

На правах рукописи

Валов Михаил Викторович

**ДЕЛЬТА РЕКИ ВОЛГИ:
СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
КАУЗАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ
СРЕДЫ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО
ПОКРОВА**

Специальность 25.00.23 - Физическая география, биогеография, география почв
и геохимия ландшафтов

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Пермь - 2018

Диссертация выполнена на кафедре экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»

Научный руководитель: **Бармин Александр Николаевич,**
доктор географических наук, профессор,
декан геолого-географического факультета
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный
университет» (г. Астрахань)

Официальные оппоненты: **Новикова Нина Максимовна,**
доктор географических наук, профессор,
главный научный сотрудник лаборатории
динамики наземных экосистем под влиянием
водного фактора Института водных проблем
Российской академии наук (г. Москва)

Корнилов Андрей Геннадьевич,
доктор географических наук, профессор,
заведующий кафедрой географии и
геоэкологии НИУ «Белгородский
государственный университет» (г. Белгород)

Ведущая организация: Институт географии Российской академии
наук (г. Москва)

Защита диссертации состоится 5 апреля 2018 г. в 13-30 на заседании диссертационного совета Д212.189.10 при Пермском государственном национальном исследовательском университете по адресу: 614990, г. Пермь, ул. Букерева, 15, корп. 8, ауд. 215; e-mail: physgeogrkaф@yandex.ru; seg@psu.ru; факс (342) 239-63-54

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале научной библиотеки ПГНИУ. С авторефератом диссертации можно ознакомиться на сайте ПГНИУ: <http://www.psu.ru> и официальном сайте ВАК РФ.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат географических наук,
доцент

Балина Татьяна Анатольевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Исследование происходящих в биосфере динамических процессов и изучение закономерностей развития природных систем в быстро меняющихся природных и антропогенных условиях представляют собой одну из важнейших задач в современной географии. Экосистемы различных рангов постоянно изменяются и часто имеют тенденцию к отклонению от своего естественного состояния, что обусловлено совокупным воздействием длительных глобальных климатических, гидрологических, геологических и других природных преобразований с одной стороны и хозяйственной деятельностью человека с другой.

Значительный интерес и высокую значимость вызывает изучение динамических процессов, происходящих в поймах и дельтах рек, так как они представляют собой уникальные природные объекты, характеризующиеся сложной системой ландшафтных связей и высокой степенью антропогенной нагрузки различной направленности. Понимание процесса функционирования ландшафтов данного типа может быть достигнуто лишь на основе системного подхода, обеспечивающего решение фундаментальной научной задачи структурно-динамического анализа дельтовых геосистем.

Современная дельта р. Волги является крупнейшей водно-аккумулятивной равниной Прикаспия и оказывает важное средообразующее значение для данной территории. Ландшафты дельты относятся к интразональным, однако зональные факторы сказываются на характере функционирования как экосистем в целом, так и их компонентов в частности. В настоящее время, в связи с происходящими изменениями климатических условий, направлений хозяйственной деятельности человека и, главным образом, гидрологического режима р. Волги, который подвержен антропогенному регулированию, происходит существенное преобразование дельтовых геосистем.

Весьма высокой скоростью ответной реакции на динамические изменения в дельте р. Волги обладает почвенно-растительный покров, в связи с чем возрастает целесообразность ведения экологического мониторинга за данными компонентом ландшафта, результаты которого могут позволить выявить механизмы трансформации среды, оценить глубину и направленность происходящих изменений, предположить их дальнейшие пути развития и, кроме того, могут быть использованы для разработки комплекса мер, направленных на обеспечение наиболее оптимального использования природно-ресурсного потенциала территории, а так же для обеспечения устойчивого функционирования ландшафтов и повышения биоразнообразия.

Объектом исследования является почвенно-растительный покров дельты р. Волги.

Предметом исследования являются особенности пространственно-временной динамики основных характеристик почвенно-растительного покрова дельты р. Волги в меняющихся природных и антропогенных условиях.

Цель исследования. Целью работы является выявление направлений и закономерностей миграции водорастворимых солей в почвенном покрове дельты р. Волги и динамики продуктивности, таксономического и видового состава фитоценозов данной территории под влиянием природных и антропогенных агентов трансформации дельтовых ландшафтов.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи:**

1. Изучить природные условия дельты р. Волги для определения первоначальных факторов, определяющих развитие почвенно-растительного покрова территории.

2. Выявить современные природные и антропогенные факторы, влияющие на видовой состав и продуктивность фитоценозов, а также на динамику содержания водорастворимых солей в почвах дельты р. Волги и провести их статистический анализ для определения направлений, длительности и совокупных смен внешних воздействий на дельтовые территории.

3. Выявить особенности миграции и химического состава водорастворимых солей в почвенном покрове разноуровневых урочищ дельты р. Волги под воздействием природных и антропогенных агентов ландшафтной трансформации.

4. Определить характер и направления каузального влияния совокупных изменений гидрологических, метеорологических, эдафических и антропогенных условий на разногодичную изменчивость и сукцессионную динамику растительного покрова урочищ низкого, среднего и высокого уровней дельты р. Волги.

Теоретико-методологической базой исследования явились научные разработки и труды ведущих отечественных и зарубежных ученых в области почвоведения, главным образом - генезиса и функционирования засоленных почв (И.И. Плюснин, С.А. Владыченский, В.А. Ковда, Е.И. Панкова), геоботаники (J. Braun-Blanquet, R. Whittaker, В.Д. Александрова, Т.А. Работнов, К.А. Куркин, Л.Г. Раменский, А.П. Шенников, Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова), гидрологии и метеорологии (Н.И. Алексеевский, В.Н. Михайлов, Н.И. Коронкевич, А.Н. Сажин) и динамики водно-наземных экосистем (В.С. Залетаев, Н.М. Новикова, В.Б. Голуб, А.Н. Бармин).

Методы исследования. В процессе исследования были использованы общенаучные и общегеографические методы: описательный, историко-географический, экспедиционный, картографический, геоинформационный, статистический, метод математического моделирования, а также общепринятые геоботанические и почвенные методы. Проведение вспомогательных операций осуществлялось с помощью компьютерных программ ArcGIS 9.2, CorelDraw 9.0, Adobe Photoshop 10.0, Macromedia Flash MX, Statistica 10.0.

Информационной базой послужили материалы проведенных исследований В.Б. Голуба и А.Н. Бармина в период с 1978 по 2006 гг., полевые исследования автора 2011-2016 гг., а также официальные статистические данные, полученные в Астраханском центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Главном управлении МЧС России по Астраханской области, Министерстве сельского хозяйства и рыбной промышленности Астраханской области, Службе природопользования и охраны окружающей среды области и соответствующие материалы, опубликованные в научной литературе и периодической печати.

Личный вклад автора. Автором сформулирована цель и задачи работы, проведена обработка и анализ информации, полученной в ходе личных полевых исследований, проводимых на стационарном профиле и стационарных участках в дельте р. Волги в период 2011-2016 гг. и её сопоставление с ранее полученными результатами исследований на тех же территориях В.Б. Голуба и А.Н. Бармина в период с 1978 по 2006 гг., соискателем проведен сбор, обработка и систематизация аналитических сведений, полученных в органах статистики, их интерпретация, теоретическое обоснование, апробация результатов и формулировка выводов.

Научная новизна результатов исследования:

1. Впервые всесторонне и комплексно оценены природные и антропогенные агенты трансформации почвенно-растительного покрова дельты р. Волги в период с

1922 по 2016 гг., выявлен характер их совокупного воздействия в различные временные периоды, определены их циклические и направленные смены.

2. Впервые за сорокалетний период проведен катионно-анионный анализ водорастворимых солей в почвенном покрове дельты р. Волги и особенностей их миграции и накопления на различных высотных отметках над меженным уровнем водотоков в зависимости от изменений природных и антропогенных факторов.

3. Впервые в дельте р. Волги в период с 1978 по 2016 гг. определено комплексное воздействие совокупных изменений метеорологических, гидрологических, эдафических и антропогенных факторов на разногодичные флуктуации и сукцессионные смены растительного покрова урочищ низкого, среднего и высокого уровней.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты исследования углубляют и расширяют существующие положения о каузальном характере связей гидрологических, метеорологических и антропогенных факторов с особенностями миграции и химического состава содержащихся в почвах дельты р. Волги водорастворимых солей и совокупном влиянии данных факторов на видовой состав, структуру и продуктивность дельтовых фитоценозов; излагаемые материалы позволяют с высокой степенью точности оценить основные направления и степень трансформации почвенно-растительного компонента ландшафта дельты р. Волги под влиянием объектов его дестабилизации, кроме того, материалы исследования могут быть использованы при разработке комплекса мероприятий по рационализации природопользования как в изучаемом регионе, так и в других дельтовых ландшафтах. Теоретические положения и методические разработки, полученные в результате диссертационного исследования, используются в учебном процессе Астраханского государственного университета, в частности, в курсах «Природопользование», «Экологический мониторинг», «Конфликты в природопользовании», «Моделирование изменений географической среды».

Апробация результатов работы. Основные положения диссертации были представлены на III молодежной научно-практической летней школе Русского географического общества «География в современном мире: проблемы и перспективы» (Калужская область, 2015), Международной молодежной научной школе «Технологии экологического развития» (Москва, МГУ, 2015), были проработаны в совместном проекте Астраханского государственного университета (Россия, Астрахань) и Бард колледжа (США, штат Нью-Йорк) при грантовой поддержке Фонда Евразия "Водный путь: обучение и охрана для будущих поколений" ("Waterway education and protection: the next generation"), изложены в книге «Защита водных путей: инструментарий для молодёжных лидеров во всем мире» и представлены на конференции «Get Engaged: Action Student & Youth Leadership Conference», а также докладывались на Международных и Всероссийских научно-практических конференциях, в том числе «Региональные проблемы водопользования в изменяющихся климатических условиях» (Уфа, 2014); «Географические проблемы региона Каспийского моря и изучение путей достижения устойчивого развития территорий» (Баку, 2014); «Актуальные проблемы экологии Волжского бассейна» (Тольятти, 2015); VII Международном симпозиуме «Степи Северной Евразии» (Оренбург, 2015), XV совещании географов Сибири и Дальнего Востока (Улан-Удэ, 2015 г.); «История ботаники в России» (Тольятти, 2015); конференции Международного географического союза «География, культура и общество нашей будущей Земли» (Москва, 2015), IGCP 610 Third Plenary Conference and Field Trip «From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during

the Quaternary» (Astrakhan, 2015); «Роль почв в биосфере и жизни человека» (Москва, 2015), VII съезде Общества почвоведов им. В.В. Докучаева (Белгород, 2016), «Запад и Восток: пространственное развитие природных и социальных систем» (Улан-Удэ, 2016), XIII Большом Географическом Фестивале (Санкт-Петербург, 2017), XII Ландшафтной конференции (Тюмень, 2017) и др.

