

УДК 502.7+556.33

DOI 10.23683/0321-3005-2019-4-98-103

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ФАКТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

© 2019 г. Г.Ю. Скляренко¹, В.Е. Закруткин¹

¹Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

UNDERGROUND WATER OF THE ROSTOV REGION: FEATURES OF POLLUTION AND QUALITY

G.Yu. Sklyarenko¹, V.E. Zakrutkin¹

¹Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Скляренко Григорий Юрьевич – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, кафедра геоэкологии и прикладной геохимии, Институт наук о Земле, Южный федеральный университет, ул. Зорге, 40, г. Ростов-на-Дону, 344090, Россия, e-mail: gysklyarenko@sfedu.ru

Grigory Yu. Sklyarenko - Candidate of Geology and Mineralogy, Associate Professor, Department of Geoecology and Applied Geochemistry, Institute of Earth Sciences, Southern Federal University, Zorge St., 40, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: gysklyarenko@sfedu.ru

Закруткин Владимир Евгеньевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и прикладной геохимии, Институт наук о Земле, Южный федеральный университет, ул. Зорге, 40, г. Ростов-на-Дону, 344090, Россия, e-mail: vezak@list.ru

Vladimir E. Zakrutkin - Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Head of the Department of Geoecology and Applied Geochemistry, Institute of Earth Sciences, Southern Federal University, Zorge St., 40, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: vezak@list.ru

Подземные воды Ростовской области в условиях засушливого климата и недостаточного обеспечения населения речной водой, особенно в южных и юго-восточных районах, являются важным источником водоснабжения. Водонасыщенные комплексы, доступные для использования, связаны с каменноугольными, меловыми, палеогеновыми, неогеновыми и четвертичными породами. Крупных скоплений подземные воды не образуют – на территории области выделяются только средние и мелкие месторождения. Химический состав вод существенно отличается как между горизонтами, так и внутри них, причем для почти всех вод характерна достаточно высокая минерализация. Воды подвержены серьезным антропогенным воздействиям, главным образом химическому загрязнению, обуславливающему их невысокое качество, а также неконтролируемому водопользованию. Основными факторами антропогенного воздействия на подземные воды являются воздействие промышленных предприятий; стоки с сельскохозяйственных предприятий и угодий; хозяйственно-бытовые стоки, в том числе стоки с полигонов ТКО; углеводородное загрязнение. Качество подземных вод колеблется от уровня «весьма загрязненная» до «чрезвычайно грязная». Максимальное загрязнение подземных вод связано с угледобычей в Восточном Донбассе и влиянием промышленных и хозяйственно-бытовых стоков на урбанизированных территориях, таких как Ростовская агломерация.

Ключевые слова: Ростовская область, подземные воды, качество, источники загрязнения, угледобыча, свалки твердых отходов производства и потребления, сельскохозяйственное загрязнение, углеводородное загрязнение.

Groundwater in the Rostov Region, in conditions of an arid climate and inadequate provision of population with river water, especially in the southern and southeastern regions, is an important source of water supply. The aquifers available for use are associated with Carboniferous, Cretaceous, Paleogene, Neogene and Quaternary. Groundwater does not form large accumulations - only medium and small deposits are allocated in the region. The chemical composition of the waters differs significantly between the horizons and within them, and for almost all waters a fairly high salinity is characteristic. The waters are subject to serious anthropogenic impacts, mainly chemical pollution, which determines their low quality, as well as uncontrolled water use. The main factors of anthropogenic impact on groundwater are the impact of industrial enterprises; drains from agricultural enterprises and land; household wastewater, including wastewater from landfills; hydrocarbon pollution. Groundwater quality ranges from "highly polluted" to "extremely dirty". The maximum pollution of groundwater is associated with coal mining in the East Donbass and the influence of industrial and domestic wastewater in urban areas such as the Rostov agglomeration.

Keywords: Rostov Region, underground water, quality, sources of impact, coal mining, landfills of solid wasters, agricultural pollution, hydrocarbon pollution.

Ростовская область – один из наиболее густонаселенных и засушливых регионов России, население которого испытывает серьезный дефицит чистой воды. Основными источниками являются р. Дон и её крупные притоки – Северский Донец, Маныч, Чир [1]. Вода малых рек, относящихся к бассейну Дона, используется локально – сельскими жителями. Неравномерность речной сети и часто не соответствующее санитарно-эпидемиологическим показателям качество воды в вышеперечисленных водотоках требуют усиления водоснабжения за счет подземных вод [2, 3].

Подземные воды, используемые жителями Ростовской области, связаны с приповерхностными водоносными горизонтами каменноугольного, мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возраста.

