

**ГИДРОМОРФНЫЕ СОЛОНЧАКИ ДЕЛЬТОВЫХ ОБЛАСТЕЙ
СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ: ВЛИЯНИЕ
МЕТЕОГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И ЭДАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРУ ФИТОЦЕНОЗОВ**

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

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

Бармина Екатерина Александровна, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Грачёв Денис Сергеевич, студент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Значительные площади в Прикаспийской низменности заняты луговыми солончаками, которые распространены в виде отдельных контуров в комплексе с другими почвами. В связи с высокой плотностью населения в дельтовых областях луговые солончаки активно вовлекаются в сельскохозяйственный оборот, поэтому очень значимым аспектом является организация и ведение почвенно-растительного мониторинга на данных территориях, важность которого определяется решением сельскохозяйственных, природоохранных и экологических задач. Особенно активно на территории Прикаспийской низменности развитие луговых солончаков происходит в устьевых природных системах рек, крупнейшей из которых является Волга. Строительство и введение в эксплуатацию каскада гидроэлектростанций на реке Волге привело к изменению гидрологического режима и, в совокупности с изменениями метеорологических условий, сказалось на почвенно-растительном компоненте ландшафтов дельтового региона. В работе представлены результаты мониторинговых исследований почвенного и растительного покрова гидроморфных солончаков дельты реки Волги в период с 1982 по 2016 гг. Проведён экосистемный анализ влияния гидрологических (среднегодовой объём водного стока и объём стока за II квартал), некоторых метеорологических (среднегодовая температура воздуха, температура воздуха и количество выпадающих атмосферных осадков за вегетационный период) факторов на динамику химического состава и общего содержания в почвах водорастворимых солей, токсичности почвенного раствора, на продуктивность, видовой состав и структуру фитоценозов луговых солончаков средней части дельты реки Волги.

Ключевые слова: Прикаспийская низменность, дельта р. Волга, гидроморфные солончаки, гидрометеорологические условия, почвенно-растительный покров

**NORTHERN CASPIAN SEA REGION DELTOID TERRITORY
HYDROMORPHIC ALKALINE SOIL: METEOROLOGICAL AND
SOIL FACTORS INFLUENCE ON SPECIES COMPOSITION
AND PHYTOCENOSIS STRUCTURE**

Valov Mikhail V., post-graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: m.v.valov@mail.ru

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

Barmina Yekaterina A., post-graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Grachev Denis S., student, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Large areas of the Caspian sea lowground are covered with meadow alkaline soils, which spread in the form of separate contours in the complex with other soils. Meadow alkaline soils are actively involved in agriculture resulting from high population density in deltoid territories, that's why the main factor is organization and soil-plant monitoring conduction on these territories, the importance of which is defined by agricultural, conservational and ecological tasks solution. Especially active development of meadow alkaline soils on the Caspian sea lowground territory occurs in estuarine rivers natural systems, the largest of which is the river Volga. Construction and putting into operation cascade hydroelectric power station on the river Volga led to the hydrological regime change, in conjunction with meteorological condition changes, it has an impact on visual environment soil-plant component of deltoid region. Monitoring investigations results of hydromorphic alkaline soil landscape and the river Volga delta plant stand in the period of 1982 till 2016 are presented in this work. Ecosystem impact analysis of hydrological (annual average volume of aqueous run-off and volume run-off for the second quarter), some meteorological (annual average air temperature, air temperature and falling precipitation quantity for foliated season) factors on chemical constitution dynamics and total content in water-soluble salt soils, soil solution toxic level, on productivity, species composition and meadow alkaline soil phytocenosis structure in the middle part of the river Volga delta was carried out.

Key words: the Caspian sea lowground, the river Volga delta, hydromorphic alkaline soil, hydrometeorological conditions, soil-plant stand.

Прикаспийская низменность представляет собой уникальный природный район, расположенный на юго-восточной окраине Восточно-Европейской равнины. Плоская поверхность Прикаспийской низменности находится ниже уровня Мирового океана и резко отделяется от окружающих её природных пространств. Водный сток рек, протекающих на данной территории, играет важную роль в водном балансе Прикаспия и обуславливает формирование здесь луговых пойменно-лиманых ландшафтов, которые смягчают общую аридность территории [19].

Крупнейшей водно-аккумулятивной равниной Прикаспия является дельта реки Волги. Ландшафты данной территории являются интразональными, но зональные факторы сказываются на характере распределения солей в почвенном профиле и, как следствие, наличии солончаковых и солончаковатых разновидностей почв, распространении засоленных лугов и пятен голых солончаков [11–13].

В связи с высокой плотностью населения в дельтовых областях луговые солончаки активно вовлекаются в сельскохозяйственный оборот, поэтому очень значимым аспектом является организация и ведение почвенно-растительного мониторинга на данных территориях, важность которого определяется решением сельскохозяйственных, природоохранных и экологических задач [6, 7].

В дельте реки Волги основной причиной динамики почвенно-растительных комплексов, сопровождающих эволюционное развитие дельтовых ландшафтов, являются пространственно-временные изменения условий влагообеспеченности [3]. В разные по водности годы меняется фитоценотический состав луговой растительности, сдвигаются фазы вегетационного развития, изменяются площади лугов, происходит нарушение их пространственной структуры [2, 20, 22]. Также важными факторами, влияющими на устойчивое функционирование и биологическое разнообразие растительных сообществ, являются особенности климата территории и дифференциация растительного покрова в зависимости от засоления почв, которая на уровне ландшафтов устьевых областей рек задаётся системой дельтового рельефа и приуроченных к ним процессов [10, 17].

