

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 631.4

### ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГИ: МЕТЕОГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАК ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ НА ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ

### SOIL COVER VOLGA DELTA: GIDROMETEOROLOGICAL CHANGE AS A FACTOR OF INFLUENCE ON GEOCHEMICAL FEATURES OF SOLUBLE SALTS MIGRATION

**А.Н. Бармин, М.В. Валов, Н.С. Шуваев**  
**A.N. Barmin, M.V. Valov, N.S. Shuvaev**

*Астраханский государственный университет, Россия, г. Астрахань, 414000, пл. Шаумяна, д. 1*  
*Astrakhan State University, 1, Shaumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russia*

*E-mail: abarmin60@mail.ru; m.v.valov@mail.ru; shuwns@rambler.ru*

*Ключевые слова:* дельта р. Волги, почвенный мониторинг, геохимия почв, водорастворимые соли, гидрологический режим, климатические изменения.

*Key words:* delta Volga, soil monitoring, geochemistry of soil, water-soluble salts, hydrology regime, climate change.

*Аннотация.* В работе рассмотрены природные и антропогенные факторы, влияющие на засоление и рассоление почв дельты реки Волги. По периодам рассчитаны изменения среднегодового объема водного стока и объема стока за II квартал, динамика среднегодовой температуры воздуха, а также температуры воздуха и количества выпадающих атмосферных осадков за вегетационный период. По результатам мониторинга почвенного покрова на стационарном профиле в дельте реки Волги с 1979 по 2011 годы проведен анализ динамики содержания ионов водорастворимых солей в почвах лугов низкого, среднего и высокого уровней в слое почвы 0–15 см. Рассчитана общая сумма легкорастворимых солей, токсичность и отношение  $Cl/SO_4^{2-}$  в водной вытяжке; показана динамика содержания катионов ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ) и анионов ( $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ) в почвах дельты реки Волги.

*Resume.* Deltas soils are often characterized by a high salt content, much of which has toxic properties. Due to the high population density, deltas salinity soil are actively involved in agricultural using. Therefore the organization and management of soil monitoring is a very important aspect in these areas. This importance is determined by the decision of agricultural, environmental and ecological problems.

In 1979 stationary profile was organized in the Volga Delta to monitor the condition of the soils, where soil samples were taken regularly, and then a chemical analysis on water extraction had made. Soil sampling was carried out on the profile in the layer 0–15 cm.

The paper presents some of the natural and anthropogenic factors which impact the dynamic of soluble salts in the soils of the Volga River Delta. In considering the ten-year periods from 1972 to 2011 in the delta of the Volga River marked increase in the average temperature  $1.8^\circ C$ . Considering the changes in the hydrological regime decades showed that from the end of the 1970s to the beginning of the 2000s, the average annual runoff volume increased significantly, exceeding the values in the natural period. The average volume of water flow in the second quarter for the undisturbed period is  $141 \text{ km}^3$  (58% of the annual flow). In the next period the reducing the volume of the flood is observed, as well as their share of the total annual runoff.

Based on investigation on the high level meadows of the Volga Delta the content of soluble salts in the soil, were revealed the trends: in the years with the highest flood and water level increased and during lower level of flood it decreases; in inundated soils of low and medium levels reveals an inverse relationship between the volume of the spring-summer floods and water-soluble salts content.

### Введение

Поймы и дельты крупных рек представляют собой уникальные ландшафты суши, играют важную роль в жизни человечества и являются объектами общенаучного изучения. Почвы дельт нередко характеризуются высоким содержанием солей, значительная часть которых обладает токсичными свойствами. Высокая степень засоления в данных районах



определяется тем, что от верхнего течения рек к их дельтам ухудшаются условия естественной дренируемости, постепенно возрастает минерализация грунтовых и речных вод, происходит выпадение химических осадков и развитие галогенеза [Бармин, Иолин 2004].

В связи с высокой плотностью населения засоленные почвы дельт активно вовлекаются в сельскохозяйственный оборот, поэтому на данных территориях очень значимым аспектом является организация и ведение почвенного мониторинга, важность которого определяется решением сельскохозяйственных, природоохранных и экологических задач [Иолин, Бармин, 2003].

### Материалы и методы

В 1979 г. в дельте р. Волги, с целью осуществления наблюдения за состоянием почв, в районе п. Володарский лабораторией луговедения Астраханского государственного педагогического университета был заложен стационарный профиль. С помощью нивелира была установлена высота всех точек над меженью реки и их положение относительно рейки расположенного вблизи водомерного поста в с. Большой Могой. Начиная с 1979 г., на закрепленном реперами профиле периодически закладывались 496 площадок 2×2 м. После геоботанического описания в центре описанной площадки закладывался квадрат 1×1 м, по углам и в центре которого брались пробы почв. Эти пробы смешивались, и из общей массы отбирался средний образец. Отбор почвенных образцов на профиле проводился в слое 0–15 см [Голуб, Бармин 1994]. Анализ химического состава солей водной вытяжки осуществлялся в соответствии с ОСТ 46-52-76 в расчете на абсолютно сухую почву. При приготовлении водной вытяжки (с разбавлением 1:5) в лабораторных условиях в титруемый раствор переходит значительная доля солей, находившаяся в почве в естественном состоянии в твердой фазе. В результате водная вытяжка дает искаженные представления о составе и концентрации реального почвенного раствора, с которым контактирует корневая система растений, что затрудняет оценку физиологической активности почвенного солевого раствора. Поэтому характеристику засоления почвы, кроме данных о составе водной вытяжки, мы дополняем расчетом «суммарного эффекта токсичных ионов», в эквивалентах хлора (Т), вычисленного по алгоритму Н.И. Базилевич и Е.И. Панковой [Базилевич, Панкова, 1968].

Ввиду того, что в 1996 и 2002 гг. учеты на профиле были продолжены только на 126 точках, детальный анализ динамики состава ионов в водной вытяжке проводится именно на этом количестве площадок. Методики проведения и результаты предыдущих мониторинговых исследований опубликованы в работах [Голуб, 1989; Голуб, Бармин, 1994; Бармин и др., 1997; Голуб, Бармин, 1998; Иолин, Бармин, 2003; Бармин, Иолин, 2004; Бармин, Иолин, 2010; Валов и др., 2014а; Валов и др., 2015].

