал следующих категорий растений: 1) сорта современной селекции; 2) традиционные (часто устаревшие) селекционные сорта; 3) староместные сорта и возделываемые локальные популяции; 4) дикие сородичи культурных растений; специальные генетические (в том числе селекционные) и мутанты" (The Report of the State …, 1996).

В документах ФАО говорится: "из всех земных богатств наиболее важными являются для всех народов и поколений генетические ресурсы растений" (Plant Genetic Resources…, 1987). Поэтому в "Повестке на XXI век" записано: "Жизнеобеспеченность нашей планеты напрямую зависит от разнообразия генов, сортов, популяций и экосистем. Биологические ресурсы питают и одевают нас, снабжают жильем, лекарствами и духовной пищей… Современное сокращение биоразнообразия, главным образом, является результатом деятельности человека и представляет собой серьезную угрозу для развития мирового сообщества" (Agenda 21…, 1992).

Проблема сохранения и использования генетических ресурсов растений нашла отражение также в решениях ФАО, ЮНЕП (Программа ООН по окружающей среде), ВОИС (Всемирная организация интеллектуальной собственности).

Успехи и достижения биологии нескольких последних десятилетий, возникновение в 80-х годах прошлого столетия генной и клеточной инженерии, позволяющие переносить генетический материал из одного организма в другой, способствовали значительному увеличению числа объектов, рассматриваемых в качестве генетических ресурсов (Жученко, 1998; 2001).

Среди видов природной флоры существуют экологически, биологически, физиологически и биохимически специализированные растительные организмы, способные нормально функционировать и репродуцировать в экстремальных условиях, в частности, на засоленных почвах и/или при орошении минерализованной водой (Генкель, 1954; Строгонов, 1967; Aronson, 1985; Halophytes …, 1993). Это растения – галофиты. Галофиты как носители признаков высокой солеустойчивости представляют большой интерес для освоения засоленных земель.

Серьёзно проблема засоления проявляется в 75 странах мира. Значительные площади засолённых земель встречаются в Австралии, Китае, Египте, Индии, Ираке, Мексике,

---

* МД (IU) – Международная договоренность по генетическим ресурсам для сельского хозяйства и природопользования (International Undertaking on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture)

Пакистане, России, республиках бывшего Советского Союза, в Сирии, Турции, США (Rhoades, 1990).

Ученые обращают внимание на тот факт, что огромные площади засоленных земель в мире (только в Африке и Южной Азии имеется не менее 183 млн. га засолённых земель и солоноватые подземные воды) могут оказаться весьма ценными при правильном использовании (Aronson, 1985).

Огромен потенциал галофитов в организации сельского хозяйства с применением морской воды. Около 32000 км прибрежных песков непригодны для сельскохозяйственного использования; очень велика площадь тропических побережий, занятых мангровыми зарослями. Галофиты, включая мангровые насаждения, рекомендуются при создании различных аква-агросистем в прибрежных, приливно-отливных и эстуарных зонах (The Biosaline Concept, 1979; Rhoades et al., 1992; Dudal, Purnel, 1996).

Мировые растительные ресурсы галофитов характеризуются большим родовым, видовым и экотипически популяционным разнообразием.

Мировой генофонд галофитов насчитывает 2000-2600 видов (Mudie, 1974; Aronson, 1985; Menzel, Lieth, 1999). В пределах Центральной Азии имеется 700 видов (Акжигитова, 1982) и в Российской Федерации – 512 видов (Шамсутдинов и др., 2001; Shamsutdinov, 2003; Шамсутдинов, Шамсутдинов, 2003; Шамсутдинов, 2004). Виды и экотипы галофитов являются богатым генетическим ресурсом в качестве кормовых, пищевых, масличных, лекарственных растений и биомелиорантов, 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. Эти данные свидетельствуют о больших мировых растительных ресурсах галофитов как исходной базы для интродукции и селекции (Акжигитова, 1982; Aronson, 1985; Шамсутдинов, 1995; Шамсутдинов, Назарюк, 1986; Шамсутдинов, 2003; 2004).

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ГАЛОФИТОВ МИРОВОЙ ФЛОРЫ

Достаточно полная сводка о мировых генетических ресурсах галофитов содержится в книге Д. Аронсона (Aronson, 1989). В этой сводке Д. Аронсон привел сведения о ресурсах галофитов на уровне ботанических семейств, родов, видов, а также попытался классифицировать галофиты по жизненным формам, степени солетолерантности и типу фотосинтеза.

Информацию, содержащуюся в книге Д. Аронсона (1989) мы обработали многомерными статистическими методами. Это позволило провести анализ и сделать заключение о распределении галофитов по географическим регионам, частоте встречаемости видов, родов, жизненных форм галофитов, а также по типам фотосинтеза.

Анализируя распределение галофитов по географическим регионам мира (рис.), следует сказать, что согласно Е.П. Коровина (1961; 1962), галофиты зародились и развивались в областях со значительными концентрациями солей в почве. Вначале это были литорали, а позднее, аллювиальные равнины и вторичные солевые аккумуляции в орошаемых районах. Такими экологическими условиями характеризуются аридные территории Азии, Австралии, Америки, Африки, и поэтому здесь концентрируется наибольшее количество видов галофитов, что вполне объяснимо особенностями географических и экологических условий этих континентов.

Спектр десяти ведущих семейств по содержанию галофитов образуют *Chenopodiaceae Vent., Poaceae Barnhart, Asteraceae Dumort., Plumbaginaceae Juss., Aizoaceae Rudolphi, Cyperaceae Juss., Papilionaceae Giseke, Tamaricaceae Link, Arecaceae Sch. Bip., Zygophyllaceae R. Br.*, насчитывающие более половины (56%) всех видов галофитов мировой флоры.

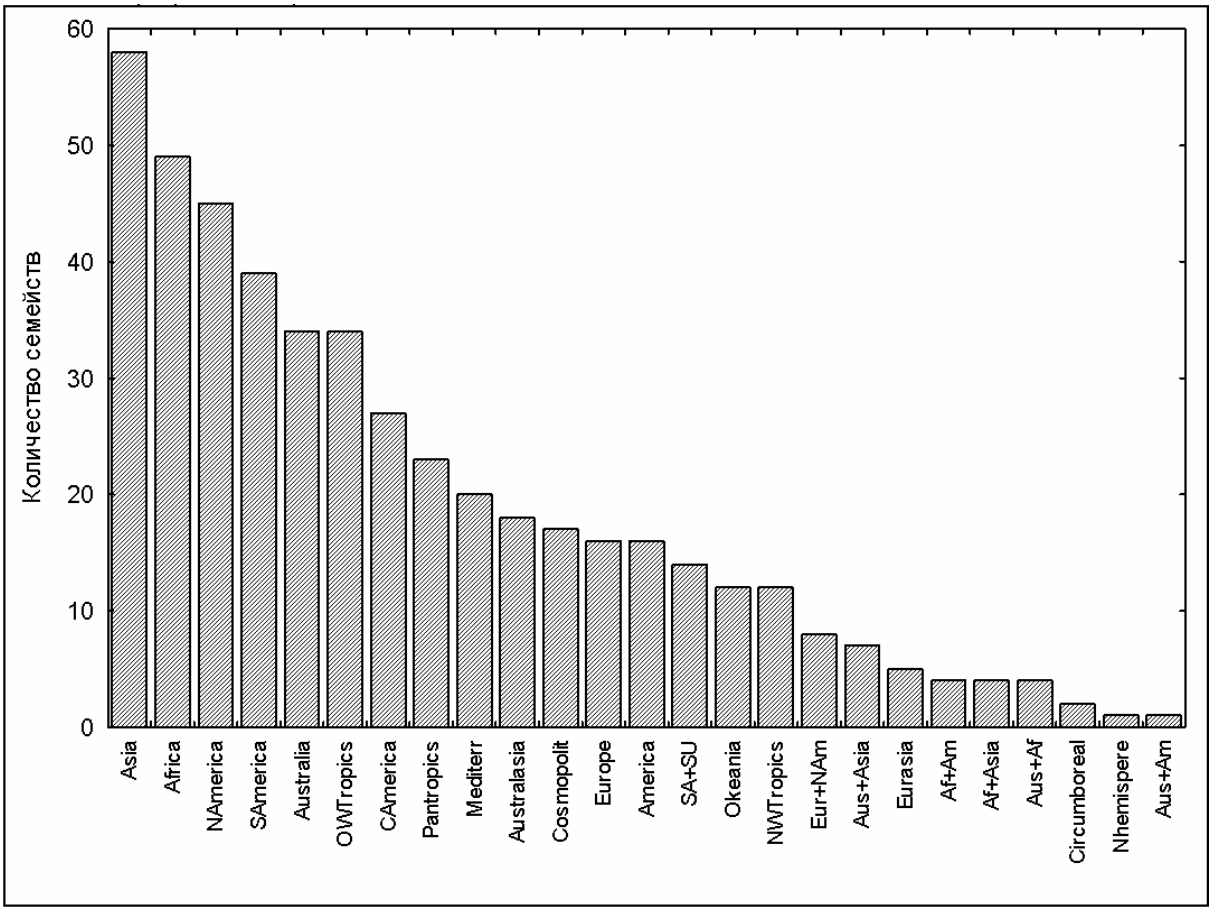


Рис. Представленность галофитов в различных регионах мира. **Fig.** Presence of halophytes in various regions of the world .

Наибольшее количество галофитов содержится в семействе *Chenopodiaceae Vent.* (23.75%). Существенна роль и других семейств. Так, в мировой флоре семейства *Poaceae Barnhart* (137 видов), *Asteraceae Dumort.* (69), *Plumbaginaceae Juss.* (57), *Aizoaceae Rudolphi* (53) являются не только исключительно галофильными, но и составляют ядро галофитов во всех флорах земного шара.

Анализ флоры галофитов на родовом уровне показывает, что в ее составе насчитывается 550 родов с числом видов в каждом от 1 до 111.

Среди полиморфных родов следует выделить *Atriplex* (111), *Limonium* (51), *Tamarix* (37), *Suaeda* (36), *Halosarcia* (23), *Sporobolus* (21), *Maireana* (17), *Frankenia* (15), *Salicornia* (15), *Salsola* (15) и др. 320 родов являются монотипными, что составляет 20.54% от общего числа галофитных видов мировой флоры галофитов.

Видовой потенциал галофитов мировой флоры представлен различными жизненными формами. Среди галофитов, по Д. Аронсону можно выделить следующие жизненные формы: однолетники, водные растения, низкорослые и карликовые кустарники, колючие кустарники, кустарники-геофиты, хемикриптофиты, травы многолетние, морские суккуленты, деревья, стелющиеся, ползучие растения, паразиты. В составе флоры галофитов преобладают многолетние травы (25.9%), далее – деревья, которые составляют 18.6% по отношению к общему числу галофитов. Среди галофитов заметную долю занимают кустарники (14.9%) и полукустарники с полукустарничками (12%).

Все виды галофитов мировой флоры по отношению к засоленности субстрата и

гранулометрическому составу почвы подразделяются на несколько экологических групп. По данным Aronson (1989), среди галофитов мировой флоры гипергалофиты составляют 45.25%, ксерогалофиты – 29.54%, псаммогалофиты – 16.29% и на другие группы (часмофиты, сорные, фреатофиты) приходится 6.35%.

Согласно Aronson (1989), существуют позитивные связи между типом фотосинтеза (C_4-тип фотосинтеза) и солеустойчивостью растений. В этой связи определение и знание принадлежности галофитных растений к определенному типу фотосинтеза имеет существенное значение в оценке экологических и продуктивных возможностей растений.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ГАЛОФИТОВ ФЛОРЫ РОССИИ

Флора галофитов России насчитывает более 512 видов. Это количество видов относится к 255 родам и 55 семействам. По отношению к общему числу видов флоры России галофитные виды составляют небольшую удельную долю. Однако значение для селекции солеустойчивых сортов кормовых галофитов и освоения засоленных земель они имеют очень большое. Можно выделить 15 ведущих семейств по содержанию наибольшего количества галофитных видов в своем составе на территории России.

