

**ВЛИЯНИЕ КОНТРАСТНЫХ СМЕН УСЛОВИЙ
ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ НА ДИНАМИКУ ХАРАКТЕРИСТИК
ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО КОМПОНЕНТА ЛАНДШАФТА
ДЕЛЬТЫ р. ВОЛГИ**

Валов Михаил Викторович, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Бармин Александр Николаевич, доктор географических наук, профессор, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: abarmin60@mail.ru

Колотухин Александр Юрьевич, аспирант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: Marsarini@gmail.com

Ерошкина Олеся Сергеевна, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Шуваев Николай Сергеевич, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Природопользование в дельтовых ландшафтах аридных регионов во многом определяется условиями влагообеспеченности, которые по ряду причин могут изменяться в широких пределах, в связи с чем для обеспечения устойчивого функционирования устьевых природных систем необходимо знать направления динамики компонентов дельтовых ландшафтов при внешних воздействиях. С целью выявления тенденций динамики основных вовлекаемых в процесс природопользования ландшафтных компонентов – почв и растительности – при контрастных сменах условий увлажнения, на 137-и модельных площадках в дельте р. Волги по общепринятым методикам в годы с контрастными условиями влагообеспеченности (маловодные 2014 и 2015 гг. и многоводные 2016 и 2017 гг.) были проведены ландшафтно-экологические исследования. По результатам проведенных исследований выявлено, что при быстром возрастании степени аридизации происходит резкое увеличение количества водорастворимых солей в почвах, а также степени их токсичности и типа почвенного засоления от хлоридно-сульфатного к сульфатно-хлоридному, что сказывается на растительном покрове: наблюдается общее снижение фитомассы, снижение степени проективного покрытия на всех высотных уровнях дельтового ландшафта, снижение степени участия осок и злаков и возрастание роли разнотравья. При последующем резком возрастании условий влагообеспеченности данные процессы блокируются и переходят в обратную стадию. Наибольшие и наиболее быстрые изменения наблюдаются в пределах особо долгопоемных урочищ низкого уровня.

Ключевые слова: динамика растительности, засоление почв, дельта р. Волги, условия влагообеспеченности, охрана экосистем

**WATER AVAILABILITY CONDITIONS CONTRAST CHANGES
AS IMPACT FACTOR ON THE RIVER VOLGA DELTA LANDSCAPE
SOIL-PLANT COVER CHARACTERISTICS DYNAMICS**

Valov Mikhail V., Ph. D. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Barmin Aleksandr N., D. Sc. in Geography, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: abarmin60@mail.ru

Kolotukhin Aleksandr Yu., postgraduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyana sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Eroshkina Olesya S., postgraduate student, Astrakhan State University, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Shuvaev Nikolay S., Ph. D. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Timeliness of the work is that natural management in arid areas deltoid landscapes mainly defined by water availability, which for a variety of reasons can change over a broad area therefore it is necessary to know deltoid landscapes components dynamics for estuarine natural system sustainable functioning under environmental factor. Landscape-ecological investigations were carried out with the purpose to reveal the main dynamic tendencies of landscape components-soils and vegetation- involving in the natural management process under contrast sludging conditions changes on 137 model grounds in the river Volga delta according to the usual procedures in the years with water availability contrast conditions (2014 and 2015 are years with little water and 2016 and 2017 are water-abundant years). Scientific novelty is defined that according to the investigation results it was revealed that abrupt water soluble salts content in soils increase, also their toxicity degree and soil salinization type from chloride-sulphatic till sulphatic-chloride occurs under rapid arid degree increase that affects vegetation cover: total biomass and foliage cover level decrease occur on the all deltoid landscapes high levels, also sedge and herbs participant degree decrease and forbs role rise. These processes are blocked due to the following abrupt water availability conditions rise and move into back stage. The greatest and the most rapid changes are observed within particularly long alluvial natural boundaries of low level.