### Результаты и их обсуждение

Почвы дельты Волги характеризуются природной обусловленностью к соленакоплению. Данное явление связано с несколькими причинами: залеганием на засоленных морских отложениях Каспийского моря, близким расположением грунтовых вод и особенностями климата территории [Валов и др., 2014а].

При рассмотрении по десятилетним периодам с 1972 по 2011 годы в дельте реки Волги (по метеостанции г. Астрахань) отмечен рост среднегодовой температуры на 1.8°C (рис. 1) [Сажин и др., 2003; Бармин и др., 2010; Валов и др., 2014а].

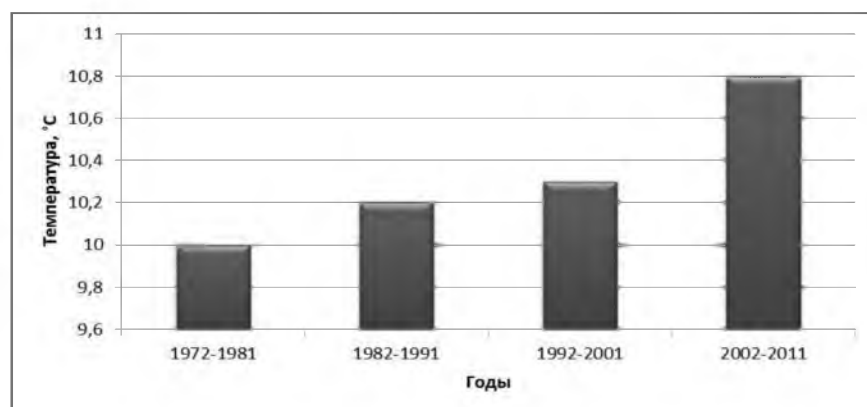
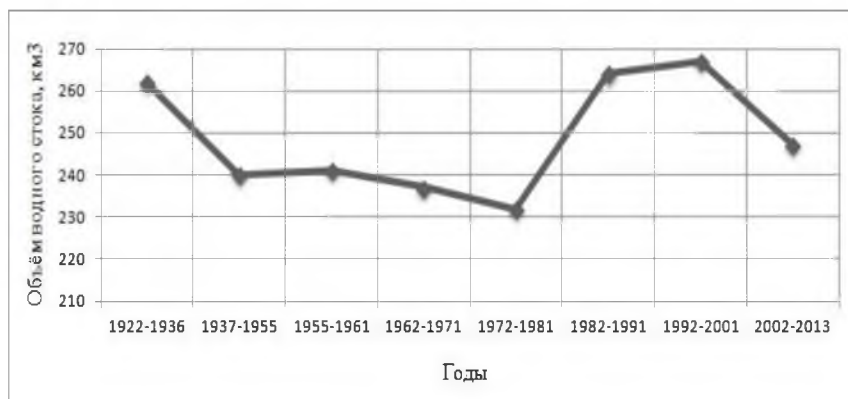


Рис. 1. Динамика среднегодовой температуры воздуха по данным гидрометеорологической станции г. Астрахани по периодам.  
Fig. 1. Dynamics of average annual air temperature according to the hydrometeorological station in Astrakhan on the period

Геохимическое значение данного явления определяется тем, что увеличение температур воздуха при малом количестве атмосферных осадков вызывает повышенный расход грунтовых вод на испарение, в результате чего происходит накопление различных солей в верхнем почвенном горизонте [Касимов и др., 2000].

Гораздо большее влияние на снижение количества геохимически активных элементов в почвах дельты Волги оказывает характер весенне-летних половодий [Голуб, 1989]. Во время половодий ежегодно происходят процессы засоления/рассоления почв в дельте реки Волги, в зависимости от высотного положения конкретного участка. На низких, длительно затапливаемых участках после половодий происходит рассоление почвы. На более высоких, незатапливаемых или затапливаемых на небольшой срок, наоборот, после половодий количество солей в верхних горизонтах увеличивается. Эти различия связаны с неодинаковым соотношением выпотного и промывного процессов в почвах лугов разных высотных уровней [Голуб, Бармин, 1995].

Объём годового водного стока реки Волги подвержен значительному влиянию антропогенных факторов [Георгиади и др., 2012]. В результате работы гидроэлектростанций, расположенных на Волге, произошло значительное перераспределение стока по сезонам года [Коронкевич и др., 2007]. С окончанием заполнения в 1961 году водохранилища Волжской гидроэлектростанции, расположенной в 450 км выше вершины дельты Волги, гидрологический режим является полностью регулируемым [Михайлов и др., 2013]. В период с естественным гидрологическим режимом (до 1937 г.) объём среднегодового водного стока составлял 260 км<sup>3</sup> (рис. 2). С 1937 по 1961 гг., в результате значительных расходов воды на заполнения водохранилищ произошло снижение объёма водного стока до 230 км<sup>3</sup>. Рассматривая изменения гидрологического режима по десятилетиям выявлено, что с конца 1970-х до начала 2000-х годов объёмы среднегодового стока существенно увеличились, несколько превысив значения в естественный период [Валов, Бармин 2014б].



*Рис. 2.* Средний объём водного стока в створе Волгоградской ГЭС по периодам, км<sup>3</sup>  
*Fig. 2.* The average volume of water flow in the alignment of the Volgograd hydroelectric power station on the periods, km<sup>3</sup>

Необходимо отметить, что основная масса увеличения объёма водного стока пришлась на зимний период, в весенне-летний период объём стока резко сократился по сравнению с 1922–1937 гг. В последний период анализа (2002–2011 гг.) объём среднегодового водного стока снизился до 247 км<sup>3</sup> [Бармин, Иолин, 2010].