Материалы и методы исследований. Цель настоящей работы – определить механизмы радиальной миграции водорастворимых солей в почвенном покрове луговых солончаков дельты реки Волги и особенности динамики ботанического разнообразия и структуры растительного покрова данных территорий при изменении гидрометеорологических факторов в период с 1982 по 2016 г.

С целью осуществления мониторинга почвенно-растительного покрова в 1978 г. сотрудниками лаборатории луговедения, которая функционировала в Астраханском государственном педагогическом университете (в настоящее время Астраханский государственный университет) были размещены 9 стационарных участков. Все стационарные участки наблюдений расположены в восточной части дельты Волги, где антропогенные изменения гидрологического режима и растительного покрова выражены в меньшей степени, чем в ее западной части. По решению Исполнительного комитета Астраханского областного Совета народных депутатов № 616 от 04.10.1985 г. стационарные участки наблюдений переведены в ранг памятников природы.

Участки характеризуют различные по экологии травянистые растительные сообщества, подверженные влиянию искусственно регулируемых весенне-летних половодий. Они расположены в центральной части островов и каждый из них охватывает относительно однородную по флористическому составу площадь не менее 300–400 м².

Высотные отметки участков были привязаны с помощью нивелира к рейкам ближайших водомерных постов, что позволило судить о режиме затопления каждого из них. За меженный уровень воды в водотоках был принят уровень в них при устойчивых расходах воды в створе Волгоградской ГЭС 4000 м³/сек.

Для характеристики почв стационарных участков было проведено изучение почвенных разрезов с подробным их описанием и лабораторным физико-химическим анализом почвенных образцов. В образцах 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.

Взятие образцов почвы для определения ионного состава солей их водной вытяжки проводилось во все годы наблюдений. Анализ химического состава солей водной вытяжки осуществлялся в соответствии с ОСТ 46-52-76 в расчете на абсолютно сухую почву [15–17].

Характеристика засоления почвы, кроме данных о составе водной вытяжки, дополняется расчетом «суммарного эффекта токсичных ионов», в эквива-

лентах хлора, вычисленного по алгоритму Н.И. Базилевич и Е.И. Панковой, который для краткости мы называем «показателем токсичности почвенного раствора». Использование этого показателя в определенной мере снимает артефакты, возникающие за счет растворения в лабораторных условиях гипса и гидрокарбоната кальция в почвенных образцах. Кроме того, этот показатель учитывает неодинаковую для растений токсичность разных ионов [1].

Содержание ионов водорастворимых солей в водной вытяжке почв определялось в четырехкратной повторности по слоям: 0–25 см, 26–50 см, 51–75 см, 76–100 см.

В первые годы наблюдений учеты на участках проводились несколько раз в течение вегетационного сезона. Затем, когда закономерности сезонной динамики содержания солей в почве были установлены, учеты стали проводиться однократно: в период, когда надземная масса травостоя была максимальна (август).

Определение величины и состава надземной массы травостоя на стационарных участках начиналось с геоботанических описаний и срезания травы на небольших площадках на уровне почвы. Размер и число площадок подбирались экспериментально, так чтобы ошибка определения общей массы травы не превышала 15 %. Число повторностей учетов варьировало от 6 до 10, а размер площадок – от 0,5×0,5 м до 1,0×1,0 м. Чем сильнее была выражена горизонтальная неоднородность травостоя, тем больше требовалось число повторностей учетов, и тем больший размер площади был необходим для обеспечения заданной точности.

Свежесрезанные образцы травостоя 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 высушивались на воздухе (14–15 % влажности) и взвешивались [15–17].

Из-за финансовых и организационных трудностей в отдельные годы наблюдения на участках не велись.

Объектом настоящего исследования является почвенно-растительный покров луговых солончаков дельты реки Волги, предметом исследования являются особенности динамики видового состава и продуктивности растительности на стационарном участке № 13 (относительно к луговым солончакам), а также химический состав и механизмы радиальной миграции водорастворимых солей в почвенном покрове участка в зависимости от изменения природных условий.

Результаты и их обсуждение

Изменение метеогидрологических условий. При свойственном Прикаспию чередованию циклов много - и малопаводковых лет содержание легкорастворимых солей и их химический состав изменяются довольно значительно, что отражается на видовом составе растительности.

Проведённые исследования по изменению гидрорежима реки Волги, произошедшего в связи со строительством и введением в эксплуатацию на реке каскада гидроэлектростанций, показали, что с началом заполнения водохранилищ происходило снижение объёма водного стока [5, 18, 23].

Средний объём водного стока сравнялся и даже несколько превысил величину водного стока в естественный (нерегулируемый период) лишь с 80-х г. XX в. (табл. 1) [2, 4].

Таблица 1

**Гидрометеорологические показатели
по данным гидрометеорологической станции г. Астрахани по периодам**

Годы	Средний объём водного стока в створе Волгоградской ГЭС, км ³	Средний объём водного стока в створе Волгоградской ГЭС за второй квартал, км ³	Среднегодовая температура воздуха, °С	Средняя сумма температур за период с температурой > 10°С	Сумма осадков за период с температурой > 10°С
1977–1986	257,6	99,2	10,1	3580	143,8
1987–1996	269,6	117,7	10,1	3561	246,4
1997–2006	262,2	114,9	10,8	3649	146,2
2007–2016	237,1	95,7	10,9	3828	156,5

В это же время наблюдается увеличение количества атмосферных осадков и плавное снижение объёма водозабора для нужд промышленности и сельского хозяйства [5, 23–25]. За последнее десятилетие исследований (2007–2016 гг.) произошло снижение объёмов среднегодового стока (в особенности, в весенне-летний период), несколько увеличилось количество атмосферных осадков за вегетационный период, и, в связи с ростом среднегодовой температуры воздуха, возросло испарение.

