

Оригинальная статья
<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-2-33-42>
УДК 631.6.02:556.3(470.61)



ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПОЧВЫ, РАСПОЛОЖЕННЫЕ В ЗОНЕ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

С.А. Манжина

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации; 346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, Баклановский пр-кт, 190, Россия

Аннотация. Целью исследований является определение динамики солевого состава почв земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области в зоне влияния мелиоративных систем и причин его возникновения. В качестве материалов для исследований использовались данные отчетов, научных публикаций российских ученых, а также пробы коллекторно-дренажных вод и почв (последние отобраны в зоне действия мелиоративных систем Ростовской области). Несмотря на то, что орошаемые земли области в большинстве своем находятся в хорошем состоянии, вызывает озабоченность то, что в процессе орошения регистрируется повышение уровня грунтовых вод, особенно имеющих повышенную минерализацию, и это может привести к вторичному засолению плодородных земель. В настоящее время в области примерно 19% площади сельскохозяйственных угодий имеют УГВ 0-2 м, менее половины (44,25%) имеют благоприятные показатели по залеганию грунтовых вод – более 3 м. Ситуация усугубляется тем, что 1/4 земель области орошается водой с минерализацией более 1 г/дм³. Использование водных объектов с неблагоприятным солевым составом для подачи воды на орошение сельскохозяйственных культур имеет побочные неблагоприятные эффекты для почв. Последние требуют особого внимания, так как создается риск их вторичного засоления и утраты исходного плодородия. В работе приведены обобщенные данные российских ученых и ретроспективный анализ, а также данные исследований автора по изменению показателей солеобразующих ионов в орошаемых почвах Ростовской области. Полученные данные указывают на повышенное содержание солеобразующих ионов в подземных и поверхностных водах, что может создавать угрозу вторичного засоления и осолонцевания сельскохозяйственных земель, и в первую очередь – расположенных в зоне действия мелиоративных систем. Исследования показывают, что содержание натрия в орошаемых почвах по сравнению с аналогичными неполивными имеет более высокие, а содержание кальция – более низкие показатели.

Ключевые слова: орошаемое земледелие, мелиоративные системы, вторичное засоление земель, осолонцевание, минерализация подземных вод, качество поливной воды

Формат цитирования: Манжина С.А. Влияние минерализации поверхностных и подземных вод Ростовской области на почвы, расположенные в зоне орошаемого земледелия // Природообустройство. 2025. № 2. С. 33-42. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-2-33-42>

Original article

THE EFFECT OF MINERALIZATION OF SURFACE AND GROUNDWATER IN THE ROSTOV REGION ON SOILS LOCATED IN THE ZONE OF IRRIGATED AGRICULTURE

S.A. Manzhina

Russian Research Institute of Land Reclamation Problems, 190 Baklanovsky Prospekt, Novocherkassk, Rostov region, 346421. Russia

Abstract. The purpose of the study is to determine the dynamics of the salt composition of soils of agricultural lands of the Rostov region in the zone of influence of reclamation systems and the causes of its occurrence. **Materials and methods.** Data from reports, scientific research by Russian scientists, as well as samples of collector-drainage waters and soils (the latter were selected in the area of reclamation systems of the Rostov region) were used as research materials. **Results.** Despite the fact that the irrigated lands of the region are mostly in good condition, it is of concern that during the irrigation process, an increase in the groundwater level is recorded, especially those with increased mineralization, which can lead to secondary salinization of fertile lands. Currently, about 19% of the agricultural land area in the region

has a groundwater level of 0-2 m, less than half (44.25%) have favorable indicators for groundwater occurrence – more than 3 m. The use of water bodies with an unfavorable salt composition to supply water for irrigation of agricultural crops also has an adverse effect on the soil. According to the data, a quarter of the region's lands are irrigated with water with a mineralization of more than 1 g/dm³. The latter require special attention, as there is a risk of their secondary salinization and loss of initial fertility. The paper presents generalized data of Russian scientists and a retrospective analysis, as well as data from the author's research on changes in salt-forming ions in irrigated soils of the Rostov region. **Conclusions.** The data obtained indicate an increased content of salt-forming ions in groundwater and surface waters, which may pose a threat of secondary salinization of agricultural lands, and primarily located in the area of reclamation systems. Studies show that the sodium content in irrigated soils at the beginning of the irrigation period has higher values compared to similar non-irrigated ones, and the calcium content is lower.

Keywords: irrigated agriculture, reclamation systems, secondary salinization of lands, mineralization of groundwater, irrigation water quality

Format of citation: Manzhina S.A. The effect of mineralization of surface and groundwater in the Rostov region on soils located in the zone of irrigated agriculture // Prirodoobustrojstvo. 2025. № 2. P. 33-42. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-2-33-42>

Введение. Ростовская область занимает второе место по количеству сельхозугодий в ЮФО и имеет наибольшую территорию, выделенную под пашню (табл. 1) [1].

При этом значительная часть угодий находится в зоне с недостаточным увлажнением: испарение воды за вегетационный период превышает осадки в 2,5-4 раза [1]. Тем не менее теплый климат и наличие ценных почвенных ресурсов, которые на 70,1% представлены черноземами (включая темно-каштановые почвы, получившие в последней классификации статус типа черноземы текстурно-карбонатные) [2], делает область особенно привлекательной для растениеводства. В условиях прогнозируемого потепления климата и роста

социально-экономического давления на экосистему области ожидается усугубление дефицита водных ресурсов [3-5], что, несомненно, отразится и на орошаемом земледелии.