Средний объём водного стока за второй квартал за период с ненарушенным режимом составлял 141 км<sup>3</sup> (58% от годового стока). На последующем временном отрезке наблюдается направленное снижение как объёмов половодья, так и их доли от общегодового стока [Михайлов и др., 2013]. Объёмы половодий несколько увеличились в связи с возросшим среднегодовым водным стоком с конца 1970-х до начала 2000-х гг. (рис. 3). В последнее десятилетие наблюдений (с 2002 по 2011 гг.) средний объём водного стока за второй квартал составил 98 км<sup>3</sup> (40% от среднего годового стока) [Валов, Бармин 2014 б].

Луга дельты реки Волги были схематически разделены И.А. Цаценкиным в экологическом смысле на три уровня: высокого, среднего и низкого [Цаценкин, 1962].

Луга низкого уровня имеют интервал высот 1.2 м и ниже, в период половодья длительность их затопления в среднем колеблется от 2 до 3 месяцев. Луга среднего уровня расположены на высотных отметках 1.3–2.4 м. Длительность затопления в период половодий колеблется от 35 до 55 дней. Луга высокого уровня расположены на высотах от 2.4 м и выше. В период половодий луга данного уровня затапливаются крайне редко и на очень короткий срок [Голуб, Бармин, 1995].

Сопоставление ионного состава водных вытяжек за наблюдаемый период показало, что от 1981 г. к 2002 г. на лугах низкого уровня шло направленное уменьшение суммы



легкорастворимых солей, которое совпало с увеличением водного стока р. Волги (рис. 4). Но в 2006 и в 2011 гг., в связи с очень малым и низким половодьем, количество солей возросло ВНОВЬ.

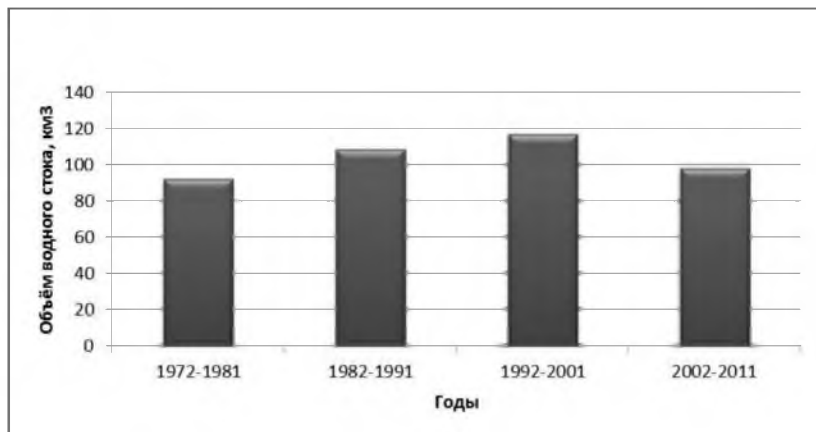


Рис. 3. Средний объем водного стока в створе Волгоградской ГЭС за второй квартал по периодам, км³

Fig. 3. The average volume of water flow in the alignment of the Volgograd hydroelectric power station for the second quarter of periods, km³



Рис. 4. Динамика суммы водорастворимых солей лугов низкого уровня на фоне изменения объема водного стока р. Волги за II квартал  
Fig. 4. Dynamics of the amount of water-soluble salt meadows lowest level against the background of changes in the volume of water runoff. Volga for the II quarter

В 2006 году значение суммы солей приблизилось к значениям 1981 г., в 2011 г. произошло увеличение содержания общего количества солей по сравнению с 2002 годом в 2 раза, однако оно было меньшим, чем в 1979 г. [Бармин и др., 2015б].

За счет уменьшения содержания иона хлора и натрия токсичность почвенного раствора (по [Базилевич, Панкова, 1968]) на лугах низкого уровня продолжала падать во все годы наблюдений и уменьшилась в 5 раз от 1979 к 2002 году (рис. 5) [Иолин, Бармин, 2003].

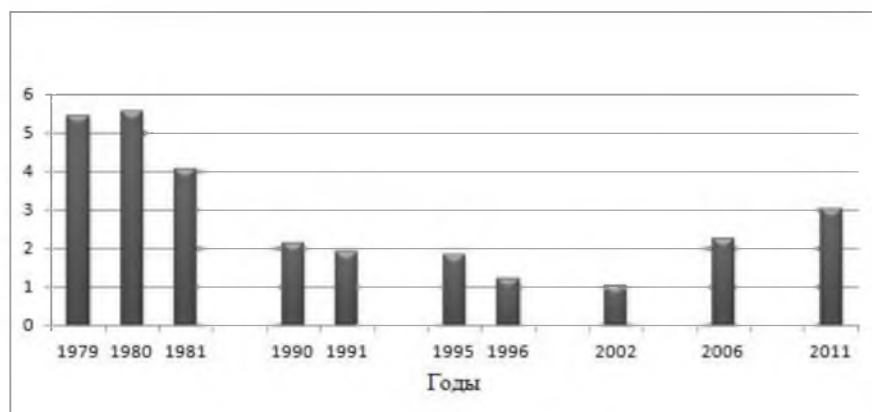


Рис. 5. Динамика токсичности почвенного раствора на лугах низкого уровня  
Fig. 5. Dynamics of the toxicity of soil solution on the low meadows

В связи с резким спадом объема водного стока за второй квартал в 2006 и в 2011 гг. токсичность почвенного раствора по сравнению с результатами 2002 г. возросла в 2 и 3 раза

соответственно, но значения 1979 г. превышены не были. В 2011 г. по сравнению с 1979 г. токсичность почвенного раствора сократилась в 1.8 раза [Бармин и др., 2015а].

Общее количество солей на лугах среднего уровня от начала наблюдений до 1991 г. снизилось на 42% (рис. 6). Начиная с 1995 г. количество солей вновь стало возрастать, приблизившись по своим значениям к 1980 г. [Голуб, Бармин, 1995] Несмотря на увеличение общего содержания солей в 2002 г. отношение  $Cl/SO_4$  было меньше чем в 1979 г. в 2 раза. Тоже происходило и с суммарным эффектом токсичных ионов [Бармин, Иолин, 2010].