Спектр ведущих семейств, содержащих наибольшее количество видов галофитных растений, образуют *Asteraceae*, *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae*, *Cyperaceae*, *Ranunculaceae*, *Brassicaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Polygonaceae*, *Scophulariaceae*, *Liliaceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae*, которые составляют около 80% (412) всех видов флоры галофитов России. Наибольшее число видов галофитов содержится в семействе *Asteraceae*, составляющее 15.1%. Наряду с этим семейством значительное количество видов имеется в семействах *Poaceae* (62 вида), *Chenopodiaceae* (48), *Fabaceae* (34), *Cyperaceae* (30), *Ranunculaceae* (23), *Brassicaceae* (21), *Lamiaceae* (21), *Apiaceae* (19), *Caryophyllaceae* (18), *Polygonaceae* (15), *Scophulariaceae* (13), *Liliaceae* (11), *Rosaceae* (10), *Rubiaceae* (10).

Исследования, проведенные нами на основе анализа данных, приведенных в монографии "Галофиты России, их экологическая оценка и использование" (Шамсутдинов, Савченко, Шамсутдинов, 2001), показывают, что в ее составе насчитывается 255 родов с числом видов от 1 до 23.

Среди полиморфных можно выделить *Carex L.* (23), *Artemisia L.* (15), *Salsola L.* (9), *Trifolium L.* (9), *Ranunculus L.* (9), *Galium L.* (9), *Astragalus L.* (8), *Plantago L.* (8), *Euphorbia L.* (7), *Limonium Mill.* (7), *Polygonum L.* (7), *Veronica L.* (7), *Juncus L.* (6), *Stipa L.* (6), *Potentilla L.* (6). Галофиты Российской флоры неоднородны по степени солеустойчивости. Из 512 видов галофитов, содержащихся во флоре России, 340 видов относятся к олигогалофитам, 71 – мезогалофитам, 57 – мезоэугалофитам и 42 вида – эугалофитам. Среди олигогалофитов наибольшее количество видов принадлежит семействам *Asteraceae* (56%), *Poaceae* (36%), *Ranunculaceae* (21%) и *Lamiaceae* (19%). В числе мезогалофитов наибольшее количество видов, так же как у олигогалофитов, принадлежит двум семействам – что составляет 1.2-4.5% от общего числа галофитов – *Asteraceae* (18.3%) и *Poaceae* (14%). Среди мезоэугалофитов больше всего видов в семействе *Poaceae* (22.8%) и *Chenopodiaceae* (19.3%). Что касается группы эугалофитов, то здесь более 47% видов принадлежит семейству *Chenopodiaceae*.

Семейства, роды, виды флоры галофитов – это огромный ресурс селекции для создания солеустойчивых сортов кормовых галофитов. Межвидовая эколого-физиологическая дифференциация, в равной мере внутривидовая дифференциация на экотипы – носители определенного адаптивного и продуктивного потенциала, являются не меньшим, даже большим резервом селекции, нежели видовой и родовой уровни организации.

Из 512 видов галофитов, произрастающих на территории России к эугалофитам и

мезоэугалофитам относится 99 видов, криногалофитам (мезогалофитам) – 71 и гликомезофитам (олигогалофитам) – 340 видов.

Одним из важнейших носителей адаптивного потенциала в эколого-географической среде являются жизненные формы растений. Для засоленных местообитаний характерна разная жизненная форма галофитных растений.

С позиции интересов селекции различные жизненные формы, бесспорно, являются ресурсом и резервом с учетом почвенно-климатических условий, степени и характера засоления почвы. Анализ генетических ресурсов галофитов, произрастающих на территории России, показывает, что они принадлежат к различным жизненным формам.

Среди олигогалофитов наибольшее количество видов (254) принадлежит к многолетним растениям, кустарники составляют 2-5 видов.

СЕЛЕКЦИЯ ГАЛОФИТОВ

Многолетние исследования, выполненные Всероссийским научно-исследовательским институтом кормов имени В.Р. Вильямса (А.А. Хамидов, В.А. Парамонов, Ю.И. Ионис, З.Ш. Шамсутдинов) и Всероссийским научно-исследовательским институтом кормов имени А.Н. Костякова (Н.З. Шамсутдинов) по мобилизации, изучению и использованию галофитов для целей растениеводства и пастбищного хозяйства, увенчались созданием серии сортов кормовых галофитов.

Ниже приводится описание сортов кормовых галофитов, имеющих существенное значение для фитомелиорации аридных пастбищ и производства кормов на основе использования соленых вод для орошения.

Саксаул черный (*Haloxylon aphyllum (Minkw.) Iljin.*), сорт Нортуя**.** Сорт создан на основе кызылкумского экотипа карнабчульской репродукции. Представляет собой многоствольное дерево высотой 1.5-3 м, в благоприятных условиях – до 4-5 м. Гиперксерофит, предельно устойчив к почвенной и воздушной засухе, сверхвысоким температурам. Достаточно вынослив к засолению, более того, слабое хлоридно-сульфатное засоление почвогрунта (0.2-0.4%) стимулирует ростовые процессы. Продолжительность вегетационного периода 265-270 дней.

Сорт Нортуя по адаптивному типу стратегии – виолент, обладающий высокой конкурентной мощью: энергично развиваясь, захватывает территорию и удерживает ее за собой. Виолентность его проявляется в эдификаторной средообразующей роли, в мощной биомелиорирующей и ценообразовательной способности. В совместных многовидовых посевах хорошо сочетается с полукустарниками и травами, образует многокомпонентные устойчивые и высокопродуктивные пастбищные экосистемы.Эти эколого-биологические особенности обусловлены занимаемой саксаулом экологической нишей, позволяющей ему достаточно полно и рационально осваивать пространство и, особенно, водные и питательные ресурсы глубоких слоев почвогрунта. Если надземная часть саксаула занимает первый ярус в ценозе, то подземная часть (корневая система) проникает на глубину 14-16 м. Такая глубоко проникающая корневая система способствует исключению корневой конкуренции между саксаулом и другими растениями, а также более полному использованию питательных и водных ресурсов глубоких слоев почвогрунта. Сорт характеризуется высокой кормовой продуктивностью. Урожайность составляет 8-16 ц/га сухой кормовой массы в культуре. Хорошо поедается в осенне-зимний период овцами и верблюдами. Поедаемые части – годичные побеги и плоды. Саксауловый корм содержит 10-12% протеина (в плодах – до 20%), 2.2-2.7% жира, 21.2-38.6% зольных веществ, 39.3% безазотистых экстрактивных веществ и до 14.4% клетчатки. Питательность корма значительно меняется по сезонам года и составляет весной – 98, осенью – 46, зимой – 37 корм. ед. в 100 кг сухого корма. Сорт используется для создания пастбищезащитных полос,

осенне-зимних и многосезонных многоярусных долголетних пастбищных экосистем в полупустынных и пустынных районах России и Центральной Азии.

Прутняк простертый (*Kochia prostrata (L.) Schrad.*), сорт Карнабчульский**.** Выведен на основе дикорастущей популяции каменистого экотипа методом массового отбора. Представляет собой полукустарник высотой от 70 до 150 см (в зависимости от условий выращивания) с приподнимающимися серовато-зелеными, опушенными курчавыми волосками побегами. Обладает высокой засухоустойчивостью, обусловленной, не в последнюю очередь, развитой корневой системе, проникающей на глубину до 4-5 м. Сорт характеризуется продуктивным долголетием (12-15 лет), устойчивостью к систематическому выпасу, высокой урожайностью (до 12-16 ц/га) сухой кормовой массы и питательностью корма. В многовидовых пастбищных агрофитоценозах хорошо сочетается с кустарниками и травами. Сорт рекомендован для выращивания в аридных районах со среднегодовой суммой осадков 180–350 мм, на бурых и светло-каштановых почвах (без полива) в аридных районах России и на сероземных и серо-бурых почвах Центральной Азии.

Сорт Бархан. Сорт выведен методом массового отбора на основе использования популяции прутняка каменистого экотипа, собранной в предгорных районах Киргизии. Представляет собой полукустарник прямостоячей или полупрямостоячей формы высотой до 75-110 см. Побеги, листья, плоды опушены. Сорт характеризуется высокой интенсивностью отрастания весной и после стравливания, выдерживает двукратное пастбищесенокосное использование. Отличается высокой устойчивостью к гидротермическому стрессу. Продолжительность вегетационного периода 255-265 дней. Урожайность сорта при двукратном скашивании на третьем году жизни достигает 16-22 ц/га сухой кормовой массы. В период пастбищной спелости в кормовой массе прутняка содержится до 16% протеина. Сорт Бархан предназначен для выращивания без орошения в аридных района страны с годовой суммой осадков 180-350 мм на светло-каштановых и бурых почвах, слабой и средней степени засоления.

Солянка восточная (*Salsola orientalis S.G. Gmel.*), сорт Первенец Карнаба. Создан методом массового отбора на основе дикорастущего кызылкумского экотипа. Сорт пастбищного типа, отличается высокой урожайностью, засухо- и солеустойчивостью. Корневая система универсального типа, проникает на глубину до 6-7 м. Урожайность составляет 17-25 ц/га сухой кормовой массы, урожайность семян – 1.0-1.5 ц/га. В сухом корме содержится 10.5-13.8% протеина. Пригоден для длительного пастбищного использования (более 20 лет). Этот сорт предназначен для создания поликомпонентных долголетних пастбищ в смеси с прутняком простертым, полынью белой, житняком сибирским и другими травами.

Сорт Саланг. Создан методом многократного массового отбора на основе мубарекской популяции солянки восточной. Сорт Саланг отличается высокой урожайностью, устойчивостью к болезням и вредителям, систематическому выпасу, почвенной и воздушной засухе. Продуктивное долголетие сорта более 20 лет. Урожай сухой кормовой массы в аридных условиях при годовой сумме осадков 160-250 мм составляет 16-22 ц/га, в сухой кормовой массе в зависимости от фазы вегетации содержится до 12-15% протеина. Сорт предназначен для использования в качестве основного средообразующего компонента для создания долголетних пастбищных агрофитоценозов на засоленных светло-каштановых и бурых почвах.

Камфоросма Лессинга (*Camphorosma lessingii Litv.*), сорт Согдиана**.** Создан методом многократного отбора на базе использования дикорастущих популяций из Фаришского района (Узбекистан). Растение характеризуются прямостоячей формой куста (75-90%). Высота растений 55-65 см. Побеги, листья, плоды интенсивно опушены. Листья линейно-шиловидные (игольчатые). Облиственность (листья, укороченные вегетативные побеги) –

70%. Продолжительность вегетационного периода – 235-265 дней. Урожайность сорта Согдиана в аридных условиях составляет 12-15 ц/га сухой кормовой массы. В 100 кг сухого корма содержится 51 корм. ед., 10-14% протеина. Сорт предназначен для создания поликомпонентных пастбищных агрофитоценозов на бурых и светло-каштановых засоленных почвах в аридных районах с годовой суммой осадков 200-400 мм.

Терескен серый *(Eurotia ceratoides (L.) C.A. Mey*), сорт Тулкин**.** Полукустарник высотой 60-120 см, по экологии–ксерофит, достаточно устойчив к почвенной и воздушной засухе, высоким температурам, но уступает таким видам как *Salsola orientalis, Kochia prostrata*. Корневая система хорошо развита, проникает на глубину до 5-6 м. Урожайность составляет 16-18 ц/га сухой кормовой массы. Исключительно устойчив к выпасу, после стравливания и скашивания хорошо отрастает. Отличается длительным вегетационным периодом – 206-216 дней. Превосходное кормовое растение. Хорошо поедается овцами, козами, крупным рогатым скотом, верблюдами. Хорошо сочетается в совместных посевах с *Haloxylon aphyllum, Kochia prostrata, Salsola orientalis*. Может возобновляться самосевом за счёт опавших семян. Сорт перспективен для фитомелиорации деградированных пастбищ в сухостепной и полупустынных зонах Российской Федерации и Центральной Азии.

