

ГЕОЭКОЛОГИЯ





GEOECOLOGY


DOI: 10.22363/2313-2310-2022-30-4-524-536

УДК 631.42

Научная статья / Research article

Влияние природных факторов на первичное засоление краткочерных почв дельты реки Волги

М.В. Валов  , А.Н. Бармин , Д.Ю. Беляев ,
А.В. Синцов, Е.В. Липезина

*Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева,
Астрахань, Российская Федерация*
 m.v.valov@mail.ru

Аннотация. Деградация почв, одним из распространенных видов которой является почвенное засоление, представляет собой серьезный лимитирующий фактор продовольственной безопасности и устойчивого развития территорий. Особое внимание при этом необходимо обратить на первичное засоление почв аридных регионов, так как засушливый климат приводит к активному соленакоплению в верхних корнеобитаемых почвенных горизонтах и провоцирует вывод из сельскохозяйственного оборота значительных земельных площадей. Целью исследования является определение особенностей динамики водорастворимых солей в почвах урочищ верхнего уровня дельты реки Волги под влиянием природных факторов. В качестве объекта исследования выбран ботанический памятник природы «Свиной луг (Мешковский)», приуроченный к новокаспийской морской равнине в пределах распространения бэровских бугров ландшафта дельты р. Волги. Анализ ионов водной вытяжки и расчет токсичности почвенного раствора на участке проводились с 1979 по 2020 г. Выявлено, что направления динамики типов засоления определяются преобладанием на участке восходящих токов воды над нисходящими в условиях выпотного водного режима территории. Увеличение засоления в большей мере зависит от высоких объемов весенне-летних половодий и соответствующего подъема уровня грунтовых вод, рассоление участка в большей степени определяется количеством атмосферных осадков.

© Валов М.В., Бармин А.Н., Беляев Д.Ю., Синцов А.В., Липезина Е.В., 2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Ключевые слова: дельта реки Волги, почвенное засоление, изменение климата, гидрологический режим

Вклад авторов: *М.В. Валов, А.Н. Бармин* – концептуализация исследований, сбор и аналитическая обработка данных, критический анализ текста; *Д.Ю. Беляев, А.В. Синцов* – сбор полевых материалов; *Е.В. Липезина* – критический анализ текста. Все авторы участвовали в подведении итогов и подготовке заключения.

История статьи: поступила в редакцию 15.05.2022; доработана после рецензирования 20.06.2022; принята к публикации 14.07.2022.

Для цитирования: *Валов М.В., Бармин А.Н., Беляев Д.Ю., Синцов А.В., Липезина Е.В.* Влияние природных факторов на первичное засоление краткочасовых почв дельты реки Волги // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2022. Т. 30. № 4. С. 524–536. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-4-524-536>

Natural factors influence on first rarely flooded soil salination of the river Volga delta

Mikhail V. Valov  , **Alexandr N. Barmin** , **Daniil Yu. Belyaev** ,
Alexandr V. Sintsov, Ekaterina V. Lipezina

Astrakhan State University name of V.N. Tatishchev, Astrakhan, Russian Federation

 m.v.valov@mail.ru

Abstract. Soil degradation is one of the common types of which is soil salination, is a serious limited factor of food security and sustainable territory development. It is necessary to pay a special attention on the first soil salination of arid regions, as arid climate leads to the active salt accumulation in the upper rooting soil horizons and gives rise to withdrawal of large land areas from economic turnover. The purpose of the this work is defining of the watersoluble salts specific features in soils of the river Volga delta upper level natural boundaries under the influence of natural factors. Botanic natural sanctuary “Svinoroiny meadow (Meshkovsky)” was chosen as a research object, associated with the new Caspian coastal plain within distribution of the river Volga delta Baer knoll landscape. Water extract ions analysis and soil solution toxicity calculation on the area were carried out from 1979 till 2020. It was revealed that dynamics direction of salination types are defined by the ascent of water predominance on over descending on the area in the conditions of the territory exudative water regime. Salination increase to a great extent depends on the great volumes of spring-summer floods and appropriate ground water level rise, area desalination is defined by atmospheric precipitations quantity.

Keywords: the river Volga delta, soil salination, climate change, hydrological regime.