Публикации. По теме диссертации создано 2 электронных базы данных, 3 программы для ЭВМ, опубликовано 40 печатных работ, из которых 13 в изданиях, входящих в Перечень, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация объемом 218 страниц машинописного текста состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 248 источников, в том числе 37 на английском языке и 6 приложений. В тексте диссертационной работы содержится 21 таблица и 70 рисунков.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. В период с 1978 по 2016 гг. в дельте р. Волги выделяются два временных периода с различными условиями тепло- и влагообеспеченности, осложняемые регулированием гидрологического режима реки, колебаниями уровня Каспия, характером землепользования и степенью антропогенного воздействия: влажно-теплый период 1978-2005 гг. и тепло-сухая фаза 2006-2016 гг.

При изучении почвенно-растительного покрова дельтовых ландшафтов важно устанавливать первоначальную причину, обусловившую развитие того или иного процесса и различать природные и антропогенные агенты его трансформации, имея целью изучение взаимосвязей компонентов экосистем и ландшафтов (рис. 1).



Рис. 1. Основные факторы влияния на динамику почвенно-растительного покрова дельты р. Волга

Гидрологический режим р. Волга. Основным фактором, влияющим на динамику почвенно-растительного покрова устьевой природной системы реки Волги, является гидрологический режим, и, главным образом, весенне-летние половодья, под которыми после строительства каскада гидроэлектростанций и зарегулирования гидрологического режима условно понимаются объёмы водного стока за II квартал. В результате заполнения водохранилищ, расположенных на Волге, и антропогенного регулирования стока произошло значительное изменение гидрологического режима реки. С начала ведения мониторинговых исследований (1978 г.) до начала 2000-х гг.

наблюдался направленный рост среднегодовых объемов водного стока за II квартал (рис. 2). Доля весенне-летних половодий от среднегодового стока в этот период составляла в среднем около 50 %. На последующем временном отрезке наблюдается направленное снижение как объемов весенне-летних половодий, так и их доли от годового водного стока.

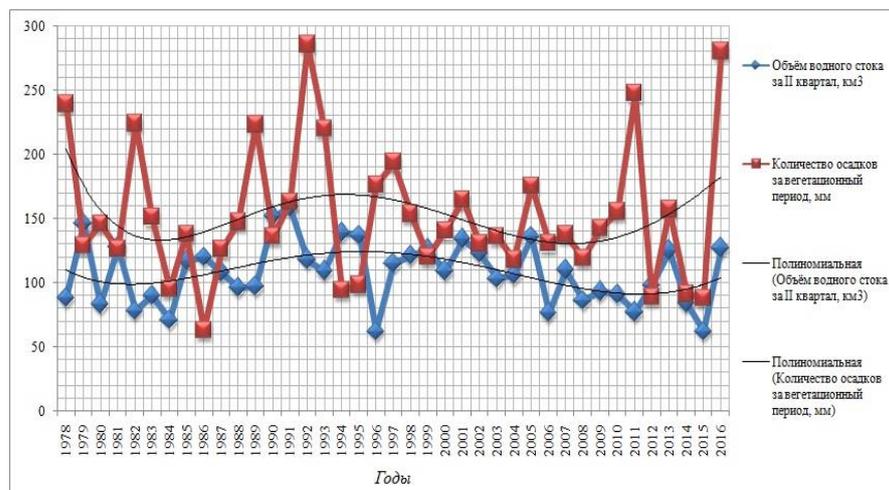


Рис. 2. Динамика объемов половодий и суммы осадков за период с температурой > 10°C

В последнее десятилетие наблюдений (2006-2016 гг.) средний объем стока составил 93 км³ (38 % от среднего годового стока). После окончательного зарегулирования речного стока (введение в эксплуатацию Волжской ГЭС в 1961 г.) линия гидрографа несколько сместилась к маю, тогда как ранее было характерно начало половодья с середины апреля, кроме того, сократилась длительность половодья (в среднем с 87 до 55 дней).

Также выявлены значительные колебания максимальных уровней подъема воды в период половодья по мерке водомерного поста г. Астрахани. С начала 80-х годов уровень подъема воды существенно увеличился, достигнув максимума в период с 1992 по 2001 гг. (282 см). В период 2002-2016 гг. максимальный уровень подъема воды снизился и примерно сравнялся по величине с периодом 1952-1961 гг. (262 см).

Таблица 1.

Гидрометеорологические показатели по данным гидрометеорологической станции г. Астрахани по периодам

Годы	Среднегодовая температура воздуха, °С	Средняя сумма температур за период с температурой > 10°C	Среднегодовая сумма осадков, мм	Сумма осадков за период с температурой > 10°C	Гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову
1922-1931	9,4	3417	200	122	0,36
1932-1941	9,4	3624	178	108	0,30
1942-1951	9,2	3446	163	85	0,25
1952-1961	9,6	3622	193	101	0,28
1962-1971	9,8	3472	196	103	0,30
1972-1981	10	3601	189	118	0,33
1982-1991	10,2	3714	222	128	0,34
1992-2001	10,3	3612	259	168	0,46
2002-2011	10,8	3886	232	114	0,29
2012-2016	10,8	3862	242	153	0,40

Количество атмосферных осадков. Следующим фактором, определяющим степень влагообеспеченности дельтовых ландшафтов, является количество выпадающих атмосферных осадков за вегетационный период: в дельте реки Волги оно изменялось синфазно с уровнем водного стока за II квартал (рис. 2): увеличивалось до начала 2000-х гг. и затем снижалось (за исключением 2013 и 2016 гг.).

Температура воздуха и теплообеспеченность. В динамике среднегодовой суммы температур с $t^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C}$ отмечен положительный тренд. Если с 1922 по 1981 гг. колебания сумм температур происходили в диапазоне 3400-3600 $^{\circ}\text{C}$, то с 1982 по 2015 гг. колебания происходят уже в диапазоне 3600-3900 $^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура воздуха при рассмотрении по десятилетним периодам с 1922 по 2016 гг. возросла на 1.4 $^{\circ}\text{C}$ (табл. 1).

Комплексный градиент высоты. Длительность и обеспеченность затопления территорий в дельте р. Волги тесно связана с их высотой над меженью. Чем ниже над урезом воды находится участок, тем больше вероятность его затопления и тем на более длительный срок он затапливается во время весенне-летних половодий и в зимне-весенний период, когда осуществляются повышенные сбросы воды через плотину Волжской ГЭС (рис. 3).

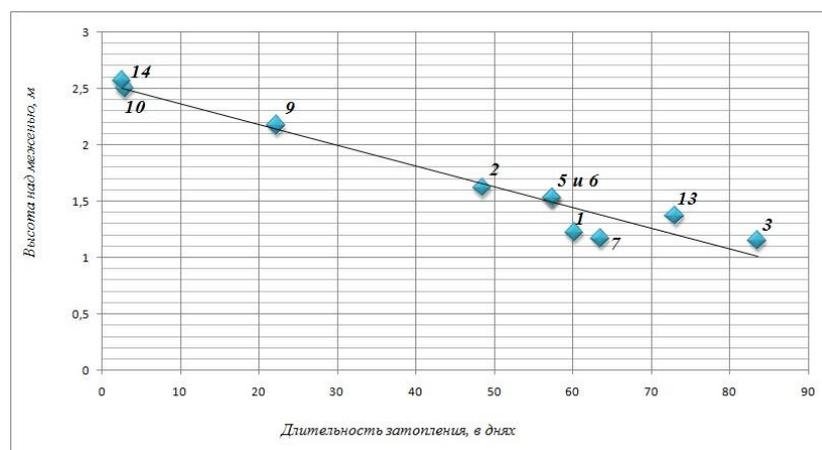


Рис. 3. Средняя длительность затопления стационарных участков во время весенне-летних половодий (1978-2016 гг.)

*Арабскими цифрами в поле осей координат обозначены номера стационарных участков.

Участки №№ 3, 13, 7, 1, 5, 6, 2 по классификации поемности Раменского относятся к особо долгопоемным; участок № 9 относится к среднепоемным, у самого начала оси находятся участки №№ 10 и 14, заложенные в пределах краткопоемных урочищ высокого уровня.

В аридных условиях Прикаспийской низменности особенно сильно проявившаяся связь состава растительного покрова дельты р. Волги с высотным положением побудила И.А. Цаценкина (1962) традиционному условному делению лугов на высотные уровни дать жесткие привязки, выраженные в абсолютной высоте над уровнем моря: луга низкого экологического уровня расположены в интервале высот 0-1.2 м; среднего – 1.3-2.4 м, высокого - от 2.5 м и выше. В соответствии с морфологической структурой интразонального ландшафта дельты Волги луга низкого уровня приурочены к береговым зонам урочищ ильменей (рис. 4), култучно-равнинных урочищ низкого уровня с избыточным увлажнением, к понижениям мелкогривистых островных урочищ, а также урочищ луговых солончаков. Луга среднего экологического уровня формируются на култучно-равнинных урочищах среднего уровня, мелкогривистых островных урочищах среднего уровня и среднеуровенных урочищ грив на култучной основе. В пределах делювиальных шлейфов урочищ бэровских бугров и мелкогривистых островных урочищ высокого уровня формируются луга высокого экологического уровня.

В период половодья длительность затопления лугов низкого уровня в среднем составляет от двух до трёх месяцев, среднего – 50-60 дней, луга высокого уровня в период половодий заливаются крайне редко и на очень короткий срок.

Колебания уровня Каспийского моря. В результате понижения уровня Каспия происходит удлинение дельты за счёт осушения подводной части, распластывание

паводка увеличивается, происходит врезание русел, ускорение осушения территории, вслед за этим снижается уровень грунтовых вод. При трансгрессии Каспия происходит подпор речных вод, повышается меженный уровень и уровень грунтовых вод, несколько увеличивается длительность половодий (Доскач, 1979).