Динамика эдафических факторов. Стационарный участок № 13 расположен в 3 км к юго-востоку от с. Разбугорье на выровненном участке с высотой над меженью 1,4 м (ботанический памятник природы «Скрытницевосолеросовый луг (Разбугоринский)»), географические координаты участка 46°22'30.4" с.ш. и 48°38'57.9" в.д. (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема расположения стационарного участка № 13 в дельте реки Волги

Длительность затопления участка в период весенне-летних половодий колеблется в пределах 60–75 дней. Описание почвенного разреза и некоторых химических показателей почвы приводятся ниже (табл. 2, 3).

Почва на участке сильнозасоленная. За период мониторинга отмечена направленная смена типов засоления от сульфатно-хлоридного (до конца 1980-х гг.) к менее токсичному хлоридно-сульфатному. В многоводные 2013 и 2016 гг. тип засоления вновь сменился на сульфатно-хлоридный и хлоридный соответственно, что связано с близким залеганием высокоминерализованных грунтовых вод в условиях преобладания выпотного почвенного режима [8, 9].

Таблица 2

Характеристика почвенного разреза стационарного участка № 13

Горизонт	Глубина залегания, см	Описание
A_1	0-3	Слабая задернованность, тяжелосуглинистый, темно-серый, почти черный, средней плотности, сухой крупноореховатый, выцветы солей, умеренное количество корней, переход резкий
A_2	4-15	Тяжелосуглинистый, темно - серый, вязкий, свежий, мелкокомковатый, ореховатый, с бурыми охристыми пятнами и большое количество выцветов солей, есть корни, переход постепенный
A_2B_1	16-21	Суглинистый, серый, средней плотности, сухой, выцветы солей, с бурыми охристыми пятнами окиси железа, имеются корни растений
B_1	22-29	Слоистый аллювий с чередующимися прослойками различного механического состава, пылеватый, свежий, рыхлый, с охристыми пятнами окиси железа, небольшое количество корней, переход резкий
B_2	30-46	Суглинистый, темно - коричневый, средней плотности, немного вязкий свежий, слабо заметна пластинчато - ореховатая структура, имеются выцветы солей и охристые пятна окиси железа, небольшая оглеенность
C	47-150	Слоистый аллювий, чередование слоев варьирующего механического состава, ко дну разреза влажность почвы нарастает

Количество солей в почвенном профиле участка значительно снизилось от 1982 к 1985 гг. Вероятно, данный процесс связан с относительно невысокими уровнями половодья (порядка 85 км³), но довольно значительным количеством осадков за вегетационный период в данные годы [14, 25]. В 1986 г. сумма водорастворимых солей несколько возросла, вернувшись к значениям 1983 г. С 1987 по 1991 гг. содержание легкорастворимых солей в почвенном профиле флуктуировало в нешироких пределах.

Таблица 3

Некоторые химические показатели почвы на стационарном участке № 13

Горизонт	Содержание гумуса	Содержание подвижных форм, мг-экв почвы			Емкость поглощения мг-экв на 100г почвы	Обменный Na, мг-экв на 100г почвы
		Na	P ₂ O ₅	K ₂ O		
0-4	4,04	119,0	52,0	350,0	37,0	2,42
4-15	1,78	52,5	24,5	240,0	35,0	3,89
15-20	0,47	24,5	17,5	104,5	15,0	1,08
20-30	0,31	14,0	15,0	76,0	15,0	0,65
30-48	0,36	14,0	18,0	96,0	21,0	1,85
48-77	-	17,5	25,5	53,4	20,0	0,49
77-86	-	17,5	26,5	64,0	19,0	1,89
86-116	-	7,0	23,0	56,7	19,0	3,27

В 1992 г. количество ионов водорастворимых солей увеличилось, достигнув максимальных значений за период мониторинга, после чего отмечается направленное снижение содержания легкорастворимых солей (рис. 2).



Рис. 2. Динамика суммы легкорастворимых солей и токсичности почвенного раствора на стационарном участке № 13

Токсичность почвенного раствора на участке колебалась на всём временном отрезке, с 1987 г. наблюдается снижение её значений. От 1979 к 2016 гг. степень токсичности уменьшилась в 2,6 раза.