Рис. 6. Динамика суммы водорастворимых солей лугов среднего уровня на фоне изменения объёма водного стока р. Волги за II квартал

Fig. 6. Dynamics of the amount of water-soluble salt meadows average against the backdrop of changes in the volume of water flow of the Volga river for the II quarter

В 2011 году общая сумма солей была наименьшей за все годы наблюдений и, по сравнению с 1979 г., снизилась на 40%. Отношение  $Cl/SO_4$  от 1979 к 2011 г. уменьшилось в 3 раза, токсичность снизилась втрое и была наименьшей за весь период наблюдений [Валов и др., 2015].

В почвах лугов высокого уровня общее содержание солей флуктуировало (рис. 7), при общей тенденции уменьшения содержания токсичных ионов хлора и натрия, что привело к снижению токсичности почвенного раствора [Бармин, Иолин, 2010].



Рис. 7. Динамика суммы водорас-творимых солей лугов высокого уровня на фоне изменения гидрометеорологических факторов

Fig. 7. Dynamics of the amount of water-soluble salt meadows of high level against the backdrop of changes in meteorological factors

От начала наблюдений в 1979 г. к 2002 г. токсичность почвенного раствора на лугах высокого уровня снизилась в 2.6 раза (рис. 8). Однако, в 2006 и в 2011 гг. происходит некоторое увеличение содержания токсичных солей. В 2011 г. по отношению к 2002 г. происходит увеличения содержания в почве ионов  $Cl$  (на 47%) [Бармин и др., 2015а].

Также на 24% возрастает общее содержание солей и на 28% увеличивается токсичность почвенного раствора, но значения 1979 г. превышены не были [Голуб и др., 2013].

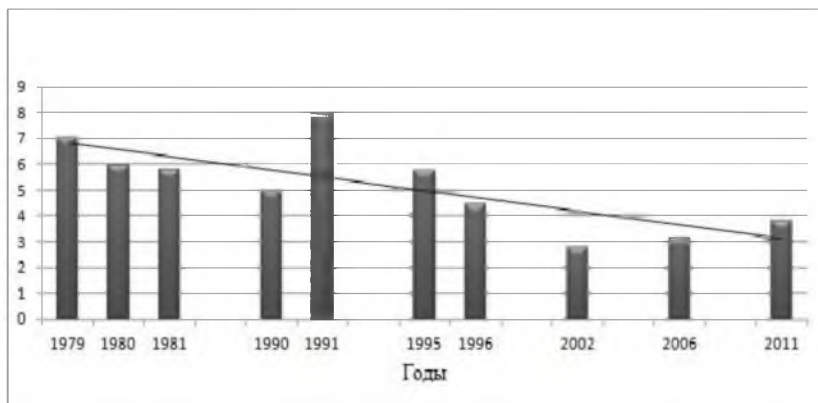


Рис. 8. Динамика токсичности почвенного раствора на лугах высокого уровня.  
Fig. 8. The dynamics of the toxicity of the soil solution in the meadows of the highest level.

Одной из главных почвенно-геохимических характеристик является состав почвенно-поглощающего комплекса. К числу важнейших химических процессов, происходящих в почвах и определяющих их плодородие и возможность мелиорации, относятся миграции катионов и анионов.

В почвах аридных регионов среди обменных катионов преобладают  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и  $Na^{+}$ , соотношение которых в почвенно-поглощающем комплексе определяется содержанием и составом легкорастворимых солей [Бармин и др., 2011].

Содержание в почвах лугов низкого уровня катионов кальция последовательно снижалось от 1980 к 2002 г., за исключением 1996 г., когда количество ионов данного элемента возросло, вернувшись к значениям 1979 г. (рис. 9). С 2002 г. наблюдается увеличение катионов кальция, максимум его содержания отмечен в последний год исследований (2011 г.). Похожим образом происходила миграция катионов магния. Содержание ионов натрия в почвах лугов низкого уровня резко снижалась с начала наблюдений (1979 г.) до 1996 г., когда отмечено минимальное содержание ионов данного элемента [Иолин, Бармин, 2003].

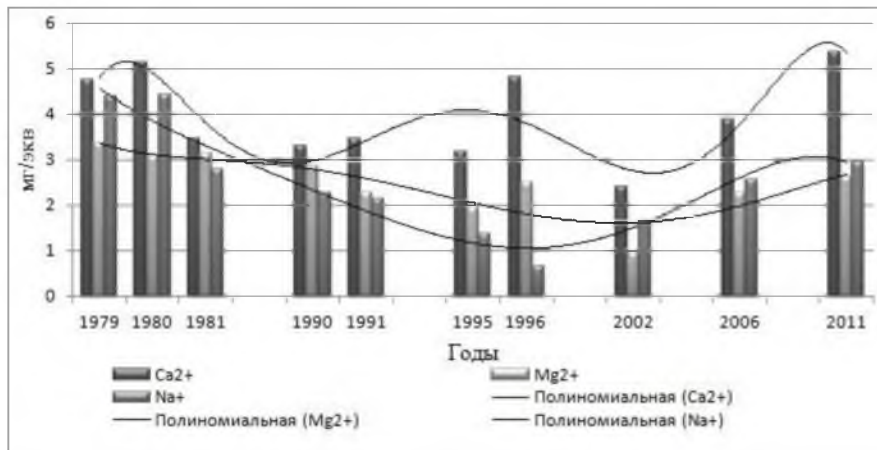


Рис. 9. Динамика катионов в почвах лугов низкого уровня  
Fig. 9. Dynamics of cations in soils low meadows

От 1979 к 1996 г. количество ионов натрия сократилось в 7 раз. В последующие годы исследований (2002, 2006, 2011 гг.) содержание катионов натрия последовательно возрастало. В 2011 г. по сравнению с 1979 г. содержание натрия снизилось в 1.5 раза [Бармин и др., 2015 б].

На лугах среднего уровня количество катионов магния и натрия снижалось от 1979 к 1991 г., количество ионов кальция понижалось с 1979 по 1990 г. (рис. 10).