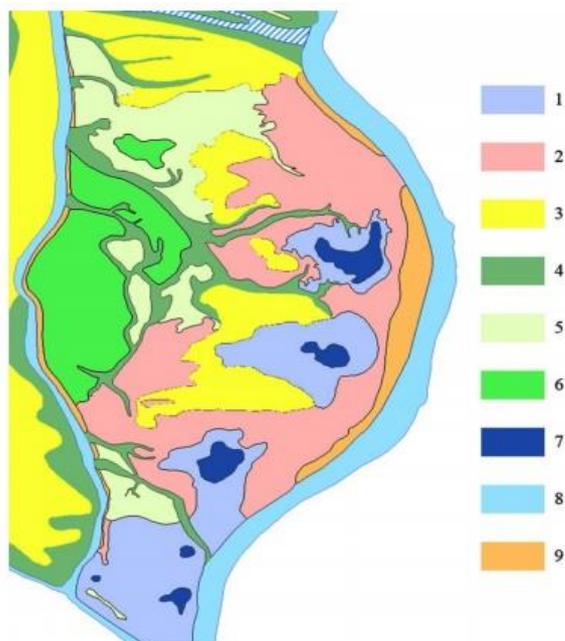


Рис. 4. Фрагмент ландшафтной карты центральной части дельты р. Волги. М. 1:100 000 (по В.В. Занозину, 2017)

Условные обозначения: 1 – култучная равнина низкого уровня; 2 – култучная равнина среднего уровня; 3 – култучная равнина высокого уровня; 4 – русловая мелкогивистая равнина низкого уровня; 5 – русловая мелкогивистая равнина среднего уровня; 6 – русловая мелкогивистая равнина высокого уровня; 7 – култучный ильмень; 8 – водоток; 9 – прирусловой вал

Изъятие речного стока на хозяйственные нужды и его потери с поверхности водохранилищ привели к уменьшению суммарного стока в Каспий, что ускорило климатически обусловленное падение уровня моря до 1978 г. и замедлило повышение его уровня в 1978-1995 гг. К началу XXI века уровень моря стабилизировался и к настоящему времени колеблется в пределах – 27 – 28 м БС (Атлас дельты реки Волги..., 2015).

Использование земель под пашню. По мере сельскохозяйственного освоения земель в дельте р. Волги площади обвалования быстро возрастали и к концу 1980-х гг. площадь орошаемой пашни составляла 168 тыс. га. С начала 1990-х гг. до 2007 г. общая площадь пашни стабильно сокращалась, засоленные поля забрасывались и под освоение попадали новые земли, а часть ранее использовавшихся переходила в категорию “залежных”, т.о. на смену условно-естественной растительности дельты приходили агроценозы и сообщества, сформированные в процессе демулационных смен на залежных землях.

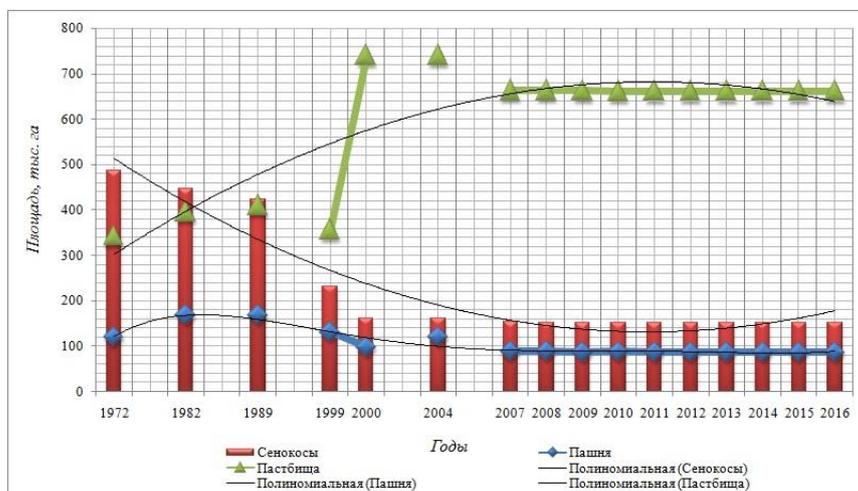


Рис. 5. Динамика площади сельскохозяйственных угодий на территории дельты р. Волги

После 2007 г. площадь пашни менялась в незначительных пределах, в настоящее время площадь пашенных угодий составляет 86 тыс. га (рис. 5).

Сенокосение. В настоящее время особенности сенокосения в дельте р. Волги изменились, выкашивается не вся площадь сенокосных угодий, как это делалось ранее, а лишь выборочные участки преимущественно с мезофитной растительностью. Территории с грубостебельной и плохопоедаемой животными растительностью (виды *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Glycerrhiza glabra*) практически не выкашиваются, в связи с чем их представленность возросла и они стали занимать площадь экотопов, на которых ранее не встречались.

Площадь сенокосных угодий в пределах дельты р. Волги направленно снижалась от 1970-х к 2000-м гг., после чего практически не изменялась. По отношению к показателям 1972 г. в 2000 г. площадь сенокосов сократилась в 3 раза, в настоящее время под сенокосение используется в среднем 153 тыс. га.

Выпас скота. Косвенно судить о степени пастбищной нагрузки на территории дельты р. Волги мы можем судить по динамике поголовья скота в условных головах КРС на территории Астраханской области (рис. 6).

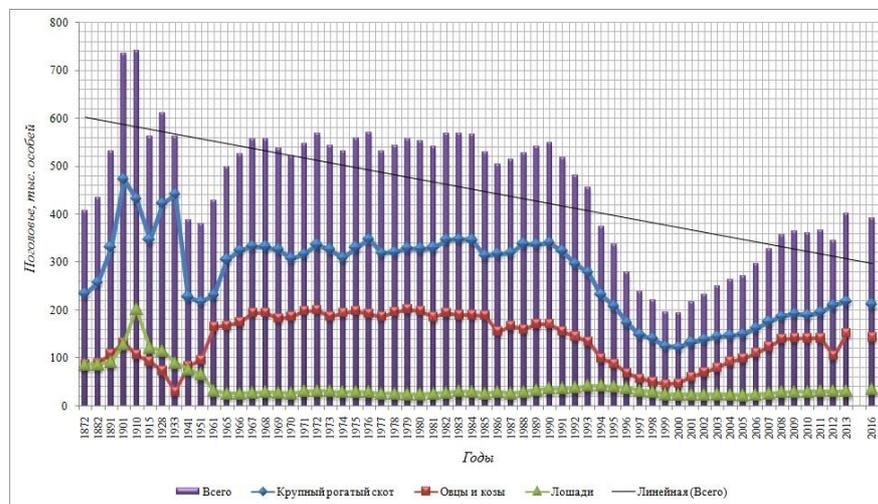


Рис. 6. Динамика поголовья скота в условных головах КРС на территории Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги

Поголовье скота до конца 1980-х гг. колебалось при средних значениях 550 тыс. голов. В период 1991-2000 гг., в связи с происходившими экономическими преобразованиями, поголовье скота сократилось втрое и было минимальным за весь период наблюдений. С начала 2000-х гг. численность скота направленно возрастала, в настоящее время она составляет 391 тыс. условных голов КРС.

С 1970-х гг. направленно увеличивается площадь пастбищ, главным образом — за счёт перевода в данную категорию пашенных угодий. В 2007 г. по отношению к значениям 1972 г. (343 тыс. га) площадь пастбищ в дельте р. Волги возросла в 2 раза, и в последующие годы колебалась в малых пределах. В настоящее время площадь пастбищ составляет 660 тыс. га.

Рекреационная нагрузка. С 1980-х годов в дельте р. Волги отмечается большой наплыв «неорганизованных» туристов, преимущественно со своим автотранспортом. В пределах дорожно-транспортной сети и по берегам водотоков дельты отмечены значительные по площади пятна дигрессии, имеющие соответственно линейную и линейно-площадную структуру, степень дигрессии растительности на данных участках имеет сходство с деградацией растительности при очень сильной пастбищной нагрузке. В настоящее время количество туристов, ежегодно

посещающих дельту р. Волги в туристический сезон составляет порядка 1 млн. человек.

Загрязнение среды. Поступление загрязняющих веществ на территорию дельты р. Волги в основном происходит через атмосферный воздух и водные ресурсы.

До 2000 г. количество выбросов загрязняющих веществ направленно возрастало, однако большая часть данных веществ улавливалась. Ситуация изменилась в 2011-2015 гг. (табл. 2).

Таблица 2.

Количество загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников в Астраханской области (по данным службы природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области)

Годы	Кол-во загрязняющих веществ	Из них уловлено		Выброс загрязняющих веществ в атм. воздух, тыс. т.
		тыс. т.	% к количеству отходящих загрязняющих веществ	
1985	197,8	124,6	63	73,2
1988	430,3	103,3	24	327,0
1990	153,1	55,0	35	101,2
1992	154,0	87,8	57	66,2
1995	223,5	140,8	63	82,7
1997	200,9	106,9	53	94,0
1999	292,9	188,0	64	104,9
2000	341,1	230,5	68	110,8
2011	127,8	2,2	1,7	125,6
2012	147,1	12,8	8,7	134,3
2013	141,4	10,9	7,7	133,7
2014	124,5	6,3	5,1	118,2
2015	124,5	5,9	4,7	118,6

Общая масса выбросов загрязняющих веществ, поступающих от стационарных источников в данные годы значительно уменьшилась по сравнению с предшествующими годами наблюдений, однако в связи с резким сокращением степени улавливания данных веществ фактические выбросы в атмосферный воздух на территории Астраханской области возросли. Основным загрязнителем является ООО «Газпром добыча Астрахань», основные загрязняющие вещества CH_4 , H_2S , NO , NO_2 , CO , и, наибольшим образом - SO_4 .

От середины 1970-х к 2000-м гг. в дельте р. Волги наблюдается снижение среднего стока нефтяных углеводородов (с 71,65 тыс. т до 56,36 тыс. т), резкое уменьшение среднегодового стока гамма-ГХЦГ (11,5 т до 0,1 т), в 20 раз снизилось содержание ДДТ (с 3,71 т до 0,18 т), на два порядка – содержание ДДЭ (с 1,32 т до 0,03 т), однако на 20% увеличилось содержание СПАВ (с 5,29 тыс. т до 6,63 тыс. т) и на 39% возрос сток фенолов (с 0,70 тыс. т до 0,97 тыс. т).