Authors’ contributions: *M.V. Valov, A.N. Barmin* – conceptualization of research, collection and analytical processing of data, critical analysis of the text; *D.Yu. Belyaev, A.V. Sintsov* – collection of field materials; *E.V. Lipezina* – Critical analysis of the text. All authors participated in the summing up and preparation of the conclusion.

Article history: received 15.05.2022; revised 20.06.2022; accepted 14.07.2022.

For citation: Valov MV, Barmin AN, Belyaev DYU, Sintsov AV, Lipezina EV. Natural factors influence on first rarely flooded soil salination of the river Volga delta. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2022;30(4):524–536. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-4-524-536>

Введение

Почвенное засоление, в особенности в аридных регионах, является важнейшим фактором, ограничивающим плодородие почв, ухудшающим рост и развитие растений, снижающим общее качество земель и приводящим к сокращению площадей почв, пригодных для ведения сельскохозяйственной деятельности. Деградация почв, помимо засоления и солонцеватости включающая процессы эрозии, дефляции и др., наносит серьезный удар по продовольственной безопасности территорий [1]. В почвенном покрове южных регионов России деградиционные почвенные процессы, включая засоление и осолонцевание, охватывают от 20 до 66,9 % от общих земельных площадей регионов. На территории Астраханской области, в частности, засоленные и засоленно-солонцовые почвы (включая площади почвенных комплексов с засоленными почвами) составляют 44,2 %, или 21,66 тыс. км² от общей площади [2].

Засоление почвенного покрова дельты р. Волги в большинстве своем носит природный характер, что обусловлено формированием их на засоленных морских породах, близостью залегания грунтовых вод, аридным климатом с преобладанием испарения над количеством осадков, выпотным режимом и, соответственно, интенсивным подтягиванием легкорастворимых солей к поверхности [3].

В связи с ведением на территории дельтового ландшафта активной сельскохозяйственной деятельности получение своевременной и достоверной информации о процессах почвенной деградации является необходимым аспектом информационного обеспечения землепользователей и органов государственной власти для последующего принятия ими своевременных решений по рационализации использования земельных ресурсов.

Целью исследования является определение особенностей динамики водорастворимых солей в почвах урочищ верхнего уровня дельты реки Волги под влиянием природных факторов.

Материалы и методы

Аналитические исследования динамики ионов водорастворимых солей в почвенном покрове дельты реки Волги проводились на стационарных участках, которые были заложены под руководством В.Б. Голуба в восточной части дельты Волги, где антропогенные изменения гидрологического режима и растительного покрова выражены в меньшей степени, чем в ее западной части (рис. 1) [6].

Участки расположены в центральной части островов, каждый из них охватывает относительно однородную по флористическому составу площадь

не менее 300–400 м². В геоморфологическом отношении участки №№ 1, 2 и 3 расположены в пределах новокаспийской цокольной дельтовой равнины, №№ 5 и 6 – молодой поймы, №№ 7, 9, 10, 13 и 14 – новокаспийской морской равнины в пределах распространения бэровских бугров. С помощью GPS-навигатора были зафиксированы точные географические координаты стационарных участков мониторинговых наблюдений.

