

DOI 10.31029/vestdnc87/3

УДК 502.5:550.461(470.61+282.247.366)

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННОГО МАЛОВОДЬЯ НА ПРИБРЕЖНЫЕ ЛАНДШАФТЫ ДЕЛЬТЫ ДОНА И ПРОЛЕТАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

К. С. Григоренко, ORCID: 0000-0002-7262-3675

В. В. Сорокина, ORCID: 0000-0002-3742-892X

И. В. Шевердяев, ORCID: 0000-0001-9212-8471

А. А. Солтан, ORCID: 0000-0003-3749-7367

К. С. Сушко, ORCID: 0000-0002-1479-8274

Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН

INFLUENCE OF MODERN LOW WATER PERIOD ON THE COASTAL LANDSCAPES OF THE DON DELTA AND THE PROLETARSK RESERVOIR OF THE WESTERN MANYCH

K. S. Grigorenko, 0000-0002-7262-3675

V. V. Sorokina, 0000-0002-3742-892X

I. V. Sheverdyayev, 0000-0001-9212-8471

A. A. Soltan, 0000-0003-3749-7367

K. S. Sushko, 0000-0002-1479-8274

Federal Research Center Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences

В работе поставлена задача исследования процессов, происходящих в береговых зонах дельты Дона и Пролетарского водохранилища (оз. Маныч-Гудило). Объекты выбраны неслучайно, для дельты Дона и Западного Маныча характерны большие площади, подверженные периодическим затоплениям и осушкам. В обоих случаях фиксируется осолонение, общей причиной которого является снижение водности Дона. В статье кратко описаны происходящие изменения на примерах сокращения площадей водной поверхности и геохимических показателей береговых ландшафтов в период с 1985 по 2022 г. Показано, что луговые и лугово-аллювиальные почвы крупных водотоков прибрежной части дельты Дона преобразовались в маломощные аллювиальные слоистые почвы. Интенсификация сельскохозяйственной деятельности в районах исследования в первую очередь отразилась на показателях, характеризующих плодородие, – содержании гумуса, мощности гумусового горизонта, плотности почв и сухом остатке. Выявлено, что все почвы, подверженные антропогенной нагрузке, имеют низкую степень содержания гумуса (не более 2,42%) по сравнению с почвами без выпаса. На эталонных заповедных участках побережья Пролетарского водохранилища (островов Водный и Горелый) этот показатель соответствует средней степени гумусированности – 3,55%. На долю площадей почвенных ареалов с содержанием гумуса менее 2% приходится 31% исследованной территории, включая почвы с катастрофическими потерями гумуса (менее 1%).

The paper sets the task of studying the processes occurring in the coastal zones of the Don delta and the Proletarsk reservoir (Lake Manych-Gudilo). The objects were not chosen by chance, the Don Delta and Western Manych are characterized by large areas susceptible to periodic flooding and drying. In both cases, salinization is recorded, the overall cause of which is a decrease in the water content of the Don. The paper briefly describes the ongoing changes on the examples of the reduction in water surface areas and geochemical indicators of coastal landscapes in the period from 1985 to 2022. It is shown that meadow and meadow-alluvial soils of large watercourses were transformed into thin alluvial layered soils. The intensification of agricultural activity in the study area primarily affected the indicators characterizing fertility - humus content, thickness of the humus horizon, soil density and dry residue. It was revealed that all soils subject to anthropogenic load have a low degree of humus content (no more than 2,42%) compared to soils without grazing. In the reference protected areas (Vodny and Gorely islands), this indicator corresponds to the average degree of humus content – 3,55%. The area of soil areas with less than 2% humus accounts for 31% of the study area, including soils with catastrophic losses of humus (less than 1%).

Ключевые слова: водно-болотные угодья, водно-наземные границы, степная зона, природные воды, почвы, цикл углерода, Нижний Дон.

Keywords: wetlands, water-land boundaries, steppe zone, natural waters, soils, carbon cycle, Lower Don.

Введение

Антропогенное преобразование бассейна Дона пришлось на влажный климатический период первой половины – середины XX в. В это же время оказалась зарегулирована Кубань. За период наблюдений с 1940-х по 2022 г. наблюдалось несколько хорошо выраженных циклов водности Дона – солёности Азовского моря с интервалом 20–40 лет. В 50-х гг. XX в. средняя солёность Азовского моря составляла примерно 11–11,5‰. С 60–70-х гг. стали накапливаться признаки климатической засухи, сток Дона понизился до 10–15 км³/год, а солёность моря выросла до 13,3‰. С 1980-х гг. пресный сток стал неуклонно снижаться, с годовыми пиками в 1994 г. (35,6 км³/год), в 2004–2006 гг. (24,4; 27,3; 25,5 км³/год, соответственно) и в 2018 г. (23,5 км³/год) [1].