Анализ статистической информации за последние годы свидетельствует о тенденции роста стока сульфатов антропогенного происхождения, кроме того, увеличение сульфатов и изменение рН могло произойти в водоемах р. Волги в результате работы газового комплекса (Андрианов, Сокирко, 2001).

В итоге, с 1978 по 2005 гг. в дельте р. Волги наблюдалась тепло-влажная фаза внутривекового природного цикла по типу «брикнеровского», характеризующаяся увеличением показателей тепло- и влагообеспеченности региона (главным образом – в вегетационный период), снижением степени засушливости (ГТК Селянинова возрос с 0,33 в 1972-1981 гг. до 0,46 в 1992-2001 гг.), подъемом и стабилизацией Каспийского моря и направленным снижением степени хозяйственной нагрузки на территорию: резким сокращением площади орошаемой пашни, поголовья скота, сменой особенностей сенокоса и сокращением площади сенокосных угодий, снижением

химического загрязнения углеводородами, гамма-ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ; однако произошло увеличение загрязнения СПАВ, фенолами и диоксидом серы, также возростала степень рекреационной нагрузки; с 2006 по 2016 гг., при продолжающемся увеличении рекреационной нагрузки, росте вышеуказанных химических загрязнений, стабилизации хозяйственной нагрузки на уровне начала 2000-х гг. произошло снижение уровня Кастия и началось развитие процесса аридизации территории, обусловленное снижением количества атмосферных осадков в вегетационный период, уменьшением объемов весенне-летних половодий и уровней подъема воды при направленном росте температурных показателей.

2. Особенности химического состава и миграции водорастворимых солей в почвенном покрове дельты р. Волги на различных уровнях высот над меженным уровнем водотоков имеют разнонаправленный характер и на каждом высотном уровне дельты модифицируются определенными агентами ландшафтной трансформации.

Исследования в дельте р. Волги велись на стационарном профиле и, с целью более высокой репрезентативной оценки происходящих в растительном и почвенном покрове изменений, - на серии стационарных участков. Стационарный профиль в дельте р. Волги был заложен сотрудниками лаборатории луговедения Астраханского государственного педагогического университета (в настоящее время Астраханский государственный университет) под руководством В.Б. Голуба в 1979 г. в районе п. Володарский (рис. 7). Начиная с 1979 г., на закрепленном реперами профиле периодически закладывались 496 площадок размером 2x2 м. С помощью нивелира была установлена высота всех точек над меженью реки и их положение относительно рейки расположенного вблизи водомерного поста в с. Большой Могой, что позволило судить о режиме затопления каждой из них.

В 2011 г. все точки наблюдений были географически привязаны при помощи GPS-приемника в системе координат WGS-84.

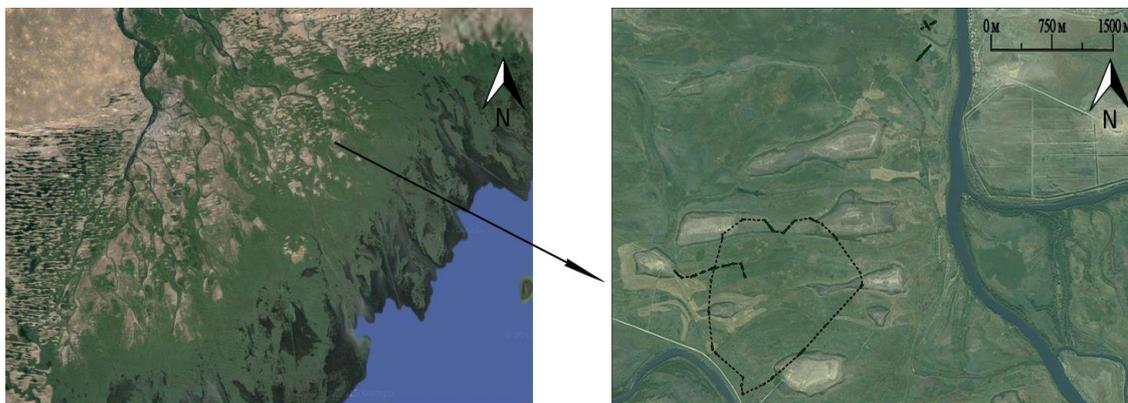


Рис. 7. Схематическое расположение стационарного профиля в дельте реки Волги (фрагмент космического снимка Google)

Ввиду того, что с 1996 по 2015 гг. учеты были продолжены только на 126 точках, детальный анализ динамики экологических характеристик почвенно-растительного покрова проводится именно на этом количестве площадок.

В лабораторных условиях в почвенных образцах, взятых на профиле, определялось содержание: гумуса, подвижных форм фосфора и калия, азота по Корнфельду, ионов водорастворимых солей в расчете на абсолютно сухую почву. Определялась также емкость поглощения разных почвенных горизонтов и содержание обменного натрия. Определение ионного состава водной вытяжки осуществлялось испытательным центром ФГУ Государственный центр агрохимической службы

«Астраханский» по действующим ГОСТам. На стационарном профиле отбор почвенных образцов проводился из верхнего слоя 0-15 см, на стационарных участках – из метрового слоя с градацией 0-25, 26-50, 51-75, 76-100 см.

Стационарные участки расположены в восточной части дельты Волги, где антропогенные изменения гидрологического режима и растительного покрова выражены в меньшей степени, чем в ее западной части (рис. 8). По решению Исполнительного комитета Астраханского областного Совета народных депутатов № 616 от 04. 10. 1985 г. стационарные участки наблюдений переведены в ранг памятников природы. Характер памятников – ботанический, значение: охрана генофонда, охрана ценофонда, научное (ботаническое, ландшафтоведческое), ресурсоохранное, эстетическое (живописный ландшафт).

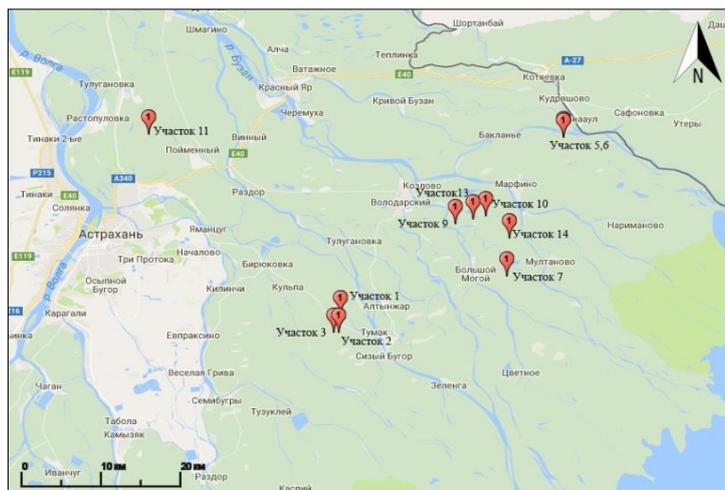


Рис. 8. Схематическое расположение стационарных участков в дельте р. Волги

Результаты исследований ионного состава водорастворимых солей на стационарном профиле и стационарных участках с 1978 по 2002 гг. (период возрастания влагообеспеченности территории) указывают на направленное снижение их общего количества на всех высотных отметках дельты, однако тенденции миграций катионно-анионного состава в пределах урочищ разных уровней отличаются.

В почвенном покрове долгопоемных урочищ низкого уровня, при более плавном снижении содержания катионов Ca^{2+} , Mg^{2+} и аниона SO_4^{2-} от 1979 к 2002 гг. резко уменьшилось содержание токсичных ионов Na^+ и Cl^- (рис. 9), в связи с чем токсичность почвенного раствора в эквивалентах Cl^- – иона сократилась к 2002 г. в 5 раз.

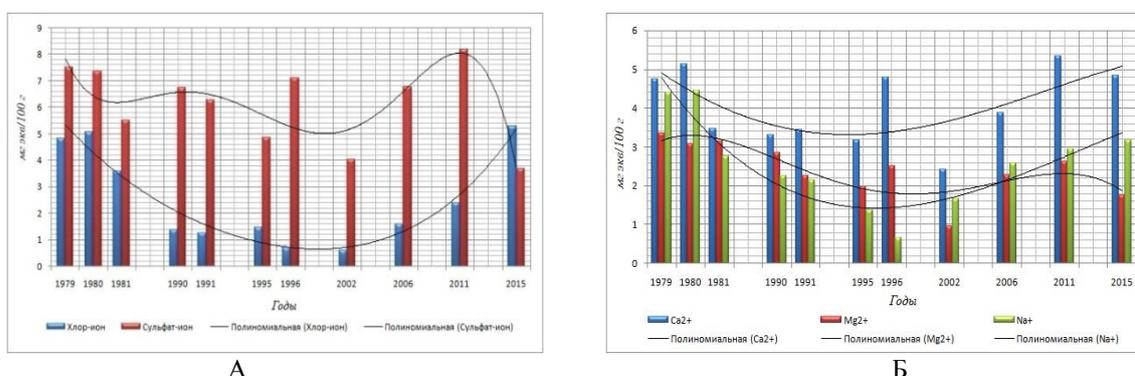


Рис. 9. Динамика анионов (А) и катионов (Б) в почвенном покрове лугов низкого экологического уровня

В пределах территорий среднего уровня, в связи с различиями в характере увлажнения, было выделено 2 подуровня: расположенные в интервале высот 1.3 - 1.8

м и 1.9 – 2.4 м над меженью. В обоих интервалах при общей тенденции к почвенному рассолению отмечены однонаправленные тенденции динамики анионного состава, сходные с аналогичными на территориях низкого уровня (рис. 10), но видны различия в миграции катионов (рис. 11).