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

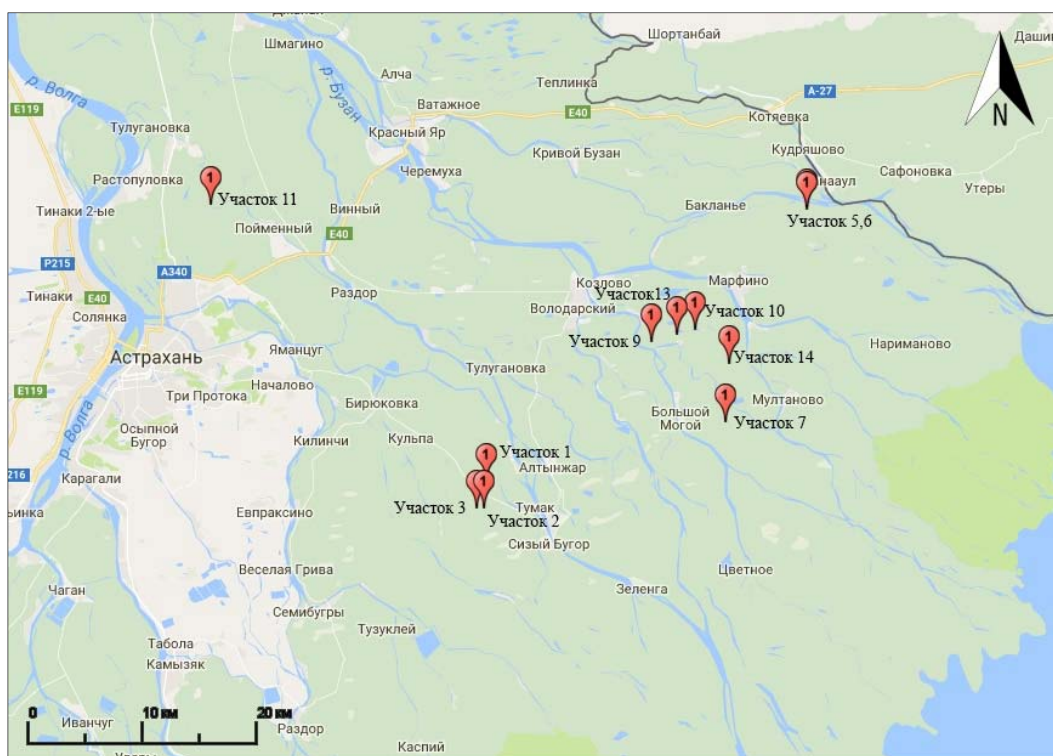


Рис. 1. Схематическое расположение стационарных участков в дельте р. Волги /
Figure 1. Schematic layout of the river Volga delta stationary areas

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 Волжской ГЭС 4000 м³/с.

Для характеристики почв стационарных участков было проведено изучение почвенных разрезов с подробным их описанием и лабораторным

физико-химическим анализом почвенных образцов. В образцах определялись содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия, азота, ионов водорастворимых солей, механический состав. С 1980 г. проводился только ионный анализ водной вытяжки. Почвенные образцы отбирались в четырехкратной повторности по слоям 0–25 см, 25–50 см, 50–75 см, 75–100 см.

Определение ионного состава водной вытяжки осуществлялось испытательным центром Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный центр агрохимической службы “Астраханский”». Характеристика засоления почвы, кроме данных о составе водной вытяжки, в нашем случае дополняется расчетом «суммарного эффекта токсичных ионов» в эквивалентах хлора (T), вычисленного по алгоритму Н.И. Базилевич и Е.И. Панковой [7]. 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.

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

Результаты и обсуждение

Объект настоящего исследования – стационарный участок № 10 – находится в 2 км северо-восточнее с. Мешково на южном склоне урочища бэровского бугра (ботанический памятник природы «Свиной луг (Мешковский)»), географические координаты участка 46°22'43.7" с.ш. и 48°40'13.5" в.д. Почва аллювиально-делювиальная дерново-опустынивающаяся легкосуглинистая (почвенный разрез представлен на рис. 2). Высота над меженью составляет 2,5 м, грунтовые воды залегают на глубине порядка 3 м. Растительный покров относится к *subass.* (*Lepidio-Cynodontetum juncetosum*, Golub et Mirkin, 1986) [6]. За период наблюдений указанный ботанический памятник природы затопливался в период половодий три раза: в 1979, 1991 и 1995 гг. на 27, 31 и 2 дня соответственно.

Территория стационарного участка характеризуется малым антропогенным воздействием, выраженным преимущественно в выпасе скота.

Проведенный анализ метеорологических и гидрологических факторов указывает на существование в дельте р. Волги устойчивого тренда на увеличение среднегодовой температуры воздуха и суммы активных температур за вегетационный период, который усиливается в последние десятилетия. Количество атмосферных осадков отличается высокой многолетней и внутригодовой вариативностью, в связи с чем в паре «температура – осадки» именно количество осадков является ведущим фактором атмосферного увлажнения

ландшафта дельты. Наивысшая степень засушливости отмечается в летние месяцы, величина испаряемости при этом может до десяти раз превышать количество выпавших осадков. Некоторые метеорологические и гидрологические показатели в годы исследований представлены в табл. 1.

Крупные антропогенные преобразования речного стока на р. Волге выразились в изменении водного режима, процессов поемности и аллювиальности, а также качества водных ресурсов.