При всех положительных аспектах ирригации следует учитывать, что изменение природного (естественного) водного режима территории влияет на состояние сельскохозяйственных земель и почвообразовательные процессы. При орошении происходит выщелачивание легкорастворимых солей, вымывание нитратной формы азота из ризосферы, изменение высоты капиллярной каймы. Последний фактор приводит к миграции солей от грунтовых вод в почвенный массив и усилению его деградации. В связи с перечисленным орошаемые земли, возможно,

Таблица 1. Обеспеченность пахотными землями субъектов ЮФО
Table 1. Provision of arable land in the subjects of the Southern Federal District

Субъект ЮФО <i>Subject of the Southern Federal District</i>	Площадь земель, тыс. га <i>Land area, ths ha</i>		Доля, % <i>Share, %</i>		
	Сельхозугодий <i>Farmland</i>	Пахотных <i>Arable</i>	Сельскохозяйственной освоенной территории <i>Of the agricultural developed territory</i>	Распаханность <i>Ploughing</i>	Распаханность сельхозугодий <i>Ploughed farmland</i>
Республика Адыгея / <i>Republic of Adygea</i>	301,90	260	46,2	33,3	72,2
Республика Калмыкия / <i>Republic of Kalmykia</i>	5975,14	830	84,5	11,1	13,2
Республика Крым / <i>Republic of Crimea</i>	1572,41	1270	68,8	48,8	70,9
Краснодарский край / <i>Krasnodar territory</i>	4402,73	3980	62,3	52,8	84,7
Астраханская область / <i>Astrakhan region</i>	2515,85	350	61,5	6,7	10,8
Волгоградская область / <i>Volgograd territory</i>	8490,99	5860	77,6	51,9	66,8
Ростовская область / <i>Rostov territory</i>	8176,51	5820,6	84,2	60,0	70,0
г. Севастополь / <i>c. Sevastopol</i>	12,57	12,0	3,2	13,3	43,9
Всего / <i>Total</i>	31448,1	17829,4		56,7	

Примечание. По данным Росреестра и Росстата.

Note: according to Rosreestr and Rosstat

более, чем богарные, требуют постоянного мониторинга их плодородия.

Цель исследований: определение динамики солевого состава почв земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области в зоне влияния мелиоративных систем и причин его возникновения.

Для достижения обозначенной цели поставлены следующие задачи:

- изучение изменения солевого состава вод после их использования на оросительных системах Семикаракорского района Ростовской области;

- изучение изменения солевого состава орошаемых и неорошаемых пахотных почв, находящихся в зоне действия коллекторов, обустроенных в открытом земляном русле, на оросительных системах Семикаракорского района Ростовской области.

Новизна научных исследований определяется тем, что проведенные полевые обследования позволили зафиксировать повышенное содержание солеобразующих ионов – таких, как сульфат-ионы и катионы натрия, которые поступают в почвы как за счет природных гидрогеохимических процессов и в результате увеличения скорости гидрогеохимического обмена при осуществлении консервации угледобывающих шахт региона, так и при сельскохозяйственном освоении земель на фоне гидромелиорации.

Полученные результаты позволят решить практическую задачу, связанную с разработкой мероприятий по ликвидации причин ухудшения солевого состава почв земель сельскохозяйственного назначения.

Материалы и методы исследований. В качестве материалов для исследований использовались данные архивных отчетов ФГБНУ «РосНИИПМ», протоколы испытаний Ростовской гидрогеолого-мелиоративной партии, филиала ФГБУ «Управления «Ростовмелиоводхоз», химической лаборатории Новочеркасского инженерно-мелиоративного института имени А.К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ, эколого-аналитической лаборатории ФГБНУ «РосНИИПМ» и публикации российских ученых.

При проведении исследований применялись методы статистического анализа, обобщения и оценки полученных данных.

Результаты и их обсуждение. В целом большая часть орошаемых земель мелиоративного фонда Ростовской области находится в хорошем состоянии, в неудовлетворительном состоянии находятся около 17% орошаемых земель [6-10]. Неудовлетворительное их состояние

определяется основными показателями – такими, как глубина залегания уровня грунтовых вод (УГВ), минерализация грунтовых вод, полив оросительной водой неблагоприятного состава (с минерализацией более 1 г/дм³), засоление, осолонцевание. Повышение УГВ нередко связано с большими потерями на фильтрацию воды, подаваемой по каналам в земляном русле, которые обслуживают 40% территории орошаемых земель Ростовской области, а также с недостаточной обеспеченностью земель коллекторно-дренажной сетью или ее полным отсутствием. Так, в бассейне р. Западный Маныч до начала орошения в 1952 г. порядка 82% площади сельскохозяйственных земель имели УГВ 4-6 м, и всего 1% – 0-2 м, но уже в 1973 г. площадь последних составила 27,4%, а в начале 2000-х гг., на фоне возделывания риса, – 79,2% [11]. В настоящее время в области примерно 19% площади сельскохозяйственных угодий имеют УГВ 0-2 м, менее половины (44,25%) имеют благоприятные показатели по залеганию грунтовых вод – более 3 м [12]. Помимо этого, гидрогеохимический фактор является решающим в перераспределении солей между слоями литосферы и педосферы посредством грунтовых и поверхностных вод. Например, долина р. Маныч, которая расположена в западной части Манычской впадины, в геологическом прошлом была приурочена ко дну морского пролива, соединявшего Черное и Каспийское моря [13], что обуславливает обилие растворимых солей в материнских породах, представленных верхнечетвертичными морскими отложениями, и последнее послужило источником сильной минерализации водоемов. В условиях недостаточного увлажнения долины Западного Маныча, для обеспечения бесперебойной подачи воды на сельскохозяйственные поля, в 50-60-е гг. в результате строительства оросительных систем произведено зарегулирование местного стока посредством создания на реке двух гидравлически связанных водохранилищ: Пролетарского и Весёловского. Последнее используется в качестве источника орошения.

С целью улучшения качества вод в водохранилища поставляют слабоминерализованную воду из реки Дон через Донской магистральный канал (ДМК). В соответствии с «Временными правилами эксплуатации Пролетарского, Весёловского и Усть-Манычского водохранилищ»¹ подача воды из р. Дон (Цимлянское водохранилище)

¹ Временные правила эксплуатации Пролетарского, Весёловского и Усть-Манычского водохранилищ / Южгипроводхоз. Ростов-на-Дону, 1992. 67 с.