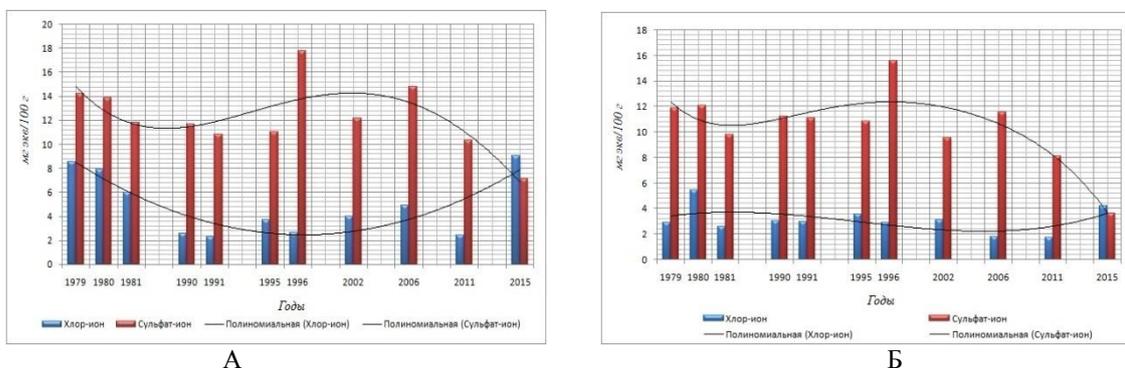


Рис. 10. Динамика анионов в почвенном покрове лугов среднего экологического уровня
А – интервал высот 1.3 – 1.8 м, Б – интервал высот 1.9 – 2.4 м

С 1979 по начало 1990-х гг. на территориях, расположенных в интервале высот 1.3 – 1.8 м происходило снижение содержания всех катионов, после чего наблюдается некоторое увеличение представленности Ca^{2+} , до 2006 г. - Mg^{2+} и Na^+ , в последующие годы наблюдений содержание последних двух катионов несколько снизилось (рис. 11).

В интервале высот 1.9 – 2.4 м при флуктуации содержания всех катионов в почвенном покрове с 1979 по начало 1990-х гг. в последующий временной период отмечено направленное снижение их участия в составе водорастворимых солей.

В почвенном покрове культурно-равнинных урочищ среднего уровня (интервал высот 1.3-1.8 м) произошло увеличение содержания катионов кальция, что, при одновременном снижении анионов хлора имеет положительный результат, т.к. в ряду кальциевых солей только CaCl_2 обладает токсичными свойствами.

В почвах лугов высокого уровня общее содержание солей и токсичность почвенного раствора направленно снижались.

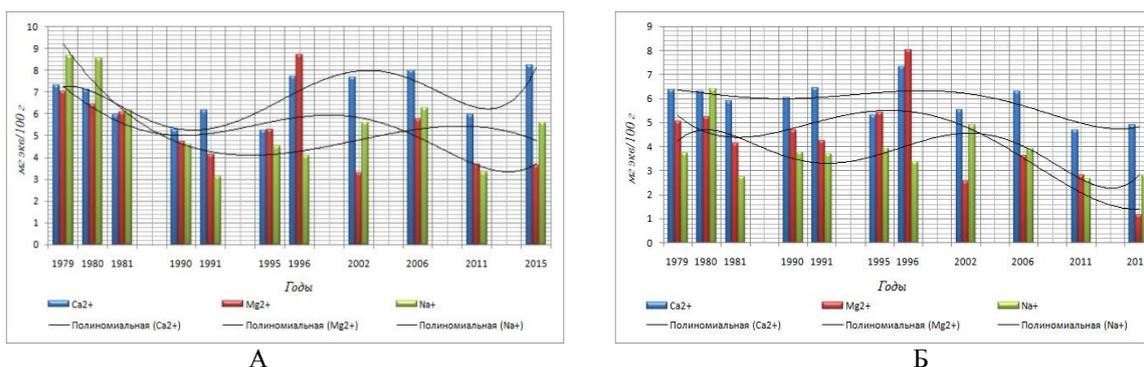


Рис. 11. Динамика катионов почвенном покрове лугов среднего экологического уровня
А – интервал высот 1.3 – 1.8 м, Б – интервал высот 1.9 – 2.4 м

После 2002 г., в связи с развитием процесса аридизации, количество водорастворимых солей в почвенном покрове дельты р. Волги увеличивалось. Значения 1978 г. (начало мониторинга) превышены не были, но, тем не менее, по сравнению с минимальными показателями солесодержания 2002 г. к 2015 г. сумма солей на территориях низкого уровня возросла в 2 раза, токсичность почвенного раствора – в 5 раз; от 1979 к 2011 гг. вдвое снизилась токсичность почвенного

раствора территорий среднего уровня, что связано с уменьшением содержания анионов Cl^- и увеличением катионов Ca^{2+} ; от начала наблюдений в 1979 г. к 2002 г. токсичность почвенного раствора на территориях высокого уровня снизилась в 2.6 раза, в 2006, 2011 и 2015 гг. происходит некоторое увеличение содержания токсичных солей CaCl_2 .

В динамике Cl^- и SO_4^{2-} в почвах луговых солончаков и мелкогравистых островных урочищ среднего уровня отмечены противофазы (рис. 12), что обусловлено сложными функциональными связями экотонов вода-земля и поверхностные воды-подземные воды.

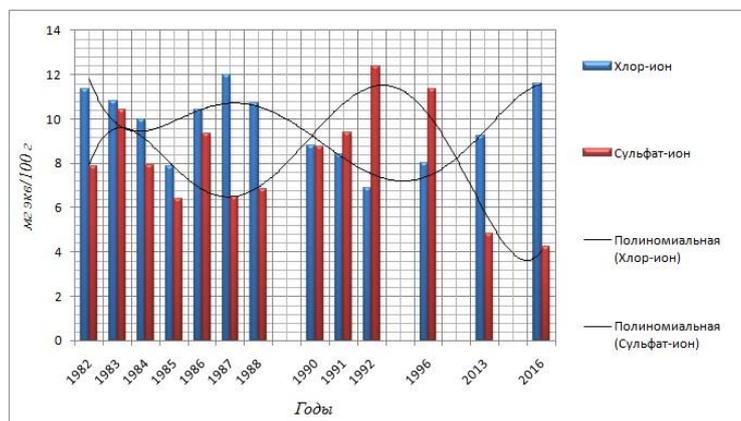


Рис. 12. Динамика содержания некоторых анионов в почвенном покрове участка № 13 (урочище луговой солончак)

На всех высотных уровнях дельты в 2015 г. по сравнению с предшествующими значениями 2002 и 2011 гг. резко возросло количество анионов Cl^- и сократилось количество SO_4^{2-} , в интервале высот 0 – 2.4 м над меженью количество хлоридов впервые за период мониторинга превысило содержание сульфатов, что, в связи с высокой степенью токсичности хлористых солей, крайне неблагоприятно для растительного покрова. В верхнем почвенном слое урочищ всех уровней определён можно говорить о снижении содержания катионов магния и, соответственно, уменьшении представленности магниевых соединений от общего количества водорастворимых солей. Данный факт является благоприятным изменением, т.к. и хлористый магний (MgCl_2) и горькая соль (MgSO_4) являются весьма токсичными для растений.

В почвенном покрове урочищ низкого и среднего уровней, при общем многолетнем типе засоления хлоридно-сульфатном, в особенно многоводные годы (более 115 км^3) отмечена смена типа засоления на менее токсичный сульфатный, в крайне маловодные годы (менее 80 км^3) напротив – на более токсичный сульфатно-хлоридный. Ввиду малого количества атмосферных осадков и крайне редкого затопления урочищ высокого уровня промывание почвенного профиля здесь практически отсутствует, в связи с чем процессы радиальной миграции водорастворимых солей в данных и пониженных интервалах высот отличаются. Многолетние наблюдения показали, что при низких объёмах половодья (менее 80 км^3) и, соответственно, малом подъёме грунтовых вод, в верхнем почвенном слое лугов данного уровня происходит снижение токсичности и значений $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$.

В итоге, основным фактором, влияющим на уменьшение содержания водорастворимых солей в почвах и снижение степени токсичности почвенного раствора на территориях низкого и среднего уровней дельты является увеличение объёмов и длительности весенне-летних половодий, а для урочищ высокого уровня – увеличение количества атмосферных осадков за вегетационный период. Период 1978-

2002 гг. для дельты р. Волги можно охарактеризовать как этап интенсивного рассоления почвенного покрова. Помимо роста влагообеспеченности в пределах долгопоемных урочищ низкого уровня и краткочемных урочищ высокого уровня снижение содержания водорастворимых солей возможно связать со сменой характера сенокоса: высокие грубостебельные травы, которые перестали выкашивать (*Typha angustifolia* и *Phragmites australis* в первом случае и *Glycyrrhiza glabra* во втором), предохраняют почву от интенсивного испарения, и, соответственно, от подтягивания к поверхности высокоминерализованных грунтовых вод. Снижение степени пастбищной нагрузки повлияло на ускорение рассоления почв урочищ среднего и высокого уровней в 1978-2002 гг. и замедлило процесс засоления в 2006-2016 гг. В пределах среднеуровневых урочищ огромную роль в процессе уменьшения содержания водорастворимых солей сыграло снижение использования их площади в качестве орошаемой пашни, которое в климатических условиях дельты приводит к вторичному почвенному засолению.

3. В зависимости от распространения по отношению к комплексному градиенту высоты сукцессионные смены в растительном покрове дельты р. Волги происходят при направленном многолетнем изменении гидроклиматических и/или антропогенных условий, кратковременные аномалии обычно не способны вызвать деструкцию дельтовых фитоценозов и приводят лишь к разногодичным локальным флуктуациям растительности.

Динамика синтаксономического состава. Анализ таксономического состава растительных сообществ в дельте р. Волги проводился в соответствии с принципами направления эколого-флористической классификации Ж. Браун-Бланке.

Наиболее значительные изменения произошли в составе растительных сообществ прибрежных видов, экотопы которых хорошо увлажнены (класс *Phragmitetea*). Фитоценозы, относящиеся к ассоциации *Sparganio erecti* – *Typhetum angustifoliae* увеличили своё участие от 1979 г. к 2002 г. в 6.5 раз, в 2006 и 2011 гг., напротив, сократили до 10%, а в 2015 г., в связи с катастрофически малым объёмом половодья (63 км³), полностью выпали из растительного покрова (табл. 3).

До 1995 г. наблюдается увеличение участия фитоценозов, относимых к ассоциации *Caricetum gracilis* (в 2.5 раза), но, в связи с продолжающимся увеличением увлажнения территории, данные местоположения были замещены фитоценозами ассоциации *Sparganio erecti*-*Typhetum angustifoliae*, которые формировали моноценозы. С 1979 по 2015 гг. происходило направленное уменьшение площади, занятой сообществами ассоциации *Phalaroido-Scirpetum* – наиболее ценных по составу травостоя в дельте р. Волги кормовых ресурсов. До 2002 г. данное явление было связано с увеличением увлажнённости участков и замещением на более низких местах этих растительных сообществ также фитоценозами ассоциации *Sparganio erecti*-*Typhetum angustifoliae*. После 2002 г., в связи с сокращением обводнённости дельты Волги, фитоценозы класса *Phragmitetea* сократили свою площадь в 1.5 раза.

