

ГЕОЭКОЛОГИЯ
(ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья
УДК 556.3
doi 10.54398/2077-6322_2022_1_125

Геоэкология подземных вод Лебединского месторождения

**Дарья Александровна Московцева^{1✉}, Андрей Геннадьевич Корнилов²,
Евгений Вячеславович Кичигин³**

^{1,2,3}Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, Россия

¹moskovtseva_darya@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-9806-5942>

²kornilov@bsu.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9189-8965>

³kichigin@bsu.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1335-728X>

Аннотация. С 1967 года на Лебединском месторождении Курской магнитной аномалии работает АО «Лебединский ГОК», деятельность которого оказывает существенное влияние на окружающую среду, в том числе на подземные воды. На территории АО «Лебединский ГОК» существуют 4 группы водозаборов. К ним относят следующие зоны питания подземных вод: 1. Горнопромышленная зона питания для скважин №№ 2 и 3 «водозабора РСУ». 2. Селитебно-промышленная – горнопромышленная зона питания подземных вод ствола № 4 водозабора подземного дренажного комплекса. 3. Селитебно-промышленная зона с вкладом сельскохозяйственного стока для ствола № 5 водозабора подземного дренажного комплекса. 4. Смешанная зона питания для «насосной РСУ» в силу ее промежуточного пространственного расположения между вышеуказанными водозаборами. Результаты мониторинга за экологическим состоянием подземных вод на данных объектах показали, что концентрации контролируемых загрязняющих веществ находятся в пределах установленных нормативов, в то же время выявлена определенная дифференциация по уровню загрязнения подземных вод в зависимости от преобладающего типа воздействия хозяйственной деятельности на водосборных территориях. В смешанной зоне питания «наносной РСУ» преобладает повышенное, относительно других скважин, содержание сухого остатка на 25–50 %, хлоридов на 40 %, сульфатов на 30 %, нитратов и нитритов в 1,5–2 раза. В стволах №№ 4–5 водозабора подземного дренажного комплекса наблюдается преобладание (по сравнению со скважинами №№ 2–3 «водозабора РСУ») сухого остатка и жесткости на 25 %, сульфатов на 30 %, а собственно горнопромышленная зона (водозабор РСУ) определяет повышенные концентрации железа и аммония в 2 раза, фтора на 10 %.

Ключевые слова: Лебединское месторождение, подземные воды, водозаборные скважины, зоны питания подземных вод, химический состав подземных вод, гидроэкологический мониторинг

Для цитирования: Геоэкология подземных вод Лебединского месторождения / Московцева Д. А., Корнилов А. Г., Кичигин Е. В. // Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 1(84). С. 125–129. https://doi.org/10.54398/2077-6322_2022_1_125.

GEOECOLOGY
(GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES)

Original article

Geocology of underground waters of the Lebedinsky deposit

Daria A. Moskovtseva^{1✉}, Andrey G. Kornilov², Evgeny V. Kichigin³

^{1,2,3}Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

¹moskovtseva_darya@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-9806-5942>

²kornilov.bsu@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9189-8965>

³kichigin@bsu.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1335-728X>

Annotation. Since 1967, Lebedinsky GOK has been operating at the Lebedinsky deposit of the Kursk Magnetic Anomaly, whose activities have a significant impact on the environment, including groundwater. There are 4 groups of water intakes on the territory of Lebedinsky GOK. These include the following groundwater recharge zones: 1. Mining feed zone for wells No. 2 and No. 3 of the "RSU water intake"; 2. Residential-industrial – mining groundwater supply zone of shaft No. 4 of the water intake of the underground drainage complex; 3. Residential-industrial zone with the contribution of agricultural runoff for shaft No. 5 of the water intake of the underground drainage complex; 4. Mixed feed zone for the "pump RSU" due to its intermediate spatial location between the above water intakes. The results of monitoring the ecological state of groundwater at these sites showed that the concentrations of controlled pollutants are within the established standards, at the same time, a certain differentiation in the level of groundwater pollution was revealed, depending on the predominant type of impact of economic activity in the watershed areas. In the mixed feeding zone of the "alluvial RSU", an increased, relative to other wells, dry residue content by 25–50 %, chlorides by 40 %, sulfates by 30 %, nitrates and nitrites by 1,5–2 times prevail. In shafts No. 4–5 of the water intake of the underground drainage complex, there is a predominance (compared to wells No. 2–3 of the "RSU water intake") of dry residue and hardness by 25 %, sulfates by 30 %, and the mining zone itself (RSU water intake) determines increased concentrations iron and ammonium by 2 times, fluoride by 10 %.

Keywords: Lebedinskoye field, groundwater, water wells, groundwater recharge zones, chemical composition of groundwater, hydroecological monitoring

For citation: Geoecology of underground waters of the Lebedinsky deposit / Moskvotseva D. A., Kornilov A. G., Kichigin E. V. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya = Geology, Geography and Global Energy*. 2022;1(84):125–129. (In Russ.). https://doi.org/10.54398/2077-6322_2022_1_125.