Рис. 2. Почвенный разрез участка (фото авторов, август 2020 г.) /
Figure 2. The area soil crossover (authors' photo, August 2020)

За рассматриваемый период почвенного мониторинга наблюдается тренд на снижение уровней попусков воды во втором квартале года при отсутствии направленных изменений среднегодового стока и максимальных уровней подъема воды в период половодья. В совокупности с перечисленными метеорологическими характеристиками данные процессы послужили пусковым механизмом изменения направлений динамики дельтового

ландшафта, что ярко отражается на увлажнении территории, уровне грунтовых вод, почвенном засолении, видовом составе растительного покрова и др. [3; 6; 8; 9].

Таблица 1. Метеорологические и гидрологические показатели в 1979–2020 гг. исследований

Год	Объём водного стока в створе Волжской ГЭС, км ³	Объём водного стока в створе Волжской ГЭС за второй квартал, км ³	Среднегодовая температура воздуха, °С	Средняя сумма температур за период с температурой > 10°C	Среднегодовая сумма осадков	Сумма осадков за период с температурой > 10°C
1979	320	146	10,8	3864	204	129
1980	247	83	9,5	3738	199	146
1982	225	78	9,4	3717	274	224
1983	237	90	11,2	3943	245	151
1984	226	71	9,9	3948	117	95
1985	290	117	9,3	3759	233	138
1987	277	108	8,5	3549	251	126
1991	307	159	10,5	3945	247	163
1992	251	118	9,6	3551	358	256
1996	177	62	9,9	4263	259	176
2013	271	125	11,7	4032	230	157
2016	265	127	11,3	4074	392	280
2020	242	160	12,2	4161	161	69

Table 1. Meteorological and hydrological indicators during the 1979–2020 years of research

Year	The volume of water flow in the alignment of the Volzhskaya hydroelectric power station, km ³	The volume of water flow in the alignment of the Volzhskaya hydroelectric power station for the second quarter, km ³	Average annual air temperature, °C	Active temperature amounts for the period with temperature higher 10°C	Average annual precipitation	The amount of precipitation for a period with temperature higher 10°C
1979	320	146	10.8	3864	204	129
1980	247	83	9.5	3738	199	146
1982	225	78	9.4	3717	274	224
1983	237	90	11.2	3943	245	151
1984	226	71	9.9	3948	117	95
1985	290	117	9.3	3759	233	138
1987	277	108	8.5	3549	251	126
1991	307	159	10.5	3945	247	163
1992	251	118	9.6	3551	358	256
1996	177	62	9.9	4263	259	176
2013	271	125	11.7	4032	230	157
2016	265	127	11.3	4074	392	280
2020	242	160	12.2	4161	161	69

За период почвенного мониторинга на участке можно выделить три периода направленных изменений содержания легкорастворимых солей (рис. 3).

С 1979 по 1985 г. отмечен период возрастания количества водорастворимых солей и токсичности почвенного раствора: суммарное содержание солей возросло в 2,5 раза, а токсичность увеличилась в 4,5 раза по сравнению с первоначальными значениями.

После 1985 г. и до начала 2000-х гг. происходило направленное снижение содержания легкорастворимых солей. От 1985 к 2004 г. общее

содержание солей снизилось в 4,5 раза. Увеличение засоленности в 1991 и 1992 гг. возможно связать с высокими объемами как среднегодового стока, так и весенне-летних половодий в 1990 и 1991 гг., что сказалось на подъеме уровня грунтовых вод.

Токсичность почвенного раствора изменялась несколько иначе. Снижение степени токсичности происходило от 1985 до 1996 г. (в 7,8 раза). В 1998 г. токсичность почвенного раствора резко возросла (по сравнению с минимальными значениями 1996 г. в 12,6 раза), после чего постепенно снижалась, вплоть до 2020 г.