За период наблюдений вдвое увеличилась участие фитоценозов, встречаемых на равнинах и невысоких участках дельты на слабо- и средnezасоленных почвах, относящихся к классу *Bolboschoenetea maritime*. Увеличение осуществлялось в основном за счёт ассоциации *Bolboschoeno-Inuletum* (от 1979 к 2015 гг. представленность фитоценозов этой ассоциации возросла в 15 раз). С 2006 г., в связи с сокращением объёмов половодий и наметившимся иссушением территории происходит направленное расширение площади, занятой ассоциацией *Stachyo-*

Achilleteum septentrionalis (класс *Molinio-Arrhenatheretea*), присутствие которой ранее на профиле не отмечалось.

Сообщества, произрастающие на шлейфах бэровских бугров и вершинах невысоких грив, где почвы сильно или очень сильно засолены, относимые к ассоциации *Polygono-Aeluropodetum pungentis* (класс *Bolboschoenetea maritime*), снизили свое участие к 2002 г. в 1.7 раза.

Таблица 3.

Динамика растительных сообществ
на стационарном профиле в дельте р. Волги, % от общего состава

Синтаксон	1979 г.	1990 г.	1995 г.	2002 г.	2006 г.	2011 г.	2015 г.
Кл. <i>Phragmitetea R. Tx. Et Preising 1942</i>	56	59	58	61	42	43	43
Пор. <i>Phragmitetalia Koch 1926</i>	56	59	58	61	42	43	43
Союз. <i>Magnocaricion Koch 1926</i>	56	59	58	61	28	27	12
Асс. <i>Phalaroido-Scirpetum Golub et Mirkin 1986</i>	49	38	24	26	18	17	12
Асс. <i>Caricetumgracilis (Almgvist 1929) R. Tx. 1937</i>	2	1	5	2	0	0	0
Асс. <i>Sparganio erecti-Typhetum angustifoliae Golub 1991</i>	5	20	29	33	10	10	0
Союз. <i>Phragmition communis</i>	0	0	0	0	14	16	31
Асс. <i>Calystegio-Phragmitetum</i>	0	0	0	0	14	16	29
Асс. <i>Sagittario-Sparganietum</i>	0	0	0	0	0	0	2
Кл. <i>Bolboschoenetea maritime Vicherek et R. Tx. ex R. Tx. et Hulb. 1971</i>	16	23	19	21	34	28	30
Пор. <i>Althetalia officinalis Golub et Mirkin 1986</i>	16	23	19	21	34	28	30
Союз. <i>Althionofficinalis Golub et Mirkin 1986</i>	16	23	19	21	34	28	30
Асс. <i>Bolboschoeno-Inuletum britannicae Golub, Mirkin 1986</i>	2	9	8	12	13	13	11
Асс. <i>Bolboschoeno-Glycyrrhizetum echinatae Golub, Mirkin 1986</i>	2	2	3	2	10	4	8
Асс. <i>Polygono-Aeluropodetum pungentis Golub, Mirkin 1986</i>	12	12	8	7	11	11	11
Кл. <i>Crypsidetea aculeatae Vecherek 1913</i>	17	7	8	2	3	3	2
Пор. <i>Crypsidetalia aculeatae Vecherek 1973</i>	17	7	8	2	3	3	2
Союз. <i>Lepidion latifolii Golub, Mirkin 1986</i>	17	7	8	2	3	3	2
Асс. <i>Argusio-Phragmitetum Golub, Mirkin 1986</i>	12	4	4	2	0	3	0
Асс. <i>Alismato-Salicornietum Golub 1985</i>	5	3	4	0	3	0	2
Кл. <i>Glycyrrhizetea glabrae Golub 1986</i>	12	11	15	16	20	24	22
Пор. <i>Glycyrrhizetalia glabrae Golub 1986</i>	12	11	15	16	20	24	22
Союз. <i>Glycyrrhizion glabrae Golub 1986</i>	12	11	15	16	20	24	22
Асс. <i>Lepidio-Cynodontetum Golub 1986</i>	5	5	10	14	2	2	2
Асс. <i>Suaedo-Petrosimionietum Golub 1986</i>	7	6	5	2	18	22	20
Кл. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	0	0	0	0	1	2	3
Асс. <i>Stachyo-Achilleteum septentrionalis</i>	0	0	0	0	1	2	3
Всего	100	100	100	100	100	100	100

После 2002 г. процентное участие ассоциации вернулась к первоначальным значениям 1979 г. Ассоциация *Bolboschoeno-Glycyrrhizetum echinatae* резко увеличила свою представленность в 2006 г. (в 5 раз по сравнению с предыдущим периодом наблюдений), после чего (в 2011 и 2015 гг.) произошло некоторое снижение её процентного участия.

Ассоциации, распространенные на влажных, сырых местах с сильно засоленными почвами (*Argusio-Pragmitetum* и *Alismato-Salicornietum* (класс *Crypsidetea aculeatae*)), устойчиво сокращали свою представленность и к 2015 г. практически исчезли из состава растительного покрова исследуемой территории.

Направленное увеличение на профиле отмечено у фитоценозов, произрастающих на шлейфах бэровских бугров и относимых к классу *Glycyrrhizetea glabrae*. Это является результатом уменьшения пастбищной нагрузки и увеличения количества осадков в весенне-летний период. До 2002 г. возрастание роли данного класса осуществлялось за счёт увеличения ассоциации *Lepidio-Cynodontetum* и сокращения ассоциации *Suaedo-Petrosimonietum*. Однако после 2002 г. наблюдается разитие процесса в противоположном направлении: процентное участие ассоциации *Suaedo-Petrosimonietum* резко увеличилась (в 10 раз), а ассоциации *Lepidio-Cynodontetum* сократилось (в 7 раз).

Динамика общей надземной массы травостоя и фитомассы некоторых видов растений. В период с 1982 по начало 2000-х гг. отмечено направленное увеличение величины надземной биомассы на всех высотных отметках профиля (рис. 13). Максимум продуктивности на лугах среднего уровня, расположенных в интервале высот 1.3-1.8 м отмечен в 2001 г., на лугах остальных уровней – в 2006 г. В последующее десятилетие наблюдается устойчивое снижение продуктивности растительности, к 2015 г. значения биомассы надземной части травостоя по сравнению с данными 2006 г. снизились в 2.8, 3, 6.5 и 5 раз соответственно в интервалах высот 0-1.2 м, 1.3-1.8 м, 1.9-2.4 м и 2.4 м и выше.

В целом, по сравнению с первоначальными показателями продуктивности 1982 г., к 2015 г. на лугах низкого уровня надземная биомасса увеличилась в 1.5 раза, на лугах среднего уровня значения приблизительно вернулись к первоначальным, на лугах высокого уровня произошло снижение продуктивности в 1.6 раза.

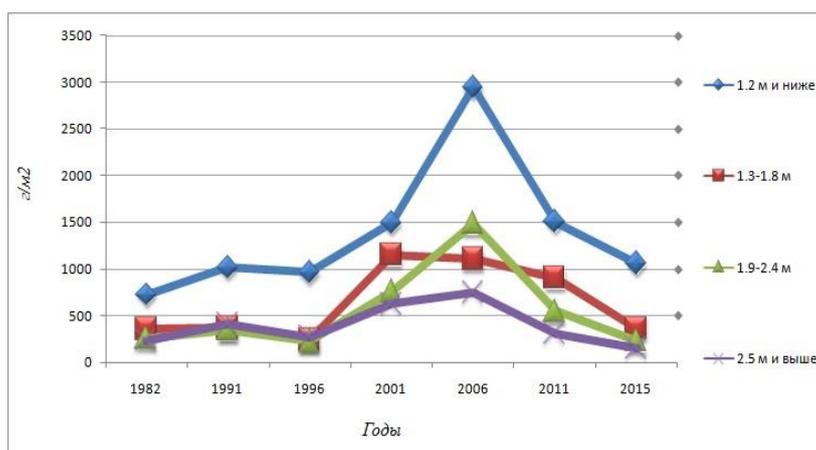


Рис. 13. Динамика надземной фитомассы растительности на различных высотных уровнях дельты

Из 17 основных видов растений, разбираемых при укосах, у 4 колебания продуктивности и представленности следует квалифицировать как флуктуирующие, это виды *Hierochloe repens*, *Atriplex prostrata*, *Petrosimonia oppositifolia* и *Suaeda confusa* (табл. 4). У первых двух видов направления флуктуаций зависят от общего увлажнения территории, у вторых – количеством осадков за вегетационный период.

Направленное снижение как общей продуктивности, так и процентной представленности от общей биомассы отмечено у солевыносливого вида *Crypsis schoenoides*, что связано со снижением содержания водорастворимых солей в почвах, а также у гигромезофитного вида *Inula britannica*, вероятно в связи с его замещением видами *Althaea officinalis* и *Litrum virgatum*.

Устойчивый рост представленности на профиле до начала 2000-х гг. отмечен у 7 видов: *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Althaea officinalis*, *Litrum virgatum*, *Bolboschoenus maritimus*, *Eleocharis palustris*, *Glycyrrhiza glabra*. Помимо увеличения обводненности дельты, данное явление можно связать со снижением пастбищной

нагрузки, сменой особенностей сенокосения, а также, в связи с почвенным рассолением – распространением данных видов на ранее засоленных экотопах.

Таблица 4.

