

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ СОЛЕОБРАЗУЮЩИХ ИОНОВ В АГРОЛАНДШАФТАХ

Дрововозова Т.И., Марьяш С.А., Кулакова Е.С., Паненко Н.Н.

Донской государственный аграрный университет, п. Персиановский, Российская Федерация

Аннотация. Проведен анализ химического состава природных водных объектов – приёмников дренажно-сбросных вод. Показано, что фоновые концентрации солеобразующих ионов в водных объектах превышают ПДК_{рх}, что указывает на доминирующее влияние поверхностного стока со всей водосборной площади и подземное питание минерализованными сульфатными грунтовыми водами на формирование качества водной среды. Изучен химический состав водной вытяжки из почвы с орошаемых участков, прилегающих к коллекторам на примере Семикаракорского района Ростовской области. Представлена классификация орошаемых почв (0-20 см), прилегающих к коллекторам, по степени и типу засоления в зависимости от химизма солей, показавшая, что сельскохозяйственная деятельность сопровождается трансформацией геоэкологических циклов солеобразующих ионов, приводящих к засолению почв, повышению минерализации дренажного стока и, как следствие, воды малых водотоков. На основании изучения химического состава природных, грунтовых вод и качества воды в коллекторах, а также почв, прилегающих к коллекторам установлены особенности динамики содержания солеобразующих ионов и интенсивности их миграции в агроэкосистемах.

Ключевые слова. дренажно-сбросные воды, малые реки, коллекторная сеть, загрязнение, минерализация, миграция элементов, геоэкологические циклы.

GEOECOLOGICAL CYCLES OF SALT-FORMING IONS IN AGRICULTURAL LANDSCAPES

Drovovozova T. I., Marias S. A. Kulakova, E. S., Panenko N. N.

Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

Abstract. The analysis of the chemical composition of natural water bodies-receivers of drainage and discharge waters. It is shown that the background concentrations of salt-forming ions in water bodies exceed the M_{pcrx} , which indicates the dominant influence of surface runoff from the entire catchment area and underground feeding by mineralized sulphate groundwater on the formation of the quality of the water environment. The chemical composition of water extract from the soil from irrigated areas adjacent to reservoirs was studied on the example of semikarakorsky district of the Rostov region. The classification of irrigated soils (0-20 cm) adjacent to the reservoirs, the degree and type of salinity depending on the chemistry of salts, which showed that agricultural activity is accompanied by a transformation of the geo-ecological cycles of salt-ions, leading to soil salinization, increase of mineralization of drainage runoff and, as a consequence, water of small streams. Based on the study of the chemical composition of natural, groundwater and water quality in reservoirs, and soil adjacent to sewers the features of dynamics of the content of salt ions and the intensity of their migration in agroecosystems.

Keywords. drainage and waste water, small rivers, collector network, pollution, mineralization, migration of elements, geoeological cycles.

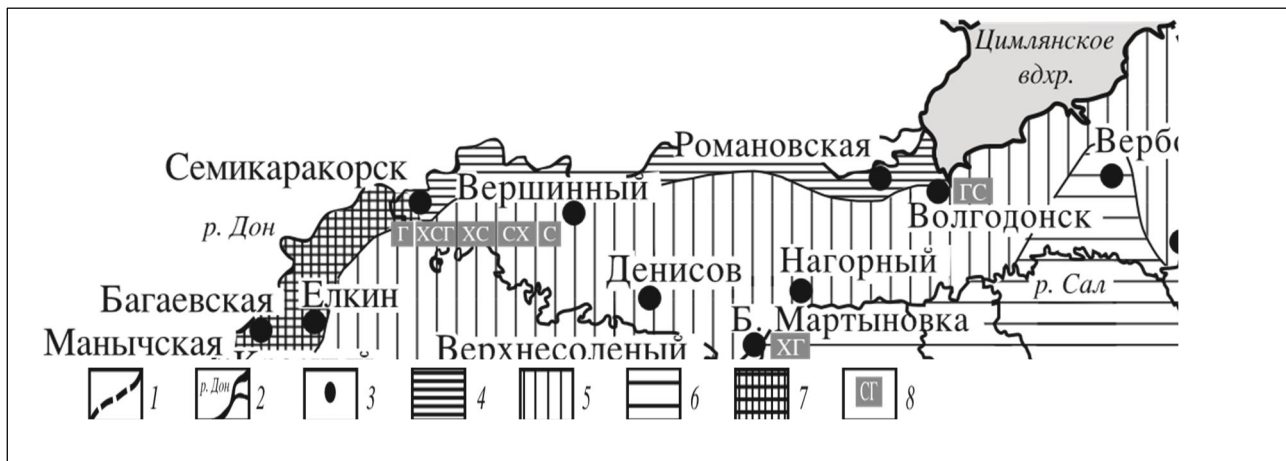
Эксплуатация коллекторно-дренажной системы предупреждает негативные антропогенные процессы изменения природного водного баланса территорий, вызванные орошением земель. При этом водные объекты – приёмники дренажно-сбросных вод (ДСВ), особенно малые реки, испытывают интенсивную антропогенную нагрузку, вызванную их загрязнением и сезонным изменением водного режима [1-7]. В работах [2,8,9] проведена оценка пригодности оборотного использования диффузного и дренажного стоков в сельскохозяйственном производстве.