Сорт Фаворит. Создан путем массового многократного отбора на основе использования дикорастущих популяций Астраханской области. Полукустарник высотой 80-120 см, побеги светло-серые, сильно опушены. По экологии – ксерофит, по типу адаптивной стратегии – виолент. Сорт пастбищного направления, пригоден для создания долголетних осенне-зимних пастбищ на каштановых и серо-бурых почвах полупустынной и сухостепной зон. Корневая система универсального типа, проникает на глубину 3-5 и более м в зависимости от возраста, механического состава и типа почвы. Сорт характеризуется высокой кустистостью (50-60%), облиственностью (54.8%), устойчивостью к воздушной и почвенной засухе, зимостойкостью, хорошей поедаемостью овцами, крупным рогатым скотом, верблюдами во все сезоны года. Продолжительность вегетационного периода – 215-220 дней. В условиях полупустынной зоны новый сорт Фаворит формирует 18,0-26 ц/га сухой кормовой массы, 1.0-2.0 ц/га семян. Продуктивное долголетие 15-25 лет. Рекомендуется для создания поликомпонентных пастбищных агрофитоценозов с участием прутняка, камфоросмы, житняка, мятлика луковичного, астрагалов.

Полынь солелюбивая (*Artemisia halophila Krasch.*), сорт Сонет**.** Создан методом массового отбора с использованием дикорастущих популяций. Отличается толерантностью к сульфатно-хлоридному и хлоридно-сульфатному засолению субстрата. На почвах слабой и средней степени засоленности формирует урожай до 7.5-10.0 ц/га. Корневая система универсального типа, проникает на глубину 1.3-1.8 м, облиственность – 56%, содержание протеина 11.5-15.0%. Предназначен для освоения засоленных почв в качестве доминанта мелиоративных агрофитоценозов в сочетании с прутняком, пыреем солончаковым, житняком гребенчатым. Новые сорта аридных кормовых растений предназначены для выращивания в аридных районах Российской Федерации в сухостепной, полупустынной и пустынной зонах при годовой сумме осадков 180-350 мм. В этих условиях они формируют 1.2-3.0 т/га сухого вещества без применения орошения.

При разных хозяйственных параметрах эти сорта характеризуются высокой общей устойчивостью к комплексу абиотических стрессов. Эта их устойчивость и относительно высокая продуктивность в условиях аридного климата и низкого плодородия почв обеспечиваются такими биоэкологическими механизмами, как развитая и глубокопроникающая корневая система, продуктивное использование запасов почвенной влаги, способность к осуществлению фотосинтеза с положительным балансом при сверхвысоких температурах (40-45°С и выше), принадлежностью их к C_4-типу растений, а также способностью к эстафетной передачи ассимиляционных функций от одного вида и

сорта к другому в условиях многокомпонентных пастбищных агрофитоценозов. Эти эколого-биологические черты, созданных сортов аридных кормовых растений, обуславливают их виолентные и патиентные свойства, столь необходимые для выживания и нормального продуцирования кормовой массы в экстремальных условиях аридных зон.

ВЫВОДЫ

Мировые растительные ресурсы галофитов характеризуются большим родовым, видовым, экотипическим и популяционным разнообразием и насчитывает около 2000 видов галофитов, которые относятся к 550 родам и 120 семействам.

Спектр десяти ведущих семейств по содержанию галофитов образуют *Chenopodiaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae*, *Plumbaginaceae*, *Aizoaceae*, *Cyperaceae*, *Papilionaceae*, *Tamaricaceae*, *Arecaceae*, *Zygophyllaceae*, насчитывающие более половины (56.17%) всех видов флоры галофитов мира. Наибольшее количество галофитов содержится в семействе маревых *Chenopodiaceae* (23.75%). Существенна роль и других семейств. Так, в мировой флоре семейства *Poaceae* (137 видов), *Asteraceae* (69), *Plumbaginaceae* (57), *Aizoaceae* (53) являются не только исключительно галофильными, но и составляют ядро галофитов во всех флорах земного шара.

Анализ флоры галофитов на родовом уровне показывает, что в ее составе насчитывается 550 родов с числом видов в каждом от 1 до 111.

Среди полиморфных родов следует выделить *Atriplex* (111), *Limonium* (51), *Tamarix* (37), *Suaeda* (36), *Halosarcia* (23), *Sporobolus* (21), *Maireana* (17), *Frankenia* (15), *Salicornia* (15), *Salsola* (15) и др. 320 родов являются монотипными, что составляет 20,54% от общего числа галофитных видов мировой флоры галофитов.

Все виды галофитов мировой флоры по отношению к засоленности субстрата и гранулометрическому составу почвы подразделяют на следующие экологические группы. По J. Aronson (1989), среди галофитов мировой флоры гипергалофиты составляют 45.25%, ксерофиты и ксерогалофиты – 29.59%, псаммогалофиты – 16.69% и на другие группы (часмофиты, сорные, фреатофиты) приходится 6.35%.

Флора галофитов России насчитывает более 500 видов. Это количество видов относится к 255 родам и 55 семействам. Спектр ведущих семейств, содержащих наибольшее количество видов галофитных растений образуют *Asteraceae*, *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae*, *Cyperaceae*, *Ranunculaceae*, *Brassicaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Polygonaceae*, *Scophulariaceae*, *Liliaceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae*, которые охватывают более половины (412) всех видов флоры галофитов России.

Наибольшее число видов галофитов содержится в семействе *Asteraceae*, составляющей 15.10%. Наряду с этим семейством значительное количество видов имеется в семействах *Poaceae* (62 вида), *Chenopodiaceae* (48), *Fabaceae* (34), *Cyperaceae* (30), *Ranunculaceae* (23), *Brassicaceae* (21), *Lamiaceae* (21), *Apiaceae* (19), *Caryophyllaceae* (18), *Polygonaceae* (15), *Scophulariaceae* (13), *Liliaceae* (11), *Rosaceae* (10), *Rubiaceae* (10).

В составе флоры России насчитывается 255 родов с числом видов от 1 до 23. Среди полиморфных можно выделить *Carex* (23), *Artemisia* (15), *Salsola* (9), *Trifolium* (9), *Ranunculus* (9), *Galium* (9), *Astragalus* (8), *Plantago* (8), *Euphorbia* (7), *Limonium* (7), *Polygonum* (7), *Veronica* (7), *Juncus* (6), *Stipa* (6), *Potentilla* (6), что составляет 1.18-4.51% от общего числа галофитов.

Ресурсы галофитов, представленные значительным количеством видов, входящих в более 250 семейств, обладают не только большим диапазоном эколого-биологических характеристик, но и широким спектром возможностей хозяйственного использования, как источник кормовых, масличных, лекарственных, декоративных растений, в качестве энергоносителей и биомелиорантов.

Таким образом, мировую флору галофитов следует рассматривать в качестве генетических ресурсов селекции для создания экологически дифференцированных сортов по соле- и засухоустойчивости и экологической реставрации деградированных пастбищных земель.

Потенциальные резервы и ресурсы селекции кормовых галофитов огромны, и, как показывают первые результаты селекционных работ, отобранные экологически устойчивые, высокопродуктивные виды и созданные сорта могут обеспечить эффективное восстановление биоразнообразия и продуктивности деградированных пастбищных земель и засоленных почв в аридных районах России и Центральной Азии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акжигитова Н.И.* Галофильная растительность Средней Азии и ее индикационные свойства. Ташкент, 1982. 190 с.
2. *Генкель П.А.* Солеустойчивость растений и пути её направленного повышения / Тимирязевские чтения. 1954. Вып. XII. 84 с.
3. *Жученко А.А.* Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы) Кишинев: Штинница, 1998. 766 с.
4. *Жученко А.А.* Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) М.: РУДН, 2001. Т. I, II. 1488 с.
5. *Коровин Е.П.* Растительность Средней Азии и Южного Казахстана Ташкент. 1961. Т. I. 452 с.; 1962. Т. II. 547 с.
6. *Строгонов Б.П.* Солеустойчивость растений // Физиология сельскохозяйственных растений. М., 1967. Т. III. С. 270-325.
7. *Шамсутдинов З.Ш.* Мировой опыт биологических мелиораций и перспективы их использования в устойчивом развитии пастбищного хозяйства Западного Прикаспия // Биоты и природная среда Калмыкии. М., 1995. С. 106-157.
8. *Шамсутдинов З.Ш., Назарюк Л.А.* Интродукция и селекция растений на основе изучения экотипов (на примере пустынных кормовых растений) // Сельскохоз. биол. 1986. № 4. С. 50-56.
9. *Шамсутдинов, З.Ш., Савченко И.В., Шамсутдинов Н.З.* Галофиты России, их экологическая оценка и использование. М.: Эдэль-М, 2001. 399 с.
10. *Шамсутдинов Н.З.* Генетические ресурсы галофитов и перспективы их использования в интродукции и селекции // Адаптивные системы и природоохранные технологии производства сельскохозяйственной продукции в аридных регионах Волго-Донской провинции. М: Современные тетради, 2003. С. 295-303.
11. *Шамсутдинов Н.З.* Биологический потенциал галофитов и использование его для повышения продуктивности аридных экосистем в связи с глобальными изменениями климата // Материалы XIII Международного симпозиума "Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье". Кн. 2. Симферополь: Таврия, 2004. С. 104-110.
12. *Шамсутдинов Н.З., Шамсутдинов З.Ш.* Использование галофитов для устойчивого развития жизнеспособного сельского хозяйства в аридных районах России и Центральной Азии // Аридные экосистемы. 2003. Т. 9. № 19-20. С. 22-37.
13. *Agenda 21* // Diversity. 1992. Vol. 8. N 3. P. 6-9.
14. *Aronson J.* Economic halophytes a global review. Plants for arid lands. Ed. G.E. Wickens et al, 1985. P. 177-188.
15. *Aronson J.* Haloph. A date base of salt tolerant plants of the World Tucson: Office of arid lands studies. The University of Arizona, 1989. 77 p.
16. *Dudal R., Purnel M.F.* Land resources: salt affected soils // Reclamation and Revegetation

Research. 1996. № 5. P. 1-9.
17. Halophytes for livestock, rehabilitation of degraded and sequestering atmospheric carbon. Ed. by A.T. Ayoub and C.V. Malcolm. UNEP, 1993. 60 p.
18. *Menzel U., Lieth H.* Annex 4: Halophyte database Vers. 2 // In: Halophyte uses in different climate. 1. Ecological and ecophysiological studies. Progress in Biometeorology. Leiden, Backhuys Publishers, 1999. Vol. 13. 258 p.
19. *Mudie P.J.* The potential economic uses of halophytes // In: Ecology of halophytes. New York, Academic Press, 1974. P. 565-597.
20. *O'Leary J.W.* Halophytes // J.W. O'Leary Arizona Land and People. 1985. Vol. 36. N 3. 15 p.
21. Plant Genetic Resources // Their Conservation in situ for Human Use. Rome, 1987. 20 p.
22. *Rhoades J.D.* Soil salinity causes and controls // Techniques for desert reclamation. New York: John Wiley & Sons, 1990. P. 109-134.
23. *Rhoades J.D., Kandiah A., Mashali A.M.* The use of saline waters for crop production // FAO irrigation and drainage paper. Rome, 1992. Vol. 48. 133 p.
24. *Shamsutdinov N.Z.* Halophyte Resources and Their Selection for Arid Rangelands // Vortr. Pflanzenzüchtg. 2003. Vol. 59. P. 248-251.
25. *The Biosaline Concept.* The approach to the utilization of underemployed resources. Ed. A. Hollaender. New York, 1979. 391 p.
26. The Report on the State of the World PGRFA / FAO. CGRFA doc. Rome, 1996. 75 p.

GENETIC RESOURCES AND BREEDING PROBLEMS OF FODDER HALOPHYTES

© 2006. N.Z. Shamsutdinov

All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation,
127550, Bolshaya Academicheskaya St., 44, Moscow, Russia; aridland@mtu-net.ru

The breeding process of the salt tolerant plants permitting to utilize them in the pastures phytomelioration system and obtaining of high forages crops, dictate necessity of halophytes genetic resources investigation and their ecologically differentiated varieties creation.

In the world there are more than 2000 halophytes species (Aronson, 1989), from which more than 500 grow in Russia (Shamsutdinov et al., 2001).