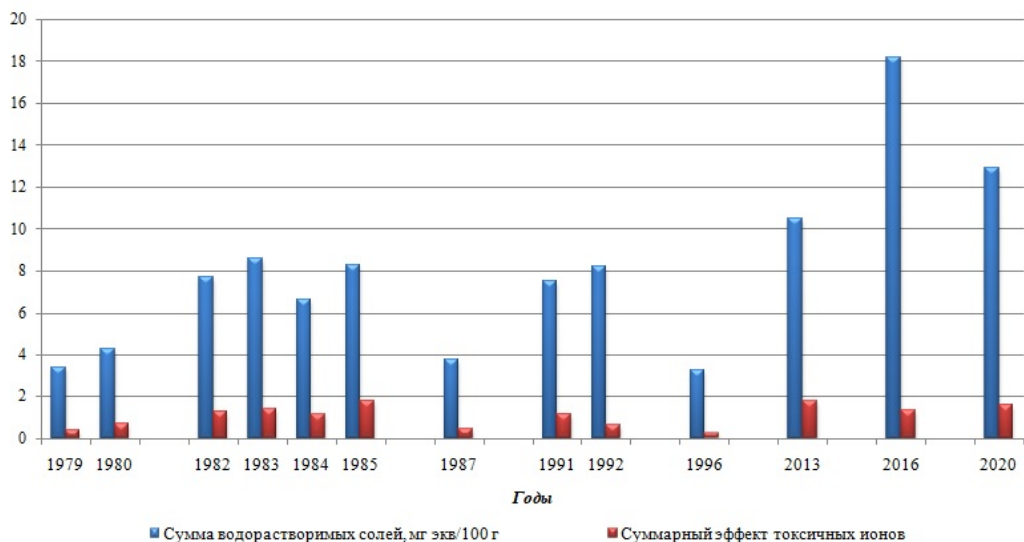


Рис. 3. Динамика суммы легкорастворимых солей и токсичности почвенного раствора на стационарном участке № 10 в 1979–2020 гг.

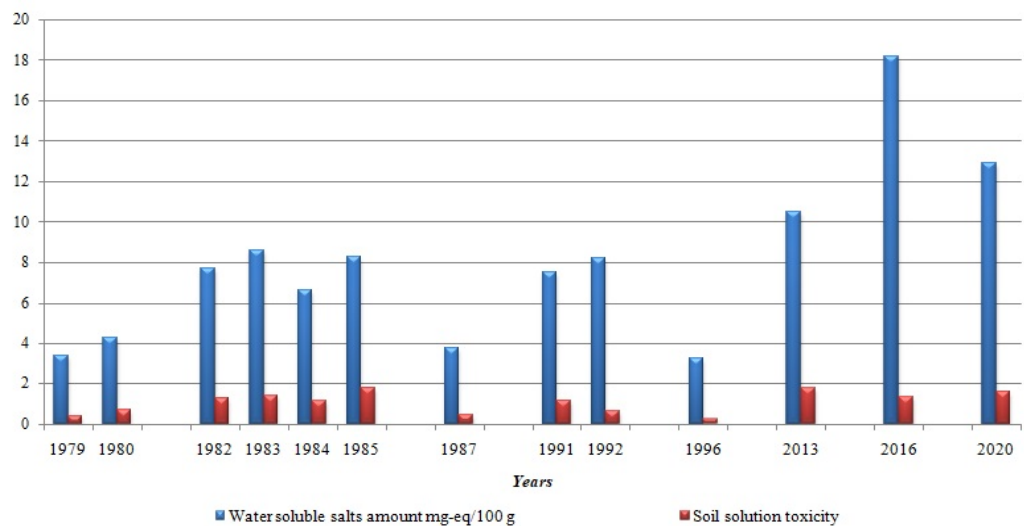


Figure 3. Highly soluble salts amount dynamics and soil solution toxicity on the stationary area №10, 1979–2020

С 2006 по 2020 г. отмечается резкое устойчивое возрастание содержания водорастворимых солей в почвенном покрове участка. В 2016 г. по сравнению со значениями 1979 г. (начало мониторинга) количество легкорастворимых солей увеличилось в 5,4 раза и было наибольшим за все годы наблюдений, что, помимо высокого объема половодья, связано с крайне малым количеством атмосферных осадков в предшествующем отбору почвенных проб месяце – августе (6 мм).