Целью исследований являлось установление геоэкологического круговорота солеобразующих ионов в агроландшафтах. Для решения поставленной цели изучались динамика и миграция химических веществ в агроландшафтах и их составляющих: малые реки, почвы и дренажные воды.

Исследования проводились на открытой коллекторно-дренажной сети Семикаракорского района, находящейся в ведении Семикаракорского филиала ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз», коллекторах К-3, ЛС-2, МКЛ-7, ЦС и БГ-МС-4, природных водных объектах Ерик Бешенный, река Солёная, урочище Колодезьки, урочище Костылёвское (Костылёвский пруд), а также на орошаемых

участках, прилегающих к вышеуказанным коллекторам. Результаты натурных исследований обрабатывались с применением аппарата математической статистики (корреляционного и регрессионного анализов).

Анализ состояния природных водных объектов – приёмников дренажно-сбросных вод (ДСВ) показал, что в створах выше 500 м выпуска ДСВ (фоновые концентрации) концентрации солеобразующих ионов имеют значения, превышающие их ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения, что позволяет утверждать, что на состояние водных объектов оказывает влияние поверхностный сток со всей водосборной площади и подземное питание минерализованными сульфатными грунтовыми водами (рис. 1).



Минерализация, г/дм^3 $\frac{31,11-3,35}{2,34}$

Рисунок 1 - Гидрохимическая зональность грунтовых вод юга Ростовской области:

1 – административная граница области; 2 – водные объекты; 3 – ключевые участки; 4 – зона гидрокарбонатно-сульфатного или сульфатно-гидрокарбонатного типа грунтовых вод; 5 – зона сульфатного типа грунтовых вод; 6 – зона хлоридно-сульфатного или сульфатно-хлоридного типа грунтовых вод; 7 – зона смешанного типа грунтовых вод; 8 – присутствие нехарактерных по химическому составу грунтовых вод [10,11]

Последнее обстоятельство объясняет высокие концентрации сульфатов во всех поверхностных водных объектах. Поскольку в целом грунтовые воды в Семикаракорском районе, отличающиеся повышенной минерализацией ($2,5-3,5 \text{ г/дм}^3$), обеспечивают подземное питание поверхностных водных объектов, то и воды последних также характеризуются повышенными значениями минерализации, колеблющимися в течение года. Динамика минерализации и сульфатов представлены на рисунках 2,3 на примере реки Соленая – приёмник дренажно-сбросных вод из коллектора ЛС-2.