Thus, the mobilization of genetic resources from flora and creation on their basis salt tolerance varieties allows to develop the saline soils for long pastures and to gain padding rich energetic forages for meat cattle, sheep, camels, horses and to achieve improvement of the environment in arid regions of the Russian South.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

УДК 581.14.142

ДЕЙСТВИЕ СОЛЕЙ НА ПРОРАСТАНИЕ ДИМОРФНЫХ ПЛОДОВ *Suaeda heterophylla (Chenopodiaceae)*

© 2006 г. У.Н. Жапакова*, Н.С. Орловский, Т.Г. Пак***

**Научно-Производственный Центр «Ботаника» АН РУз*
700127 Ташкент, ул. Ф. Ходжаева, 35, e-mail: botany@uzsci.net
*** J. Blaustein Institute for Desert Research, Ben-Gurion University of the Negev*
Sde-Boker Campus, 84900, Israel, e-mail: nicolai@bgu.ac.il

Публикации последних лет по влиянию солей на прорастание семян показали лучшую всхожесть галофильных видов в опресненной воде, но некоторые виды выделяются значительной толерантностью к хлоридной соли (Ungar, 1978; Keiffer, Ungar, 1997; Khan, Gulzar, 2003; Khan, Gul, Weber, 2004). Влияние солей на прорастание полиморфных семян было исследовано на таких видах как *Salicornia europaea* (Philipupillai, Ungar, 1984), *Atriplex triangularis* (Khan, Ungar, 1984) и *Suaeda moquinii* (Khan et al., 2001). В этих работах показаны различные толерантные пределы полиморфных семян к воздействию хлоридной соли. Такие реакции обеспечивают виду выживание в экстремальных условиях. Однако в естественных условиях часто встречаются смешанные соли. В литературе отсутствуют сведения по действию сульфатных и смешанных хлоридно-сульфатных солей на прорастание семян гетерокарпных видов, тогда как засоление почвы аридных регионов часто смешанного типа. Целью работы является выявление поведенческих реакций в процессе прорастания семян под воздействием хлоридной, сульфатной солей и их смеси у диморфных плодов *Suaeda heterophylla*.

Suaeda heterophylla (K. et K.) Bunge – однолетнее галофитное растение, произрастающее на мокрых солончаках в Средней Азии, Юго-Восточной части Европейской России, Кавказе, Иране, Афганистане (Флора СССР, 1936).

Плоды *Suaeda heterophylla* были собраны в октябре 2000 г. на прибрежных засоленных землях озера Айдаркуль Джизакской области (Узбекистан). До проведения опытов плоды хранили в бумажном пакете при температуре 18+25°C. Опыты по проращиванию плодов (в околоцветнике) провели в мае 2004 г., т.е. после 3.5 лет хранения. Плоды были размещены в чашках Петри на фильтровальной бумаге, увлажненной 9 мл раствора, по 50 шт. в каждой, в 4-х кратной повторности. Были использованы для обоих типов плодов следующие концентрации солей: NaCl и Na_2SO_4 – 0.5, 1 и 3%, NaCl + Na_2SO_4 (1:1) – от 1 до 6%. В качестве контроля - дистиллированная вода. Плоды I типа, проращиваемые в данных концентрациях NaCl, после 4 дней от начала процесса прорастания перенесли в новые чашки Петри с теми же концентрациями солей для изучения вероятных изменений. Реакции, восстанавливающие процесс прорастания, были изучены следующим образом. После 31 дня от начала опытов непроросшие плоды II типа (в 3 и 5% концентрациях хлоридной и сульфатной солей), а также I и II типов (в 5% смешанных солей) промыли, и дальнейшее их проращивание провели в дистиллированной воде. Подсчет проросших плодов производился ежедневно. Использовалась переменная температура: первые 10 дней – при температуре +6°C (в холодильнике), затем в комнатных условиях +20+25°C.

Используя предложенные формулы И.Г. Строна (1962), были подсчитаны дружность прорастания: Д= П/А, где П – полная всхожесть в %; А – число дней прорастания; и скорость прорастания: С= а + (б/2 + в/3 + г/4 + …), а – число проросших семян в первый день, б – на второй день и т.д.

Исследуемый вид характеризуется четко выраженным диморфизмом семян. Плоды двух типов (I и II) – односемянные, сухие, окруженные 5-лепестковым околоцветником. I тип – относительно крупные, округлые, 1.9 мм диаметром, уплощенные. Покровы плода: околоцветник – желтоватый, рыхло-паренхимный, с крыловидными выростами; перикарпий – коричневатый, паренхимный; спермодерма – блестяще-белая, паренхимная. Верхние доли околоцветника (над крыльями) несросшиеся, нижние (под крыльями) – полусросшиеся; крыловидные выросты каждого листочка околоцветника слегка завернутые к столбику, вздутые. Положение семени горизонтальное. Зародыш – спиральный. II тип – мелковатые, овальные, 1.1 x 0.8 мм, слегка выпуклые к центру. Покровы плода: околоцветник – желтоватый, тонкий, паренхимный, без крыльев; перикарпий – полупрозрачный, паренхимный, желтоватый с рассеянными коричневыми пятнышками; спермодерма – черная, твердая (экзотеста густо импрегнирована пигментом). Верхние доли околоцветника не смыкаются, так, что в просветах четко выступает черная поверхность спермодермы; нижние доли – полусросшиеся с выступающими жилками. Положение зародыша – вертикальное или косо-вертикальное. Четко выраженные морфотипы плодов, несомненно, обуславливают различие в поведении семян при прорастании, в частности, под действием солей.

Критическая стадия прорастания семян в онтогенезе галофитов лимитируется, в частности, экстремальными эдафическими условиями, когда поверхность почвы засолена в 2-100 раз выше, чем более глубокие слои (Ungar, 1978). Реакция галофитов на солестресс видоспецифична. У растений, имеющих полиморфные семена, разные типы семян отличаются по реакции на засоление (Philipupillai, Ungar, 1984; Khan, Ungar, 1984; Khan et al., 2001). Характерная для большинства галофитов реакция на засоление, при которой в опресненном контрольном варианте показатели всхожести, дружности и скорости прорастания были выше, чем в различных концентрациях солей, отмечена и у диморфных плодов *Suaeda heterophylla*. Большая часть плодов *S. heterophylla* прорастает в первые три дня проращивания при высокой температуре, как в контроле, так при низких концентрациях солей. По мере увеличения концентрации солевых растворов характер прорастания у обоих типов плодов становится резко различным. При действии 0.5% NaCl у плодов I типа отмечено небольшое снижение всхожести и резкое – дружности и скорости прорастания. Однако в 1 и 3% концентрации NaCl всхожесть увеличивается. Это увеличение было достигнуто путем перенесения семян в новые чашки Петри с соответствующей концентрацией. Наибольшее увеличение числа проросших плодов наблюдалось в 3% концентрации NaCl из-за двукратного перенесения плодов: при первом (на 4-5 сутки после смены температуры) процент прорастания возрос на 35.2, втором (на 8 день) - 45.2. Этот феномен, возможно, объясняется тем, что ингибиторы семян во взаимодействии с солями сильнее тормозят процесс прорастания. При переносе семян в другие чашки Петри с соответствующими концентрациями солей их взаимодействие временно устраняется. Более сильный стимулирующий эффект отмечен у непроросших плодов II типа, выдержанных в течение месяца в 3% концентрации NaCl, после того как их промыли и прорастили в дистиллированной воде. Плоды обоих типов, выдержанные в 5% концентрации смешанных солей и непроросшие в течение месяца, промытые и помещенные в дистиллированную воду, имели высокую всхожесть у I типа и среднюю – II типа (табл.). Способность выживать в условиях сильного засоления, а затем прорастать при его уменьшении или ликвидации, является характерной особенностью галофитов и отличает их от гликофитов (Ungar, 1978). У плодов II типа с увеличением концентрации хлоридных и сульфатных солей всхожесть и скорость прорастания уменьшаются в большей степени по сравнению с I типом (рис. 1, 2).

В растворах сульфатной соли у плодов I типа во всех заданных концентрациях всхожесть оставалась высокой, но скорость прорастания значительно снизилась по сравнению с контролем (рис. 1, табл.). У плодов II типа всхожесть резко снижается по мере

увеличения концентрации. Только в 0.5 % растворе всхожесть достаточно высокая, однако ниже, чем в контроле. Сульфатные соли менее токсичные для семян (Waisel, 1972).

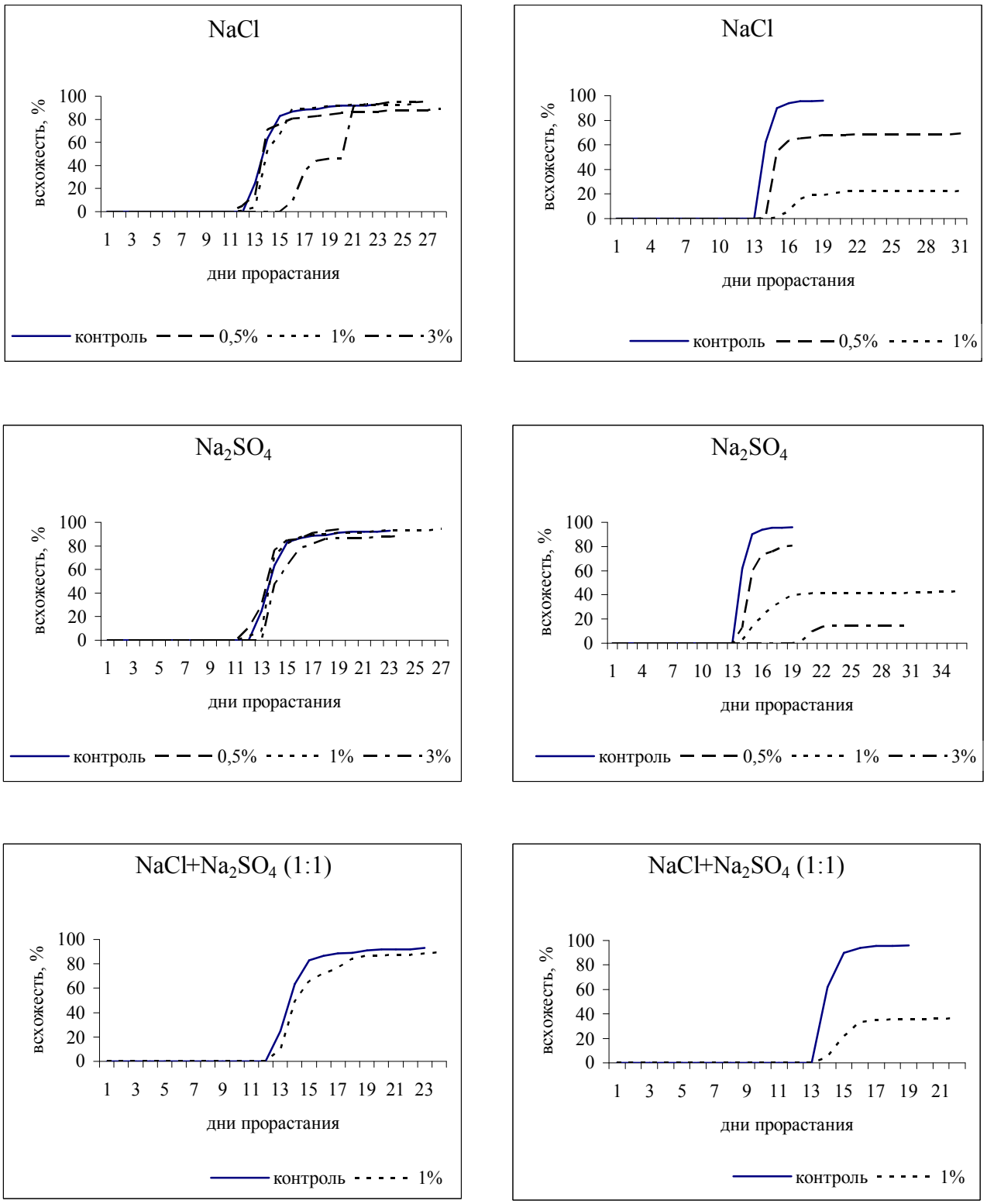
Смесь хлоридной и сульфатной солей в равных соотношениях оказала более угнетающее воздействие. Оба типа плодов проросли лишь в 1% концентрации. Но, если у I типа всхожесть плодов была достаточно высокой, а дружность и скорость прорастания сопоставимы с контролем, то у II типа плодов эти показатели были значительно меньше (табл.).