Keywords: vegetation dynamics, soil salinization, the river Volga delta, water availability conditions, ecosystem protection

Речные дельты, представляющие собой уникальные во многих отношениях природные территории и обладающие высоким природно-ресурсным потенциалом, издавна привлекали к себе внимание людей и являлись своеобразными ядрами развития социально-экономического комплекса. В результате этого крайне нестабильные от природы дельтовые экосистемы подвергались мощному антропогенному воздействию, масштаб которого быстро увеличивался прямо пропорционально росту человеческих потребностей и развитию технологий. В частности, крупные гидротехнические и водохозяйственные мероприятия, проводимые во многих речных системах в XIX–XX вв., направленные на производство электроэнергии и снижение риска затопления отдельных территорий, привели к серьезным преобразованиям

гидрологического режима рек, что, в свою очередь, привело к ряду негативных последствий для речных ландшафтов.

На фоне наблюдаемых в настоящее время масштабных климатических изменений антропогенные преобразования могут привести к значительным необратимым последствиям для дельтовых ландшафтов, утрате их природно-ресурсного потенциала, снижению биоразнообразия экосистем и др.

Функционированию дельтовых территорий и преобразованию их различных компонентов под влиянием природных и антропогенных факторов в настоящее время посвящено большое количество научных исследований [7–10]. Нами были подробно рассмотрены динамические изменения ландшафта дельты р. Волги под влиянием ведущих факторов ландшафтной трансформации [2–4].

Дельта р. Волги является интразональной территорией, расположенной в пределах пустынной зоны, в связи с чем соотношение ресурсов тепла и влаги относится к важнейшим факторам динамики и функционирования экосистем.

Целью настоящей работы является выявление направлений динамики почвенно-растительного компонента ландшафта дельты Волги при быстрых контрастных сменах условий влагообеспеченности.

Объект исследования – почвенно-растительный покров дельты р. Волги, предмет исследования – влияние контрастных смен влагообеспеченности дельтовых территорий на химический состав и количество содержащихся в почвах водорастворимых солей и динамику основных характеристик травянистого растительного покрова.

Исследования динамики почвенно-растительного покрова велись на 126-и точках стационарного профиля размером 2×2 м, репрезентативная оценка происходящих изменений – на 11-и стационарных участках площадью по 400 м^2 , расположенных в центральных частях островов в восточной части дельты Волги, где антропогенные изменения гидрологического режима и растительного покрова выражены в меньшей степени, чем в её западной части. С помощью нивелира была установлена высота всех точек над меженью реки и их положение относительно рейки расположенных вблизи водомерных постов. Высотный диапазон модельных площадей мониторинга (от 0,67 до 3,23 м над меженью водотоков) был ограничен местообитаниями от болотной растительности до переходной к полупустынной и не включал местообитания типичной водной и зональной полупустынной растительности.

Стационарные участки наблюдений по решению Исполнительного комитета Астраханского областного Совета народных депутатов № 616 от 04.10.1985 переведены в ранг памятников природы. Характер памятников – ботанический, значение: охрана генофонда, охрана ценофонда, научное (ботаническое, ландшафтоведческое), ресурсоохранное, эстетическое (живописный ландшафт).

Классификация травянистой растительности проводилась в соответствии с принципами направления Ж. Браун-Бланке, обилие растений в поле определялось в процентах проективного покрытия с последующим переводом в баллы: + < 1 %; 1 – 1–5 %; 2 – 6–15 %; 3 – 16–25 %; 4 – 26–50 %; 5 – >50 %. Названия высших растений даем по их списку в базе “Flora Europaea” [12].

Кроме геоботанических описаний, на площадках наблюдений скашивалась надземная масса травостоя. Свежесрезанные образцы разбирались в камеральных условиях по видам и фракциям: живые растения, ветошь,

подстилка. К ветоши относили надземные части растений, отмершие в этом году, подстилке – в прошлые годы. Все эти фракции высушивали на воздухе (14–15 % влажности) и взвешивали.

Отбор почвенных образцов на стационарном профиле проводился из верхнего слоя 0–15 см, в почвах стационарных участков – из метрового слоя почв с градацией по 25 см. В лабораторных условиях в почвенных образцах определялось содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия, азота, ионов водорастворимых солей в расчёте на абсолютно сухую почву. Определялись также ёмкость поглощения разных почвенных горизонтов и содержание обменного натрия.