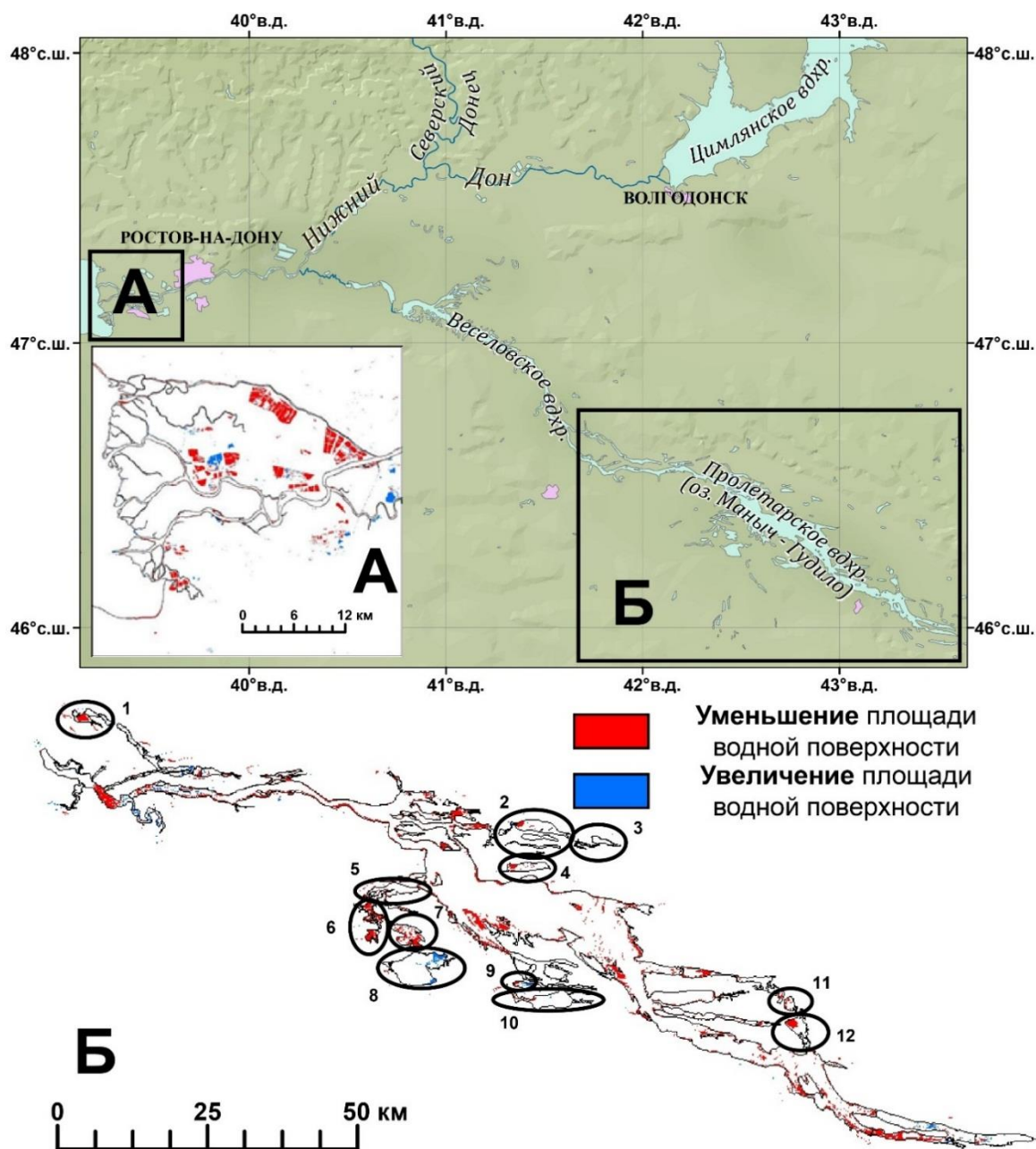


Рис. 1. Изменение площади водного зеркала в дельте Дона (А) и в Пролетарском водохранилище (Б) за период 1985–2022 гг. Цифрами на рисунке обозначены: 1 – оз. Соленое, 2 – оз. Лопуховатое, 3 – оз. Лебяжье, 4 – оз. Грузское, 5 – оз. Арал-Эмке, 6 – оз. Хагин-Сала, 7 – оз. Мал. Яшалтинское, 8 – оз. Бол. Яшалтинское, 9 – оз. Джама, 10 – оз. Царык, 11 – оз. Кушеватое, 12 – оз. Крутянское

В работе [2] представлена динамика состояния Азовского моря, подтверждающая долговременную тенденцию к осолонению. Средние значения превышают 14‰, в акватории Прикерченского района регулярно встречаются значения, соответствующие солености Черного моря (до 17‰).