Таблица. Показатели прорастания диморфных плодов *Suaeda heterophylla* в разных концентрациях солей. **Table.** Germination indexes of dimorphic fruit of *Suaeda heterophylla* under different salt concentrations.

Тип соли	Тип семян	Концент-рация солей, %	Всхожесть, %	Показатели процесса прорастания			
				Начало, дни	Период, дни	Дружность, %	Скорость
NaCl	I	0	93.1±2.6	12	22	8.46	15.88
		0.5	89.3±9.8	11	27	5.25	3.11
		1	93.3±9.8	11	25	6.22	3.17
		3	95.3±4.6	15	26	7.94	2.51
	II	0	96.0±2.8	13	18	16	14.39
		0.5	63.3±6.1	13	30	3.85	2.25
		1	22.7±9.0	14	30	1.42	0.65
		3	0	0	0	0	0
		3*	82.0±12.2	1	7	-	-
Na_2SO_4	I	0.5	93.9±6.0	11	18	11.75	3.39
		1	94.6±1.2	11	26	5.91	3.28
		3	88.7±3.1	13	23	8.05	2.97
	II	0.5	80.6±7.0	13	18	13.44	2.65
		1	43.3±4.6	13	35	1.88	1.29
		3	15.3±4.6	19	30	1.27	0.35
NaCl + Na_2SO_4 (1:1)	I	1	89.6±4.7	11	22	7.47	12.89
		2-6	0	0	0	0	0
		5*	94.5±4.7	1	4		
	II	1	36.5±21.1	13	21	4.06	4.30
		2-6	0	0	0	0	0
		5*	34.0±31.2	3	5		

3* и 5* - плоды, выдержанные в растворах солей в течение месяца, затем промытые и перенесенные в дистиллированную воду.
3* и 5* - fruit are kept in the salt solutions for 1 month then washed and moved to distilled water.

Различная реакция полиморфных семян на засоление обеспечивает сохранение банка семян, что очень важно для длительного выживания вида в экстремальных условиях. Так, к примеру, крупные семена *Atriplex triangularis* и *Salicornia europaea* - более солеустойчивые и имеют небольшой покой по сравнению с мелкими (Khan, Ungar, 1984; Philipupillai, Ungar,



а б

Рис. 1. Динамика прорастания диморфных плодов *Suaeda heterophylla* под воздействием различных солей: а - I тип, б - II тип.

Fig. 1. Dynamic of germination of *Suaeda heterophylla* dimorphic fruit under different salts: a – I type, б – II type.

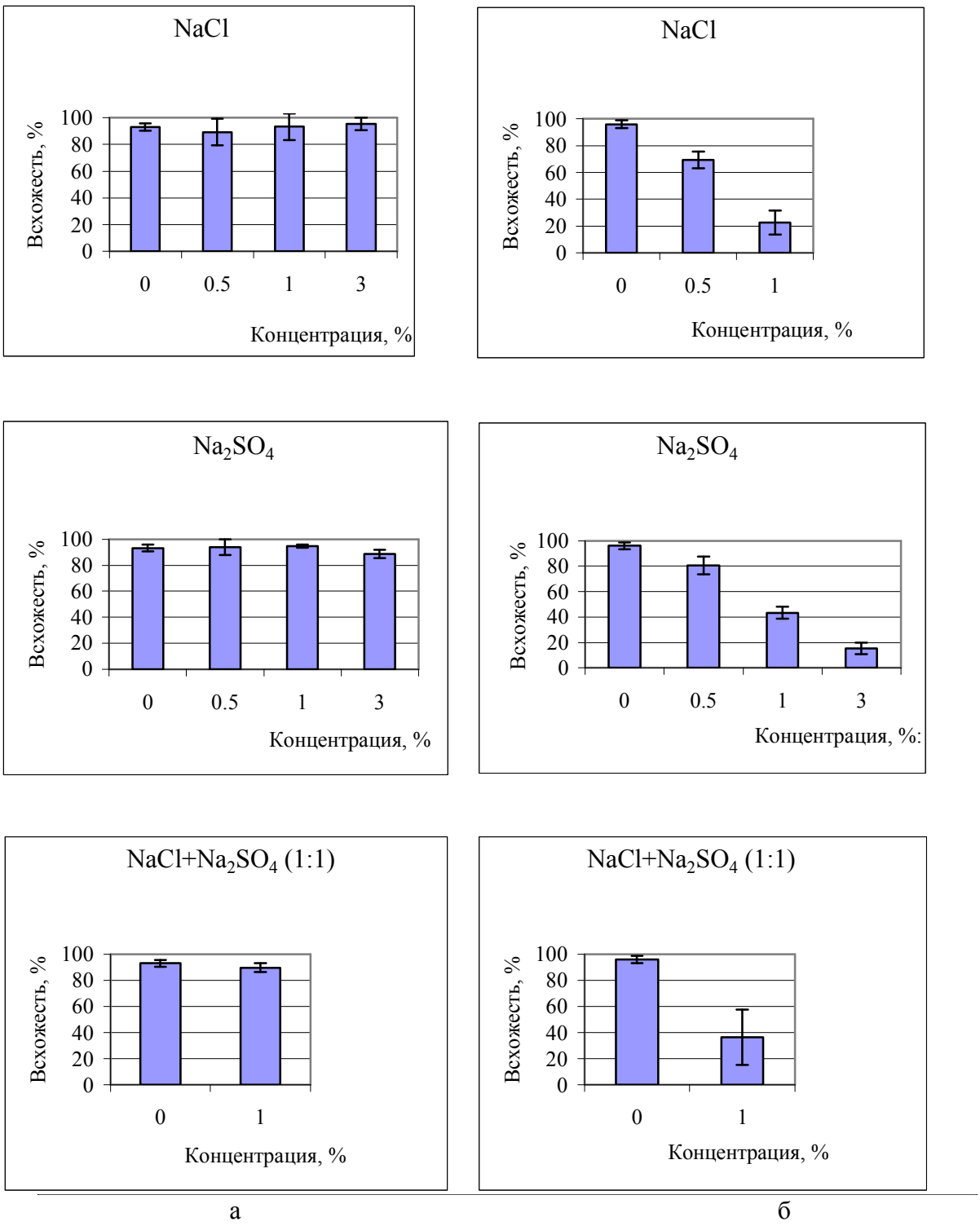


Рис. 2. Всхожесть диморфных плодов *Suaeda heterophylla* под воздействием засоления: а - I тип, б - II тип.

Fig. 2. Germination rate of *Suaeda heterophylla* dimorphic fruit under salt treatment: a – I type, б – II type.

1984). У *S. heterophylla* семена со светлыми покровами (I тип) характеризуются небольшим покоем, а черные – более длительным. Результаты проращивания семян после 3 месяцев хранения при переменных температурах +4°С, +15°С, +40°С показали: всхожесть черных семян – 24%, светло - песочного цвета семян с тонкими покровами – 93.4%, (Жапакова, неопубл.).

Изучение влияния солей на прорастание плодов *S. heterophylla* выявило предельные концентрации солей: NaCl: 3% для I типа и 1% - для II; Na_2SO_4: 4-5% для I типа, до 3% для II. Адаптация к смешанным солям NaCl + Na_2SO_4 (1:1) у данного вида относительно низкая (1%). Высокая солетолерантность плодов I типа, имеющих более продвинутые признаки морфологической организации, возможно, объясняется тем, что этот тип возник позже в процессе эволюции под воздействием постоянно усиливающейся тенденции засоления почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Строна И.Г.* К вопросу о разнокачественности семян и методах ее оценки // Труды НИИ растениеводства, селекции и генетики им. В.Я. Юрьева. Том 7. 1962. С. 69-76.
2. *Ильин М.М. Chenopodiaceae* / Флора СССР, Т. 6. М. – Л.: 1936, с. 2-354.
3. *Keiffer C.H., Ungar I.A.* The effect of extended exposure to hypersaline conditions on the germination of five inland halophyte species //American Journal of Botany. 1997. 84 (1). pp. 104-111.
4. *Khan M.A., Ungar I.A.* The effect of salinity and temperature on the germination of polymorphic seeds and growth of *Atriplex triangularis* Willd. // American Journal of Botany. 1984. 71 (4). pp. 481-489.
5. *Khan M.A., Gul B., Weber D.J.* Germination of diamorphic seeds of *Suaeda moquinii* under high salinity stress // Aust. Journal of Botany. 2001. 49. pp. 185-192.
6. *Khan M.A., Gulzar S.* Light, salinity, and temperature effects on the seed germination of perennial grasses // American Journal of Botany. 2003. 90 (1). pp. 131-134.
7. *Khan M.A., Gul B., Weber D. J.* Action of plant growth regulators and salinity on seed germination of *Ceratoides lanata* // Can. Journal of Botany. 2004. 82. pp. 37-42.
8. *Philipupillai J., Ungar I.A.* The effect of seed dimorphism on the germination and survival of *Salicornia europaea* L. populations // American Journal of Botany. 1984. 71 (4). pp. 542-549.
9. *Ungar I.A.* Halophyte seed germination // The Botanical Review. 1978. Vol. 44. № 2. pp. 233-264.
10. *Waisel Y.* Biology of halophytes. New York and London. Academic Press. 1972. 395 p.

EFFECT OF SALTS ON DIMORPHIC FRUIT GERMINATION OF *SUAEDA HETEROPHYLLA (CHENOPODIACEAE)*

© 2006. U.N. Japakova*, N.S. Orlovsky, T.G. Pak***

**Scientific Centre of Plant Production "Botanika" of Uzbek Academy of Sciences*
700127 Uzbekistan, Tashkent, 35 F. Khodjaev str., e-mail:botany@uzsci.net
*** J. Blaustein Institute for Desert Research, Ben-Gurion University of the Negev*
Sde-Boker Campus, 84900, Israel, e-mail: nicolai@bgu.ac.il

Soil salinity of arid regions is often of a mixture type. The aim of this work was to reveal the effect of different salts on germination behavior of *Suaeda heterophylla* dimorphic fruit. *Suaeda heterophylla (K. et K.) Bunge* is an annual halophyte that habits on wet saline soils in Central Asia, the Southeast part of Russia, Caucasus, Iran and Afghanistan.

Fruit of *S. heterophylla* were collected in October, 2000 on the coastal salted lands of Ajdarkul lake, Dzhizak district (Uzbekistan). This species is characterized by precisely expressed seed dimorphism. Fruit of both types (I and II) are dry with a seed in each one. An embryo has a spiral shape. The fruit of I type is 1.9 mm in diameter, of brown color. Spermoderm is bright-white. The seed takes a horizontal position. The fruit of II type has yellow pericarp with brown spots, an oval shape, size 1.1 x 0.8 mm. Spermoderm is firm, of black color. The seed takes a vertical or slant-vertical position. Both fruit types show different responses to salinity.

The dimorphic fruit of *Suaeda heterophylla* had higher number of seeds germinating and germination rate in the non-saline control to compare with ones under salt treatments as it had been noted for most halophytes. Probably internal seed inhibitors in cooperation with salts inhibit germination stronger. But right after the fruit were moved to Petri dishes with the same salt concentrations we could observe increasing number of fruits germinating. It could be caused by temporary elimination of the effect of interaction between the salts and the seed inhibitors. Strong stimulating effect was noticed in when the fruit (II type) not germinated after exposure in 3% NaCl for one month were washed and germinated in distilled water.

Various responses of polymorphic seeds to salinity provide preservation of seed bank that is very important for prolonged survival of species under extreme conditions. In *S. heterophylla* it was noted that the seeds with light covers (I type) had short dormancy and ones with black covers had longer dormancy.

Studying of salinity effect on fruit germination of *S. heterophylla* revealed salt concentration limit: NaCl – 3% for I type and 1% for II type; Na_2SO_4 – 4-5% for I type and to 3% for II type. Adaptive ability of this species to NaCl+Na_2SO_4 (1:1) treatment is fairly low (1%). High salt tolerance of I type fruit having more advanced morphological peculiarities is probably explained that this type appeared evolutionary lately under influence of constantly increasing tendency to soil salinity.