Водоносный комплекс каменноугольных отложений связан с известняками и песчаниками, обнажающимися на территории Восточного Донбасса [4]. Естественные выходы подземных вод в виде источников отмечаются в долинах рек и балок. Дебиты источников – 0,1–7 л/с, дебиты скважин в большинстве случаев составляют 0,7–8 л/с (редко – 14–17 л/с). Состав вод сульфатно-гидрокарбонатный (реже хлоридный), среди катионов преобладают кальций и магний. Минерализация достигает 5 г/л, в среднем составляя 3 г/л. Эти воды обеспечивают водоснабжение г. Белая Калитва, а также отдельных предприятий.

Водоносный комплекс меловых отложений эксплуатируется главным образом на севере Ростовской области. Порода-коллекторы представлены пясчким мелом, мергелями и глинами, залегающими моноклиально на южном склоне Воронежской антеклизы. Дебиты скважин здесь составляют 6–13 л/с, достигая 72 л/с, минерализация воды находится в пределах 0,6–1,5 г/дм³. Подземные воды широко используются для водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий: водозаборы Б. Суходольский, Грачичский, Донецкий, Мало-Каменский II, Долотинский, Миллеровский, Боковский, Чертковский, Обливский.

Водоносный комплекс палеогеновых отложений связан с песками, галечниками, песчаниками и известняками каневско-бучакской свиты эоцена, распространенными на южном склоне Воронежской антеклизы и в закрытой части Донбасса (зоне перекрытия складчатых структур карбона покровом кайнозойских отложений). Наибольшей водообильностью комплекс характеризуется в районе ст. Тацинской и г. Морозовска, где дебиты скважин достигают 18,5–19,4 л/с. Воды здесь пресные и эксплуатируются групповыми водозаборами (Тацинский, Углегорский, Морозовский) для централизованного питьевого водоснабжения населенных пунктов. На южной периферии Восточного Донбасса за счет коллекторов палеогенового возраста осуществляется водоснабжение ст. Родионово-Несветайской (Павленковский водозабор) и п. Матвеев Курган. Дебиты эксплуатационных скважин достигают здесь 17,5 л/с.

Водоносный комплекс неогеновых отложений связан с известняками, песками, песчаниками и глинами конкско-караганского, сарматского, понтического и ергенинского ярусов (от древних к молодым). Такие водовмещающие коллекторы развиты на берегах р. Дон в нижнем его течении, на юге и юго-востоке Ростовской области, где они обнажаются и дренируются речной сетью. Подземные воды данного комплекса преимущественно напорные. Дебиты родников и скважин достигают 50 л/с, в среднем составляя 5–25 л/с. Минерализация воды изменяется в широких пределах – от 0,6 до 8 г/дм³.

Подземные воды неогенового комплекса имеют важное значение для обеспечения водой населенных пунктов и предприятий наиболее засушливых и наименее обеспеченных речной водой юго-восточных районов Ростовской области. Так, вода, вмещаемая конкско-караганскими песчаными отложениями, используется для питьевого водоснабжения п. Гигант и г. Сальска (Гигантовский, Бровкинский водозаборы и эксплуатационные скважины в г. Сальске). Сарматские известняки используются для водоснабжения населенных пунктов Песчанокского и Егорлыкского районов (Песчанокский, Сандатовский водозаборы). Лучшие по ка-

честву воды понтических отложений встречены на самом юге Ростовской области (Егорлыкский и Целинский районы), где они являются основным источником водоснабжения и эксплуатируются централизованными групповыми водозаборами (Мечетинский, Целинский, Егорлыкский). Подземные воды ергенинской свиты на большей части площади распространения являются единственным источником водоснабжения. Путем эксплуатации групповыми водозаборами (Южненский, Зимовниковский, Амтинский, Орловский, Ремонтненский) они широко используются для водоснабжения ряда населенных пунктов (п. Зимовники, Заветное, Ремонтное, Б. Мартыновка, Орловский и др.).

Водоносный комплекс четвертичных отложений (грунтовые воды) распространен на юге Ростовской области в пределах погруженной зоны северного крыла Азово-Кубанской впадины. Наибольшие дебиты скважин (до 10–12 л/с) отмечены в районе с. Самарского. Наименее водообильной является восточная часть территории распространения (Целинский, Сальский районы). Грунтовые воды напорные, слабо- и маломинерализованные с сухим остатком 1,4–4,3 г/дм³ (чаще 2–3,5 г/дм³). В связи с относительно высокой минерализацией эти воды используются лишь для технического водоснабжения отдельных предприятий.