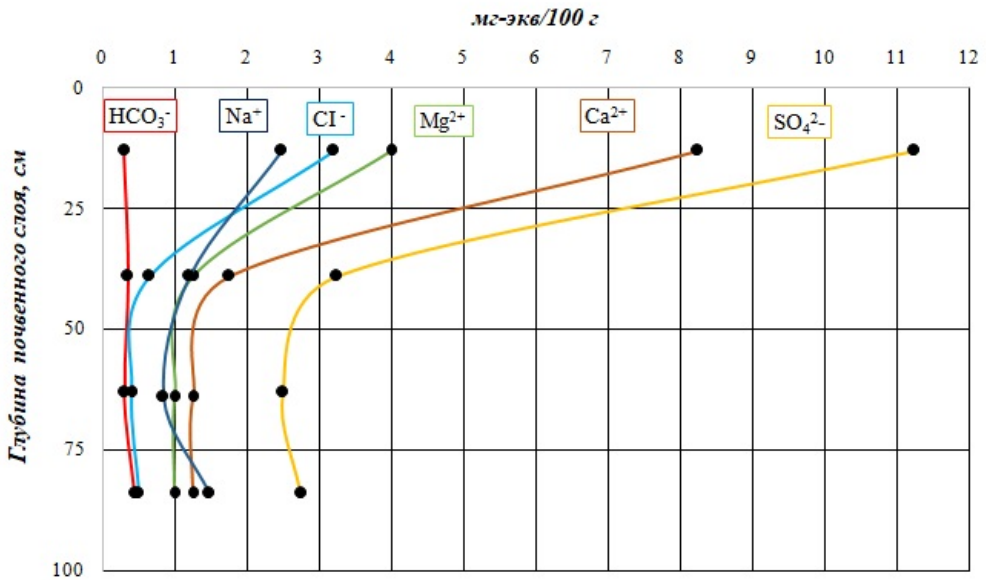


Рис. 4. Распределение ионов водорастворимых солей в почвенном слое стационарного участка № 10 в 2020 г.

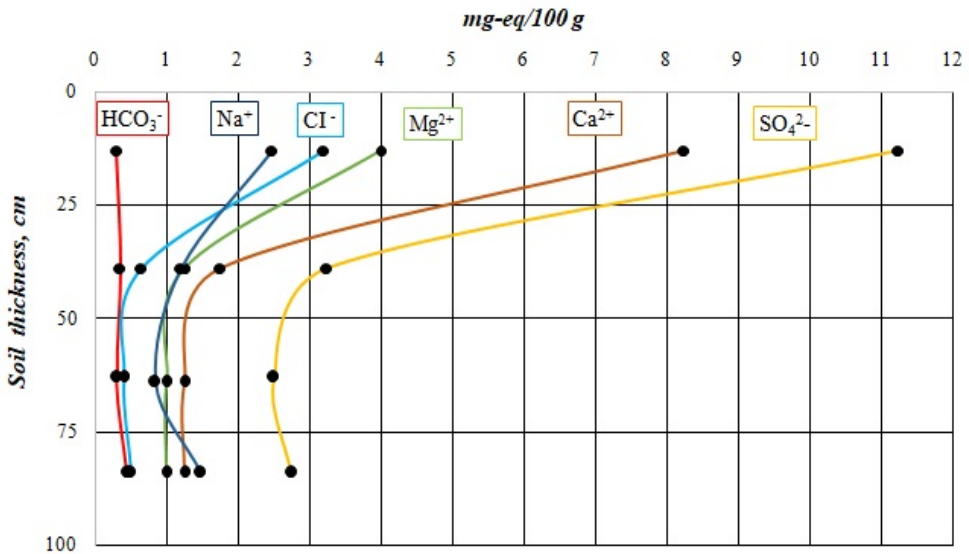


Figure 4. Distribution of ions of water-soluble salts in the soil layer of the stationary area № 10 in 2020

Помимо определения общего количества водорастворимых солей важно учитывать глубину и мощность солевых горизонтов, а также катионно-анионный состав солей и динамику отдельных ионов (рис. 4).

Однонаправленная динамика наблюдается у Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ и аниона Cl^- . С 1987 по 2016 г. отмечены противофазы в динамике SO_4^{2-} и Cl^- : снижение хлоридов и рост сульфатов до 1996 г. и последующее снижение сульфатов и рост хлоридов в 2013 и 2016 гг. В 2020 г. содержание ионов SO_4^{2-} в четыре раза превысило содержание Cl^- .