в р. Западный Маныч с целью снижения минерализации воды в Манычских водохранилищах должна обеспечиваться в объемах не менее 307,0 млн м³. В Пролетарское водохранилище по руслу реки Большой Егорлык поступает кубанская вода [14, 15], а в Весёловское водохранилище дополнительно отводятся возвратные воды с рисовых полей Пролетарской мелиоративной системы. Тем не менее вода в водохранилищах имеет высокую минерализацию. Так, содержание солей в воде Весёловского водохранилища, забираемой на орошение, колеблется в пределах 1,2-2,4 г/дм³ в зависимости от сезона и места расположения контрольного створа [14, 16, 17]. Из анионов преобладает сульфат-ион, из катионов – суммарно ионы натрия и калия (рис. 1).

Использование водных объектов с неблагоприятным солевым составом для подачи воды на орошение сельскохозяйственных культур оказывает неблагоприятное воздействие на почву [18]. Согласно данным [12] на долю земель, орошаемых водой с минерализацией более 1 г/дм³ в Ростовской области, приходится около 25%. Последние требуют особого внимания, так как создается риск их вторичного засоления и утраты исходного плодородия. Так, орошение в течение более 10 лет исходно незасоленных черноземов обыкновенных ЗАО «Красный Октябрь» (Весёловский район, Ростовская область) водой неблагоприятного состава привело к возникновению вторичного засоления почв [19].

Существенное влияние на показатели водных объектов территории области оказывает и антропогенная деятельность. По данным отчетов

Гидрохимического института, вода в реке Дон при протекании по территории области от пункта наблюдения с. Жуковское и г. Волгодонск и далее по руслу к пункту наблюдения, г. Ростов-на-Дону, значительно меняет свои химические показатели в сторону увеличения содержания таких веществ, как сульфаты (1,07-2ПДК), нитратный азот (до 2ПДК), нитриты (1,47ПДК), медь (1,75ПДК), марганец (1,14ПДК) и нефтепродукты (2-3ПДК)² [20, 21].

Понятно, что сульфаты «доставляются» в р. Дон с водой притоков и с грунтовыми водами, которые имеют выраженную зональную дифференциацию качественного состава и в большинстве своем содержат этот ион. Так, по данным экологических наблюдений за 2022 г., качество подземных вод, расположенных в пределах территории Ростовской области, характеризуется повышенной минерализацией (до 3,5ПДК), жесткостью (до 3,14ПДК), повышенным содержанием солеобразующих ионов – таких, как сульфаты (до 2,2ПДК) и хлориды (до 2,4ПДК) [20]. Дополнительным источником высокого количества солеобразующих ионов в грунтовых и поверхностных водах области являются шахтные воды Восточного Донбасса, в которых содержание хлоридов превышает 2000 мг/л, содержание сульфатов приближается к 3000 мг/л, количество взвешенных веществ колеблется в пределах 150-7300 мг/л.

С ликвидируемых шахт Ростовской области в водные объекты бассейна Дона в 2013 г. поступило более 39 млн м³ высокоминерализованной шахтной воды, что вызвало увеличение

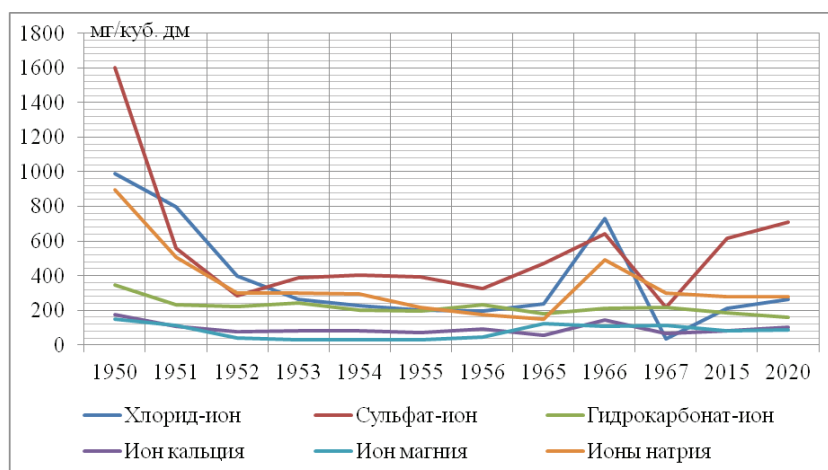


Рис. 1. Динамика солевого состава Весёловского водохранилища²

Fig. 1. Dynamics of the salt composition of the Vesvolovskoye reservoir

² По данным [14, 16], архивов ЮжНИИГиМ и ФГБУ «Управление „Ростовмелиоводхоз“».

³ ГИС: качество поверхностных вод Российской Федерации / Гидрохимический институт. URL: <http://gidrohim.com/node/61> (дата обращения: 24.02.2021).

солености поверхностных вод в 2-3 раза, содержание в них взвешенных частиц выросло в 5-10 раз, сульфатов – в 9 раз и т.д. [22].

Усиленный геохимический обмен сказывается и на солевом составе грунтовых вод. Так, в грунтовых водах Семикаракорского района Ростовской области, по данным А.М. Никанорова и др. (2015), отмечается высокое содержание сульфатов, гидрокарбонатов, хлоридов и натрия (табл. 2) [23].

Оборот солей при подаче оросительных вод хорошо определяется в зоне действия оросительных систем, оснащенных коллекторно-дренажной сетью. Так, по Багаевской ОС в распределительную сеть Семикаракорского района Ростовской области через Донской магистральный канал (далее – ДМК), осуществляющий водозабор из Цимлянского водохранилища, поступает неминерализованная донская вода, а дренажные воды, отводимые через коллекторно-дренажную систему в водоприемник, уже представляют собой смесь просочившихся поливных и грунтовых вод, в результате чего имеют повышенную минерализацию (рис. 2).