Определение ионного состава водной вытяжки осуществлялось испытательным центром Федерального государственного учреждения Государственный центр агрохимической службы «Астраханский». Анализы проведены в соответствии с действующими в настоящее время стандартами: Cl^- – по ГОСТ 26425-85; SO_4^{2-} – по ГОСТ 26426-85; Ca^{2+} и Mg^{2+} – по ГОСТ 26428-85; Ka^+ и Na^+ – по ГОСТ 26427-85; плотный остаток – по ГОСТ 26423-85.

Климатические особенности региона заключаются в резкой континентальности, высокой степени засушливости, значительной изменчивости температуры и количества осадков по отдельным сезонам и в целом по годам. Среднее количество осадков составляет порядка 180–200 мм в год и выпадает, главным образом, в тёплый период. При общей годовой испаряемости 1177 мм в дельте образуется значительный дефицит увлажнённости [1].

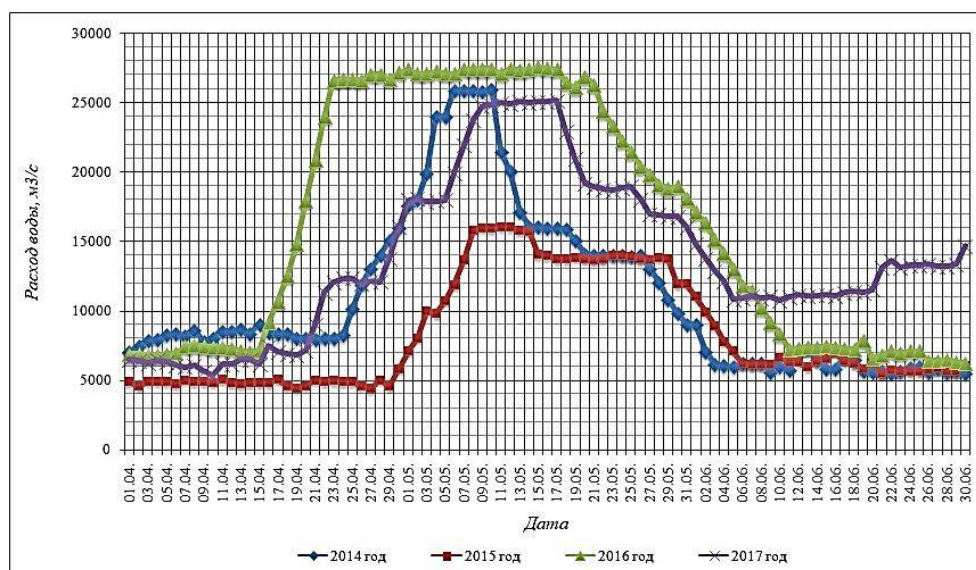


Рис. 1. Гидрографы весенне-летних половодий в дельте р. Волги в годы исследований

Река Волга отличается высокой водоносностью, которая за счёт боковой приточности увеличивается от истока к устью. В створе Волгоградской ГЭС средний годовой объём водного стока реки составляет 259 км^3 , при впадении в Каспий данная величина сокращается до 253 км^3 . Динамика поступления воды в дельту р. Волги характеризуется меженными периодами (как правило, в июле – марте) и периодом весенне-летнего половодья (апрель – июнь) [1; 2-4].

Для выявления направлений динамики почвенно-растительного покрова при резких сменах влагообеспеченности дельты р. Волги в качестве модельных были выбраны 2014–2017 гг., для которых наблюдались крайне высокие различия объёмов весенне-летних половодий (84, 63, 127 и 109 км³ соответственно; табл.), кроме того в эти годы отмечен значительный размах в ходе гидрографов половодий (рис. 1).