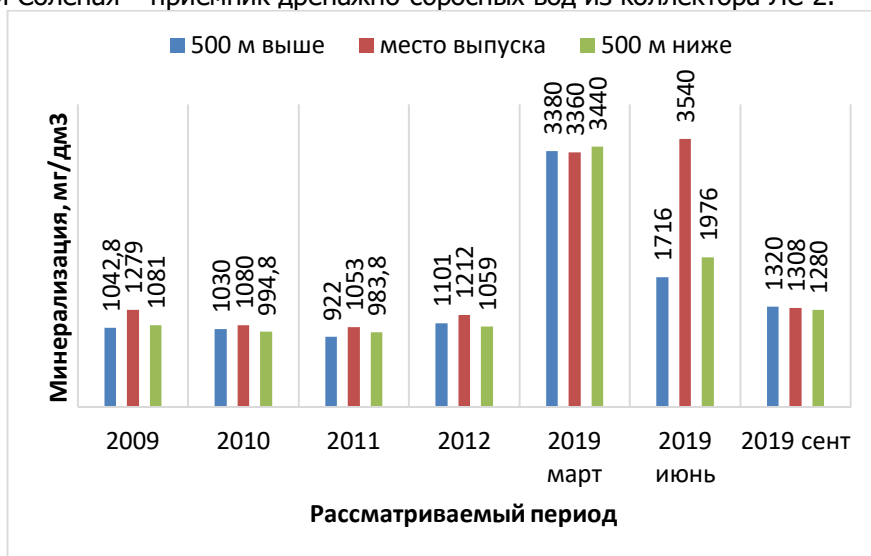


Рисунок 2 – Динамика минерализации в водном объекте – река Соленая в зоне влияния коллектора ЛС-2

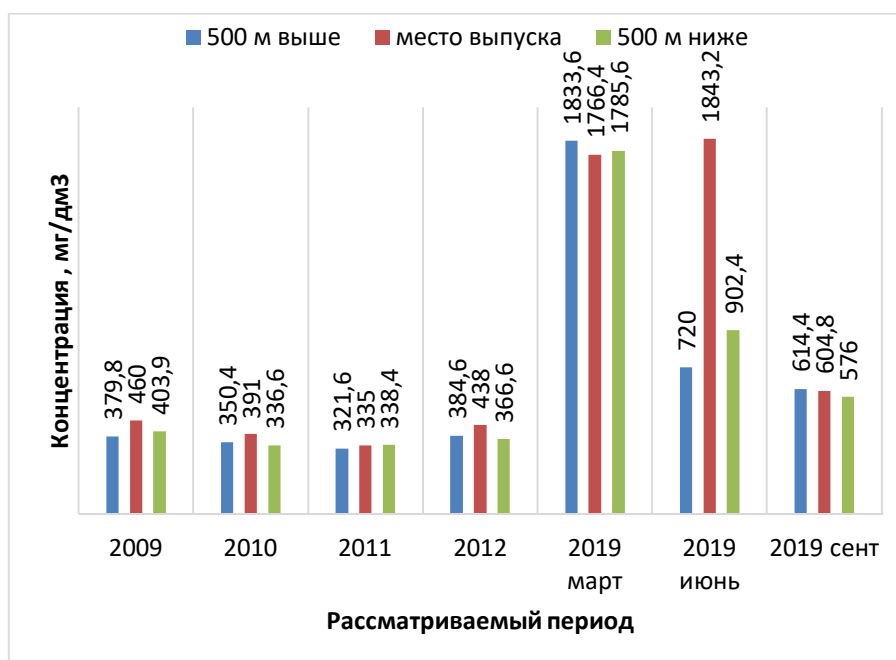


Рисунок 3 - Динамика сульфатов в водном объекте – река Соленая в зоне влияния коллектора ЛС-2

В результате анализа гидрохимических и экологических показателей природных водных объектов установлено, что естественный природный фон поверхностных и подземных (грунтовых) вод характеризуется повышенными концентрациями сульфатов, кальция, магния, натрия. Исследование гидрохимических показателей дренажно-сбросных вод в открытых коллекторах показало, что минерализация дренажного стока вне поливного периода колеблется от 2,5 до 4,0 г/дм³, что обусловлено преимущественно подземным питанием высокоминерализованными грунтовыми водами. В течение поливного сезона минерализация ДСВ колеблется в интервале 1,2-1,6 г/дм³, а в коллекторе БГ-МС-4 не превышала 1,0 г/дм³. Полученные результаты объясняются промывкой коллекторов весной более пресной водой из Нижнедонского магистрального канала, проведением промывных режимов орошения, расчисткой коллектора БГ-МС-4, научно-обоснованными режимами полива, способствующими образованию минимальных объемов дренажного стока с мелиорируемых территорий [12,13].

Изучение водной вытяжки из почвы с орошаемых участков (верхний горизонт 0-20 см) показало, что в течение поливного периода исследуемый горизонт орошаемых участков, прилегающих к коллекторам ЛС-2 и МКЛ-7 в течение вегетационного периода остается незасоленным. Верхний горизонт орошаемых участков, прилегающих к коллекторам К-3 и ЦС (южный) в конце вегетационного (поливного) периода становится слабозасоленным, тип засоления хлоридный (табл. 1).