Как отмечалось выше, эксплуатируемые в Ростовской области водоносные комплексы являются приповерхностными. Их питание преимущественно атмосферное. Подземные воды, вмещаемые аллювиальными отложениями в долинах крупных рек (Дон, Северский Донец), гидродинамически связаны с речными водами. Поэтому они уязвимы по отношению к антропогенным воздействиям [5], которые можно разделить на следующие виды:

- воздействие промышленных предприятий;
- стоки с сельскохозяйственных предприятий и угодий;
- хозяйственно-бытовые стоки, в том числе стоки с полигонов твердых отходов производства и потребления (ТОПП);
- углеводородное загрязнение.

Загрязнение за счет воздействия промышленных предприятий в первую очередь связано с угледобывающей промышленностью Восточного

Донбасса [4]. Здесь на протяжении более 150 лет производится шахтная добыча угля. В её результате были радикально нарушены режим и баланс подземных вод. В выработанном подземном пространстве за счет окисления воздухом минералов в условиях постоянного притока подземных вод в горные выработки сформировался их новый техногенный тип – шахтные воды. За счет их миграции происходит загрязнение водоносных горизонтов на очень больших площадях (сотни квадратных километров и более). Основными поллютантами здесь являются сульфат-, гидрокарбонат- и хлор-ионы, среди катионов преобладают железо, марганец, медь. Наибольшие концентрации среди микроэлементов характерны для бериллия, кадмия и стронция [6, 7].

Складирование на поверхности отвалов извлеченной породы привело к просачиванию через них атмосферных осадков в грунтовые воды, загрязнение которых аналогично влиянию шахтных вод [2].

Воздействие промышленных предприятий, расположенных преимущественно в черте населенных пунктов, сводится к просачиванию в грунтовые воды стоков с промплощадок, загрязненных различным мусором и горюче-смазочными материалами (ГСМ).

Стоки с сельскохозяйственных предприятий и угодий представляют собой сточные воды животноводческих ферм и комплексов, птицефабрик; органические и минеральные удобрения; ядохимикаты. Основные компоненты загрязнения – соединения азота, ядохимикаты, калий и фосфор, кроме того, возможно появление хлоридов, сульфатов, кадмия, ртути, меди и др. тяжелых металлов. На один гектар сельскохозяйственных угодий ежегодно вносятся от 40 до 80 т органических удобрений, а также минеральных удобрений: мочевины, селитры, аммиака, аммофоса и др., а водоохранная деятельность всех сельскохозяйственных предприятий, как правило, слабо контролируется [8].

Хозяйственно-бытовые стоки, в том числе стоки с полигонов ТОПП, представлены коммунальными сточными водами, твердыми отходами жилых помещений, предприятий общественного питания, магазинов, городским мусором, шламом коммунальных очистных сооружений [3]. Характерными поллютантами являются

микроорганизмы, азотные соединения, органические кислоты, хлориды, жиры, поверхностно-активные вещества и др. Основными источниками загрязнения этой группы являются свалки; места сбора, транзита и хранения жидких стоков; коммуникации очистных сооружений, лишенные надежного гидроизоляционного экрана. Неблагоустроенный жилой фонд городов и садоводческие товарищества, сельские поселения характеризуются большим количеством мелких (до 2–3 м) свалок, уличных туалетов, бессистемным сбросом жидких стоков. По объему загрязняющих веществ источники загрязнения хозяйственно-бытовой группы превосходят прочие источники загрязнения [8, 9].

Углеводородное загрязнение обычно связано с утечками нефтепродуктов из емкостей и при перекачке, аварийными ситуациями при транспортировке. К потенциальным источникам загрязнения этой группы отнесены склады ГСМ, автозаправочные станции, мойки автотранспорта. Загрязняющими веществами этой группы являются нефть и нефтепродукты (бензин, керосин, дизельное топливо, различные масла) [9, 10].

Качество подземных вод Ростовской области обусловлено характером и интенсивностью вышешеречисленных антропогенных воздействий, в соответствии с которыми предлагается выделить следующие типы территорий:

- территории промышленной угледобычи;
- территории крупных населенных пунктов;
- территории сельских поселений;
- сельскохозяйственные угодья.

Интегральная оценка качества подземных вод на указанных территориях производилась путем расчета суммарного коэффициента загрязнения: $СКЗ = \sum C_i / ПДК_i$ [4].

На основании значений СКЗ использовались следующие категории загрязненности воды:

- 1) СКЗ < 1 – условно чистая;
- 2) СКЗ 1–5 – слабозагрязненная;
- 3) СКЗ 5–10 – весьма загрязненная;
- 4) СКЗ 10–20 – очень загрязненная;
- 5) СКЗ 20–50 – грязная и очень грязная;
- 6) СКЗ > 50 – чрезвычайно грязная вода.