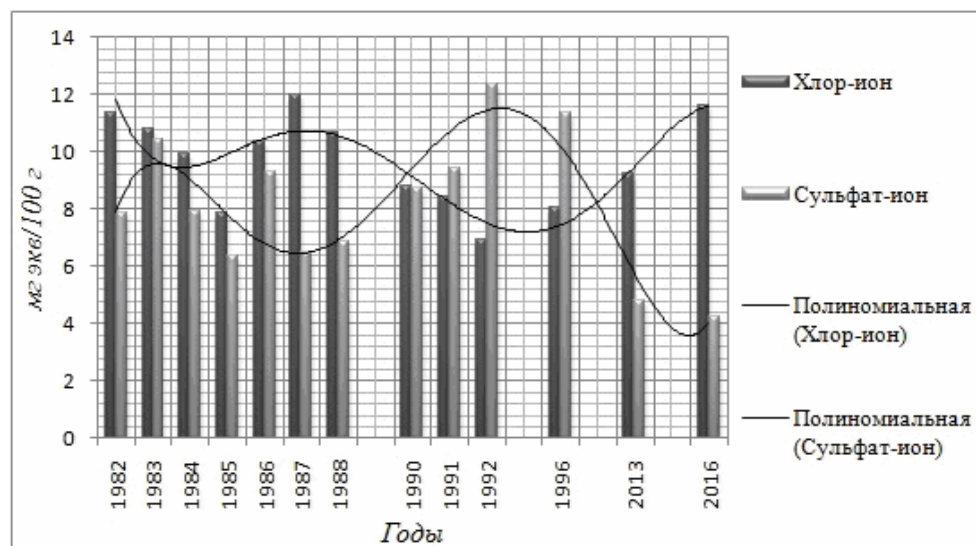


Рис. 3. Динамика содержания некоторых анионов в почвенном покрове участка № 13

В большинстве из наблюдаемых лет анионы SO_4^{2-} и Cl^- находились в противофазе (рис. 3). Среди катионов отмечены направленные тенденции снижения у Na^+ и роста Ca^{2+} (рис. 4). Данные изменения следует считать бла-

гоприятными, т.к. в ряде натровых солей – Na_2CO_3 , NaCl , NaHCO_3 и Na_2SO_4 вредность каждой из них убывает от первой к последней примерно в отношении 10:3:3:1, тогда как в ряде кальциевых солей – CaCl_2 , CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и CaCO_3 – очень сильно токсичной является только первая соль, все же остальные квалифицируются как практически безвредные [21].

С начала 1990-х гг. наблюдаются сходные фазы снижения ионов Mg^{2+} и SO_4^{2-} , что некоторым образом может указывать на уменьшение в составе солей доли MgSO_4 .

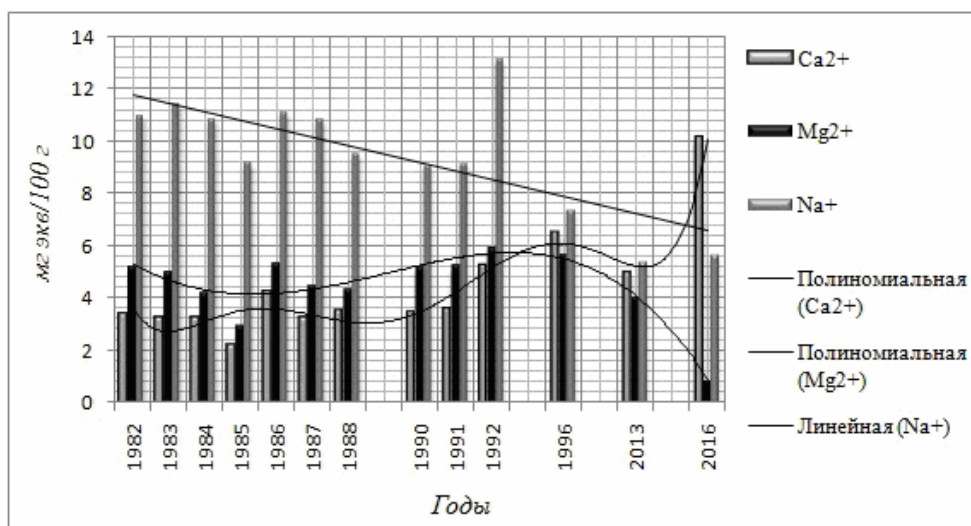


Рис. 4. Динамика содержания катионов в почвенном покрове участка № 13

Динамика растительности. Увеличение объёмов и длительности весенне-летних половодий в период с 1982 по 1992 г. привело к снижению общего содержания водорастворимых солей и токсичности почвенного раствора на участке, что отразилось на изменении состава растительности.

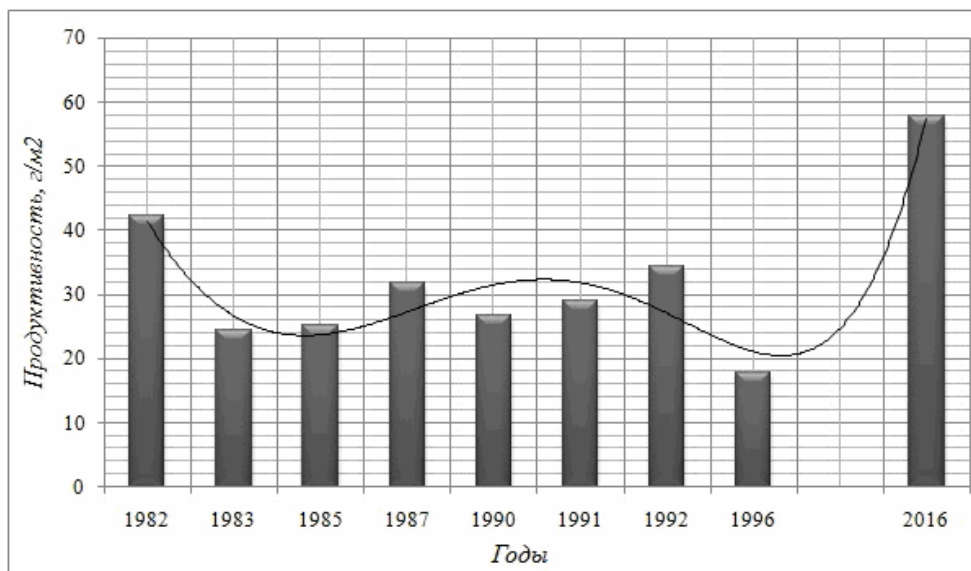


Рис. 5. Динамика продуктивности надземной массы травостоя на стационарном участке № 13

При общей флуктуации надземной массы травостоя на участке (рис. 5) до 1992 г. отмечено направленное увеличение представленности и продуктивности группы осок (рис. 6) (главным образом – вида *Bolboschoenus maritimus*). Участие в составе травостоя злаков (*Aeluropus pungens*, *Crypsis aculeata*) и разнотравья (*Suaeda confusa*, *Alisma gramineum*, *Salicornia prostrata*) направленно снижалось.