Лебединский горно-обогатительный комбинат (Лебединский ГОК) является крупнейшим в России и СНГ предприятием по добыче и обогащению железной руды, производству высококачественного железорудного сырья и металлоресурсов. Комбинат и карьер расположены в Белгородской области, между городами Старый Оскол и Губкин.

В пределах Лебединского месторождения выделяются три основных водоносных горизонта: коньяк-туронский водоносный горизонт мело-мергельных отложений, водоносный горизонт альб-сеноманских песков, водоносный горизонт трещиноватых рудно-кристаллических пород архей-протерозойских отложений. Четвертичный водоносный горизонт в районе расположения карьера и на ближайшей территории отсутствует. Подземные воды в суглинках четвертичного возраста распространены спорадически в районе хвостохранилища и промплощадки. Альб-сеноманский водоносный горизонт, водовмещающими породами которого являются мелко- и среднезернистые пески, имеет повсеместное распространение, наиболее водонасыщен, широко используется для водоснабжения. Разгрузка подземных вод альб-сеноманского водоносного горизонта происходит в карьер. Контроль качества подземных вод альб-сеноманского водоносного горизонта контролируется Управлением экологического контроля и охраны окружающей среды АО «Лебединский ГОК» по водозаборам, эксплуатирующим альб-сеноманский водоносный горизонт. В районе карьера и отвалов находятся хозяйственно-питьевые водозаборы с утвержденными запасами подземных вод: «водозабор РСУ», а также водозаборы подземного дренажного комплекса (далее – «водозаборы ПДК») стволы № 4 и № 5 смотрите рисунок.

«Водозабор РСУ»

Водозабор хозяйственно-питьевого водоснабжения РСУ расположен в 0,4 км к югу от карьера и представляет линейный ряд из 6-ти эксплуатационных скважин с расстоянием между скважинами 120 м. Водозабор расположен в пределах горного отвода АО «Лебединский ГОК». «Водозабор РСУ» эксплуатирует альб-сеноманский водоносный горизонт, водозабор подземных вод размещен вне жилой и производственной застройки.

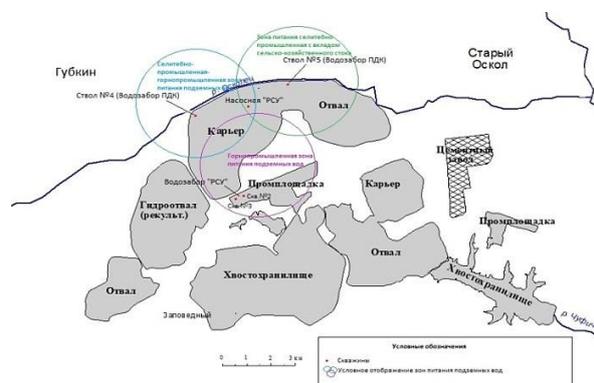


Рис. Зоны питания подземных вод «водозабора РСУ», стволы №№ 4–5 и насосной «РСУ».

В течение 2018 г. забор воды производился только двумя эксплуатационными скважинами, которые работали как одновременно, так и попеременно. Производительность водозабора составила 2904 м³/сут. Зона питания «водозабора РСУ» подвержена существенному влиянию хвостохранилища АО «Лебединский ГОК».

«Водозаборы ПДК» (стволы №№ 4-5)

Действующие водозаборы хозяйственно-питьевого водоснабжения относятся к подземному дренажному комплексу и эксплуатируют альб-сеноманский водоносный горизонт. Производительность водозаборов подземного дренажного комплекса составила 13500 м³/сут. В зоне питания подземных вод ствола № 4 «водозабора ПДК» расположены, с одной стороны селитебно-промышленные объекты города Губкин, с другой стороны горнопромышленные объекты АО «ЛГОК».

Аналогично, для ствола № 5 в зоне питания подземных вод расположены селитебно-промышленные объекты города Губкин и АО «ЛГОК», но возможен вклад стока сельскохозяйственных территорий, прилегающих к реке Осколец по ее левому берегу.

Система мер, обеспечивающих санитарную охрану подземных вод в районе расширения карьера и отвалов, включает: организацию и эксплуатацию зон санитарной охраны источников централизованного питьевого водоснабжения; мероприятия по сохранению природного состава воды в водозаборах путем предупреждения возможности ее загрязнения. Государственный контроль за соблюдением санитарных правил СанПиН 2.1.4.1074-01 осуществляется органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы РФ в соответствии с действующим законодательством РФ.

В районе расположения отвала скальной вскрыши водозаборы отсутствуют. В отвал рыхлой вскрыши складированы песок и мел, которые не являются потенциальными источниками загрязнения почв и подземных вод, и следовательно, контроль за воздействием этого объекта на подземные воды не осуществляется.