This research was supported under Grant No. TA-MOU-01-CA21-035 funded by the U.S.-Israel Cooperative Development Research Program, Bureau for Economic Growth, Agriculture and Trade, U.S. Agency for International Development.

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2006, том 12, № 30-31

О IV МЕЖДУНАРОДНОМ СИМПОЗИУМЕ «СТЕПИ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ»

© 2006 г. Н.А. Шумова

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

С 4 по 8 сентября 2006 года в Институте степи Уральского отделения Российской Академии наук (Оренбург) проходил IV международный симпозиум «Степи Северной Евразии». Работа IV международного симпозиума была приурочена к десятилетнему юбилею Института степи Уральского отделения Российской Академии наук. Десятилетняя история первого и единственного в Академии наук степного института – это история четырех съездов степеведов России и сопредельных государств, которые были проведены в Оренбурге в 1997, 2000, 2003 и нынешнем, 2006, годах. В рамках проведенных симпозиумов обсуждались проблемы сохранения биологического и ландшафтного разнообразия степей, развития сети охраняемых природных территорий в степной зоне Северной Евразии, рационального использования ресурсов степей и их экологическая реставрация, антропогенной эволюции степей и опустынивания.

В работе IV международного симпозиума приняло участие более 150 человек из 9 стран и 35 регионов России. Было заслушано около 80 докладов. Всего же оргкомитет симпозиума получил около 400 заявок. Основными тематическими направлениями IV международного симпозиума были:

- актуальные вопросы теории и практики современного степеведения;
- историко-культурное наследие степей Северной Евразии;
- социально-экономические и рекреационные аспекты степного природопользования;
- ландшафтное разнообразие степной зоны, механизмы сохранения степных экосистем;
- биологическое разнообразие степной зоны.

Конференция началась с приветствия председателя Законодательного собрания Оренбургской области Д.В.Кулагина и главы администрации г. Оренбурга Ю.Н.Мещерякова.

Пленарное заседание открыло выступление А.А.Чибилева «Природное и культурное наследие степей Северной Евразии» и А.А.Тишкова «Территориальная охрана биоразнообразия степной зоны». На пленарном заседании был поднят дискуссионный вопрос ботанико-географического статуса лесостепи и луговых степей, которые являются компонентом растительного покрова лесостепи (Н.И.Бобровская, О ботанико-географическом статусе луговых степей). Вопрос о том, является ли лесостепь самостоятельным зональным образованием или это экотонная территория, где постепенно осуществляется континуальный переход от лесной к степной зоне, остался открытым. Вопрос о терминологии как об одном из актуальных вопросов теории и практики современного степеведения был поднят в докладе И.Н.Сафроновой «Об опустыненных степях России». В частности, было показано, что наиболее правильным является употребление термина «опустыненные степи» вместо термина «полупустыня». Отмечается, что современный растительный покров опустыненных степей России представляет собой сложное сочетание естественных сообществ и их антропогенных вариантов. Проблеме опустынивания посвящен доклад В.П.Чичагова «Эволюция опустынивания Восточно-Монгольской равнины по палеогеографическим данным».

На тематическом заседании «Актуальные вопросы теории и практики современного степеведения» в докладе В.А.Снытко и Т.И.Коноваловой «Степные фации Приангарья: происхождение, динамика, структура», исследуются процессы опустынивания в Приангарье, происходящие с 70-х годов XX в. В докладе А.Н.Золотокрылина и Т.Б.Титковой «Изменение климата в области повышенных меридиональных градиентов показателей климата и растительности на юго-востоке Русской равнины» проанализирована динамика зональных областей с повышенными контрастами показателей климата и растительности с целью понимания механизмов формирования переходной природной зоны и ее границ и предвидения последствий текущего глобального потепления. Компьютерному моделированию динамики экологического состояния агроландшафтов посвящен доклад К.Н.Кулика, В.Г.Юферева и К.Б.Бакурова.

Вопросам историко-культурного наследия степей Северной Евразии были посвящены доклады М.В.Халяпина «Проблемы изучения археологических памятников среднего – начала позднего бронзового века степного Приуралья», С.В.Богданова «Геоэкологические и историко-культурные аспекты изучения «больших» сарматских курганов степного Приуралья», М.Н.Сдыкова «Создание свода памятников природного и культурного наследия в Казахстане», И.Ю.Филимоновой «Культовые объекты культурного наследия и их роль в развитии туризма (на примере Оренбургской области)», О.В.Буровой «Ландшафт Куликова поля: история землепользования и проблемы восстановления».

В плане тематики социально-экономических и рекреационных аспектов степного природопользования были сделаны доклады по оценке пожаров как экологического фактора, влияющего на наземную фитомассу степей (К.Х.Абдулина, У.Б.Юнусбаев, С.И.Янтурин), сельскохозяйственному использованию земель степной зоны (В.И.Амельченко; Н.В.Батлук, О.Н.Барышникова, В.А.Чупиков; Н.О.Игенбаева, В.И.Булатов; В.М.Кононов; С.В.Пашков, М.М.Тайжанова; Б.И.Кочуров, М.И.Лопырев, Г.Ю.Иванов) и реакреационно-туристическому освоению степной зоны (И.В.Андреева, И.Н.Ротанова; Т.В.Краснова; Ю.А.Некруткина; В.П.Чибилева).

Большое внимание на IV международном симпозиуме было уделено ландшафтному разнообразию степной зоны и механизмам сохранения степных экосистем. В представленных докладах анализировались процессы, формирующие ландшафты степных и лесостепных территорий отдельных регионов (В.А.Казанцев, Л.А.Магаева, М.Т.Устинов), обсуждались проблемы сохранения ландшафтного разнообразия и методы его диагностики (К.Н.Кулик, А.С.Рулев, В.Г.Юферев, З.П.Дорохина; Н.О.Рябинина, А.В.Холоденко), реалии и перспективы развития природно-заповедного фонда (Т.М.Брагина; И.И.Манюк; И.А.Миноранский, С.И.Толчеева; В.А.Мороз, М.Ю.Русин, Т.В.Сова, С.К.Рамазанов).

Основное внимание по теме «Биологическое разнообразие степной зоны» было сфокусировано на территориальном аспекте проблемы. Заседания проходили по двум секциям - «Разнообразие растительного покрова степной зоны» и «Фаунистическое разнообразие степной зоны». На секции «Разнообразие растительного покрова степной зоны» был представлен широкий спектр докладов, посвященных топологии, флористическому разнообразию и структуре степей (О.М.Афонина, В.И.Золотов, А.А.Нотов; Е.А.Белоновская, Н.К.Бадмаева; Б.К.Ганнибал; Н.В.Золотарева), динамике зарастания залежей (Б.К.Ганнибал, Л.А.Панкратова; Ю.П.Ковалева), динамике структуры растительного вещества степи в пастбищном и заповедном режимах (С.С.Курбатская, А.Б.Дембирел, С.Г.Курбатская), проблеме сохранения биоразнообразия ботанических памятников природы (Л.М.Абрамова, Д.Н.Корпов). На секции «Фаунистическое разнообразие степной зоны» были представлены доклады, касающиеся палеоэнтомологических исследований (Ф.Г.Бидашко), региональные работы по изменению в составе фауны животных и

возможных причин таких изменений, по репродуктивной стратегии мелких млекопитающихся в условиях антропогенной и климатической трансформации ландшафтов (М.Л.Опарин, О.С.Опарина, И.А.Кондратенков, О.В.Соколенко; Н.Н.Шевлюк, Л.Л.Демина, Д.А.Боков, Е.В.Блинова).

Следует отметить, что секционные заседания по теме «Биологическое разнообразие степной зоны» шли не одновременно, а одно за другим, что дало возможность прослушать все доклады данной темы. Но при этом ощущалась нехватка времени на вопросы, дискуссии, да и на сами доклады. И, к большому сожалению, выступления оренбургских ботаников из института Степи вообще не были включены в программу.

Завершала работу симпозиума научная экскурсия «Наследие Урало-Илекских степей». В ходе экскурсии участники Симпозиума ознакомились с опорным разрезом отложений верхней юры со скоплениями верхнеюрской фауны и лучшим в Южном Предуралье разрезом отложений среднего-верхнего триаса с находками мастодонозавров. Посетили комплекс озер антропогенно-карстового происхождения, возникших в связи с разработкой месторождений соли. Наиболее значительным из них является озеро с ложем и бортами из каменной соли и заполненное высококонцентрированным рассолом. Особый интерес проявили участники Симпозиума к археологическому наследию Урало-Илекских степей, представленному скоплением курганов и святилищ бронзового и раннего железного веков, средневековыми могильниками с антропоморфными стелами, развалинами мавзолеев средних веков и нового времени. Участники Симпозиума наблюдали табуны лошадей как свидетельство возрождения традиционной и наиболее перспективной отрасли пастбищного животноводства.

Участники Симпозиума отмечают, что за последние три года существенно обострилась ситуация с природным разнообразием и наследием степей Северной Евразии – усиливается пресс сельского хозяйства, активно ведется промышленной строительство на новых землях, активизируется рынок земли и все чаще наиболее уникальные сохранившиеся участки степей оказываются в частных руках и используются не по природоохранному назначению. В настоящее время практически остановлен процесс создания федеральных особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в степной зоне. Слабо реализуются программы по сохранению редких видов растений и животных. Участники Симпозиума выявили приоритеты сохранения природного разнообразия и наследия степей Северной Евразии, обсудили наиболее актуальные проблемы развития фундаментальных и прикладных исследований степей, наметили пути и перспективы международного и межрегионального сотрудничества в данной области, сформулировали рекомендации и предложения для ряда государственных, научных и общественных организаций. Отмечена необходимость сотрудничества России, Украины, Казахстана, Монголии и Китая по формированию трансграничных ООПТ в качестве компонента Евразийской экологической сети. Основными приоритетами сохранения природного разнообразия и наследия степей Северной Евразии являются: разработка государственной программы по защите историко-культурных памятников, в том числе археологического наследия сарматской и ямной культур; выявление, каталогизация и музеефикация историко-культурного наследия степной зоны; содействие формированию единого свода природного и историко-культурного наследия степной зоны Евразии.

На Симпозиуме отмечен особый вклад Института степи УО РАН в становление и развитие комплексных фундаментальные и прикладных исследований степной зоны - физико-географических, экологических, биологических, социально-экономических, исторических и др., а также в консолидации исследователей степей и координации их деятельности.

Доклады, присланные на конференцию, опубликованы в специальном издании «Степи Северной Евразии. Материалы IV международного симпозиума. Под научной редакцией чл.-корр. РАН А.А.Чибилева. Оренбург:ИПК «Газпромпечать» ООО «Оренбурггазпромсервис», 2006. 820 с. orensteppe@mail.ru.

ABOUT THE IV INTERNATIONAL SYMPOSIUM "STEPPES OF THE NORTHERN EURASIA"

©2006 N.A. Shumova

Water problems Institute
Russian academy of science
119991, Moscow, Gubkina str.,3

From the 4 to 8 September 2006 in the Institute of steppes of the Ural branch of the Russian academy of sciences (Orenburg) the IV International symposium "Steppes of the Northern Eurasia" was held. The work of the symposium was timed to the ten-year jubilee of the Institute of steppes of the Ural branch of the Russian academy of sciences. Ten- year history of the first and a single Institute of steppes of the RAS accounts four congresses with participation of steppe scientists from Russia and adjacent countries that were held in Orenburg in 1997, 2000, 2003 and this year. In the framework of the symposium the following problems were discussed: conservation of biological and landscape diversity of steppes; development of preserved natural territories nets in the steppe zone of the Northern Eurasia; rational use of steppe resources and their ecological restoration; anthropogenic evolution of steppes and desertification. More than 150 scientist from 9 countries and 35 regions of Russia participated in the work of the symposium and about 80 reports were heard. Participants of the symposium worked in the following principle directions:

Actual questions of theory and practice of steppe science;
Historical and cultural legacy of the Northern Eurasia;
Social - economic and recreational aspects of the steppe nature use;
Landscape diversity of the steppe zone, mechanism of steppe ecosystems conservation;
Biological diversity of steppe zone.