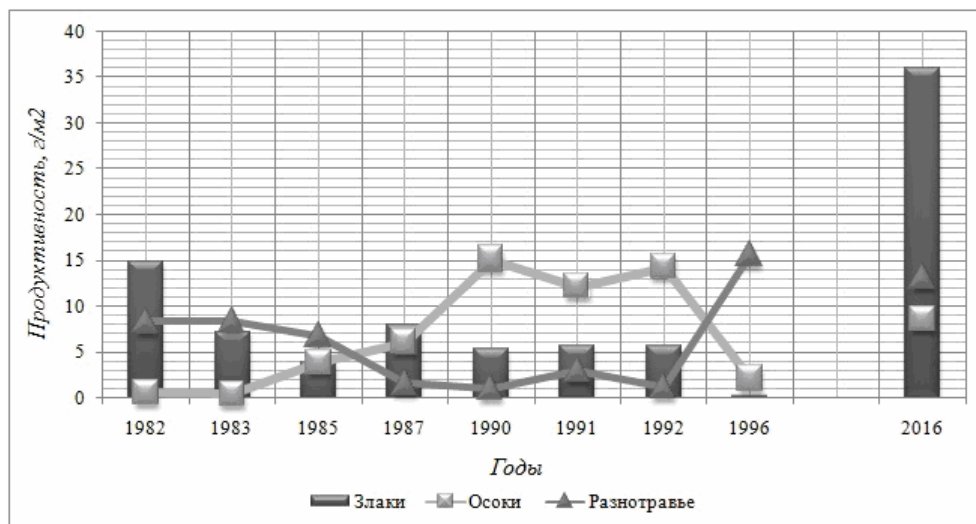


Рис. 6. Динамика продуктивности надземной массы травостоя групп растительности на стационарном участке № 13

В аномально маловодный 1996 г. присутствие злаков сократилось до минимальных значений за период исследований (0,2 ц/га), резко снизилась продуктивность осок (на 85 % по сравнению с предшествующими значениями многоводного 1992 г.), абсолютно доминирующей на участке стала группа разнотравья за счёт вида *Suaeda confusa*.

В многоводном 2016 г. на участке отмечена наибольшая продуктивность за весь период мониторинга, максимальные значения наблюдаются у группы злаков (*Aeluropus pungens* – 36 ц/га), среди разнотравья увеличилась доля вида *Polygonum pulchellum* и снизилось участие ранее доминирующего вида *Suaeda confusa*.

Выводы. Относительно хорошо сохранившиеся экосистемы восточной части дельты реки Волги дают возможность изучать не только коренные ландшафты, но и характер функционирования почвенно-растительного покрова дельтовых систем аридных областей в целом, в связи с чем устьевую природную систему Волги можно рассматривать как интересный модельный объект для комплексного ландшафтного исследования.

На стационарном 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 *Petrisimonia 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 галофитиза-

ции, 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. В целом, при увеличении увлажнения и снижении общего содержания солей на участке начинает доминировать гигрофит *Bolboschoenus maritimus*, лучше адаптированы к увеличению содержания водорастворимых солей виды *Aeluropus pungens* и *Suaeda confusa*.