Таблица

**Метеорологические и гидрологические показатели
в годы учётов по ГМЦ г. Астрахани**

Год	Количество осадков, мм		Объём водного стока в створе Волжской ГЭС, км ³		Дата начала пика половодья	Максимальный уровень подъёма воды в период половодья, см	Максимальный расход, тыс. м ³ /с	Среднегодовая температура воздуха, °С	Сумма активных температур за период с температурой выше 10 °С	ГТК по Г. Т. Селянинову
	за год	за период с температурой выше 10 °С	за год	за II квартал						
2014	184	115	224	86	05.05.	245	26,0	10,1	3848	0,30
2015	192	123	198	63	09.05.	151	16,0	10,1	3737	0,33
2016	392	280	266	127	24.04.	319	27,0	11,3	3844	0,73
2017	196	90	289	109	11.05.	265	25,7	11,5	3822	0,24

Объём половодья в 2014 г. (86 км³) был ниже среднего многолетнего (110 км³), максимальные расходы составляли порядка 25 тыс. м³ и продлились всего семь дней, что явно не обеспечивает затопления дельтовых территорий всех уровней.

2015 г. стал самым маловодным за период с 1996 г., максимальные расходы воды в период половодья составляли 16 тыс. м³, что более выгодно для нужд энергетики, однако совершенно недостаточно для оптимального функционирования дельтовых экосистем. Начало половодья было поздним, пик его наблюдался 9 мая, а уже 5-го июня расходы воды вышли на меженный уровень.

2016 г. относится к многоводным, расходы воды, гидрограф и характер половодья были максимально приближены к естественному (незарегулированному) периоду, за счёт чего все аккумулятивные ёмкости были заполнены водой. 2017 г. являлся средним по водности, однако длительной была продолжительность половодья (повышенные расходы воды продолжались до середины августа).

Важное влияние на экосистемы дельтового ландшафта оказывают не только объёмы половодий, но и площади затопления и сроки нахождения урочищ разных уровней под водой. В начале фазы подъёма полых вод в первую очередь заливаются гипсометрические понижения рельефа, после накопления в них воды начинается перелив через гривовые бровки и происходит затопление дельтовых территорий в центральных частях островов, не имеющих прямой связи с руслом водотока [11].

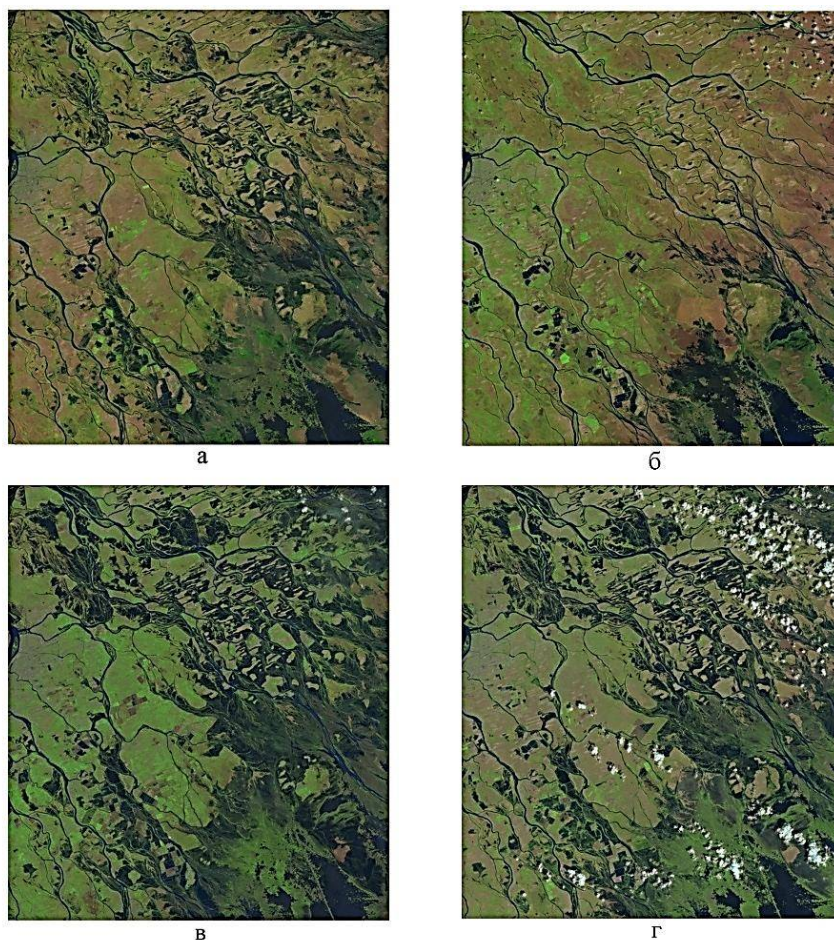


Рис. 2. Визуализация затопления дельты р. Волги в годы исследований:
а – 2014 г.; б – 2015 г.; в – 2016 г.; г – 2017 г.