Территории промышленной угледобычи характеризуются максимальными уровнями и площадями техногенного воздействия. Примером может служить Восточный Донбасс. Здесь на

площадях в сотни квадратных километров произошло нарушение целостности горнопородных массивов, являющихся водоносными коллекторами, вследствие чего изменились режим и баланс подземных вод, смешались воды разных горизонтов, произошло окисление минералов и резкое увеличение минерализации воды, в результате чего сформировались агрессивные шахтные воды [11].

Угледобыча является хотя и не единственным, но основным типом антропогенных воздействий, определяющим категории загрязнения подземных вод, среди которых преобладают грязные и очень грязные и чрезвычайно грязные воды.

Территории крупных населенных пунктов характеризуются развитой промышленностью и высокой плотностью населения, что влечет за собой увеличение объемов сбросов промышленных вод, хозяйственно-бытовых стоков, формирование твердого мусора и свалок ТОПП [12]. Интенсивность загрязнения подземных вод урбанизированных районов неравномерно распределяется по площади. Встречаются воды от категории «очень загрязненная» до «грязная и очень грязная». Чрезвычайно грязные воды приурочены обычно к локальным участкам, на которых произошли аварии.

Территории сельских поселений, несмотря на меньшее количество и плотность населения, имеют гораздо менее развитую инфраструктуру – канализацию и очистные сооружения, оборудованные площадки складирования мусора. В то же время здесь сосредоточены животноводческие комплексы, активно ведется приусадебное хозяйство: огородничество и разведение домашних животных. Производится забор подземных вод из скважин и колодцев. Воды таких территорий преимущественно относятся к категории «грязная и очень грязная».

Сельскохозяйственные угодья занимают большую часть региона. Это обширные площади, на которых часто накладываются антропогенные воздействия разного характера. Для них характерны воды 3-й категории качества – «весьма загрязненные».

Таким образом, можно сделать вывод, что подземные воды на территории Ростовской области в условиях засушливого климата и недостаточного обеспечения населения речной во-

дой, особенно в южных районах, являются важным источником водоснабжения. Они подвержены серьезным антропогенным воздействиям, обуславливающим их невысокое качество, которое колеблется от уровня «весьма загрязненная» до «чрезвычайно грязная». Высоким качеством и минимальным загрязнением отличаются воды сельскохозяйственных территорий севера региона. Максимальное же загрязнение подземных вод и их низкое качество связаны с углепромышленными районами Восточного Донбасса и урбанизированными территориями на юго-западе области.

Литература

1. Экологический атлас Ростовской области / под ред. В.Е. Закруткина. Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. 120 с.
2. Назаренко В.В., Назаренко О.В. Состояние подземных вод на территории Ростовской области // Экологические проблемы. Взгляд в будущее. Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2007. С. 252–256.
3. Назаренко О.В. Роль климата в формировании грунтовых вод на территории г. Ростова-на-Дону // Тр. Географического общества Республики Дагестан. 2013. № 41. С. 110–112.
4. Закруткин В.Е., Склярченко Г.Ю., Бакаева Е.Н., Решетняк О.С., Гибков Е.В., Фоменко Н.Е. Поверхностные и подземные воды в пределах техногенно нарушенных геосистем Восточного Донбасса: формирование химического состава и оценка качества. Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2016. 170 с.
5. Дрововозова Т.И., Марыгин В.О. Гидрохимическая и геологическая оценка подземных вод Ростовской области // Sciences of Europe. 2018. № 33-2 (33). С. 39–44.
6. Sklyarenko G., Zakrutkin V. The nature of change in technogenic contamination of the underground water of the Eastern Donbass (Russia) // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, Water Resources. 2017. Vol. 17. P. 711–716.
7. Zakrutkin V., Sklyarenko G.Yu., Gibkov E. Technogenic geochemical streams of coal-mining territories and its influence on the environment // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2016. № 3-1. P. 289–294.
8. Зубков Е.А. Грунтовые воды юга Ростовской области и их влияние на подтопление территорий населенных пунктов : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Ростов н/Д.: ЮФУ, 2016. 22 с.

9. Никаноров А.М., Гарькуша Д.Н., Зубков Е.А., Барцев О.Б., Минина Л.И. Гидрохимический режим и качество грунтовых вод застроенных территорий на юге Ростовской области // Водные ресурсы. 2018. Т. 45, № 2. С. 171–178.