Таблица 1 - Классификация орошаемых почв (0-20 см), прилегающих к коллекторам, по степени и типу засоления в зависимости от химизма солей

Почвы, прилегающие к коллекторам	Исследуемый период	Сумма ионов токсичных солей, %	Степень засоления	Cl ⁻ :SO ₄ ²⁻	Тип засоления
К-3	Весна	0,0391 < 0,05	незасоленные	–	–
	Осень	0,073 > 0,05	слабозасоленные	1,14	Сульфатно-хлоридный
ЛС-2	Весна	0,0359 < 0,05	незасоленные	–	–
	Осень	0,0174 < 0,05	незасоленные	–	–
МКЛ-7	Весна	0,0423 < 0,05	незасоленные	–	–
	Осень	0,0408 < 0,05	незасоленные	–	–
ЦС (южный)	Весна	0,0417 < 0,05	незасоленные	–	–
	Осень	0,062 > 0,05	слабозасоленные	2,5	Хлоридный

В конце поливного сезона на орошаемых участках, прилегающих к коллекторам К-3, МКЛ-7 и ЦС (южный), отмечается увеличение %-ного содержание ионов натрия, что свидетельствует о начале процесса осолонцевания. Практически во всех почвенных растворах на исследуемых участках, за

исключением участков, прилегающих к коллектору ЛС-2, содержатся токсичные для растений сода (NaHCO_3) и хлорид натрия.

Содержание сульфат-ионов во всех почвах в верхнем горизонте ниже порога токсичности ($<0,08\%$), следовательно, ионы SO_4^{2-} почвенного раствора не участвуют в формировании химического состава дренажного стока.

Повышенные концентрации ионов натрия и хлорид-ионов в почвенной вытяжке (дренажный сток) коррелируются с высокими концентрациями этих ионов в дренажно-сбросных водах в исследуемых коллекторах. Проведена оценка качества воды в коллекторах по содержанию ионов Na^+ и Cl^- на начало и конец поливного сезона с точки зрения её пригодности на орошение (табл. 2,3).

Таблица 2 - Содержание ионов Na^+ и Cl^- в воде коллекторов на начало и конец поливного сезона

Показатель	Концентрация, мэкв/дм ³									
	К-3		ЛС-2		МКЛ-7		ЦС		БГ-МС-4	
	май	сент	май	сент	май	сент	май	сент	май	сент
Na^+	9,81	4,83	10,44	6,22	7,95	8,63	6,93	5,43	5,72	4,09
Cl^-	9,38	3,46	4,36	3,01	4,51	4,03	4,7	3,18	2,72	2,5

В соответствии с критериями качества поливной воды (табл. 3) воды во всех коллекторах не соответствуют требованиям к поливной воде по содержанию ионов натрия и хлорид-ионов и, следовательно, непригодны для орошения без предварительной очистки.

Таблица 3- Критерии качества поливной воды по содержанию ионов натрия и хлорид-ионов [14,15]

Класс качества*	Na, мэкв/л	Cl, мэкв/л
1	1,5	1,5
2	1,5-3,0	1,5-3,0
3	3,0-4,5	3,0-4,5

* норма 1 – вода пригодна для орошения; норма 2 - необходимо регулярно проводить промывные режимы орошения; норма 3 - вода фактически непригодна для орошения.

На основании исследований динамики химических веществ в природных водотоках, грунтовых водах, дренажно-сбросных водах в отводящих коллекторах открытого типа разработаны рекомендации по реконструкции открытой коллекторной сети, направленные на снижение антропогенной нагрузки на природные водные объекты, экономию водных, земельных и энергоресурсов.

Установлено, что естественный природный фон поверхностных и подземных (грунтовых) вод характеризуется повышенной минерализацией и жесткостью, следовательно, нормативы качества природной воды, соответствующие ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения, не могут быть достигнуты из-за воздействия естественных природных факторов, не поддающихся регулированию, что необходимо учитывать при установлении допустимых к отведению концентраций загрязняющих веществ.