В связи с малым объёмом половодья, низким уровнем подъёма воды и невысокими максимальными расходами в 2014 и 2015 гг. затопленными оказались только урочища низкого и частично среднего уровня (интервал высот 0–1,9 м над меженью). В 2016 и 2017 гг. характеристики половодий были приближены к среднееголетним значениям, поэтому территория дельты оказалась обеспечена водными ресурсами гораздо лучше.

При направленном росте среднегодовой температуры воздуха сумма активных температур за период с температурой выше +10 °С (период интенсивного отрастания трав на лугах) в 2015 г. была наименьшей – 3737, в 2014, 2016 и 2017 гг. значения различались незначительно.

Гидротермический коэффициент (по Г. Т. Селянинову), показывающий степень засушливости территории через соотношение суммы осадков (r , в мм) за период со среднесуточными температурами воздуха выше + 10 °С к сумме температур ($\sum t$) за это же время, уменьшенной в 10 раз (1), в 2014 и 2015 гг. соответствовал среднему многолетнему, в 2017 г. был ниже, а в 2016 – вдвое выше нормы.

$$\text{ГТК} = r/(\sum t/10). \quad (1)$$

Происходящие изменения гидротермических условий повлияли на быстрые изменения характеристик почвенно-растительного покрова.

Сокращение влагообеспеченности дельты в 2014–2015 гг. сказалось на возрастании степени засоления почвенного покрова урочищ всех уровней. Общее содержание солей, токсичность и отношение Cl^-/SO_4^{2-} по сравнению с фиксируемыми нами ранее минимальными значениями 2002 г. [2] в 2015 г. увеличились практически вдвое, но не превысили значения 1979 г. (начало ведения почвенно-растительного мониторинга), что связано с некоторым снижением степени интенсивности хозяйственного воздействия на территорию.

Неблагоприятным аспектом является возрастание содержания в 2014 и 2015 гг. в водной вытяжке токсичных анионов Cl^- и сокращение менее токсичных SO_4^{2-} . При общем многолетнем хлоридно-сульфатном типе засоления дельтовых территорий низкого и среднего уровней в 2015 г. зафиксирован переход к более токсичному сульфатно-хлоридному типу.

Геохимически смена типа почвенного засоления в данном направлении объясняется преобладанием в дельте выпотного гидрогеологического режима над промывным при близости к дневной поверхности высокоминерализированных грунтовых вод и высокой степени аридизации территории в 2014–2015 гг.

Для урочищ высокого уровня ведущим фактором, определяющим снижение общего количества водорастворимых солей в почвах и степени их токсичности, является увеличение количества атмосферных осадков в тёплый период.

В растительном покрове дельты наибольшие изменения произошли в составе растительных сообществ классов *Phragmitetea R. Tx. et Preising 1942* (класс объединяет сообщества прибрежных видов, экотопы которых хорошо увлажнены, диагностические виды: *Stachys palustris*, *Phalaroides arundinacea*, *Oenanthe aquatica*, *Typha angustifolia*, *Polygonum hydropiper*, *Sparganium erectum*, *Butomii umbellatus*, *Lysimachia vulgaris*) и *Bolboschoenetetea maritimi (R. Tx. 1969) Vicherek et R. Tx. (1969)*, объединяющем растительные сообщества влажных и сырых лугов с поверхностно засоленными почвами (диагностические виды класса: *Bolboschoenus maritimus*, *Polygonum pulchellum*, *Althaea officinalis*) [3; 5; 6].

Резкое сокращение условий влагообеспеченности 2014–2015 гг. в совокупности с возрастанием содержания водорастворимых солей в почвах и степени их токсичности привели к направленному снижению присутствия в дельте видов растений, относящихся к ассоциации *Sparganio erecti – Typhetum angustifoliae*, которая ранее относилась к числу доминирующих.