Symposium participants noted that during last three years the situation with natural diversity and legacy of the Northern Eurasia become aggravated. The press of the agriculture, industrial activities with the rise of the land market that change unique preserved steppe areas, are not used now in nature conservation purpose. Nowadays the process of formation of Federal preserved natural territories in the steppe zone and the programs on conservation of plants and animals are carried out.

The participants concluded that there is a necessity in collaboration between Russia Ukraine, Kazakhstan, Mongolia and China on setting information service of transboarding Special preserved natural territories as a component of Eurasia ecological net. The main priorities in conservation of natural diversity and legacy of the Northern Eurasia steppes are: working out of the state program on protection of historical and cultural monuments including archcological legacy Sarmat and Yamna cultures; finding out, cataloguisation and muscumfication of historical-cultural legacy of steppe zone; contribution in formation of a common code of natural and historical-cultural legacy of Eurasia steppe zone.

БАЗОВАЯ КАФЕДРА ИВП РАН НА ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ РУДН

В 2005г. решениями Ученых советов Института водных проблем РАН (ИВП РАН) и Российского университета дружбы народов (РУДН) организована базовая кафедра ИВП РАН экологического факультета РУДН "Экология и управление водными ресурсами". Заведует кафедрой член-корреспондент РАН, директор ИВП РАН Виктор Иванович Данилов-Данильян. Основной целью деятельности кафедры является подготовка специалистов высшей квалификации (магистров) в области экологии и охраны водных ресурсов, управления водопользованием. Необходимость в организации кафедры "Экология и управление водными ресурсами" обусловлена не только большим значением водного хозяйства для развития экономики России и ключевой ролью водных объектов в охране окружающей среды, но и тем, что водный фактор становится все более существенным в мировой политике в связи с обострением дефицита пресной воды во многих странах. В курсах, преподаваемых на кафедре, рассматривается весь спектр теоретических и прикладных проблем водопользования и водных ресурсов, включая не только экологический, но и экономический, социальный, юридический, информационный, технологический и иные аспекты.

На кафедре ведется обучение следующим дисциплинам:

- Экономика природопользования (чл.-корр. РАН В.И.Данилов-Данильян),
- Гидрофизика (д.т.н., проф. В.К.Дебольский),
- Гидрохимия и проблемы качества вод (к.т.н. А.Г.Кочарян),
- Гидрологический цикл и формирование речного стока (д.ф.-м.н., проф. Л.С.Кучмент),
- Компьютерная технология и математическое моделирование в гидрологии (д.ф.-м.н., проф. Л.С.Кучмент),
- Водные экосистемы (д.г.н. Н.Н. Митина),
- Мониторинг водных объектов и управление водными ресурсами (д.т.н., проф. Г.М.Баренбойм),
- Гидроэкологические проблемы добычи газа и нефти на шельфе (д.ф.-м.н. В.Н.Зырянов),
- Опасные гидрологические явления (д.т.н. М.В.Болгов),
- Экологический аудит, оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза (к.г.н. Н.Н. Гришин),
- Взаимодействие водных объектов и наземных экосистем (д.г.н. Н.М.Новикова),
- Инженерная гидрология для экологов (д.т.н. М.В.Болгов),
- Гидроэкология (д.г.н. Н.Н. Митина),
- Подземные воды и их рациональное использование (д.б.н. Е.М.Гусев),
- Взаимодействие гидросферы с атмосферой (д.г.н., проф. Г.Н.Панин).
- Гидрогеология (д.г-м.н., проф. Р.Г. Джамалов)
- Инженерная геология и геокриология для экологов (д.г-м.н., проф. Р.Г. Джамалов)
- Взаимодействие подземных и поверхностных вод (д.т.н. М.В.Болгов),
- Русловые процессы (д.г-м.н., проф. В.К. Дебольский)

Профессора и преподаватели кафедры преподают ряд предметов студентам бакалавриата экологического факультета РУДН, руководят выполнением курсовых и выпускных дипломных работ бакалавров и специалистов, магистерских диссертаций. Через кафедру ИВП РАН осуществляет сотрудничество с экологическим факультетом РУДН в области

научных исследований. Выпускники кафедры получают преимущество, в зависимости от уровня подготовки, при поступлении в аспирантуру ИВП РАН и РУДН.

Телефон для справок о правилах поступления в магистратуру и аспирантуру:
(7-495) 952-89-01 - Деканат экологического ф-та РУДН,
(7-495) 135-54-56 - Дирекция ИВП РАН.
(7-495) 135-02-23 - Отдел аспирантуры ИВП РАН.
Более полную информацию Вы сможете найти на сайте ИВП РАН www.IWP.ru

ПРАВИЛА ПРИЕМА В АСПИРАНТУРУ ИВП РАН

1. В очную аспирантуру (с отрывом от производства) на конкурсной основе принимаются граждане Российской Федерации в возрасте не старше 35 лет, в заочную - не старше 45 лет, имеющие высшее профессиональное образование (дипломированные специалисты или магистры) из числа выпускников вузов и специалистов, работающих в вузах, на предприятиях, в других организациях и учреждениях, имеющих творческие достижения в научно-исследовательской работе.
   Иностранные граждане, в т.ч. граждане стран СНГ, принимаются в аспирантуру на договорной основе.
   Лица, ранее прошедшие полный курс обучения в аспирантуре, не имеют права вторичного обучения в аспирантуре за счет средств федерального бюджета.
2. Заявления о приеме в аспирантуру подается на имя директора ИВП РАН. Паспорт и диплом поступающие в аспирантуру представляют лично.
3. Все поступающие в аспирантуру сдают конкурсные вступительные экзамены в объеме действующих программ вузов:
   a. по специальной дисциплине;
   b. по философии;
   c. по иностранному языку.
4. Сданные вступительные экзамены в аспирантуру действительны в течение календарного года.
5. Прием заявлений и документов в аспирантуру с 1 мая по 21 августа. Вступительные экзамены проводятся с 5 сентября по 21 сентября.
6. Лицам, допущенным к сдаче вступительных экзаменов в аспирантуру, предоставляется дополнительный отпуск в 30 календарных дней с сохранением заработной платы по месту работы для подготовки и сдачи экзаменов.
   Иногородним на период вступительных экзаменов предоставляется общежитие при наличии мест.
   Все расходы по проезду и пребыванию в Москве в период сдачи вступительных экзаменов поступающие производят за свой счет.
7. Лица, сдавшие полностью или частично кандидатские экзамены при поступлении в аспирантуру, по решению приемной комиссией ИВП РАН могут освобождаться от соответствующих вступительных экзаменов, если со дня сдачи кандидатских экзаменов истекло не более 5 лет.
8. Зачисление в аспирантуру производится с 1 мая. Срок очного обучения в аспирантуре не должен превышать 3-х лет, заочного 4-х лет.
9. Руководители учреждений и предприятий обязаны освободить от работы лиц, принятых в очную аспирантуру в срок, о котором просит работник.
10. Аспирантам очного обучения выплачивается стипендия со дня зачисления, но не ранее получения ими окончательного расчета по месту работы.

Лицам, зачисленным в целевую аспирантуру для хозрасчетных (коммерческих) предприятий Российской Федерации, стипендия выплачивается направляющей стороной.

11. Иногородним, зачисленным в аспирантуру, предоставляется общежитие при наличии мест в общежитии, выделяемых РАН.
12. Заявления о приеме в аспирантуру с приложением копий требуемых документов направляются по адресу: Москва 119991, ул. Губкина, ГСП-1, д. 3, Институт водных проблем РАН.
    Тел. Отдела аспирантуры: (7-495) 135-02-23.

BASE DEPARTMENT OF IWP RAN AT THE FACULTY OF ECOLOGY OF RUDN

The Base Department of the Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences (IWP RAN) on Environment and Water Resources Use was set up in 2005 at the Ecology Faculty of Russian University of People's Friendship (RUDN) by decisions of the Scientific Councils of the IWP RAN and RUDN.

The Head of the Department is Viktor Ivanovich Danilov-Danilian, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of IWP RAN.

The main objective of the Department activity is to prepare high-quality professionals (masters) in ecology (environment), water resources protection and water use management.

The necessity to set up a department on environment and water resources use has been caused not only by a great importance of water management for the economy of Russia and a key role of water objects in the environment protection, but also by that the water factor becomes of an ever growing significance in the world policy due to an increasing fresh water shortage in many countries. The disciplines that are taught at the Department cover the entire spectrum of theoretical and applied problems of water use and water resources, including not only environmental, but also economic, social, juridical, informational, technological and other aspects.

The disciplines that are being taught at the Department as follows:

- Economics of natural resources use (Corr.Mem. RAN V.I.Danilov-Danilian)
- Monitoring and management of water objects (Dr.Techn.Sci., Prof. G.M. Barenboim)
- Ecological expertise and assessment of environmental impact (Cand.G.Sci., Docent N.N. Grishin)
- Computer technology and mathematical modeling in hydrology (Dr. Phys.-Math.Sci., Prof. L.S.Kuchment)
- Hydrological cycle and formation of river runoff (Dr. Phys.-Math.Sci., Prof. L.S. Kuchment)
- Hydrophysics (Dr.Techn.Sci., Prof. V.K. Debolsky)
- Hydrochemistry (Cand.G.Sci., Docent A.G. Kocharyan)
- Engineering hydrology for ecologists (Dr.Techn.Sci., Prof. M.V. Bolgov)
- Hazardous hydrological phenomena (Dr.Techn.Sci., Prof. M.V. Bolgov)
- Interaction between hydrosphere and atmosphere (Dr.G.Sci., Prof. G.N. Panin)
- Aquatic ecosystems (Dr.G.Sci., Prof. N.N.Mitina)
- Hydroecology (Dr.G.Sci., Prof. N.N.Mitina)
- Hydroecological problems of gas and oil production in shelf (Dr. Phys-Mathem. Sci., Prof. V.N. Zyryanov)
- Impact of water objects on ground ecosystems (Dr.G.Sci., Prof. N.M. Novikova)
- Soil waters and their rational use (Dr.Biol.Sci., Prof. E.M.Gusev)
- Engineering geology with principles of geocryology (Dr. Geol.-Miner. Sci., Prof. R.G.

Dhzamalov).

- Hydrogeology (Dr. Geol.-Miner. Sci., Prof. R.G. Djamalov).

Professors and teachers of the Department lead the preparation of semester papers and dissertations for the master's degree. Graduates from the Department gain a preference (depending on a preparation degree) for postgraduate studies at IWP RAN and RUDN.

To learn the entrance rules for the master- and postgraduate studies, contact the telephone numbers:

(7-495) 952-89-01 – Deanery of the Ecology Faculty, RUDN

(7-495) 135-54-56 – Directorate of IWP RAN

(7-495) 135-02-23 – Postgraduate Department, IWP RAN.

Through the Department the IWP Institute cooperates with the Ecology Faculty of RUDN in the field of research works.

ADMISSION RULES FOR THE POSTGRADUATE COURSES OF IWP RAN

1. To the full-time postgraduate courses (i.e. work being discontinued) there are admitted the citizens of the Russian Federation through competitive examinations in the age of not older than 35 years; to the part-time postgraduate courses (i.e. without discontinuing work) - not older than 45 years, who have a higher professional education (certified specialists or masters) out of graduates from universities and specialists working at educational institutes and universities, at plants and other organizations and agencies having creative research achievements.
   Foreign citizens, including those from the CIS countries, are admitted on the contract basis.
   Persons, who have went through the complete postgraduate course, have no right to take the postgraduate study for the second time at the expense of the federal budget.
2. An application for admission to the postgraduate courses is addressed to the name of the Director of IWP RAN. Passports and diplomas are presented by applicants personally.
3. All the enrollees shall take competitive entrance examinations within the acting programs of universities:
   a) in a special discipline;
   b) in philosophy;
   c) in foreign language.
4. The passed entrance examinations are valid within a calendar year.
5. Reception of applications and documents to the postgraduate courses – since 1 May to 21 August. Entrance examinations – 5-21 September.
6. Persons, who are admitted to entrance examinations, are granted an additional leave of 30 calendar days with pay of salary at their jobs for preparation and passing of exams.
   Entrants from other towns are provided with a hostel (if free rooms are available) for the period of entrance examinations. The entrants cover all expenses for transport and stay in Moscow at their own during the period of entrance examinations.
7. Applicants, who have completely or partly passed the Ph. Dr. (candidate) examinations, can be freed from appropriate entrance examinations to the postgraduate courses by decision of the Selection Committee of IWP RAN, provided if not more than 5 years passed since these candidate exams.
8. Enrollment to the postgraduate courses: since 1st May. Period of full-time teaching at the postgraduate courses shall not exceed three years, part-time teaching – four years.
9. Administrations of organizations and enterprises must free from work their workers, who are included into the postgraduate course for full-time teaching, for a period asked by the worker.
10. Postgraduate students of full-time teaching are paid a research grant since the date of enrollment, but not earlier than they leave their job. The persons, included in purposeful

postgraduate courses for commercial enterprises of the Russian Federation are paid grants by these enterprises directing them to study.