Практически во все годы на участке преобладает хлоридно-сульфатный тип засоления, исключение отмечено в маловодном 1996 г. (смена на менее токсичный сульфатный тип) и многоводном 2016 г. (смена на наиболее токсичный хлоридный тип засоления). Данные направления динамики токсичности типов засоления объясняются преобладанием на участке восходящих токов воды над нисходящими в условиях выпотного водного режима территории [3; 8; 9]. Тип засоления грунтовых вод на участке – сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатный [6].

При рассмотрении характера распределения катионов и анионов водорастворимых солей в метровом почвенном слое наиболее высокое их содержание отмечено в верхнем горизонте 0–25 см (за исключением гидрокарбонат-иона), при заглублении ниже данного горизонта концентрация резко снижается и изменяется незначительно. Абсолютно преобладающими являются ионы SO_4^{2-} и Ca^{2+} .

Заключение

Как показывают многолетние исследования, при очевидной связи высоты территорий дельты р. Волги над меженью и длительности их затопления в период половодья, зачастую краткопоемные участки имеют меньшую степень засоления и токсичности почвенного раствора, чем долгопоемные; также нет выраженной связи между высотным положением участков и минерализацией грунтовых вод [3; 6].

Ведущими природными факторами, как прямо, так и опосредованно определяющими динамику почвенного засоления краткопоемных территорий дельты р. Волги и особенности миграции водорастворимых солей, являются объемы и длительность весенне-летних половодий, максимальные уровни подъема воды и количество атмосферных осадков. На редко затапливаемых и незатапливаемых участках (с высотой над меженью от 2,4 м и более), при стабильно высокой степени испаряемости, рост засоления верхнего почвенного слоя в большей степени зависит от высоких объемов весенне-летних половодий и соответствующего подъема уровня грунтовых вод; рассоление участка в большей степени определяется высоким количеством атмосферных осадков, что способствует вымыванию легкорастворимых солей в глубь почвенного профиля.

Одной из отличительных особенностей незатапливаемых и редко затапливаемых в период половодья территорий дельты р. Волги является их интенсивное использование в качестве пастбищ в весенне-летний период, когда более низкие участки находятся под водой, что зачастую приводит к уплотнению верхнего почвенного слоя и деградации растительного покрова. При отсутствии растительности наблюдается увеличение температуры поверхности почвенного покрова и усиление капиллярного подтягивания грунтовых вод к поверхности, что усиливает мобилизацию и аккумуляцию водорастворимых солей в корнеобитаемом слое почв.

Список литературы

- [1] Панкова Е.И., Горохова И.Н. Анализ сведений о площади засоленных почв России на конец XX и начало XXI веков // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 103. С. 5–33. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-103-5-33>
- [2] Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2014. 768 с.
- [3] Валов М.В., Бармин А.Н., Иолин М.М. Дельта реки Волги: влияние ведущих факторов ландшафтной трансформации на почвенно-растительный покров. Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2018. 140 с.
- [4] Засоленные почвы России. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. 854 с.
- [5] Руководство по управлению засоленными почвами. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. Рим, 2017. 153 с.
- [6] Голуб В.Б., Пилипенко В.Н., Лосев Г.А., Бармин А.Н. Характеристика абиотических факторов на территории ботанических памятников природы в низовьях Волги // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Серия «Экология». 2011. Вып. 11. С. 19–43.
- [7] Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по засолению // Почвоведение. 1968. № 11. С. 3–15.
- [8] Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления. М.: ГЕОС, 2013. 703 с.
- [9] Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е., Шинкаренко С.С. Влияние зарегулирования речного стока и изменений климата на динамику наземных экосистем Нижней Волги // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. № 4. С. 3–18.

References

- [1] Pankova YeI, Gorokhova IN. Analysis of data on the area of saline soils in Russia at the end of the 20th and beginning of the 21st centuries. *Bulletin of the VV. Dokuchaev Soil Institute*. 2020;103:5–33. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-103-5-33> (In Russ.)
- [2] *Unified State Register of Soil Resources of Russia*. Moscow: Soil Institute. V.V. Dokuchaev Publ.; 2014. (In Russ.)
- [3] Valov MV, Barmin AN, Iolin MM. *Delta of the Volga River: the influence of the leading factors of landscape transformation on the soil and vegetation cover*. Astrakhan' Publisher: Sorokin Roman Vasilievich; 2018. (In Russ.)