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 при снижении показателей увлажнения наблюдается смена доминирующих видов растительности: сокращение участия осок и разнотравья и возрастание злаков. На участке № 13, относимом 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 *Petrisimonia oppositifolia*), доминирующей группой стали злаки (62,3 % от общей биомассы).

На участках № 9 и 10 (растительные сообщества относятся к *subass. Lepidio-Cynodontetum juncetosum Golub et Mirkin 1986*) к 2016 г. резко увеличилась продуктивность группы бобовых растений, однако на участке № 10, где бобовые полностью вытеснили группу злаков, данное явление относится к сукцессионной смене, тогда как на участке № 9 этот процесс можно отнести к флуктуационной динамике [2].

На участке № 14 (урочище высокого уровня, растительное сообщество относится к *ass. Suaedo-Petrosimonietum Golub 1986*), при периодической смене доминантных галофитных видов *Suaeda confusa* и *Petrisimonia oppositifolia*, группа разнотравья, к которой данные виды относятся, являлась абсолютно доминирующей в годы наблюдений, скачок продуктивности вида *Artemisia lerchiana* (до 13 % от общей продуктивности в 2016 г.) относится к флуктуационной динамике.

В целом на модельных площадях наблюдений в 2016 г. отмечены максимальные значения продуктивности биомассы за весь период исследований, что обусловлено оптимальными попусками воды в период весенне-летнего половодья в створе Волжской гидроэлектростанции, максимальным приближением длительности, объёмов и уровней подъёма воды к незарегулированному периоду (период до 1961 г. – год начала работы Волжской ГЭС) и очень высоким количеством атмосферных осадков за вегетационный период (ГТК по Г. Т. Селянину составил 0,73, что соответствует зоне степного увлажнения) [3].

Урочища низкого уровня были затоплены в течение 60 дней, при этом в первую декаду мая в дельте повсеместно ещё наблюдались нескошеннные площади, занятые сухими побегами *Typha angustifolia*, которые ко второй декаде июня были вынесены полыми водами и замещены фитоценозами ассоциации *Phalaroido-Scirpetum*, которые обычно распространены выше по отношению к комплексному градиенту высоты.

Затяжное половодье 2017 г. привело к рассолению почв долго- и среднепоемных территорий, уменьшению представленности злаков и разнотравья, для которых длительное затопление является угнетающим фактором; увеличению обилия осок *Eleocharis palustris*, *Scirpus lacustris*, *Carex riparia* и др., а также отрицательно сказалось на продуктивности и проективном покрытии высокоуровневых урочищ, что объясняется некоторым подъёмом уровня грунтовых вод в 2016–2017 гг. и высокой степенью засухливости (ГТК по Г. Т. Селянину составил всего 0,24), в результате чего происходило интенсивное подтягивание грунтовых вод к поверхности и накопление в верхнем почвенном слое водорастворимых солей.

Заключение. В дельте р. Волги при резких сменах условий влагообеспеченности наибольшие изменения происходят в почвенно-растительном покрове долгопоемных урочищ низкого уровня, по мере повышения комплексного градиента высоты и удалённости 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.

Иссушение дельтовых территорий приводит к возрастанию степени и токсичности почвенного засоления, что неотъемлемо сказывается на изменениях в растительном покрове: сокращается общая биомасса растительности, выпадают из травостоя гигро- и мезофиты и происходит их замещение видами более ксерофильной ориентации.

Также при сокращении объемов половодий и возрастанием степени аридизации в дельте р. Волги происходит направленное расширение площади, занятой ассоциацией *Stachyo-Achilleteum septentrionalis* (класс *Molinio-Arrhenatheretea*).

При увеличении увлажнения в верхнем почвенном слое урочищ всех уровней дельтового ландшафта наблюдается снижение содержания катионов магния и, соответственно, уменьшение представленности магниевых солей от общего их количества. В почвенном покрове урочищ среднего уровня происходит увеличение содержания катионов кальция, что при одновременном снижении анионов хлора является благоприятным изменением, так как в ряду кальциевых солей только CaCl_2 обладает токсичными свойствами.