Список литературы

1. Базилевич Н. И. Опыт классификации почв по засолению / Н. И. Базилевич, Е. И. Панкова // Почвоведение. – 1968. – № 11. – С. 3–15.
2. Бармин А. Н. Природно-антропогенная трансформация растительного покрова дельтовых ландшафтов реки Волги / А. Н. Бармин, М. В. Валов, М. М. Иолин, Н. С. Шуваев // Географический вестник. – 2016. – № 1. – С. 78–86.
3. 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) / А. Н. Бармин, М. В. Валов, М. М. Иолин, Е. А. Бармина, И. М. Куренцов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. – 2016. – № 4 (34). – С. 39–47.
4. Бармин А. Н. Геохимические особенности миграции легкорастворимых солей в почвах лугов низкого уровня дельты реки Волги / А. Н. Бармин, М. В. Валов, М. М. Иолин // Российский журнал прикладной экологии. – 2015. – № 1. – С. 21–25.
5. Бармин А. Н. Устьевая область реки Волги: интегральная оценка некоторых природных и антропогенных факторов, влияющих на изменение гидрологического режима / А. Н. Бармин, М. В. Валов // Естественные науки. – 2015. – № 2. – С. 7–15.
6. Бармин А. Н. Динамика экологических характеристик почвенного покрова дельты Волги в зависимости от изменения климата / А. Н. Бармин, М. В. Валов, М. М. Иолин // Географические проблемы региона Каспийского моря и изучение путей достижения устойчивого развития территорий / отв. ред. В. М. Котляков, О. Б. Глезер. – Москва : Медиа-Пресс, 2015. – С. 41–51.
7. Бармин А. Н. Почвы дельты реки Волги: изменение содержания водорастворимых солей в меняющихся экологических условиях / А. Н. Бармин, М. В. Валов, М. М. Иолин // Геология, география и глобальная энергия. – 2015. – № 1 (56). – С. 141–154.
8. Бармин А. Н. Особенности галогенеза почв дельты реки Волги на лугах среднего уровня в зависимости от изменения природных условий / А. Н. Бармин, М. В. Валов, М. М. Иолин // Геология, география и глобальная энергия. – 2015. – № 2 (57). – С. 51–66.
9. Бармин А. Н. Почвенный покров дельты реки Волги: метеогидрологические изменения как факторы влияния на геохимические особенности миграции легкорастворимых солей / А. Н. Бармин, М. В. Валов, Н. С. Шуваев // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. – 2015. – № 15 (212), вып. 32. – С. 145–155.
10. Бармин А. Н. Влияние гидрометеорологических и эдафических факторов на динамику фитоценозов лугов низкого уровня дельты реки Волги / А. Н. Бармин, М. В. Валов, М. М. Иолин, Н. С. Шуваев // Геология, география и глобальная энергия. – 2015. – № 3 (58). – С. 15–25.
11. Валов М. В. Современные тенденции динамики долгопоемных фитоценозов дельтовых экосистем реки Волги / М. В. Валов, А. Н. Бармин, Е. А. Бармина, А. Ю. Колотухин, И. М. Куренцов // Российский журнал прикладной экологии. – 2015. – № 3. – С. 3–7.
12. Валов М. В. Циклические изменения динамики растительного покрова дельтовых ландшафтов реки Волги (на примере луговых фитоценозов среднего экологического уровня) / М. В. Валов, А. Н. Бармин, А. Ю. Колотухин // Учёные записки Крымского Федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – 2016. – Т. 2 (68), № 1. – С. 99–108.
13. Валов М. В. Циклические изменения гидроклиматических условий как фактор влияния на краткопериодные фитоценозы устьевой природной системы реки Волги / М. В. Валов, А. Н. Бармин, А. Ю. Колотухин, Е. А. Бармина // Геология, география и глобальная энергия. – 2016. – № 3 (62). – С. 61–69.
14. Валов М. В. Основные тенденции радиальной миграции водорастворимых солей в почвах аккумулятивных равнин дельты реки Волги / М. В. Валов, А. Н. Бармин, Г. А. Майоров, Е. А. Бармина, И. В. Романов, М. В. Романова // Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: тезисы докладов VII съезда Общества почвоведов им. В. В. Докучаева и Всероссийской с международным участием научной конференции (Белгород, 15–22 августа 2016 г.) / отв. ред.: С. А. Шоба, И. Ю. Савин. – Москва – Белгород : Белгород. 2016. – Ч. 2. – С. 386–387.
15. Голуб В. Б. Характеристика абиотических факторов на территории ботанических памятников природы в низовьях Волги / В. Б. Голуб, В. Н. Пилипенко, Г. А. Лосев, А. Н. Бармин // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. Серия «Экология». – 2011. – Вып. 11. – С. 19–43.
16. Голуб В. Б. Опыт использования прямого градиентного анализа растительности для оценки алгоритмов расчета физиологической активности почвенного раствора / В. Б. Голуб // Биол. науки. – 1989. – № 2. – С. 90–96.

17. Голуб В. Б. Некоторые аспекты динамики почвенно-растительного покрова дельты Волги / В. Б. Голуб, А. Н. Бармин // *Экология*. – 1995. – С. 156–159.
18. Георгиади А. Г. Современные и сценарные изменения речного стока в бассейнах крупнейших рек России: / А. Г. Георгиади, Н. И. Коронкевич, И. П. Милокова, Е. А. Кашутина, Е. А. Барабанова. – Москва : МАКС Пресс, 2014. – Ч. 2: Бассейны рек Волги и Дона. – 216 с.
19. Доскач А. Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни / А. Г. Доскач. – М.: Наука, 1979. – 141 с.
20. Залетаев В. С. Микроочаговые процессы – индикаторы дестабилизированной среды / В. С. Залетаев, Н. М. Новикова, Н. Н. Митина и другие // РАСХН. – Москва : ИВП РАН, 2000. – 320 с.
21. Иванов Д. В. Мелиоративное почвоведение : учебное пособие / Д. В. Иванов, Е. В. Кузнецова. – Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ, 2006. – 255 с.
22. Куркин К. А. Критерии, факторы, типы и механизмы устойчивости фитоценозов / К. А. Куркин // *Ботанический журнал*. – 1994. – № 1. – С. 3–13.
23. Михайлов В. Н. Изменение водного режима устьевой области Волги под влиянием колебаний уровня Каспийского моря / В. Н. Михайлов, М. В. Исупова, Е. С. Повалишника // *Водные ресурсы*. – 2000. – Т. 27, № 4. – С. 400–415.
24. Сажин А. Н. Современные изменения климата и зональные агроэкологические проблемы в сухой степи Нижнего Поволжья / А. Н. Сажин, Ю. М. Мирошниченко, О. В. Козина, С. А. Петров, Н. В. Погосян // *Степи Северной Евразии : материалы III Международного симпозиума*. – 2003. – С. 440–442.
25. Barmin A. N. Concerning global climate change: ninety-year trend of some climatic characteristics in the delta ecotones of the Caspian Sea region / A. N. Barmin, M. V. Valov, N. S. Suvaev, E. A. Kolchin // *IGCP 610. From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary : proceedings of the Third Plenary Conference and Field Trip / ed.: A. Gilbert, V. Yanco-Hombach, T. Yanina (22–30 September 2015, Astrakhan, Russia)*. – Moscow : MSU, 2015. – P. 26–29.