Средний вес надземной массы растений на 126 точках профиля, г/м²

№	Название растений	1982 г.	1991 г.	1996 г.	2001 г.	2006 г.	2011 г.	2015 г.
1	<i>Typha angustifolia</i>	3,1	36,7	39,6	41,4	121	116,0	1,86
2	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	2,7	16,6	9,4	15,8	62,8	5,6	0,0
3	<i>Eleocharis palustris</i>	3,4	6,6	3,5	14,0	53,8	24,9	1,8
4	<i>Petrosimonia oppositifolia</i>	0,7	6,1	0,6	3,1	6,6	0,8	0,1
5	<i>Litrum virgatum</i>	0,2	1,4	0,5	2,7	5,3	5,6	1,8
6	<i>Aeluropus pungens</i>	10,1	5,7	5,2	9,3	40,5	9,7	12,5
7	<i>Phalaroides arundinacea</i>	10,0	2,9	1,8	7,5	25,1	32,6	16,1
8	<i>Crypsis schoenoides</i>	5,5	1,3	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
9	<i>Elytrigia repens</i>	3,6	0,2	1,6	3,1	99,6	108,1	16,6
10	<i>Inula britannica</i>	2,2	0,1	0,3	0,1	1,4	6,9	0,1
11	<i>Althaea officinalis</i>	1,7	1,2	2,9	3,4	12,3	3,4	8,2
12	<i>Suaeda confusa</i>	0,1	0,4	2,2	0,3	0,0	0,0	2,4
13	<i>Rubia tatarica</i>	1,8	1,5	0,5	0,4	31,8	20,6	3,5
14	<i>Phragmites australis</i>	1,4	1,1	3,7	15,6	444,5	213,1	309,2
15	<i>Hierochloe repens</i>	5,4	3,8	3,4	6,5	31,1	4,2	1,1
16	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	0,6	2,9	4,1	20,0	49,5	39,8	20,5
17	<i>Atriplex prostrata</i>	1,5	2,6	2,2	0,6	0	0,2	3,2
18	Общая масса	394,3	510,1	368,1	945,0	1520,4	866,1	457,1

За счёт сокращения представленности злаков *Phalaroides arundinacea*, *Elytrigia repens* и *Aeluropus pungens* до 1996 г. происходило остепнение ландшафта дельты, однако последующее некоторое снижение водного стока за II квартал привело к увеличению продуктивности данных видов и развитию процесса олуговения. Крайне низкие объёмы половодий и количества осадков в 2014 и 2015 гг. привели к сокращению в той или иной степени надземной биомассы всех названных видов на всех уровнях дельты.

Исследования на стационарных участках. Обобщая материалы наблюдений на стационарных участках можно сделать вывод, что наблюдаемые на них явления не столь однозначно свидетельствуют о направленном изменении травостоя, которое фиксировалось на стационарном профиле, однако основные тенденции динамики растительных сообществ являются сходными.

На участках низкого и среднего уровней №№ 3, 1, 2 при увеличении показателей увлажнения наблюдается смена доминирующих видов растительности: сокращение представленности злаков и увеличение участия осок и разнотравья.

На участке № 13, относимому к луговым солончакам, изменение состава травостоя, помимо смены степени увлажнения, определяется динамикой водорастворимых солей в почве: при направленном снижении токсичности к 2016 г. снизилась представленность группы разнотравья (галофиты *Suaeda confusa* и *Petrosimonia oppositifolia*), доминирующей группой стали злаки (62.3 % от общей биомассы). В середине 1990-х гг. изменение состава травостоя на участке шло в некоторой степени в сторону галофитизации, т.е., можно полагать, что при общей тенденции вымывания солей из почвы дельты р. Волги, в отдельных случаях их перемещение может вызывать увеличение содержания солей и галофитизацию растительного покрова. На участке № 14, при периодической смене доминантных галофитных видов *Suaeda confusa* и *Petrosimonia oppositifolia*, группа разнотравья, к

которой данные виды относятся, являлась абсолютно доминирующей на всём протяжении мониторинга, скачок продуктивности вида *Artemisia lerchiana* (до 13 % от общей продуктивности в 2016 г.) относится к флуктуационной динамике.

При направленных сменах условий влагообеспеченности наибольшие изменения происходят в растительном покрове долгопоемных урочищ низкого уровня, по мере повышения комплексного градиента высоты и удаленности от активного водотока возрастает количество дестабилизирующих факторов деструкции и динамических изменений фитоценозов (почвенное засоление и, главным образом, – хозяйственное использование) и наблюдается снижение экстремальности их воздействия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При осложняющем характере воздействия хозяйственной нагрузки на территорию дельты, основными факторами, определяющими направления динамики характеристик почвенно-растительного покрова, являются климатические флуктуации и, главным образом, гидрологический режим р. Волги, антропогенное регулирование которого приводит к значительной трансформации ландшафта.

Направленное увеличение годовых объемов водного стока р. Волги и водного стока за II квартал, рост максимальных уровней подъема воды в период весенне-летних половодий и увеличение доли половодий от общегодового стока, устойчивый рост количества атмосферных осадков в теплый период и снижение степени засушливости территории дельты, выражаемое коэффициентом Г.Т. Селянинова, наблюдаемые в 1978-2005 гг. в совокупности с подъемом уровня Каспийского моря в 1978-1997 гг. и его последующей стабилизацией привели к подъему уровня грунтовых вод и увеличению обводненности дельты, что при направленном снижении степени хозяйственного воздействия на территорию (уменьшение площадей пашенных и сенокосных угодий, снижение степени пастбищной нагрузки, обусловленной увеличением площади пастбищ при уменьшении поголовья скота) привели к следующим последствиям:

- в почвенном покрове:

а) произошло значительное вымывание легкорастворимых солей (главным образом – токсичных анионов хлора и катионов натрия) в почвенном покрове урочищ низкого и среднего уровней дельты, что привело к снижению токсичности верхнего почвенного слоя;

б) в почвенном покрове урочищ среднего уровня, расположенных в интервале высот 1.3-1.8 м произошло увеличение содержания катионов кальция, что при одновременном снижении анионов хлора является очень благоприятным изменением, т.к. в ряду кальциевых солей только CaCl_2 обладает токсичными свойствами;

в) суммарное содержание солей в почвах урочищ высокого уровня флуктуировало в нешироких пределах, однако токсичность почвенного раствора на лугах данного уровня также снизилась, что связано с возрастанием количества осадков и снижением пастбищной нагрузки;

г) в верхнем почвенном слое урочищ всех уровней снизилось содержания катионов магния и, соответственно, произошло уменьшение представленности высокотоксичных магниевых соединений от общего количества водорастворимых солей.

- в растительном покрове:

а) в пределах долгопоемных урочищ низкого уровня происходило устойчивое увеличение процентной доли от общего флористического состава класса *Phragmitetea*

и формирование высокопродуктивных монодоминантных сообществ с преобладанием ассоциации *Sparganio erecti-Typhetum angustifoliae*;

б) вдвое увеличилась участие фитоценозов, встречаемых на равнинах и невысоких участках дельты на слабо- и средnezасоленных почвах, относящихся к классу *Bolboschoenetea maritime*;

в) ассоциации, распространенные на влажных, сырых местах с сильно засоленными почвами (*Argusio-Pragmitetum* и *Alismato-Salicornietum* (класс *Cripsidetea aculeatae*)), в связи с произошедшим почвенным рассолением устойчиво сокращали свою представленность;

г) сообщества, произрастающие на шлейфах бэровских бугров и вершинах невысоких грив, где почвы сильно или очень сильно засолены, относимые к ассоциации *Polygono-Aeluropodetum pungentis* (класс *Bolboschoenetea maritime*), снизили свое участие к 2002 г. вдвое;

д) направленное увеличение представленности отмечено у фитоценозов, произрастающих в пределах урочищ высокого уровня и относимых к классу *Glycyrrhizetea glabrae*, что является результатом уменьшения пастбищной нагрузки, смены особенностей сенокосения, увеличения количества осадков в весенне-летний период и подъема уровня грунтовых вод. До 2002 г. возрастание роли данного класса осуществлялось за счёт увеличения ассоциации *Lepidio-Cynodontetum* и сокращения ассоциации *Suaedo-Petrosimonietum*.

В 2006-2015 гг. в дельте Волги происходит смена влажностно-температурного режима в сторону аридизации территории. Снижение количества атмосферных осадков при устойчивом росте температур привели к существенному недостатку увлажнения в вегетационный период, что еще более обострилось снижением объемов и длительности весенне-летних половодий, и, в результате привело к резкому сокращению обводненности дельты. Хозяйственная нагрузка в данный временной период оставалась стабильной, за исключением роста рекреационного воздействия.

В почвенном покрове данные процессы привели к тенденциям, обратным предшествующему периоду 1978-2005 гг.: общее содержание солей, токсичность и отношение Cl^-/SO_4^{2-} сравнению с минимальными значениями 2002 г. к 2016 г. на всех высотных уровнях дельты увеличились практически вдвое, но не превысили значения 1979 г., что связано со снижением степени интенсивности хозяйственного воздействия на территорию.

В растительном покрове в связи с уменьшением объёмов половодий и наметившимся иссушением территории происходит:

а) направленное сокращение участия гигрофитных фитоценозов класса *Phragmitetea* (урочища низкого уровня) и расширение площади, занятой мезофитной ассоциацией *Phalaroido-Scirpetum*;

б) устойчиво увеличивается представленность ассоциации *Stachyo-Achilletum septentrionalis* (класс *Molinio-Arrhenatheretea*), присутствие которой ранее на профиле не отмечалось (урочища среднего уровня);

в) участие в общем флористическом составе ассоциации *Polygono-Aeluropodetum pungentis* (класс *Bolboschoenetea maritime*) (урочища среднего уровня) вернулось к первоначальным значениям 1979 г.;

г) в классе *Glycyrrhizetea glabrae* после 2002 г. процентное участие ассоциации *Suaedo-Petrosimonietum* резко увеличилась (в 10 раз), а ассоциации *Lepidio-Cynodontetum* сократилось (в 7 раз) (урочища высокого уровня).

В целом, в почвенном покрове урочищ низкого и среднего уровней, при общем многолетнем типе засоления хлоридно-сульфатном, в особенно многоводные годы

(при объеме половодья более 115 км³) отмечена смена типа засоления на менее токсичный сульфатный, в крайне маловодные годы (при объеме половодья менее 80 км³) напротив – на более токсичный сульфатно-хлоридный, в почвах урочищ высокого уровня напротив, при уровне половодья менее 80 км³ и малом подъёме грунтовых вод в верхнем почвенном слое происходит снижение токсичности и значений Cl⁻/SO₄²⁻, основным фактором рассоления верхнего почвенного слоя для данных территорий является увеличение количества атмосферных осадков в теплый период. При общей тенденции вымывания солей из почвы дельты р. Волги, в отдельных случаях их перемещение может вызывать увеличение содержания солей и галофитизацию растительного покрова, что особенно ярко наблюдалось на участке наблюдений № 13 (урочище луговой солончак).