Проходя по земляному руслу отводных каналов, такие воды являются источником распространения солей, что подтверждается данными химического состава почв, отобранных в зоне действия коллекторов (рис. 3, 4).

Оценивая тенденцию осолонцевания почв, необходимо наблюдать соотношение содержания катионов – критичным является содержание ионов натрия более 15% от суммы катионов. Полученные данные по солевому составу почв Семикаракорского района, расположенных в зоне влияния коллекторов оросительных систем [24], указывают на тенденцию их осолонцевания, причем на орошаемых массивах этот процесс протекает с большей скоростью, чем на богаре (рис. 3, 4).

На рисунках 3, 4 нечетные образцы показывают почвы, используемые без орошения, но находящиеся в зоне гидравлического действия коллекторов оросительных систем, а четные образцы означают орошаемые почвы.

Исследования показали, что все почвы, находящиеся в зоне действия коллекторов, имеют тенденцию осолонцевания, причем на конец орошаемого периода наблюдается всеобщее увеличение ионов натрия и уменьшение ионов кальция

Таблица 2. Минерализация и ионный состав грунтовых вод в г. Семикаракорске и на прилегающей территории

Table 2. Mineralization and ionic composition of groundwater in the city of Semikarakorsk and in the surrounding area

Минерализация <i>Mineralization</i>	Ионный состав, мг/дм ³ / <i>Ionic composition, mg / dm³</i>							Жесткость, мг-экв/дм ³ <i>Hardness, mg-eq / dm³</i>	pH	CH ₄ , мкл/л <i>CH₄, µl/l</i>
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻			
1,11-3,35	32-432	46-325	108-613	<1-32	393-1793	213-1136	97-814	14,6-27,0	6,88-8,27	<0,1-106,0

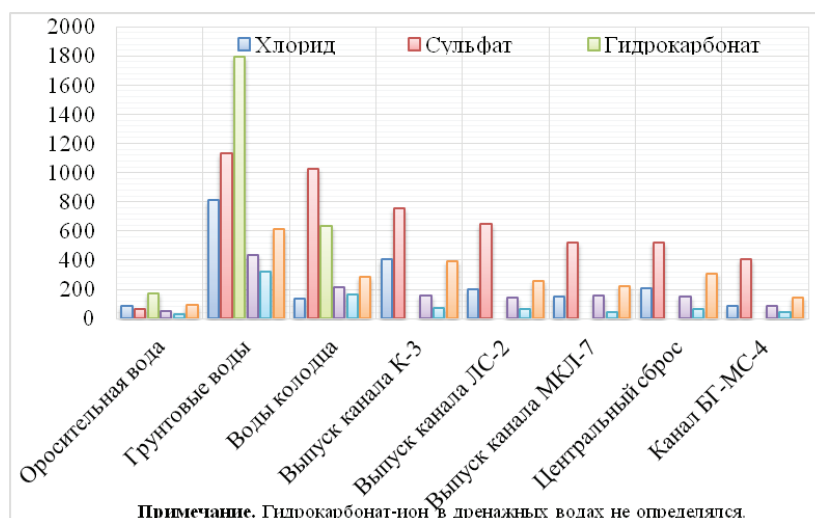


Рис. 2. Изменение состава вод после их использования на оросительных системах Семикаракорского филиала ФГБУ «Управление „Ростовмелиоводхоз“»

Fig. 2. Changes in the composition of water after their use in the irrigation systems of the Semikarakorsk branch of the Federal State Budgetary Institution “Rostovmeliiovodkhoz Administration”