10. Закруткин В.Е., Холодков Ю.И., Подольский А.Д. Экологические последствия эксплуатации нефтехранилищ в междуречье рек Дон и Сал // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2007. № 6. С. 506–517.

11. Склярченко Г.Ю., Закруткин В.Е., Зубов А.Р., Зубова Л.Г., Решетняк О.С. Влияние угледобычи в Донбассе на подземные и поверхностные воды // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2017. № 3-1. С. 100–107.

12. Zakrutkin V.E., Shishkina D.Yu., Gibkov E.V., Sklyarenko G.Yu. Landfills of municipal solid wasters as a sources of impact on the environment (ecology-geochemical aspect) // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2018. Vol. 18, № 5-2. P. 553–561.

References

1. *Ekologicheskii atlas Rostovskoi oblasti* [Ecological atlas of the Rostov region]. Ed. V.E. Zakrutkin. Rostov-on-Don: Izd-vo SKNTs VSh, 2000, 120 p.
2. Nazarenko V.V., Nazarenko O.V. [State of groundwater in the Rostov region]. *Ekologicheskie problemy. Vzglyad v budushchee* [Environmental problem. Prospection]. Rostov-on-Don: Izd-vo YuFU, 2007, pp. 252-256.
3. Nazarenko O.V. Rol' klimata v formirovanii gruntovykh vod na territorii g. Rostova-na-Donu [The role of climate in the formation of groundwater on the territory of Rostov-on-Don]. *Tr. Geograficheskogo obshchestva Respubliki Dagestan*. 2013, No. 41, pp. 110-112.
4. Zakrutkin V.E., Sklyarenko G.Yu., Bakaeva E.N., Reshetnyak O.S., Gibkov E.V., Fomenko N.E. *Poverkhnostnye i podzemnye vody v predelakh tekhnogenno narushennykh geosistem Vostochnogo Donbassa: formirovanie khimicheskogo sostava i otsenka kachestva* [Surface and underground waters within technogenic disturbed geosystems of Eastern Donbass: formation of chemical composition and quality assessment]. Rostov-on-Don: Izd-vo YuFU, 2016, 170 p.
5. Drovovozova T.I., Marygin V.O. *Gidrokhimicheskaya i geologicheskaya otsenka podzemnykh vod Rostovskoi oblasti* [Hydrochemical and geological evaluation of groundwater of Rostov region]. *Sciences of Europe*. 2018, No. 33-2 (33), pp. 39-44.
6. Sklyarenko G., Zakrutkin V. The nature of change in technogenic contamination of the underground water

of the Eastern Donbass (Russia). *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, Water Resources*. 2017, vol. 17, pp. 711-716.

7. Zakrutkin V., Sklyarenko G.Yu., Gibkov E. Technogenic geochemical streams of coal-mining territories and its influence on the environment. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*. 2016, No. 3-1, pp. 289-294.

8. Zubkov E.A. *Gruntovye vody yuga Rostovskoi oblasti i ikh vliyanie na podtoplenie territorii naseleennykh punktov: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk* [Ground waters of the South of the Rostov region and their influence on flooding of territories of settlements]. Rostov-on-Don: YuFU, 2016, 22 p.

9. Nikanorov A.M., Gar'kusha D.N., Zubkov E.A., Bartsev O.B., Minina L.I. *Gidrokhimicheskii rezhim i kachestvo gruntovykh vod zastroennykh territorii na yuge Rostovskoi oblasti* [Hydrochemical regime and quality of ground water of built-up territories in the South of the

Rostov region]. *Vodnye resursy*. 2018, vol. 45, No. 2, pp. 171-178.

10. Zakrutkin V.E., Kholodkov Yu.I., Podol'skii A.D. *Ekologicheskie posledstviya ekspluatatsii neftekhranilishch v mezhdurech'e rek Don i Sal* [Ecological consequences of oil storage operation in the rivers Don and Sal]. *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya*. 2007, No. 6, pp. 506-517.

11. Sklyarenko G.Yu., Zakrutkin V.E., Zubov A.R., Zubova L.G., Reshetnyak O.S. *Vliyanie ugledobychi v Donbasse na podzemnye i poverkhnostnye vody* [Influence of coal mining in Donbass on underground and surface waters]. *Izv. vuzov. Sev.-Kavk. region. Estestv. nauki*. 2017, No. 3-1, pp. 100-107.

12. Zakrutkin V.E., Shishkina D.Yu., Gibkov E.V., Sklyarenko G.Yu. *Landfills of municipal solid wasters as a sources of impact on the environment (ecology-geochemical aspect)*. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*. 2018, vol. 18, No. 5-2, pp. 553-561.