11. Acceptees from other towns are supplied with a hostel, if free rooms are available, provided by the Russian Academy of Sciences (RAN).
12. Applications for the postgraduate courses with copies of required documents attached are forwarded to the address: 119991, Moscow, GSP-1, Gubkin Street, 3, IWP RAN.
    Contact telephone of the Postgraduate Department: (7-495) 135-02-23.
    More information you can find the Russian Academy of Science on site IWP RASN: **www.IWP.ru**

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Статьи, направляемые в журнал "Аридные экосистемы", должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Статьи должны содержать сжатое и ясное изложение современного состояния вопроса, описание методики исследования, изложение и обсуждение полученных автором данных. Статья должна быть озаглавлена так, чтобы название соответствовало ее содержанию.

2. Статьи, поступающие для публикации, обязательно должны иметь направление от учреждения, в котором выполнена данная работа.

3. Объем статьи не должен превышать 15 страниц текста. Размер текстового поля для формата страницы А4 170 х 245 мм должен иметь поля 2.5 см сверху и снизу, 2 см - справа и слева. Статью печатать на компьютере в программе Word Windows через 1.5 интервала. Для заголовка статьи предлагается использовать шрифт Times New Roman 14, для основного текста - Times New Roman 12, или любой другой близкий по строению шрифт. Величина абзационного отступа основного текста статьи должна соответствовать 0.7 см. Текст набирается без переносов с использованием стандартного разделения между словами, равного одному пробелу. Страницы нумеровать в верхнем правом углу листа.

4. Статьи представляют в двух экземплярах. В левом верхнем углу первой страницы рукописи следует проставить соответствующий содержанию индекс УДК. После заголовка ставятся инициалы и фамилии авторов, на следующей строке следует указать **название организации с полным указанием почтового адреса [почтовый индекс, страна, город, улица, дом. почтовый ящик, Б-mail (если есть) и т. д.].** Все страницы рукописи с вложенными таблицами (следующий лист после первой ссылки на таблицу) должны быть пронумерованы. Отдельно следует приложить аннотацию, переведенную на английский язык объемом не более 1 стр.

5. Таблицы должны представляться в минимальном количестве (не более 3-4 таблиц), каждая таблица на отдельном листе. Объем таблиц не более 1 машинописной страницы. Не допускается повторение одних и тех же данных в таблицах, графиках и тексте статьи. К таблицам должны быть даны названия. Все таблицы должны быть набраны в табличной форме Word for Windows.

6. Число иллюстраций должно быть минимальным (не более 2-3 рисунков). Каждая иллюстрация должна иметь на обороте (писать только карандашом) порядковый номер (для рисунков и фотографий дается общая нумерация), фамилию автора, заглавие статьи. Подписи к рисункам и фотографиям на русском и английском языках прилагаются на отдельном листе, где указываются фамилия автора и заглавие статьи. В соответствующих местах текста статьи даются ссылки на рисунки, на полях рукописи указывается их номер. Названия таблиц и рисунков должны быть представлены как на русском, так и на английском языках.

7. Размер авторских оригиналов чертежей должен соответствовать намеченному размеру иллюстраций в журнале. Рисунки представляются в двух экземплярах, вычерченными тушью, а также в виде четких репродукций. Следует максимально сокращать пояснения на полях рисунка, переводя их в подписи. Карты должны быть выполнены на географической основе ГУГК - это должны быть контурные или бланковые карты. Фотографии должны быть контрастные, на белой глянцевой бумаге, хорошо проработанные в деталях, в двух экземплярах. Все необходимые на фотографиях пояснения следует делать только на втором экземпляре. Первый экземпляр фотографии не должен иметь никаких дефектов: чернильных пятен, надписей, изломов, следов от скрепок, трещин и т.д. Наклеивать фотографии на бумагу или картон не разрешается. Иллюстрации должны быть представлены как в печатном, так и в

электронном виде: в отдельном файле каждая иллюстрация - в программе Paint (Painbrash for Windows) с расширением .bmp или, в крайнем случае, в Photoshop с расширением .tif.

8. Список цитируемой литературы следует оформлять в соответствии с ГОСТом 7.1 – 76. "Библиографическое описание произведений печати". Работы располагаются в алфавитном порядке, по фамилиям авторов. Сначала идут работы на русском языке, затем - на иностранных языках. Отдельные работы одного и того же автора располагаются в хронологической последовательности. Для журнальных статей указываются фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год издания, том, номер (выпуск), страницы; для книг- фамилии и инициалы авторов, название книги, город, издательство, год издания, общее количество страниц. Допускаются только общеизвестные сокращения, В тексте, в круглых скобках, указывается фамилия автора и год работы, на которую дается ссылка. Все приведенные в статье цитаты должны быть выверены по первоисточникам. Указание в списке литературы всех цитируемых работ в статье обязательно. Список литературы пронумеровать и печатать на отдельной странице.

9. Редакция просит авторов использовать единицы физических величин, десятичные приставки и их сокращения в соответствии с проектом государственного стандарта "Единицы физических величин", в основу которого положены единицы Международной системы (СИ).

10.К статье должно быть приложено резюме на русском и английском языках, составляющее по объему не более 1/3 статьи. Все подрисуночные подписи, названия таблиц и фотографий также приводятся на двух языках. Включение фотографий в статью возможно только высокого качества в ч/б варианте в случае крайней необходимости.

11.Направляемая в редакцию статья должна быть подписана автором с указанием фамилии, имени и отчества, полного почтового адреса, места работы и телефонов. При наличии нескольких авторов статья подписывается всеми авторами. Она должна иметь полную электронную версию на дискете (3,5") или CD-R. Возможно представление материалов статей по электронной почте. Если объем всех материалов превышает 500 Mb, посылайте их на адрес: jannaKV@yandex.ru.

10. Корректура авторам не высылается.

11. Отклоненные статьи авторам не возвращаются.

12. Материалы - 2 экземпляра статьи, дискета (3.5") или CD-R - при пересылке просим тщательно упаковать в твердой папке.

13. Редакция оставляет за собой право вносить в текст незначительные коррективы, дискеты, CD-R и рукописи не возвращаются.

16. Материалы, оформленные не по правилам, не могут быть опубликованы. По всем вопросам просим обращаться в редакционную коллегию.

Наши адреса:

119991, Москва, ул. Губкина, д. 3
Тел. (095)135-70-41,
Факс(095) 135-54-15,
E-mail: novikova@aqua.laser.ru,
jannaKV@yandex.ru

367025, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 45 Тел. (8722) 67-60-66, 67-09-83
Факс (8722) 67-09-83
E-mail: pibrdncran@iwt.ru

ПРИНИМАЮТСЯ ЗАЯВКИ НА РЕКЛАМУ ОТ КОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

GUIDELINES TO AUTHORS

All articles submitted to the journal "Arid ecosystems" must satisfy the following conditions.

1. Articles are to contain short and clear review of the. modern state of the problem, described methods, review and discussions of results received by author. Title of article must reflect its content.
2. Articles, submitted to the journal must have recommendation letter from the Institution in which the work had been done,
3. The volume of article must not exceed 15 pages. Article must be done in the program Word Windows with 1,5 line spacing. For the page A4 170x245 mm the top, bottom margins must be 2.5 cm, right and left - 2 cm. For the title of article we propose to use font Times New Roman 14, for the main body of text - Times New Roman 12 or some other similar font. First line spacing must be 0.7 cm. Text flow must be without hyphenations with standard break between words equal to one break. Pages must be numbered in pencil in the lower left comer of page.
4. Articles must have two copies. In the upper left comer of the first page author must write index UDK. After the title there must be initials and surname of author, next line must contain name of organization with full postal address (index, country, city, street, building, zip code, E-mail, etc.) All pages of article with tables (the next page after reference) must be numbered. If article is in English, the annotation in Russian - 1 pages.
5. Article must contain minimum tables (not more than 3-4), each on separate page. Table must be not more than 1 typewritten page. repeating of data in tables, figures and text is not desirable. Tables must contain footnotes. All tables must be written in Word for Windows.
6. Articles must contain minimum illustrations (not more than 2-3 pictures). Each illustration must have on the other side the number (written in pencil) (pictures and photographs must be numbered in the same sequence), surname of author, name of article. Captions for pictures and photographs must be done on separate page in Russian and in English (with surname of author and title of article). In corresponding places of the article there must be cross-references for illustrations, on the margins the number of illustration must be mentioned. Captions of tables and pictures should be submitted both in Russian and in English. The scale of original figures is to be the same of those published in the journal. Pictures are to be done in black Indian ink or they must be clear reproductions in two copies. Minimum notes on margins are recommended. All necessary explanations must be done in footnotes. Maps must be done on the geographical base of Main Department of Geodesy and Cartography - contour or blank maps. Photographs must be sufficiently contrast on white glossy paper, clear in details in two copies. All necessary explanations for photographs must be done on the second copy. The first copy of photograph mustn't have any defects: ink spots, signs, breaks, traces of clips, cracks, etc. It is forbidden to stick photographs on paper or cardboard. All tables and figures has be prepared in Paint (Painbrash for Windows) in .bmp format or in Photoshop in .tif format in different files.
7. Cited literature is to be listed in alphabetic order, according to the authors surnames. Russian works first and then foreign works. Separate works of the same author are to be listed in chronological order. For journal articles must be mentioned: surname and initials of authors, name of article, name of journal, year, volume, number (issue), pages; for books - surname and initials of authors, name of book, city, publication house, year, total pages

number. Only common abbreviations are allowed. In text in round brackets author must

mention the surname of cited author and year of edition. All citations must be verified with the original. All cited works must be mentioned in the list of publications. List of publications must be numbered and must begin from the separate page.

8. We ask authors to use conventional physical units, decimal endings and all abbreviations in accordance with the State standard "Physical units" based on the SI system.

9. Summary in Russian and English has to be not more than 1/3 of all paper. All figers and titles of tables has to be prepared in English and Russian.

10. Submitted article must be signed by author with indication of his surname, name and father name, the whole postal address, place of work and telephone number. If there are many authors, they all must sign the article. Paper are presented in paper and at computer versions.

11. Corrected articles are not send to author.

12. Rejected articles are not returned to authors.

13. Materials - 2 copies of article and **diskette** (3.5") or in **CD-R** are recommended to be carefully packed for mailing. It is possible to pass all by e-mail. If amount of paper is over 500 Mb, please, use e-mail jannaKV@yandex.ru, novikova@aqua.laser.ru, pibrdncran@iwt.ru .

14. Articles are not edited, diskettes and articles are not returned.

15. Articles prepared incorrectly can not be published.

For information please address the editorial staff. Our addresses:

119991, Moscow, Goubkina St., bild. 3.
Tel.: (495)135-70-41
Fax:(495)135-54-15
E-mail: novikova@aqua.laser.ru,
jannaKV@yandex.ru

367025, Mahachkala, Gadjieva St. bid. 45
Tel. (8722) 67-60-66, 67-09-83.
Fax: (8722) 67-09-83
E-mail: pibrdncran@iwt.ru

APPLICATIONS FOR ADVERTISEMENT FROM COMMERCIAL ORGANIZATIONS ARE WELCOME

Сдано в набор 24.11.2006 г. Подписано к печати 26.11.2006 г.
Формат 60×84 ⅛ Усл. Печ. Листов 14.5. Тираж 200 экз.

Минитипография Прикаспийского института биологических ресурсов
Дагестанского научного центра РАН
367025, Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45