- [4] *Saline soils of Russia*. Moscow: «Akademkniga» Publ.; 2006. (In Russ.)
- [5] *Guidelines for the management of saline soils. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rim Publ.; 2017. (In Russ.)
- [6] Golub VB, Pilipenko VN, Losev GA, Barmin AN. Characteristics of abiotic factors on the territory of botanical natural monuments in the lower reaches of the Volga. *Bulletin of Volga Region University named after V.N. Tatishchev. Ecology Series*. 2011;(11):19–43. (In Russ.)
- [7] Bazilevich NI, Pankova YeI. Experience in classifying soils by salinity. *Soil Science*. 1968;(11):3–15. (In Russ.)
- [8] *Mouths of the rivers of the Caspian region: the history of formation, modern hydrological and morphological processes and dangerous hydrological phenomena*. Moskva: GEOS Publ.; 2013. (In Russ.)
- [9] Kuz'mina ZhV, Treshkin SYe, Shinkarenko SS. Influence of river flow regulation and climate change on the dynamics of terrestrial ecosystems in the Lower Volga. *Arid ecosystems*. 2018;24(4):3–18. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Валов Михаил Викторович, кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности, Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева, Российская Федерация, 414000, Астрахань, пл. Шаумяна, д. 1, ауд. 203. ORCID: 0000-0002-1126-6467, eLIBRARY SPIN-код: 1040-4205. E-mail: m.v.valov@mail.ru

Бармин Александр Николаевич, доктор географических наук, профессор, декан геолого-географического факультета, Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева, Российская Федерация, 414000, Астрахань, пл. Шаумяна, д. 1, ауд. 203, ORCID: 0000-0002-6705-1553, eLIBRARY SPIN-код: 4110-3342. E-mail: abarmin60@mail.ru,

Беляев Даниил Юрьевич, студент третьего курса по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» кафедры экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности, Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева, Российская Федерация, 414000, Астрахань, пл. Шаумяна, д. 1, ауд. 203. ORCID: 0000-0001-8281-0450, eLIBRARY SPIN-код: 8473-7332. E-mail: belaevdaniil2013@mail.ru

Синцов Александр Владимирович, кандидат географических наук, доцент кафедры экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности, Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева, Российская Федерация, 414000, Астрахань, пл. Шаумяна, д. 1, ауд. 203. eLIBRARY SPIN-код: 9322-8817. e-mail: m.v.valov@mail.ru

Лупезина Екатерина Васильевна, магистрант первого года обучения по направлению 05.04.06 «Экология и природопользование» кафедры экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности, Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева, Российская Федерация, 414000, Астрахань, пл. Шаумяна, д. 1, ауд. 203. E-mail: m.v.valov@mail.ru

Bio notes:

Mikhail V. Valov, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Ecology, Nature Management, Land Management and Life Safety, V.N. Tatishchev Astrakhan State University, aud. 203, 1 Shahumyan Sq., Astrakhan, 414000,

Russian Federation. ORCID: 0000-0002-1126-6467, eLIBRARY SPIN: 1040-4205. E-mail: m.v.valov@mail.ru

Alexandr N. Barmin, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Dean of Geology and Geography Faculty, V.N. Tatishchev Astrakhan State University, aud. 203, 1 Shahumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-6705-1553, eLIBRARY SPIN-код: 4110-3342. E-mail: abarmin60@mail.ru

Daniil Yu. Belyaev, third-year student of the direction of training 05.03.06 “Ecology and nature management” of the Department of Ecology, Nature Management, Land Management and Life Safety, V.N. Tatishchev Astrakhan State University, aud. 203, 1 Shahumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-8281-0450, eLIBRARY SPIN-код: 8473-7332. E-mail: belaevdaniil2013@mail.ru

Alexandr V. Sintsov, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology, Nature Management, Land Management and Life Safety, V.N. Tatishchev Astrakhan State University, aud. 203, 1 Shahumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation. eLIBRARY SPIN code: 9322-8817. E-mail: m.v.valov@mail.ru

Ekaterina V. Lipezina, master’s student of the first year of study in the field of 05.04.06 “Ecology and nature management” of the Department of Ecology, Nature Management, Land Management and Life Safety, V.N. Tatishchev Astrakhan State University, aud. 203, 1 Shahumyan Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation. E-mail: m.v.valov@mail.ru