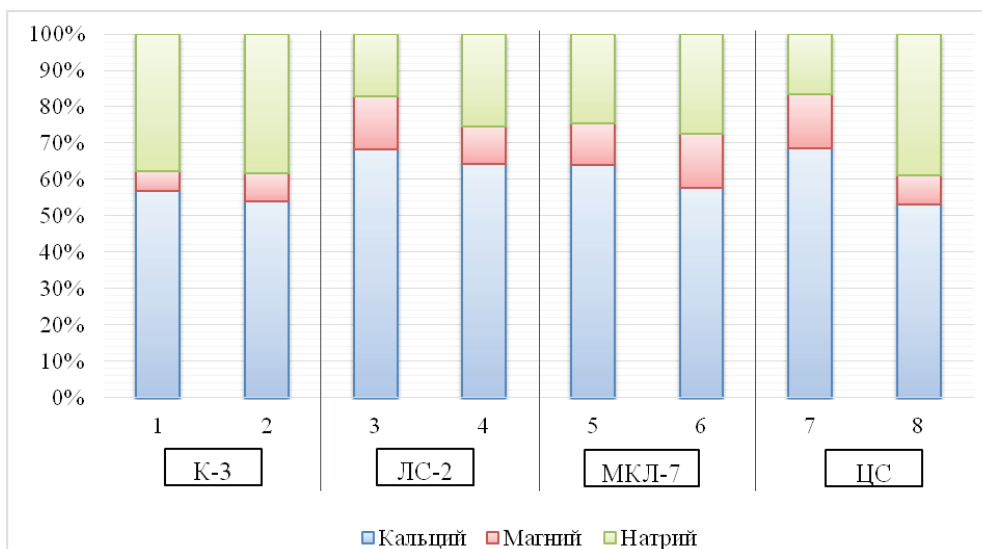


Рис. 3. Соотношение катионов в почвах на начало поливного периода

Fig. 3. Ratio of cations in soils at the beginning of the irrigation period

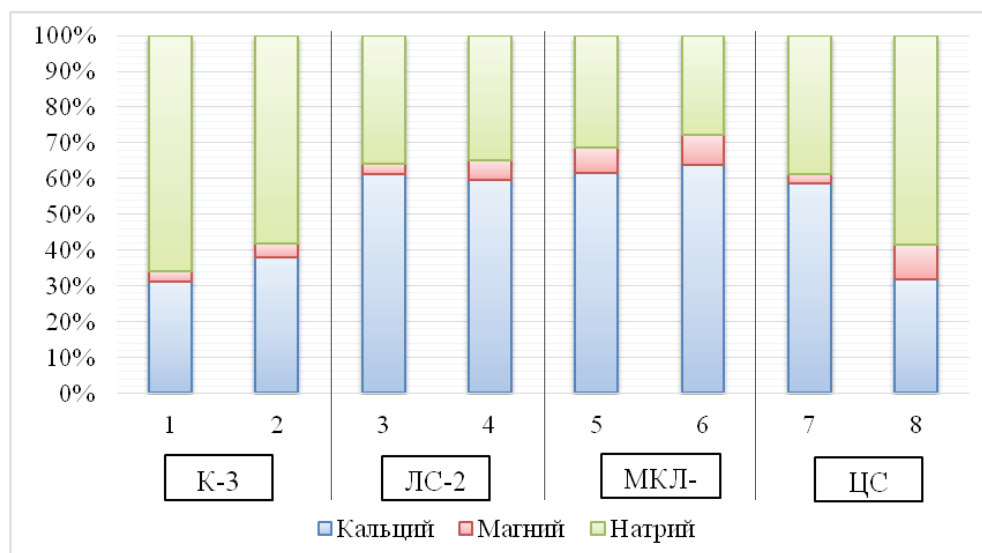


Рис. 4. Соотношение катионов в почвах на конец поливного периода

Fig. 4. Ratio of cations in soils at the end of the irrigation period

в исследуемых почвах. Общее содержание солей на конец поливного периода увеличивается во всех пробах почв по сравнению с состоянием до его начала.

Учитывая, что практически все поверхностные и часть подземных вод региона используются для орошения сельскохозяйственных культур, многие из которых имеют повышенную минерализацию, можно прогнозировать их негативное влияние на орошаемые почвы. В качестве подтверждения выступает тот факт, что на Миусской оросительной системе (ФГБУ «Управление „Ростовмелиоводхоз“»), по которой осуществляется подача воды из Миусского лимана (вода сульфатно-натриевого состава с минерализацией 1,2-1,5 г/л), черноземы обыкновенные,

орошаемые в течение более 30 лет, приобрели солонцеватость с содержанием в пахотном слое 8-10% поглощенного натрия [25].

Черноземы обыкновенные в районе действия Багаевско-Садковской оросительной системы, орошаемые в течение более 50 лет водой I группы по ирригационному коэффициенту с нормальной минерализацией, содержат поглощенный натрий до 1-3%, что является значительно лучшими показателями в сравнении с почвами Семикаракорского района и Миусской оросительной системы. Тем не менее содержание поглощенного кальция в них находится на уровне 65-75% от суммы ППК, что, по мнению ряда авторов [26], также является неблагоприятным для протекания нормальных почвенных процессов.

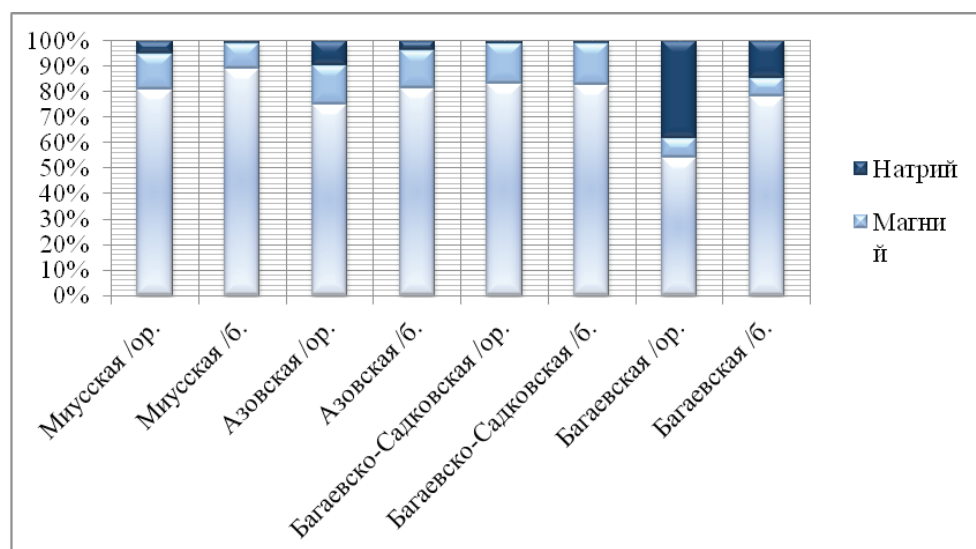


Рис. 5. Соотношение катионов, %, в составе почв, используемых на богаре (б.) и на орошении (ор.) по различным оросительным системам Ростовской области⁴

Fig. 5. Ratio of cations (in %) in the composition of soils used on dry land (б.) and on irrigation (ir.) in various irrigation systems of the Rostov region

Анализ обобщенных данных о почвах Ростовской области показывает, что в орошаемых почвах регистрируется большее содержание натрия по сравнению с аналогичными на богаре (рис. 5). При этом отбор проб осуществлялся с соседних по расположению участков.

На ряде оросительных систем области (Азовская, Багаевско-Садковская и др.) в орошение были вовлечены бессточные в геоморфологическом отношении территории с площадями засоленных почв включая солонцовые комплексы с солончаковыми и солончаковатыми безгипсовыми и глубокогипсовыми солонцами, которые в условиях орошения являлись причиной вторичного засоления черноземов за счет перераспределения солей ирригационными и грунтовыми водами. В результате этого в почвах развивались процессы ощелачивания и осолонцевания [24-27].

Несмотря на отмеченные проблемы, определяющим фактором является то, что урожайность сельскохозяйственных культур (например, овощные, картофель, ягодные) в условиях степей и полупустынной зоны Ростовской области напрямую зависит от орошения. Без орошения юго-восток Ростовской области подвержен процессу опустынивания [27]. Противоречия, обусловленные такой ситуацией, можно разрешить за счет осуществления на постоянной основе наблюдений за изменением состояния сельскохозяйственных угодий и проведения

компенсирующих мероприятий, которые позволят не только замедлить деградацию почв, но и обратить ее вспять.