Система пресных водохранилищ Западного Маныча является искусственной, поэтому климатическая засуха сказалась на ней катастрофически. Веселовское водохранилище питается водами Кубани, поступающими по Невиномысскому каналу и р. Егорлык, а также водами Дона через Донской Магистральный канал. Кубанские воды распресняют западный отсек Пролетарского водохранилища через Средний Егорлык. Водопропускные сооружения Новоманычской дамбы пропускают минимальные объемы пресной воды в восточный отсек Пролетарского водохранилища, распресняя всего 10–15 км русла. Пролетарская ветвь Донского магистрального канала в текущий, засушливый климатический период преимущественно пустует. В результате практически полного прекращения подачи воды в восточный отсек водохранилища антропогенная пресноводная экосистема на протяжении 120 км Кумо-Манычской долины уничтожена. Минерализация достигла 80 г/л, видовое разнообразие флоры и фауны резко упало. Понизился уровень воды, обнажились отмели шириной до нескольких сот метров, которые затопливаются только при ветровых нагонах. В 2008 г. открылся полевой стационар Южного научного центра РАН «Маныч». Экспедиционные исследования позволили подробно описать изменения гидролого-гидрохимического режима, гидробиологических сообществ озера Маныч-Гудило, а также прилегающих водоемов, описано состояние почв, растительного и животного мира [3].

Цель данной работы – изучить влияние современных изменений климата на свойства наземно-водных границ дельты Дона и Пролетарского водохранилища (оз. Маныч-Гудило) (рис. 1). Изменения береговых линий и физико-химические процессы почв выбранных районов являются отличными индикаторами реакции природной среды на колебания гидрометеорологических условий. Для дельты Дона и Западного Маныча характерны большие площади, подверженные периодическим затоплениям и осушкам. В обоих случаях фиксируется осолонение, общей причиной которого является снижение водности Дона.

Материалы и методы

Для получения маски воды использовался индекс Normalized Difference Water Index (NDWI) [4], который основан на спектральных свойствах водной поверхности - высокого отражения в зелёном и низкого в ближнем инфракрасном диапазонах:

$$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR)$$

Рассмотренные спутниковые изображения соответствуют меженному периоду Дона с шагом около 10 лет в условиях схожей водности по данным гидропоста в ст. Раздорской. Отобраны 5 снимков: 08-08-1985 (Landsat 5, расход Дона 559 м³/с), 13-08-1996 (Landsat 5, расход Дона 558 м³/с), 30-08-2008 (Landsat 5, расход Дона 564 м³/с), 13-09-2013 (Landsat 8, расход Дона 517 м³/с), 02-08-2021 (Landsat 8, расход Дона 310 м³/с). Изменения площади осушки – затопления оценивались в пределах ячеек со стороной 400 м. Для отсеивания изменений в дельте Дона, связанных с динамикой использования рыбоводных прудов, а также отсеивания морской акватории ячейки распределены на морские, пересекающиеся с естественными руслами дельты Дона и на ячейки естественной суши (рис. 1). Расчеты водного индекса (NDWI) для озера Маныч-Гудило проводились аналогично. Озеро имеет сложную вытянутую форму с северо-востока на юго-запад и поэтому не покрывается в полной мере одной съемочной сценой Landsat, в связи с этим для каждого года мы использовали спутники за схожие даты для соседних сцен: 08-08-1985 (Landsat 5), 13-08-1996 (Landsat 5), 30-08-2008 (Landsat 5), 05-09-2015 и 29-08-2015 (Landsat 8), 09-09-2022 и 08-09-2022 (Landsat 8).

Мониторинговые исследования почв прибрежной и островной территории дельты Дона выполняются сотрудниками ЮНЦ РАН с 2014 г., описаны ключевые характеристики почвенных комплексов аллювиальных и лугово-аллювиальных почв. Сезонные экспедиционные исследования в прибрежной зоне озера Маныч-Гудило осуществляются с 2009 г. Для сравнения и оценки динамики почвенных показателей выбраны 10 ключевых участков в прибрежной зоне озера Маныч-Гудило (рис. 2). Проведено сравнение с результатов почвенной съемки ЮжНИИГПИРОЗЕМА 1987 г. и данные полевых наблюдений в составе комплексных экспедиций ЮНЦ РАН за период 2009–2014 гг. (рис. 2).