Эффективность решения задач сохранения сложно функционирующих дельтовых ландшафтов и осуществления рационального природопользования на данных территориях во многом определяется полнотой и достоверностью информации о дельтовых геосистемах, в связи с чем необходимым аспектом является ведение постоянного мониторинга, данные которого позволяют повысить оперативность, обоснованность и эффективность управленческих мероприятий по регулированию антропогенного воздействия на уникальные экосистемы дельты р. Волги, а также предупреждению кризисных ситуаций и катастроф экологического характера.

Список литературы

1. Атлас дельты реки волги: геоморфология, русловая и береговая морфодинамика / Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова ; институт Океанологии им. П. П. Ширшова РАН. – Москва, 2015. – 128 с.
2. Валов, М. В. Дельта реки Волги: влияние ведущих факторов ландшафтной трансформации на почвенно-растительный покров / М. В. Валов, А. Н. Бармин, М. М. Иолин. – Астрахань : Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2018. – 140 с.
3. Валов, М. В. Дельта реки Волги: структурно-динамические особенности каузального влияния дестабилизирующих факторов среды на функционирование почвенно-растительного покрова. – Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018. – 24 с.
4. Бармин, А. Н. Разногодичные и сукцессионные динамические процессы в растительном покрове устьевой природной системы реки Волги, обусловленные изменениями природных и антропогенных факторов / А. Н. Бармин, М. В. Валов, М. М. Иолин, Е. А. Бармина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2017. – № 1. – С. 73–80.
5. Голуб, В. Б. Растительные сообщества низовий Волги на почвах с резко выраженной сезонной динамикой засоления / В. Б. Голуб, А. В. Чувашов, В. В. Бондарева, Л. Ф. Николайчук // Аридные экосистемы. – 2017. – Т. 23, № 1. – С. 31–39.
6. Голуб, В. Б. Дополнительные данные о динамике засоления почв и растительности в дельте р. Волги / В. Б. Голуб, В. В. Бондарева, В. К. Шитиков, А. Н. Бармин, М. М. Иолин // Аридные экосистемы. – 2015. Т. 21, № 3 (64). – С. 48–55.
7. Дьяконова, Т. А. Численная гидрологическая модель весеннего затопления для территории Волго-Ахтубинской поймы: анализ эффективности двухступенчатого гидрографа / Т. А. Дьяконова // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Vol. 5, № 12.
8. Кузьмина, Ж. В. Влияние зарегулирования речного стока и изменений климата на динамику наземных экосистем Нижней Волги / Ж. В. Кузьмина, С. Е. Трешкин, С. С. Шинкаренко // Аридные экосистемы. – 2018. – Т. 24, № 4 (77). – С. 3–18.

9. Михайлов, В. Н. Влияние местных водохозяйственных и гидротехнических мероприятий на речные дельты / В. Н. Михайлов, М. В. Михайлова // Водные ресурсы. – 2015. – Т. 42, № 3. – С. 249–259.

10. Михайлов, В. Н. Гидролого-морфологические процессы в устьях рек Каспийского региона как возможные аналоги ожидаемых изменений устьев других рек России и мира / В. Н. Михайлов, М. В. Михайлова, М. В. Исупова // Водные ресурсы. – 2014. – Т. 41, № 5. – С. 471–487.

11. Рулев, А. С. Оценка влияния гидрологического режима волги на динамику затопления острова Сарпинский / А. С. Рулев, С. С. Шинкаренко, О. Ю. Кошелева // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. – 2017. – Т. 159, кн. 1. – С. 139–151.

12. Flora Europaea. – Режим доступа: <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/query.asp>, ограниченный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.

References

1. *Atlas delty reki Volgi: geomorfologiya, ruslovaya i beregovaya morfodinamika* [Atlas of the Volga river delta: geomorphology, channel and coastal morphodynamics]. Moscow, 2015, 128 p.

2. Valov M. V., Barmin A. N., Iolin M. M. *Delta reki Volgi: vliyaniye vedushchikh faktorov landshaftnoy transformatsii na pochvenno-rastitelnyy pokrov* [The Volga River Delta: the influence of the leading factors of landscape transformation on the soil-vegetation cover]. Astrakhan, Sorokin Roman Vasilyevich Publ.. 2018, 140 p.