References

1. Bazilevich N. I., Pankova Ye. I. Opyt klassifikatsii pochv po zasoleniyu [Experience in the classification of soils by salinity]. *Pochvovedenie* [Soil Science], 1968, no. 11, pp. 3–15.
2. Barmin A. N., Valov M. V., Iolin M. M., Shuvaev N. S. Prirodno-antropogennaya transformatsiya rastitelnogo pokrova deltovykh landshtfov reki Volgi [Natural and Anthropogenic Transformation of the Vegetation Cover of the Delta Landscapes of the Volga River]. *Geograficheskii vestnik* [Geographical Bulletin], 2016, no. 1, pp. 78–86.
3. Barmin A. N., Valov M. V., Iolin M. M., Barmina E. A., Kurencov I. M. Osobennosti kausalnogo kharaktera svyazey gidrologicheskogo rezhima i dinamiki rastitelnykh soobshchestv intrazonalnykh landshtfov aridnykh territoriy (na primere lugov srednego urovnya delty reki Volgi) [Peculiarities of the causal nature of the relationships between the hydrological regime and the dynamics of plant communities in the intrazonal landscapes of arid territories (on the example of meadows of the middle level of the Volga delta)]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Estestvennye nauki* [Scientific Bulletins of the Belgorod State University. Series of Natural Sciences], 2016, no. 4 (34), pp. 39–47.
4. Barmin A. N., Valov M. V., Iolin M. M. Gekhimicheskie osobennosti migratsii legkorastvorimyykh soley v pochvakh lugov nizkogo urovnya delty reki Volgi [Geochemical features of migration of readily soluble salts in soils of low-level meadows in the Volga delta]. *Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii* [Russian Journal of Applied Ecology], 2015, no. 1, pp. 21–25.
5. Barmin A. N., Valov M. V. Ustevaya oblast reki Volgi: integralnaya otsenka nekotorykh prirodnykh i antropogennykh faktorov, vliyayushchikh na izmenenie gidrologicheskogo rezhima [The mouth area of the Volga River: an integrated assessment of some of the natural and anthropogenic factors affecting the change in the hydrological regime]. *Yestestvennye nauki* [Natural Sciences], 2015, no. 2, pp. 7–15.
6. Barmin A. N., Valov M. V., Iolin M. M. Dinamika ekologicheskikh kharakteristik pochvennogo pokrova delty Volgi v zavisimosti ot izmeneniya klimata [Dynamics of ecological characteristics of soil cover of the Volga delta depending on climate change]. *Geograficheskie problemy regiona Kaspiyskogo morya i izuchenie putey dostizheniya ustoychivogo razvitiya territoriy* [Geographical Problems of the Caspian Sea Region and the Study of Ways to Achieve Sustainable Development of Territories], Moscow, Media-Press Publ., 2015, pp. 41–51.
7. Barmin A. N., Valov M. V., Iolin M. M. Pochvy delty reki Volgi: izmenenie soderzhaniya vodorastvorimyykh soley v menyayushchikhsya ekologicheskikh usloviyakh [Soils of the Volga River delta: changes in the content of water-soluble salts under changing environmental conditions]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2015, no. 1 (56), pp. 141–154.
8. Barmin A. N., Valov M. V., Iolin M. M. Osobennosti galogeneza pochv delty reki Volgi na lugakh srednego urovnya v zavisimosti ot izmeneniya prirodnykh usloviy [Peculiarities of halogenesis of soils in the delta of the Volga River in middle-level meadows depending on changes in natural conditions]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2015, no. 2 (57), pp. 51–66.
9. Barmin A. N., Valov M. V., Shuvaev N. S. Pochvennyy pokrov delty reki Volgi: meteorologicheskoe izmeneniye kak faktory vliyaniya na geokhimicheskie osobennosti migratsii legkorastvorimyykh soley [Soil cover of the Volga River delta: meteorological changes as factors of influence on the geochemical features of migration of readily soluble salts]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Yestestvennye nauki* [Scientific bulletins of the Belgorod State University. Series of Natural Sciences], 2015, no. 15 (212), issue 32, pp. 145–155.