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Бармин, А.Н. Почвы дельты реки Волги: изменение содержания водорастворимых солей в меняющихся экологических условиях / Бармин А.Н., **Валов М.В.**, Иолин М.М. // Геология, география и глобальная энергия. № 1 (56). 2015. С. 141-154.
2. Бармин, А.Н. Устьевая область реки Волги: интегральная оценка некоторых природных и антропогенных факторов, влияющих на изменение гидрологического режима / Бармин А.Н., **Валов М.В.** // Естественные науки. № 2. 2015. С. 7-15.
3. Бармин, А.Н. Особенности галогенеза почв дельты реки Волги на лугах среднего уровня в зависимости от изменения природных условий / Бармин А.Н., **Валов М.В.**, Иолин М.М. // Геология, география и глобальная энергия №2 (57). 2015. С. 51-66.
4. Бармин, А.Н. Почвенный покров дельты реки Волги: метеогидрологические изменения как факторы влияния на геохимические особенности миграции легкорастворимых солей / Бармин А.Н., **Валов М.В.**, Шуваев Н.С. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. 2015. № 15 (212). Вып. 32. С. 145-155.
5. Бармин, А.Н. Влияние гидрометеорологических и эдафических факторов на динамику фитоценозов лугов низкого уровня дельты реки Волги / Бармин А.Н., **Валов М.В.**, Иолин М.М., Шуваев Н.С. // Геология, география и глобальная энергия. № 3 (58). 2015. С. 15-25.
6. Бармин, А.Н. Особенности каузального характера связей гидрологического режима и динамики растительных сообществ интразональных ландшафтов аридных территорий (на примере лугов среднего уровня дельты реки Волги) / Бармин А.Н., **Валов М.В.**, Иолин М.М., Бармина Е.А., Куренцов И.М. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. 2016. № 4 (34). С. 39-47.
7. Бармин, А.Н. Природно-антропогенная трансформация растительного покрова дельтовых ландшафтов реки Волги / Бармин А.Н., **Валов М.В.**, Иолин М.М., Шуваев Н.С. // Географический вестник. 2016. № 1. С. 78-86.
8. **Валов, М.В.** Циклические изменения гидроклиматических условий как фактор влияния на краткочисленные фитоценозы устьевой природной системы реки Волги / Валов М.В., Бармин А.Н., Колотухин А.Ю., Бармина Е.А. // Геология, география и глобальная энергия. 2016. № 3 (62). С. 77-87.
9. Бармин, А.Н. Результаты исследований динамики растительного покрова дельты реки Волги, проводимых путём эколого-ботанического профилирования с использованием классификационного подхода Ж. Браун-Бланке / Бармин А.Н., **Валов М.В.** // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. №3 (15). 2016. С. 3-13.
10. Бармин, А.Н. Разногодичные и сукцессионные динамические процессы в растительном покрове устьевой природной системы реки Волги, обусловленные изменениями природных и антропогенных факторов / Бармин А.Н., **Валов М.В.**, Иолин М.М., Бармина Е.А. // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2017. №1. С. 73-80.
11. **Валов, М.В.** Влияние первичных и вторичных экологических факторов на динамику почвенно-растительного покрова долгопойменных территорий интразональных дельтовых ландшафтов реки Волги / Валов М.В., Бармин А.Н., Колотухин А.Ю., Бармина Е.А. // Геология, география и глобальная энергия. 2017. № 2 (65). С. 68-79.
12. Голуб, В.Б. Оценка пространственной динамики растительности Волго-Ахтубинской поймы / Голуб В.Б., Бармин А.Н., Иолин М.М., **Валов М.В.**, Герасимова К.А., Чувашов А.В. // Геология, география и глобальная энергия. 2017. №1 (64). С. 59-75.
13. **Валов, М.В.** Гидроморфные солончаки дельтовых областей Северного Прикаспия: влияние метеогидрологических и эдафических факторов на видовой состав и структуру фитоценозов / Валов М.В., Бармин А.Н., Бармина Е.А., Грачев Д.С. // Геология, география и глобальная энергия. 2017. №3 (66). С. 53-65.

Свидетельства о регистрации электронных баз данных

14. Бармин, А.Н. Каталог сортов, гибридов овоще-бахчевых, кормовых и технических культур селекции всероссийского НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства / Бармин А.Н., Локтионова Е.Г., Сидоров Н.В., Колчин Е.А., Шуваев Н.С., **Валов М.В.** // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2012621089 от 19.10.2012 г.

15. Дымова, Т.В. Антропогенное влияние на растительность фитоценозов и агрофитоценозов дельты Волги / Дымова Т.В., Бармин А.Н., Сидоров Н.В., **Валов М.В.**, Яруллин И.М., Бармина Е.А. // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2013611727 от 4.02.2013 г.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

16. Бармин, А.Н. Антропогенная трансформация растительности пастбищ дельты Волги под влиянием выпаса скота / Бармин А.Н., Дымова Т.В., Локтионова Е.Г., Бармина Е.А., Сидоров Н.В., **Валов М.В.**, Мамедов М. // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2013615024 от 18.07.2013 г.

17. Шуваев, Н.С. Конфликты природопользования и пути их решения на территории Астраханской области / Шуваев Н.С., Бармин А.Н., Иолин М.М., Колчин Е.А., Шуваева О.О., Бармина Е.А., Шуваев А.С., **Валов М.В.**, Шуваев Ю.А., Сидоров Н.В. // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2014615414 от 27.05.2014 г.

18. Дымова, Т.В. Изучение антропогенного воздействия на биоту различных сред обитания / Дымова Т.В., Бармин А.Н., Шуваев Ю.А., Бессмельцев Д.С., Сидоров Н.В., Колчин Е.А., Бармина Е.А., **Валов М.В.**, Колотухин А.Ю. // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2015610493 от 13.01.2015 г.

27 работ опубликованы в других изданиях и материалах конференций

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ДЕЛЬТЫ Р. ВОЛГИ	13
1.1. Географическое положение	13
1.2. Геология и геоморфология	15
1.2.1. Геологическая характеристика	14
1.2.2. Геоморфологическая характеристика	15
1.3. Климат и метеорология	18
1.3.1. Климатические особенности	18
1.3.2. Метеорологические условия	19
1.4. Гидрология	21
1.4.1. Поверхностные воды	21
1.4.2. Общая характеристика гидрологического режима р. Волга	23
1.4.3. Подземные воды	28
1.5. Почвенный покров	29
1.5.1. Общие сведения о почвенном покрове дельты р. Волги	29
1.5.2. Классификация почвенного покрова дельты р. Волги	30
1.6. Общие сведения о растительном покрове	33
1.6.1. Флора дельты р. Волги	34
1.6.2. Классификация растительности дельты р. Волги	35
1.7. Ландшафтная характеристика	37
ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ АГЕНТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДЕЛЬТЫ Р.ВОЛГИ	46
2.1. Природные факторы, влияющие на динамику почвенно-растительного покрова дельты р. Волги	47
2.1.1. Гидрологический режим	47
2.2.2. Температура воздуха и теплообеспеченность	48
2.2.3. Количество атмосферных осадков	49
2.2.4. Комплексный градиент высоты	49
2.2.5. Удаленность от активного водотока	50
2.2.6. Колебания уровня Каспийского моря	50
2.2. Антропогенные факторы, влияющие на динамику почвенно-растительного покрова дельты р. Волги	51
2.2.1. Сенокосение	51
2.2.2. Выпас скота	55
2.2.3. Использование земель под пашню	57
2.2.4. Рекреационное использование	59
2.2.5. Влияние загрязнения среды	59
2.2.6. Пирогенный фактор	63
ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	64
3.1. Статистический анализ метеогидрологических показателей	64
3.2. Исследования на стационарном профиле	64

3.2.1. Методика изучения растительности	65
3.2.2. Методика почвенных исследований	66
3.3. Исследования на стационарных участках	68
3.3.1. Методы исследования динамики растительности	70
3.3.2. Методы исследования почв	70
ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ В ПОЧВАХ ДЕЛЬТЫ Р. ВОЛГИ	72
4.1. Общая характеристика содержания, состава и степени токсичности водорастворимых солей в почвах	72
4.2. Динамика засоления почв на стационарном профиле	76
4.2.1. Особенности содержания, состава и миграции водорастворимых солей в почвах урочищ низкого уровня	76
4.2.2. Особенности содержания, состава и миграции водорастворимых солей в почвах урочищ среднего уровня	79
4.2.3. Особенности содержания, состава и миграции водорастворимых солей в почвах урочищ высокого уровня	84
4.3. Динамика состава водной вытяжки на стационарных участках	87
4.3.1. Положение стационарных участков относительно осей высоты над меженью и длительности затопления	87
4.3.2. Положение стационарных участков относительно осей высоты над меженью и общего содержания солей и показателей токсичности почвенного раствора	88
4.3.3. Многолетняя динамика содержания водорастворимых солей в почвах стационарных участков в пределах урочищ низкого уровня	90
4.3.4. Многолетняя динамика содержания водорастворимых солей в почвах стационарных участков в пределах урочищ среднего уровня	95
4.3.5. Многолетняя динамика содержания водорастворимых солей в почвах стационарных участков в пределах урочищ высокого уровня	104
4.4. Выводы	111
ГЛАВА 5. ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДЕЛЬТЫ Р. ВОЛГИ	114
5.1. Анализ изменения состава фитоценозов на стационарном профиле	114
5.1.1. Динамика процентной представленности сообществ разных классов на площадках геоботанических описаний	114
5.1.2. Динамика общей продуктивности надземной массы травостоя и продуктивности некоторых видов растений	117
5.1.3. Анализ изменения состава фитоценозов и динамики продуктивности растительности урочищ низкого уровня	121
5.1.4. Анализ изменения состава фитоценозов и динамики продуктивности растительности урочищ среднего уровня	124
5.1.5. Анализ изменения состава фитоценозов и динамики продуктивности растительности урочищ высокого уровня	128
5.1.6. Выводы	130
5.2. Анализ динамики растительности на стационарных участках	132
5.2.1. Динамика фитоценозов на стационарных участках в пределах урочищ низкого уровня	132
5.2.2. Динамика фитоценозов на стационарных участках в пределах урочищ среднего уровня	136
5.2.3. Динамика фитоценозов на стационарных участках в пределах урочищ высокого уровня	142
5.2.4. Выводы	146
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	148
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	151
ПРИЛОЖЕНИЯ	180