С 1995 по 2006 г. происходило увеличение содержания катионов кальция и натрия [Голуб и др., 2011]. Количество магния, значительно увеличившись в 1996 г., резко сократилось в 2002 г., затем, несколько увеличившись в 2006 г., вновь снизилось в 2011 г.

В почвах лугов высокого уровня количество катионов кальция и натрия последовательно возрастало от 1979 к 1991 г., после чего произошло существенное снижение содержания данных ионов. Содержание ионов натрия в почвах лугов высокого уровня колебалось с 1979 по 1990 г. С 1990 по 1996 г. количество данных ионов увеличилось, после чего наблюдается резкое снижение содержания катионов натрия (рис. 11) [Бармин, Иолин, 2004].

Весьма высокой степенью подвижности в почвенном профиле характеризуется анион хлора [Голуб, Бармин, 1995]. В почвах лугов низкого уровня дельты реки Волги отмечено значительное снижение содержания данного иона на всём протяжении исследований (рис. 12).

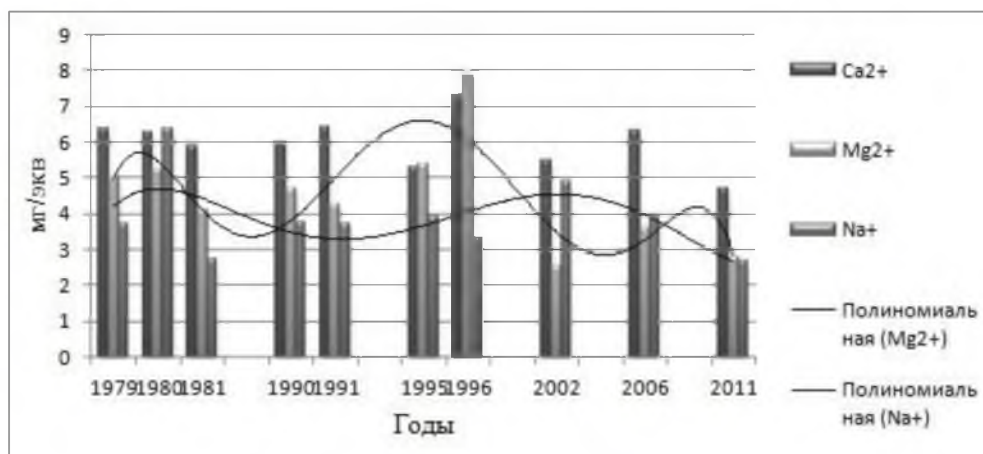


Рис. 10. Динамика катионов в почвах лугов среднего уровня  
 Fig. 10. Dynamics of cations in the soil meadows average

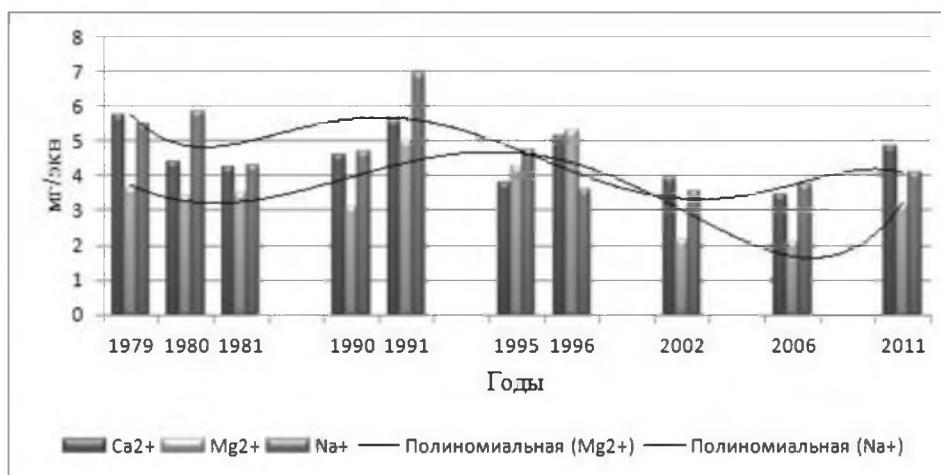


Рис. 11. Динамика катионов в почвах лугов высокого уровня  
 Fig. 11. Dynamics of cations in the soil meadows high



Рис. 12. Динамика анионов в почвах лугов низкого уровня  
 Fig. 12. Dynamics of anions in soils low meadows



От 1979 к 2002 гг. количество анионов хлора уменьшилось в 8 раз. В связи с резким спадом объёма водного стока за второй квартал в 2006 и в 2011 гг. содержание иона хлора по сравнению с результатами 2002 г. возросло в 2,6 и 4 раза соответственно. Сульфат-ион отличается меньшей подвижностью. Изменения содержания данного аниона происходило схожим образом с ионом хлора, но с более плавной амплитудой. Отношение  $Cl^-/SO_4^{2-}$  от 1979 к 2011 гг. снизилось более чем в 2 раза [Бармин и др., 2015 б].

На лугах среднего уровня с 1979 по 1995 гг. происходило снижение анионов хлора и сульфатов (рис. 13). В 1996 г. произошло резкое увеличение количества сульфатов в почвах лугов среднего уровня, количество ионов хлора напротив, снизилось [Бармин, Йолин, 2004]. В 2002 и 2006 гг. количество сульфатов и хлора несколько возросло, в 2011 г. наблюдается снижение содержания данных ионов.