Выводы

В Ростовской области отмечается повышенное содержание солеобразующих ионов в подземных и поверхностных водах. Наибольшая доля приходится на сульфат-ион и натрий. Данный фактор обусловлен как естественными гидрогеохимическими процессами, протекающими в литосфере, так и антропогенным фактором.

Основную озабоченность в этом плане вызывает угроза вторичного засоления сельскохозяйственных земель, и в первую очередь – расположенных в зоне действия мелиоративных систем. Исследования показывают, что содержание натрия в орошаемых почвах на начало поливного периода по сравнению с аналогичными неполивными имеет более высокие, а содержание кальция – более низкие показатели. На конец поливного периода эти показатели не имеют устойчивой дифференциации между орошаемыми и неорошаемыми почвами, находящимися в зоне влияния мелиоративных систем. Последнее можно объяснить как влиянием минерализованных подземных вод, поступающих по капиллярам, так и переносом солей с коллекторно-дренажными водами. Выявленная тенденция повышает риски осолонцевания почв и их вторичного засоления.

⁴ Построено автором на основании среднестатистических обобщения данных собственных исследований.

Список использованных источников

1. Калинин А.А. Мониторинг состояния земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области и эффективности их использования / А.А. Калинин, Н.В. Пономаренко, Ж.В. Матвейкина // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2023. № 1. С. 79-86. DOI: 10.18522/1026-2237-2023-1-79-86.
2. Безуглова О.С. Современное состояние чернозёмов Ростовской области и проблемы мониторинга // Сборник научных трудов ГНБС. 2019. Том 148. С. 34-41. DOI: 10.25684/NBG.scbook.148.2019.03.
3. Георгиади А.Г. Современные и сценарные изменения стока Волги и Дона / А.Г. Георгиади, Н.И. Коронкевич, И.П. Милукова, Е.А. Барабанова, Е.А. Кашуткина // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. № 3, 2017 г. С 7-22. DOI: 10.35567/1999-4508-2017-3-1.
4. Георгиади А.Г. Современные и сценарные изменения речного стока в бассейнах крупнейших рек России. Ч. 2. Бассейны рек Волги и Дона. Монография. / А.Г. Георгиади, Н.И. Коронкевич, И.П. Милукова, Е.А. Кашуткина, Е.А. Барабанова. М.: Изд-во «Макс Пресс», 2014. 214 с. ISBN 978-5-317-04737-5.
5. Лысоченко А.А. Экологическая безопасность региона: стратегическое планирование и развитие // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. ISSN 1999-2645. № 3 (71). Номер статьи: 7114. Дата публикации: 22.09.2022. URL: <https://eee-region.ru/article/7114/>. DOI: 10.24412/1999-2645-2022-371-14.
6. Зональные системы земледелия Ростовской области (на период 2013-2020 гг.): в 3-х ч. Ч. 1 / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области. Ростов н/Д, 2012. [Электронный ресурс] URL: http://don-agro.ru/FILES/2020/ZONSYSEM/Sistema_zemled_do_2020_1.docx.
7. Калинин А.А. Мониторинг состояния земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области и эффективности их использования / А.А. Калинин, Н.В. Пономаренко, Ж.В. Матвейкина // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2023. № 1. С. 79-86. DOI: 10.18522/1026-2237-2023-1-79-86.
8. Ильинская И.Н. Состояние и оценка мелиорированных земель Ростовской области / И.Н. Ильинская, А.И. Клименко, И.В. Батищев // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 4. С. 86-103. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-4-86-103>
9. Безуглова О.С. Динамика деградации земель в Ростовской области / О.С. Безуглова, О.Г. Назаренко, И.Н. Ильинская // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2 (83). С. 10-15. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10090. EDN: KWOAHB.
10. Зональные системы земледелия в Ростовской области на 2022-2026 гг. Монография / Колл. автор. по заказу министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области. Ростов н/Д: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (пос. Рассвет). 2022. 736 с. EDN: GHQGWS.
11. Костылев П.И. Северный рис (генетика, селекция, технология) / П.И. Костылев, А.А. Парфенов, В.И. Степовой. Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2004. 576 с. ISBN 5-87259-262-0. EDN: VDWSTV.
12. Мелиоративный комплекс Российской Федерации: словарь или справочник / Г.В. Ольгаренко, С.С. Турапин, В.И. Булгаков, Т.А. Капустина и др. М.:

References

1. Kalinin A.A. Monitoring the condition of agricultural lands in the Rostov region and the effectiveness of their use / A.A. Kalinin, N.V. Ponomarenko, Zh.V. Matveikina // Izvestiya vuzov. The North Caucasus region. Natural sciences. 2023. No. 1. P. 79-86. DOI: 10.18522/1026-2237-2023-1-79-86.
2. Bezuglova O.S. The current state of chernozems in the Rostov region and monitoring problems // Collection of scientific papers of the SSC. 2019. Volume 148. P. 34-41. DOI: 10.25684/NBG.scbook.148.2019.03.
3. Georgiadi A.G. Modern and scenario changes in the flow of the Volga and Don / A.G. Georgiadi, N.I. Koronkevich, I.P. Milyukova, E.A. Barabanova, E.A. Kashutina // Russian water economy: problems, technologies, management. No. 3, 2017, P. 7-22. DOI: 10.35567/1999-4508-2017-3-1.
4. Georgiadi A.G. Modern and scenario changes in river flow in the basins of the largest rivers of Russia. Part 2. Basins of the Volga and Don rivers. Monograph. / A.G. Georgiadi, N.I. Koronkevich, I.P. Milyukova, E.A. Kashutina, E.A. Barabanova. Moscow: Publishing house "Maks Press", 2014. 214 p. ISBN 978-5-317-04737-5.
5. Lyschenko A.A. Environmental safety of the region: strategic planning and development // Regional economics and management: electronic scientific journal. ISSN 1999-2645. No 3 (71). Article number: 7114. Date of publication: 09/22/2022. URL: <https://eee-region.ru/article/7114/>. DOI: 10.24412/1999-2645-2022-371-14.
6. Zonal farming systems of the Rostov region (for the period 2013-2020): in 3 parts, Part 1 / Ministry of Agriculture and Food of the Rostov Region. Rostov n/D, 2012. [Electronic resource] URL: http://donagro.ru/FILES/2020/ZONSYSEM/Sistema_zemled_do_2020_1.docx.
7. Kalinin A.A. Monitoring the condition of agricultural lands in the Rostov region and the effectiveness of their use / A.A. Kalinin, N.V. Ponomarenko, Zh.V. Matveikina // Izvestiya vuzov. The North Caucasus region. Natural sciences. 2023. No. 1. P. 79-86. DOI: 10.18522/1026-2237-2023-1-79-86.
8. Ilyinskaya I.N. Condition and assessment of reclaimed lands of the Rostov region / I.N. Ilyinskaya, A.I. Klimenko, I.V. Batishchev // Land reclamation and hydraulic engineering. 2022. Vol. 12, No. 4. P. 86-103. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-4-86-103>
9. Bezuglova O.S. Dynamics of land degradation in the Rostov region / O.S. Bezuglova, O.G. Nazarenko, I.N. Ilyinskaya // Arid ecosystems. 2020. Vol. 26. No. 2 (83). P. 10-15. DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10090. EDN: KWOAHB.
10. Zonal farming systems in the Rostov region for 2022-2026. Mono-graphy / Coll. author. commissioned by the Ministry of Agriculture and Food of the Rostov region. Rostov n/D: Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Rostov Agrarian Scientific Center" (village of Rassvet). 2022. 736 p. EDN: GHQGWS.
11. Kostylev P.I. Northern rice (genetics, breeding, technology) / P.I. Kostylev, A.A. Parfenok, V.I. Stepovoy. Rostov n/D: ZAO "Kniga", 2004. 576 p. ISBN 5-87259-262-0 EDN: VDWSTV.
12. The meliorative complex of the Russian Federation: a dictionary or reference book / G.V. Olgarenko, S.S. Turapin, V.I. Bulgakov, T.A. Kapustina et al. Moscow: Rosinformagrotech, 2020. 304 p. EDN: AVWQXO. ISBN: 978-5-7367-1593-0

Росинформагротех, 2020. 304 с. EDN: AVWQXO. ISBN: 978-5-7367-1593-0

13. Мониторинг природных экосистем долины Маньча: Труды ФГУ «Государственный природный заповедник „Ростовский“». Вып. 4. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2010. 216 с.

14. Коханистая Е.В. Современный уровень солевого загрязнения Пролетарского и Весёловского водохранилищ / Е.В. Коханистая, Т.А. Хоружая // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. № 2, 2015. С. 88-92. EDN: TXJFRL.

15. Степаньян О.В. Современное состояние биоты водоёмов Кума-Маньчской впадины: Усть-Маньчско-го, Всёловского, Пролетарского и Чограйского водохранилищ (обзор) / О.В. Степаньян, А.В. Старцев // Аридные экосистемы, 2014, Т. 20, № 2(59). С. 56-69. DOI: 10.13140/RG.2.1.1326.7369

16. Круглова В.М. Весёловское водохранилище. Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1962. 115 с.

17. Клещенко А.В., Гидрометеорологические и гидролого-гидрохимические условия восточной части Пролетарского водохранилища и водоёмов долины Маньча в современный период / А.В. Клещенко, В.Г. Соьер, Е.Г. Алешина, и др. // Труды ЮНЦ РАН. Том VII. 2018. С. 38-56. DOI 10.23885/1993-6621-2018-7-38-56.

18. Новикова А.Ф. Мелиоративное состояние орошаемых земель Ростовской области // Почвоведение, 2008, № 5. С. 599-613.

19. Сквепен А.Н. Многолетняя динамика свойств чернозёмов обыкновенных в условиях орошения / А.Н. Сквепен, В.П. Калининченко // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. Приложение, 2006, № 11. С. 94-100.

20. Манжина С.А. Формирование системы наблюдений за водными объектами в зонах влияния сельскохозяйственного производства (на примере Ростовской области) / XVI Международный научно-практический симпозиум и выставка «Чистая вода России-2021» 17-20 мая 2021 года. Екатеринбург: ООО «ДжиЛайм», 2021. С. 112-116.

21. Грунтовые воды юга Ростовской области и их влияние на подтопление территорий населенных пунктов / Е.А. Зубков, Д.Н. Гарькуша, О.Б. Барцев, А.М. Никаноров; Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2019. 199 с. [Электронный ресурс] URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577759> (дата обращения: 03.10.2023).

22. Экологический вестник Дона / Сборник: О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2022 году. / Под общ. ред. М.В. Фишкина. Ростов/на Д: Мин-во природных ресурсов и экологии Ростовской области. 2023. 372 с.

23. Никаноров А.М. Масштабы подтопления, режим и качество грунтовых вод застроенных территорий юга Ростовской области / А.М. Никаноров, О.Б. Барцев, Д.Н. Гарькуша, Е.А. Зубков // Вестник Южного научного центра. Т. 2, № 3, 2015. С. 66-80. EDN: UHJTBX.

24. S.A. Manzhina, T.I. Drovovozova, and A.A. Kirilenko Ecological aspects of the state of natural and technical systems in the zone of irrigated agriculture effect // E3S Web of Conferences 395, 02007 (2023) E3SIC2023 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339502007>

25. Шалашова О.Ю., Рубцов И.П. Трансформация чернозема обыкновенного при длительном орошении

13. Monitoring of natural ecosystems of the Manych Valley: Proceedings of the Federal State Institution "Rostovsky State Nature Reserve". Issue 4. Rostov n/D: Publishing house of the Scientific Research Center of the Higher School of Economics of the Southern Federal University, 2010. 216 p.