3. Valov M. V. *Delta reki Volgi: strukturno-dinamicheskiye osobennosti kausalnogo vliyaniya destabiliziruyushchikh faktorov sredy na funktsionirovaniye pochvenno-rastitel'nogo pokrova* [The Volga River Delta: structural and dynamic features of the causal influence of destabilizing environmental factors on the functioning of the soil and vegetation cover]. Perm, Perm State National Research University Publ., 2018, 24 p.

4. Barmin A. N., Valov M. V., Iolin M. M., Barmina Ye. A. *Raznogodichnyye i suktseSIONnyye dinamicheskiye protsessy v rastitel'nom pokrove ustevoy prirodnoy sistemy reki Volgi, obuslovlennyye izmeneniyami prirodnykh i antropogennykh faktorov* [Multiple-year and succession dynamic processes in the vegetation cover of the estuarine natural system of the Volga River, caused by changes in natural and anthropogenic factors]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya* [Bulletin of the Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology], 2017, no. 1, pp. 73–80.

5. Golub V. B., Chuvashov A. V., Bondareva V. V., Nikolaychuk L. F. *Rastitelnyye soobshchestva nizoviy Volgi na pochvakh s rezko vyrazhennoy sezonnoy dinamikoy zasoleniya* [Plant communities of the lower Volga on soils with sharply expressed seasonal dynamics of salinization]. *Aridnyye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2017, vol. 23, no. 1, pp. 31–39.

6. Golub V. B., Bondareva V. V., Shitikov V. K., Barmin A. N., Iolin M. M. *Dopolnitelnyye dannyye o dinamike zasoleniya pochv i rastitelnosti v delte r. Volgi* [Additional data on the dynamics of soil salinization and vegetation in the delta of the river. Volga]. *Aridnyye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2015, vol. 21, no. 3 (64), pp. 48–55.

7. Dyakonova T. A. *Chislennaya gidrologicheskaya model vesennego zatopleniya dlya territorii Volgo-Akhtubinskoy poymy: analiz effektivnosti dvukhstupenchatogo gidrografa* [Numerical hydrological model of spring flooding for the Volga-Akhtuba floodplain: analysis of the effectiveness of a two-stage hydrograph]. *International Journal of Open Information Technologies*, 2017, vol. 5, no. 12.

8. Kuzmina Zh. V., Treshkin S. Ye., Shinkarenko S. S. *Vliyaniye zaregulirovaniya rechnogo stoka i izmeneniy klimata na dinamiku nazemnykh ekosistem Nizhney Volgi* [Influence of river flow regulation and climate change on the dynamics of terrestrial ecosystems of the Lower Volga]. *Aridnyye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2018, vol. 24, no. 4 (77), pp. 3–18.

9. Mikhaylov V. N., Mikhaylova M. V. Vliyaniye mestnykh vodokhozyaystvennykh i gidrotekhnicheskikh meropriyatiy na rechnyye delty [Influence of local water management and hydraulic engineering measures on river deltas]. *Vodnyye resursy* [Water resources], 2015, vol. 42, no. 3, pp. 249–259.

10. Mikhaylov V. N., Mikhaylova M. V., Isupova M. V. Gidrologo-morfologicheskiye protsessy v ustyakh rek Kaspiyskogo regiona kak vozmozhnyye analogi ozhidayemykh izmeneniy ustyev drugikh rek Rossii i mira [Hydrological and morphological processes in the estuaries of the Caspian region as possible analogues of the expected changes in the mouths of other rivers of Russia and the world]. *Vodnyye resursy* [Water resources], 2014, vol. 41, no. 5, pp. 471–487.

11. Rulev A. S., Shinkarenko S. S., Kosheleva O. Yu. Otsenka vliyaniya gidrologicheskogo rezhima volgi na dinamiku zatopleniya ostrova Sarpinskiy [Assessment of the influence of the hydrological regime of the Volga on the dynamics of flooding of Sarpinsky Island]. *Uchenyye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye nauki* [Scientific notes of Kazan University. Series: Natural Sciences], 2017, vol. 159, book 1, pp. 139–151.

12. *Flora Europaea*. Available at: <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/query.asp>.