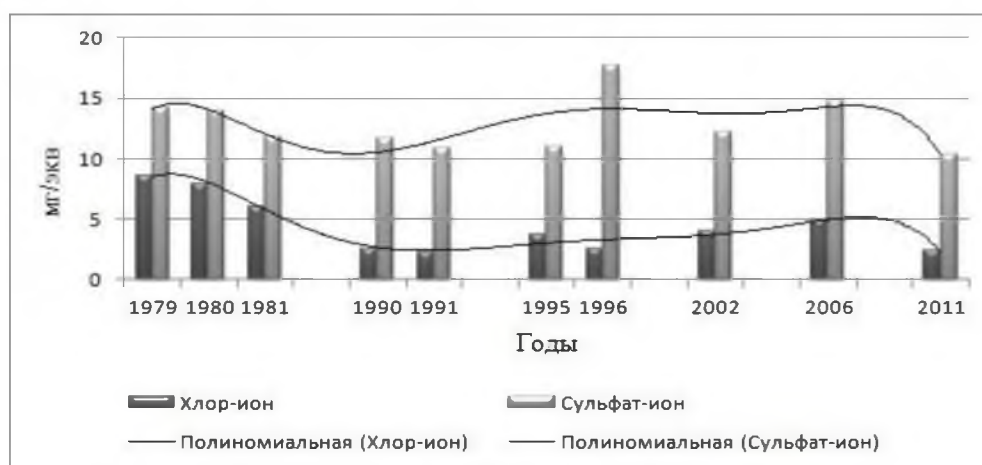


Рис. 13. Динамика анионов в почвах лугов среднего уровня  
Fig. 13. Dynamics of anions in soils meadows average

В почвах лугов высокого уровня с 1979 по 2011 количество ионов хлора уменьшилось в 2 раза. Количество сульфатов флуктуировало при общей тенденции к увеличению (рис. 14) [Бармин и др., 2015а].

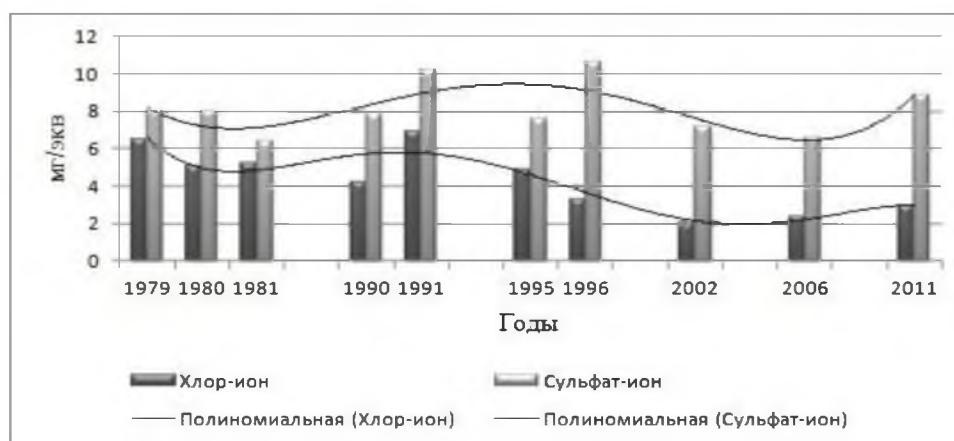


Рис. 14. Динамика анионов в почвах лугов высокого уровня  
Fig. 14. Dynamics of anions in soils high level meadows

### Выводы

На основании проведённых исследований в дельте р. Волги на лугах высокого уровня установлена закономерность: в годы с наиболее высоким половодьем и уровнем воды увеличивалось содержание водорастворимых солей в почве, а в годы с более низким половодьем оно уменьшалось. Это связано с преобладанием в данном интервале высот выпотного гидрологического режима над промывным [Голуб, Бармин, 1995]. Некоторое уменьшение содержания солей на лугах высокого уровня в периоды высоких половодий можно связать с увеличением количества осадков. Так же на лугах высокого уровня отмечена



следующая тенденция: в годы с низким уровнем половодья (менее 80 км<sup>3</sup>) происходит снижение значения  $Cl/SO_4$  и уменьшение токсичности [Валов и др., 2014a].

В почвах лугов низкого и среднего уровней выявлена обратная зависимость между объёмами весенне-летних половодий и содержанием водорастворимых солей. Сопоставление ионного состава водных вытяжек из почвенных образцов за наблюдаемый период показало, что от начала наблюдений в 1979 г. на лугах данных уровней в дельте реки Волги происходило направленное уменьшение общего содержания водорастворимых солей. Данное явление связано с преобладанием в почвах лугов в интервале 1.2–2.4 м промывного режима над выпотным [Бармин, Иолин, 2010].

С середины 90-х годов, в связи с уменьшением объёмов весенне-летних половодий, стабилизацией и некоторым снижением уровня Каспия, сокращением количества осадков и ростом среднегодовой температуры воздуха общее количество солей несколько возросло и флуктуировало в нешироких пределах. Однако общая тенденция рассоления не нарушилась. В 2011 г. отношение  $Cl/SO_4$  и токсичность почвенного покрова резко сократились и были наименьшими за весь период анализа [Валов и др., 2015]. В буферных зонах дельты Волги на лугах низкого уровня к настоящему времени тип засоления сменился с сульфатно-хлоридного на менее токсичный – сульфатный, что является благоприятным изменением и в явном виде отражается на составе растительных сообществ [Старичкова и др., 2012].