10. Barmin A. N., Valov M. V., Iolin M. M., Shuvaev N. S. Vliyaniye gidrometeorologicheskikh i edaficheskikh faktorov na dinamiku fitotsenozov lugov nizkogo urovnya delty reki Volgi [Influence of hydrometeorological and edaphic factors on the dynamics of phytocenoses of meadows of low level of the Volga River delta]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2015, no. 3 (58), pp. 15–25.
11. Valov M. V., Barmin A. N., Barmina E. A., Kolotuhin A. Yu., Kurencov I. M. Sovremennyye tendentsii dinamiki dolgopoyemnykh fitotsenozov deltovykh ekosistem reki Volgi [Influence of hydrometeorological and edaphic factors on the dynamics of phytocenoses of meadows of low level of the Volga River delta]. *Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii* [Russian Journal of Applied Ecology], 2015, no. 3, pp. 3–7.
12. Valov M. V., Barmin A. N., Kolotukhin A. Yu. Tsiklicheskie izmeneniya dinamiki rastitelnogo pokrova deltovykh landshaftov reki Volgi (na primere lugovykh fitotsenozov srednego ekologicheskogo urovnya) [Cyclic changes in the dynamics of the vegetation cover of the delta landscapes of the Volga River (on the example of meadow phytocenoses of the average ecological level)]. *Uchenye zapiski Krymskogo Federalnogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya* [Scientific Notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. Geography. Geology], 2016, vol. 2 (68), no. 1, pp. 99–108.
13. Valov M. V., Barmin A. N., Kolotuhin A. Yu., Barmina Ye. A. Tsiklicheskie izmeneniya gidroklimalicheskikh usloviy kak faktor vliyaniya na kratkopoymennyye fitotsenozy ustevoy prirodnoy sistemy reki Volgi [Cyclic changes in hydroclimatic conditions as a factor of influence on the briefly variable phytocenoses of the mouth of the Volga River natural system]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2016, no. 3 (62), pp. 61–69.
14. Valov M. V., Barmin A. N., Majorov G. A., Barmina Ye. A., Romanov I. V., Romanova M. V. Osnovnyye tendentsii radialnoy migratsii vodorastvorimyykh soley v pochvakh akkumulyativnykh ravnin delty reki Volgi [The main tendencies of radial migration of water-soluble salts in the soils of the accumulative plains of the Volga River delta]. *Pochvovedenie – prodovolstvennoy i ekologicheskoy bezopasnosti strany : tezisy dokladov VII sezda Obshchestva pochvovedov im. V. V. Dokuchaeva i Vserossiyskoy s mezhdunarodnym uchastiem nauchnoy konferentsii (Belgorod, 15–22 avgusta 2016 g.)* [Soil Science – Food and Ecological Security of the Country. Proceedings of the VII Congress of the Soil Science Society named after V. V. Dokuchaev and All-Russian with the International Participation of the Scientific Conference (Belgorod, August 15–22, 2016)], Moscow – Belgorod, Belgorod Pubi. House, 2016, part 2, pp. 386–387.
15. Golub V. B., Pilipenko V. N., Losev G. A., Barmin A. N. Kharakteristika abioticheskikh faktorov na territorii botanicheskikh pamyatnikov prirody v nizovyakh Volgi [Characteristics of abiotic factors in the territory of botanical natural monuments in the lower reaches of the Volga]. *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V. N. Tatishcheva. Seriya «Ekologiya»* [Bulletin of the Volzhsky University named V. N. Tatishchev. A series of “Ecology.”], 2011, issue 11, pp. 19–43.
16. Golub V. B. Opyt ispolzovaniya pryamogo gradientnogo analiza rastitelnosti dlya otsenki algoritmov rascheta fiziologicheskoy aktivnosti pochvennogo rastvora [Experience in using direct gradient analysis of vegetation to evaluate algorithms for calculating the physiological activity of soil solution]. *Biol. nauki* [Biol. Science], 1989, no. 2, pp. 90–96.
17. Golub V. B., Barmin A. N. Nekotorye aspekty dinamiki pochvenno-rastitelnogo pokrova del'ty r. Volgi [Some Aspects of the Dynamics of the Soil and Vegetation Cover of the Delta of the River. Volga]. *Ekologiya* [Ecology], 1995, pp. 156–159.
18. Georgiadi A. G., Koronkevich N. I., Milyukova I. P., Kashutina Ye. A., Barabanova Ye. A. *Sovremennyye i stsennyye izmeneniya rechnogo stoka v bassynakh krupneyshikh rek Rossii* [Modern and scenario changes in river flow in the basins of the largest rivers in Russia], Moscow, MAKSS Press. Publ., 2014, part 2: Pools of the Volga and Don rivers, 216 p.
19. Doskach A. G. *Prirodnoe rayonirovanie Prikaspiyskoy polupustyni* [Natural zoning of the Caspian semi-desert], Moscow, Nauka Publ., 1979. 141 p.
20. Zaletaev V. S., Novikova N. M., Mitina N. N., et al. Mikroochagovyye protsessy – indikatory destabilizirovannoy sredy [Microfocal processes – indicators of a destabilized environment]. *RASKhN* [RAAS], Moscow, IVP RAN Publ., 2000. 320 p.
21. Ivanov D. V., Kuznetsova Ye. V. *Meliorativnoe pochvovedenie* [Meliorative Soil Science], Voronezh, FGOU VPO VGU Publ. House, 2006. 255 p.
22. Kurkin K. A. Kriterii, faktory, tipy i mekhanizmy ustoychivosti fitotsenozov [Criteria, factors, types and mechanisms of phytocenosis stability]. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical Journal], 1994, no. 1, pp. 3–13.
23. Mikhaylov V. N., Isupova M. V., Povalishnikova Ye. S. Izmeneniye vodnogo rezhima ustevoy oblasti Volgi pod vliyaniem kolebaniy urovnya Kaspiyskogo morya [Changes in the water regime in the estuary region of the Volga under the influence of fluctuations in the level of the Caspian Sea]. *Vodnye resursy* [Water Resources], 2000, vol. 27, no. 4, pp. 400–415.
24. Sazhin A. N., Miroshnichenko Yu. M., Kozina O. V., Petrov S. A., Pogosyan N. V. Sovremennyye izmeneniya klimata i zonalnye agroekologicheskie problemy v sukhoy stepi Nizhnego Povolzhya [Modern climate changes and zonal agroecological problems in the dry steppe of the Lower Volga Region]. *Stepi Severnoy Yevrazii : materialy III Mezhdunarodnogo simpoziuma* [Steppes of Northern Eurasia. Proceedings of the III International Symposium], 2003, pp. 440–442.
25. Barmin A. N., Valov M. V., Suvaev N. S., Kolchin Ye. A. Concerning global climate change: ninety-year trend of some climatic characteristics in the delta ecotones of the Caspian Sea region. *IGCP 610 From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary. Proceedings of the Third Plenary Conference and Field Trip (September, 22–30, 2015, Astrakhan, Russia)*, Moscow, MSU Publ., 2015, pp. 26–29.