14. Kohanistaya E.V., Khoruzhaya T.A. The current level of salt pollution in the Proletarian and Veselovsky reservoirs. // News of higher educational institutions. The North Caucasus region. Natural sciences. No. 2, 2015. P. 88-92. EDN: TXJFRL.

15. Stepanyan O.V., Startsev A.V. The current state of biota in reservoirs of the Kuma-Manych depression: Ust-Manych, Vselovsky, Proletarsky and Chograisky reservoirs (review) / O.V. Stepanyan, A.V. Startsev // Arid ecosystems, 2014, vol. 20, No. 2(59). P. 56-69. DOI: 10.13140/RG.2.1.1326.7369

16. Kruglova V.M. Veselovskoe reservoir. Rostov n/D: Publishing house of Growth. University, 1962. 115 p.

17. Kleshchenkov A.V. Hydrometeorological and hydrological-hydrochemical conditions of the eastern part of the Proletarian reservoir and reservoirs of the Manych valley in the modern period / A.V. Kleshchenkov, V.G. Sawyer, E.G. Alyoshina, et al. // Proceedings of the UNC RAS. Volume VII. 2018. Pp. 38-56. DOI 10.23885/1993-6621-2018-7-38-56.

18. Novikova A.F. Meliorative condition of irrigated lands of the Rostov region // Soil Science, 2008, No. 5. P. 599-613.

19. Skovpen A.N. Long-term dynamics of properties of ordinary chernozems under irrigation conditions / A.N. Skovpen, V.P. Kalinichenko // Izvestiya vuzov. The North Caucasus region. Natural sciences. Appendix, 2006, No. 11. P. 94-100.

20. Manzhina S.A. Formation of a monitoring system for water bodies in areas affected by agricultural production (on the example of the Rostov region) / XVI International Scientific and Practical Symposium and Exhibition "Clean Water of Russia-2021" May 17-20, 2021. Yekaterinburg: Gilaym LLC, 2021. P. 112-116.

21. Groundwater in the south of the Rostov region and their impact on flooding of the territories of settlements / E.A. Zubkov, D.N. Garkusha, O.B. Bartsev, A.M. Nikanorov; Southern Federal University. Rostov-on-Don; Taganrog: Southern Federal University, 2019. 199 p. [Electronic resource] URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577759> (date of request: 03.10.2023).

22. Ecological Bulletin of the Don / Collection: On the state of the environment and natural resources of the Rostov region in 2022. / Under the general editorship of M.V. Fishkin. Rostov-on-Don: Ministry of Natural Resources and Ecology of the Rostov region. 2023. 372 p.

23. Nikanorov A.M. The scale of flooding, regime and quality of groundwater in the built-up areas of the south of the Rostov region / A.M. Nikanorov, O.B. Bartsev, D.N. Garkusha, E.A. Zubkov // Bulletin of the Southern Scientific Center. Vol. 2, No. 3, 2015. P. 66-80. EDN: UHJTBX.

24. S.A. Manzhina, T.I. Drovovozova, and A.A. Kirilenko Ecological aspects of the state of natural and technical systems in the zone of irrigated agriculture effect // E3S Web of Conferences 395, 02007 (2023) E3SIC2023 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339502007>

25. Shalashova O.Yu., Rubtsov I.P. Transformation of ordinary chernozem during long-term irrigation with weakly mineralized water of sulfate-sodium composition / O.Y. Shalashova, I.P. Rubtsov // Land reclamation

слабоминерализованной водой сульфатно-натриевого состава / О.Ю. Шалашова, И.П. Рубцов // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 3. С. 1-14. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-1-14>

26. Сковпень А.Н. Многолетняя динамика свойств черноземов обыкновенных в условиях орошения / А.Н. Сковпень, В.П. Калинин // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. № 11, 2006. С. 94-100. EDN: HVEUEN.

27. Ильинская И.Н. Оценка аридизации территории Юго-Востока Ростовской области в динамике / И.Н. Ильинская, О.С. Безуглова, Ю.А. Литвинов // Деградация земель и опустынивание: проблемы устойчивого природопользования и адаптации: материалы международной науч.-практ. конф., Москва, ноябрь 2020 г. / М.: МАКС Пресс, 2020. С. 152-155.

Об авторе

Светлана Александровна Манжина, канд. техн. наук, доцент; SPIN-code: 3829-3611; ORCID: 0000-0001-9322-0843; ID РИНЦ: 861972; manz.svetlana@yandex.ru

Критерии авторства / Authorship criteria

Манжина С.А. выполнила теоретические исследования, на основании которых провела обобщение и написала рукопись. Манжина С.А. имеет на статью авторское право и несет ответственность за плагиат.

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 28.06.2024

Поступила после рецензирования / Received after peer review 20.02.2025

Принята к публикации / Accepted for publication 20.02.2025

and hydraulic engineering. 2022. Vol. 12, No. 3. P. 1-14. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-1-14>

26. Skovpen A.N. Long-term dynamics of properties of ordinary chernozems under irrigation conditions / A.N. Skovpen, V.P. Kalinichenko // News of higher educational institutions. The North Caucasus region. Natural sciences. No. 11, 2006. P. 94-100. EDN: HVEUEN.

27. Ilyinskaya I.N. Assessment of the aridization of the territory of the South-East of the Rostov region in dynamics / I.N. Ilyinskaya, O.S. Bezuglova, Yu.A. Litvinov // Land degradation and desertification: problems of sustainable nature management and adaptation: materials of the international scientific and practical conference, Moscow, November 2020 / Moscow: MAKS Press, 2020. P. 152-155.

About the author

Svetlana A. Manzhina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; SPIN-code: 3829-3611; ORCID: 0000-0001-9322-0843; RSCI ID: 861972; manz.svetlana@yandex.ru

Manzhina S.A. performed theoretical research, on the basis of which she generalized and wrote a manuscript. Manzhina S.A. has copyright on the article and is responsible for plagiarism.