### Список литературы References

1. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. 1968. Опыт классификации почв по засолению. Почвоведение, (11): 3–15.  
Bazilevich N.I., Pankova Ye.I. 1968. The experience of salinization of soil classification. Pochvovedeniye [Soil Science], (11): 3–15. (in Russian)
2. Бармин А.Н., Иолин М.М., Касимцев И.Г. 1997. Динамика почвенного и растительного покрова Волго-Ахтубинской поймы и дельты реки Волги. Информационный бюллетень РФФИ, 5 (4): 74–81.  
Barmin A.N., Iolin M.M., Kasimtsev I.G. 1997. Dynamics of soil and vegetation cover of the Volga-Akhtuba floodplain and the Volga Delta. Informatsionnyy byulleten' RFFI, 5 (4): 74–81. (in Russian)
3. Бармин А.Н., Иолин М.М. 2004. Эколого-географические проблемы природопользования ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги. Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии, (1): 77–82.  
Barmin A.N., Iolin M.M. 2004. Ecological and geographical problems of nature landscapes of the Volga-Akhtuba floodplain and delta. Volga. Yuzhno-rossiyskiy vestnik geologii, geografii i global'noy energii, (1): 77–82. (in Russian)
4. Бармин А.Н., Иолин М.М., Асанова Г.З. 2010. Климатические изменения как фактор влияния на биocenозы дельты р. Волги. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъёмка, (3): 31–34.  
Barmin A.N., Iolin M.M., Asanova G.Z. 2010. Climate change as a factor of influence on the delta of the river biocenoses Volga. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos'yomka [The reviewed scientific journal Izvestiya Vuzov. Geodesy and aerophotography], (3): 31–34. (in Russian)
5. Бармин А.Н., Иолин М.М., Шарова И.С., Голуб В.Б. 2011. Структура и динамика землепользования в Астраханской области. Геология, география, и глобальная энергия, (3): 143–149.  
Barmin A.N., Iolin M.M., Sharova I.S., Golub V.B. 2011. Structure and dynamics of land use in the Astrakhan region. Geologiya, geografiya, i global'naya energiya [Geology, geography, and global energy], (3): 143–149. (in Russian)
6. Бармин А.Н., Валов М.В., Иолин М.М. 2015а. Дельта реки Волги: галогеохимические миграции в почвах лугов высокого уровня. В кн.: Антропогенная трансформация геопространства: история и современность. Материалы II Международной научно-практической конференции (г. Волгоград, 13–15 мая 2015 г.). Волгоград, Изд-во ВолГУ: 187–196.  
Barmin A.N., Valov M.V., Iolin M.M. 2015a. The delta of the Volga River: galogeochemical migration in soils high level meadows. In: Antropogennaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost'. Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Volgograd, 13–15 maja 2015 g.) [Anthropogenic transformation of geospace: history and modernity. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference (Volgograd, 13–15 May 2015)]. Volgograd, Izd-vo VolGU: 187–196. (in Russian)
7. Бармин А.Н., Валов М.В., Иолин М.М. 2015б. Геохимические особенности миграции легкорастворимых солей в почвах лугов низкого уровня дельты реки Волги. Российский журнал прикладной экологии, (1): 21–25. (in Russian)  
Barmin A.N., Valov M.V., Iolin M.M. 2015b. Geochemical features of migration of soluble salts in soils low meadows of the delta of the Volga River. Rossiyskiy zhurnal prikladnoy ekologii, (1): 21–25. (in Russian)
8. Валов М.В., Бармин А.Н. 2014. Современные тенденции изменения гидрологических условий в дельте реки Волги. В кн.: Региональные проблемы водопользования в изменяющихся климатических условиях. Материалы научных докладов участников Международной научно-практической конференции (г. Уфа, 11–12 ноября 2014 г.). Уфа, Изд-во Аэтерна: 96–99.



Valov M.V., Barmin A.N. 2014. Modern trends in hydrological conditions in the delta of the Volga River. *In: Regional'nyye problemy vodopol'zovaniya v izmenyayushchikhsya klimaticheskikh usloviyakh. Materialy nauchnykh dokladov uchastnikov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (g. Ufa, 11–12 nojabrja 2014 g.) [Regional problems of water management in a changing climate. Materials of scientific reports of the participants of the International scientific and practical conference (Ufa, 11–12 November 2014)]. Ufa, Izd-vo Aeterna: 96–99. (in Russian)

9. Валов М.В., Бармин А.Н., Иолин М.М. 2014. Изменение солевого состава почв в дельте реки Волги на лугах высокого уровня. *В кн.: Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы. Материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием* (г. Самара, 14 ноября 2014 г.). Самара, Изд-во ПГСГА: 61–67.

Valov M.V., Barmin A.N., Iolin M.M. 2014a. The change of salinity in the delta of the Volga River in the meadows of high level. *In: Bioekologicheskoye kravevedeniye: mirovyye, rossiyskiye i regional'nyye problemy. Materialy 3-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* (g. Samara, 14 nojabrja 2014 g.) [Bioecological local history: World War, Russian and regional issues. Proceedings of the 3rd All-Russian scientific-practical conference with international participation (Samara, 14 November 2014)] Samara, Publishing House PGSGA: 61-67. (in Russian)

10. Валов М.В., Бармин А.Н., Иолин М.М. 2015б. Результаты многолетнего почвенного мониторинга, проводимого на стационарном профиле в дельте реки Волги. *В кн.: Science in the modern information society V. Proceedings of the Conference* (North Charleston, 26–27 January 2015). North Charleston, SC, USA:CreateSpace: 65–68.

Valov M.V., Barmin A.N., Iolin M.M. 2015b. The results of long-term soil monitoring carried out on a stationary profile in the delta of the Volga River. *In: Science in the modern information society V. Proceedings of the Conference* (North Charleston, 26–27 January 2015). North Charleston, SC, USA:CreateSpace: 65–68. (in Russian)

11. Голуб В.Б., Бармин А.Н. 1994. Оценка изменений растительности в средней части дельты реки Волги. *Ботанический журнал*, 79 (10): 84–90.

Golub V.B., Barmin A.N. 1994. Evaluation of changes of vegetation in the middle of the delta of the Volga River. *Botanicheskiy zhurnal*, 79 (10): 84–90. (in Russian)

12. Голуб В.Б., Бармин А.Н. 1995. Некоторые аспекты динамики почвенно-растительного покрова дельты р. Волги. *Экология*, (2): 156–159.

Golub V.B., Barmin A.N. 1995. Some aspects of the dynamics of land cover delta. Volga. *Ekologiya [Ecology]*, (2): 156–159. (in Russian)

13. Голуб В.Б., Пилипенко В.Н., Лосев Г.А., Лосев Г.А., Бармин А.Н. 2011. Характеристика абиотических факторов на территории ботанических памятников природы в Низовьях Волги. *Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева*, (11): 19–43.