Установлены особенности динамики содержания солеобразующих ионов и интенсивности их миграции в агроэкосистемах, свидетельствующие о взаимообусловленности их геохимических циклов.

Сельскохозяйственная деятельность в речных бассейнах сопровождается трансформацией геоэкологических циклов солеобразующих ионов, приводящих к засолению почв, повышению минерализации дренажного стока и, как следствие, воды малых водотоков.

Список использованных источников

1. Аладинская, А. Р. Охрана окружающей среды от негативного воздействия хозяйственной деятельности: науч. моногр. / А. Р. Аладинская, Т. Ю. Анопченко, И. А. Афонина. – Новосибирск: СибА К, 2015. – 260 с.
2. Домашенко, Ю. Е. Моделирование и оценка поступления загрязняющих веществ в коллекторно-дренажный сток / Ю. Е. Домашенко, С. М. Васильев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2016. – № 2(22). – С. 112–127. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec414-field6.pdf.
3. Экологический вестник Дона "О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2017 году" [Электронный ресурс] / Правительство Рост. обл., Мин-во природных ресурсов и экологии Рост. обл. – Ростов н/Д, 2018. – URL: <http://минприродыро.рф/state-of-the-environment/ekologicheskij-vestnik/>

4. Экологический вестник Дона "О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2018 году" [Электронный ресурс] / Правительство Рост. обл., Мин-во природных ресурсов и экологии Рост. обл. – Ростов н/Д, 2019. – URL: <http://минприродыро.рф/state-of-the-environment/ekologicheskij-vestnik/>
5. Guidelines for drinking-water quality: Recommendations / World Health Organization. – Geneva, 1983. – 271 p.
6. Witkowski, A.J. Groundwater Vulnerability Assessment and Mapping: IAH-Selected Papers. V. 11 / A.J. Witkowski, A. Kowalczyk, J. Vrba. – London: Taylorand Francis, 2007. – 260p.
7. Relationships between climate, topography, water use and productivity in two key Mediterranean forest types with different water-use strategies / D. Helman, Y. Osem, D. Yakir, I. M. Lensky [Electronic resource]. – Mode of access: <http://sciedirect.com/scien-ce/article/pii/S0168192316303732?via%3Dihub>, 2018
8. Stansfury, M. Irrigation and water quality United States perspective / M. Stansfury // Trans. 14 the cong. irrigate and drainage. – 1998. – 1(13). – P. 585–594.
9. Groundwater composition and pollution due to agricultural practices at Sete Cidades volcano (Azores, Portugal) / J. V. Cruz, M. I. Dias, M. O. Silva, M. I. Prudencio // Applied Geochemistry. – 2013. – Vol. 29. – P. 162–173.
10. Зубков, Е.А. Режим и качество грунтовых вод населенных пунктов юга Ростовской области и их вклад в загрязнение вод нижнего течения реки Дон / Е.А. Зубков, Д.Н. Гарькуша, О.Б. Барцев, А.М. Никаноров // Матер. VII Междунар. научно-практ. конф. «Экологические проблемы. Взгляд в будущее» - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2015. – С. 167-171.
11. Зубков, Е.А. Грунтовые воды юга Ростовской области и их влияние на подтопление территорий населенных пунктов. Дис. канд. геогр. наук. – Ростов-на-Дону. 2017. – 185 с.
12. Дрововозова Т.И. Экологическая оценка состояния малых водных объектов в зоне влияния гидромелиоративных систем / Т.И. Дрововозова, С.А. Манжина // Экология и водное хозяйство [Электронный ресурс]. - № 3(03). – 2019. - с. 14–26.
13. Дрововозова Т.И. Химический состав коллекторно-дренажного стока в открытых каналах Семикаракорского района / Дрововозова Т.И., Кокина Т.Ю., Марьяш С.А., Кулакова Е.С. // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. - № 4(36). – 2019. С. 88-99
14. Безднина, С. Я. Качество воды для орошения. Принципы и методы оценки / С. Я. Безднина. – М.: Рома, 1997. – 185 с.
15. Мамонтов, В.Г. Практическое руководство по химии почв / В.Г. Мамонтов, А.А. Гладков, М.М. Кузелёв - М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012.

Исследование выполнено за счет бюджетных средств по тематическому плану-заданию по заказу Минсельхоза России АААА-А19-119042690070-7.