Рис. 2. Картограмма экспедиционных работ ЮНЦ РАН в прибрежной и островной частях дельты Дона (А), район исследований почвенный полигон долины Маныча (Б). Цифрами на карте обозначены в дельте Дона (А): 1 – протока Кутерьма, 2 – ерик Церковный, 3 – протока Бирючьё, 4 – о. Джулька; в районе Пролетарского водохранилища (Б): 1 – о-в Горелый, 2 – о-в Водный, 3 – Пионерлагерь, 4 – п-ов Водомерка, 5 – оз. Грузское, 6 – п-ов Балалайка, 7 – п. Маныч, 8 – совхоз Маныч, 9 – Камышевка, 10 – оз. Лопуховатое. Синие точки – полнопрофильные разрезы; красные – прикопки и полуямы

Морфологическое описание почв выполнялось по общепринятым методикам [5–8]. В лабораторных условиях в почвенных образцах были определены: содержание гумуса методом Тюрина в модификации Орлова и Гриндель [9], карбонаты (CaCO_3), плотность, содержание легкорастворимых солей рН, грансостав стандартными методиками [7, 10].

Результаты и обсуждение

Маловодье [11] очевидно привело к сокращению площадей как русел и проток дельты Дона, так и Пролетарского водохранилища (рис. 1). Темпы осушения оказались неравномерными. Площади прудов дельты Дона в десятилетие 80–90-х гг. сильно сократились, затем, в 2000-е, их площадь стала даже больше, чем была в 1985 г. В десятилетие с 2013 по 2021 г. с почти двукратным падением стока уменьшились площади как русловых объектов, так и нерусловых.

127,4 км² территорий обнажились в результате осушения Манычской долины. Однако и этот процесс не был однонаправленным. Короткий период повышения водности Дона в 1994–1996 гг. позволил обводнить долину Маныча. В последующие годы тенденция к осушению оказалась устойчивой.

В дельте Дона отмечается тенденция к существенному изменению строения верхней части профиля аллювиальных почв. Паводковые воды практически прекратили либо существенно уменьшили промыв почвы от легкорастворимых солей; в почвах происходит опесчанивание верхней части профиля, что вызывает потери гумуса с выносом илистой фракции в водотоки по причине проявления дефляции в сочетании со сгонно-нагонными явлениями. Обмеление малых водотоков вызывает определенные изменения в составе и свойствах почв дельты Дона. Нередко после кратковременного подъема уровня воды в малых водотоках на поверхности отмечается коркообразование, которое

значительно ухудшает инфильтрацию по профилю, а также формирует очаги локального «оглеения» в почвенной толще. Это способствует формированию ареалов локально переувлажненных и засоленных почв.

В почвах долины Маныча развиваются такие негативные процессы, как дегумификация, переуплотнение, слитизация, засоление и ветровая эрозия почв.

Полученные экспедиционные данные свидетельствуют о физической деградации структуры почвенных горизонтов при интенсивном выпасе, что подтверждается иссушением верхней части профиля, развитием процессов переуплотнения почв при возрастании показателей плотности, а также потерей плодородия при дегумификации, дефляции и плоскостном смыве.

Почвы пастбищ ключевых участков в долины Маныча характеризуются низким содержанием гумуса (не более 1,45%) и его запасами (53–68 т/га). Выявлено, что на ключевых участках с сильной степенью пастбищной нагрузки («Грузское», «Курганный») происходит интенсивное иссушение и переуплотнение почвенного профиля, особенно верхних горизонтов до 1,09–1,26 г/см³, а также нижележащих до 1,38–1,62 г/см³.

Интенсификация сельскохозяйственной деятельности (увеличение поголовья скота, распашка залежных земель и использование минерализованных вод для орошения) в районе исследования в первую очередь отразилась на показателях, характеризующих плодородие – содержании гумуса, мощности гумусового горизонта, плотности почв и величине сухого остатка.

Выводы

Изменившиеся физико-географические условия региона делают продолжение исследования береговых зон на границе вода – суша чрезвычайно актуальными. Цикл органического углерода, сильно минерализованного Маныча происходит иначе, нежели в Веселовском водохранилище. Какова эмиссия углекислого газа озера в условиях гниения колоссального количества органики на покрытых солью обмелевших берегах?