Golub V.B., Pilipenko V.N., Losev G.A., Losev G.A., Barmin A.N. 2011. Characterization of abiotic factors on the territory of botanical nature monuments in the lower reaches of the Volga. *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva*, (11): 19–43. (in Russian)

14. Голуб В.Б., Старичкова К.А., Бармин А.Н., Иолин М.М., Сорокин А.Н., Николайчук Л.Ф. 2013. Оценка динамики растительности в дельте реки Волги. *Аридные экосистемы*, 19 (56): 58–68.

Golub V.B., Starichkova K.A., Barmin A.N., Iolin M.M., Sorokin A.N., Nikolaychuk L.F. 2013. Assessment of the dynamics of vegetation in the delta of the Volga River. *Aridnyye ekosistemy*, 19 (56): 58–68. (in Russian)

15. Георгиади А.Г., Коронкевич Н.И., Капутина Е.А., Барабанова Е.А., Зайцева И.С., Долгов С.В. 2012. О соотношении природно-климатических и антропогенных факторов в многолетних изменениях речного стока. *В кн.: Вода и водные ресурсы: системообразующие функции в природе и экономике. Новочеркасск, Изд-во ЮРГТУ (НПИ): 41–47.*

Georgiadi A.G., Koronkevich N.I., Kashutina Ye.A., Barabanova Ye.A., Zaytseva I.S., Dolgov S.V. 2012. On the relation between climatic and anthropogenic factors of long-term changes in streamflow. *In: Voda i vodnyye resursy: sistemoobrazuyushchiye funktsii v prirode i ekonomike* [Water and water resources: the system-functions in nature and the economy]. Novocherkassk, Publ SRSTU (NPI): 41–47. (in Russian)

16. Иолин М.М., Бармин А.Н. 2003. Современные тенденции динамики водорастворимых солей в почвах дельты р. Волги. *Южнороссийский вестник геологии, географии и глобальной энергии*, (1): 83–87.

Iolin M.M., Barmin A.N. 2003. Modern trends in water-soluble salts in the soil River delta. Volga. *Yuzhnorossiyskiy vestnik geologii, geografii i global'noy energii*, (1): 83–87. (in Russian)

17. Касимов Н.С., Геннадиев А.Н., Лычагин М.Ю., Кроонберг С.Б., Кучеряева В.В. 2000. Геохимические изменения прибрежных почв Центрального Дагестана при подъеме уровня Каспийского моря. *Почвоведение*, (1): 16–27.

Kasimov N.S., Gennadiyev A.N., Lychagin M.YU., Kroonberg S.B., Kucheryayeva V.V. 2000. Geochemical changes in coastal soils of Central Dagestan during the rise of the Caspian Sea. *Pochvovedeniye [Soil Science]*, (1): 16–27. (in Russian)

18. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Зайцева И.С., Ясинский С.В. 2007. Меняющееся антропогенное воздействие на водные ресурсы в бассейне Волги. *В кн.: Водные ресурсы Волги: настоящее и будущее, проблемы управления. Материалы Всероссийской научно-практической конференции* (г. Астрахань, 3–5 октября 2007 г.). Астрахань, Астраханский университет: 147–151.

Koronkevich N.I., Barabanova Ye.A., Zaytseva I.S., Yasinskiy S.V. 2007. Changing anthropogenic impact on water resources in the Volga basin. *In: Vodnyye resursy Volgi: nastoyashcheye i budushcheye, problemy upravleniya. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (g. Astrahan', 3–5 oktjabrja 2007 g.)



[Water Volga: present and future management challenges. Proceedings of the scientific-practical conference (Astrakhan, 3–5 October 2007)]. Astrakhan, Astrahanskij universitet: 147–151. (in Russian)

19. Михайлов В.Н., Исупова М.В., Повалишников Е.С. 2013. Изменение водного режима устьевой области Волги под влиянием колебаний уровня Каспийского моря. *Водные ресурсы*, 27 (4): 400–415.

Mikhaylov V.N., Isupova M.V., Povalishnikova Ye.S. 2013. Changes in the water regime of the Volga mouth area under the influence of fluctuations in the level of the Caspian Sea. *Vodnyye resursy [Water Resources Journal]*, 27 (4): 400–415. (in Russian)

20. Сажин А.Н., Мирошниченко Ю.М., Козина О.В., Петров С.А., Погосян Н.В. 2003. Современные изменения климата и зональные агроэкологические проблемы в сухой степи Нижнего Поволжья. *В кн.: Степи Северной Евразии. Материалы III Международного симпозиума (г. Оренбург, 23–28 мая 2003 г.)*. Оренбург, УРО РАН: 440–442.

Sazhin A.N., Miroshnichenko YU.M., Kozina O.V., Petrov S.A., Pogosyan N.V. 2003. Modern climate change and agro-ecological zone problems in the desert of the Lower Volga region. *In: Stepi Severnoy Yevrazii. Materialy III Mezhdunarodnogo simpoziuma (g. Orenburg, 23–28 maja 2003 g.) [Steppes of Northern Eurasia. Proceedings of the III International Symposium (Orenburg, 23–28 May 2003)]*. Orenburg, URO RAN: 440–442. (in Russian)

21. Старичкова К.А., Голуб В.Б., Бармин А.Н., Иолин М.М., Сорокин А.Н. 2012. Оценка изменений растительности в средней части восточной дельты р. Волги. *Динамика флоры. Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева*, (4): 18–24.

Starichkova K.A., Golub V.B., Barmin A.N., Iolin M.M., Sorokin A.N. 2012. Evaluation of changes of vegetation in the middle of the eastern delta, Volga. *The dynamics of the flora. Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatischeva*, (4): 18–24. (in Russian)

22. Цаценкин И.А. 1962. Растительность и естественные кормовые ресурсы Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги. *В кн.: Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги*. Москва, Изд-во МГУ: 118–192.

Tsatsenkin I.A. 1962. Vegetation and natural food resources of the Volga-Akhtuba floodplain and delta. *In: Priroda i sel'skoye khozyaystvo Volgo-Akhtubinskoy poymy i del'ty r. Volgi [Nature and agriculture Volga-Akhtuba floodplain and delta Volga]*. Moscow, Izd-vo MGU: 118–192. (in Russian)