Прибрежные почвы и природные комплексы района исследования (дельты Дона и долины Маныча) характеризуются возрастающей степенью антропогенного воздействия, причем как непосредственно хозяйственной деятельности (пастбищной нагрузки, распашки залежей), так и опосредованного влияния на сток и сезонные паводки в совокупности с транспортной и рекреационной нагрузкой, усугубляющейся изменением погодно-климатических условий в совокупности с продолжающимся маловодьем на юге России.

Бассейн Нижнего Дона в XXI в. характеризуется другими процессами, нежели 50–70 лет назад. Засушливая климатическая эпоха привела к осолонению всех водных тел: минерализация Дона возрастает от 0,2 до 0,6 г/л от устья Маныча, в дельте заметно повышение доли питания соленым подземным стоком, соленые морские воды стекают по островам после нагонов. Азовское море подверглось небывалому осолонению черноморскими водами. В условиях падения интенсивности стоковых течений в Таганрогском заливе иначе стали проявляться береговые литодинамические процессы. Показательно разрушение косы Долгой, дистальная часть которой несколько десятилетий назад соединялась с островами и имела длину в несколько десятков километров.

Разработка и внедрение наукоемких технологических решений по мониторингу береговых комплексов бассейна Азовского моря (косы, дельты рек, пляжи) необходима для точного описания происходящих климатических изменений. Сочетание палеореконструкций климата и применение современных подходов к оценке изменений среды позволит увидеть происходящие изменения с другой стороны и выработать единые решения для эффективного управления экологическими и климатическими рисками при планировании развития береговых зон и морей России.

Публикация подготовлена в рамках выполнения темы НИР ГЗ ЮНЦ РАН «Изучение гидроклиматических особенностей периодически пересыхающих акваторий юга России в контексте глобального углеродного цикла» № госрегистрации 122103100027-3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ внутривековой природной изменчивости в Приазовье и на Нижнем Дону: причина маловодья / Г.Г. Матишов, Л.В. Дашкевич, В.В. Титов, Е.Э. Кириллова // Наука юга России. 2021. Т. 17, № 1. С. 13–23.
2. Бердников С.В., Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В. Новое состояние гидрологического режима Азовского моря в XXI веке // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 503, № 1. С. 65–70.
3. Труды Южного научного центра Российской академии наук / гл. ред. *акад. Г.Г. Матишов*. Т. VII: Природные и антропогенные факторы в трансформации экосистемы Западного Маныча / отв. ред. д.г.н. *С.В. Бердников*. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2018. 256 с.
4. Hanqiu Xu. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery, International Journal of Remote Sensing. 2006. 27:14. P. 3025–3033.
5. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Л.: Агропромиздат, 1986. 295 с.
6. Кауричев И.С. Практикум по почвоведению. М.: Колос, 1980. 280 с.
7. Розанов Б.Г. Морфология почв. М.: Академический проект, 2004. 432 с.
8. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по биохимии гумуса. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 271 с.
9. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
10. Матишов Г.Г., Григоренко К.С. Причины осолонения Таганрогского залива // Доклады академии наук. 2017. Т. 477, № 1. С. 92–96.

Поступила в редакцию 21.11.2022 г.

Принята к печати 26.12.2022 г.

Григоренко Клим Сергеевич, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук; e-mail: klim_grig@mail.ru

Klim S. Grigorenko, Candidate of Geography, senior researcher, Federal Research Center Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences; e-mail: klim_grig@mail.ru

Сорокина Вера Владимировна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук; e-mail: v.sorok@mail.ru

Vera V. Sorokina, Candidate of Geography, senior researcher, Federal Research Center Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences; e-mail: v.sorok@mail.ru

Шeverдяев Игорь Викторович, кандидат географических наук, научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук; e-mail: ig71089@yandex.ru

Igor V. Sheverdyayev, Candidate of Geography, researcher, Federal Research Center Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences; e-mail: ig71089@yandex.ru

Солтан Алексей Андреевич, старший лаборант, Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук; e-mail: soltanalexsey@mail.ru

Alexey A. Soltan, senior assistant, Federal Research Center Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences; e-mail: soltanalexsey@mail.ru

Сушко Кирилл Сергеевич, кандидат географических наук, научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук; e-mail: kirrkka@yandex.ru

Kirill S. Sushko, Candidate of Geography, researcher, Federal Research Center Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences; e-mail: kirrkka@yandex.ru