Сводная характеристика компонентов химического состава подземных вод «водозабора РСУ» и «водозаборов ПДК» в сравнении с нормативами СанПиН 2.1.4.1175-02 приводится в таблице.

Таблица

Сводная характеристика компонентов химического состава подземных вод водозабора «РСУ» и водозаборов подземного дренажного комплекса в сравнении с нормативами СанПиН 2.1.4.1172.1.4.1175-02

Компоненты, Ед. изм.	Норматив	Насосная «РСУ»	«РСУ» скв. № 3	«РСУ» скв. № 2	Хоз.-питьевой водозабор ствол № 4	Хоз.-питьевой водозабор ствол № 5
Запах, баллы	2	б/з	б/з	б/з	б/з	б/з
Вкус	2	б/вк	б/вк	б/вк	б/вк	б/вк
Цветность, град.	20	7,7 0,38	13,1 0,65	13,9 0,69	9,18 0,45	10,79 0,53
рН	6-9	7,35	7,43	7,46	7,40	7,36
Сухой остаток, мг/дм ³	1000	712,5 0,71 Н	524 0,52 Н	514 0,51 Н	684,7 0,68 Н	679,01 0,67 Н
Хлориды мг/дм ³	350	43,56 0,12 Н	30,02 0,08 Н	37,02 0,1 Н	27,6 0,078 Н	30,94 0,088 Н
Сульфаты мг/дм ³	500	163,12 0,32 Н	109,25 0,21 Н	115,5 0,23 Н	143,7 0,28 Н	151,87 0,30 Н
Железо мг/дм ³	0,3	0,178 0,59 Н	0,143 0,47 Н	0,178 0,59 Н	0,078 0,26 Н	0,074 0,24 Н
Жестк., мг-экв/л	7	6,44 0,92 Н	5,55 0,79 Н	5,94 0,84 Н	7,35 1,05 Н	7,88 1,12 Н
Амоний мг/дм ³	2	0,057 0,028 Н	0,118 0,059 Н	0,092 0,046 Н	0,054 0,027 Н	0,076 0,038 Н
Нитриты мг/дм ³	3	0,056 0,018 Н	0,027 0,009 Н	0,038 0,0128 Н	0,06 0,02 Н	<0,02 <0,006 Н
Нитраты мг/дм ³	45	15,07 0,33 Н	8,31 0,18 Н	6,38 0,14 Н	12,65 0,28 Н	14,02 0,31 Н
Кремний мг/дм ³	10	6,51 0,65 Н	5,29 0,52 Н	5,63 0,56 Н	7,67 0,76 Н	6,81 0,68 Н
Фтор мг/дм ³	1,5	0,407 0,27 Н	0,388 0,25 Н	0,393 0,26 Н	0,368 0,24 Н	0,348 0,23 Н

*0,38Н – в долях от нормы

Для оценки воздействия горнодобывающей промышленности на экологическое состояние подземных вод был проведен антропо-функциональный анализ зон питания соответствующих водозаборов и сопоставлены их гидрохимические показатели.

Схематическое отображение зон питания подземных вод представлено на рисунке 1:

1. Горнопромышленная зона питания для скважин № 2 и № 3 водозабора «PCY».
2. Селитебно-промышленная – горнопромышленная зона питания подземных вод ствола № 4 «водозабора ПДК».
3. Селитебно-промышленная с вкладом сельскохозяйственного стока для ствола № 5 «водозабора ПДК».
4. Смешанные зоны питания для «насосной PCY» в силу ее промежуточного пространственного расположения между указанными заборами.

Контроль качества подземных вод в зоне влияния карьера на водозаборных сооружениях «PCY» и «ПДК» ведется службами комбината на соответствие их требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Ряд анализируемых показателей, приведенных в таблице 1 соответствует требованиям п. 4.1 СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».

Показатели марганец, медь, молибден, мышьяк, алюминий, хром, бериллий, ртуть, селен, свинец, кадмий, бор, никель, роданиды находятся в концентрациях ниже пределов обнаружения.

Результаты мониторинга за экологическим состоянием подземных вод на данных объектах показали, что концентрации контролируемых загрязняющих веществ находятся в пределах установленных нормативов, в то же время выявлена определенная дифференциация по уровню загрязнения подземных вод в зависимости от преобладающего типа воздействия хозяйственной деятельности на водосборных территориях.

Вода на насосной PCY имеет смешанное происхождение. Во-первых, за счет горнопромышленной, селитебно-промышленной и отчасти сельскохозяйственной зон питания, во-вторых, за счет фильтрации реки Осколец, которая в отдельные периоды достигает 20 % расхода реки. Значительный водоприток фильтрата из реки Осколец обуславливает здесь повышенное, относительно других скважин, содержание сухого остатка на 25–50 %, хлоридов на 40 %, сульфатов на 30 %, нитратов и нитритов в 1,5–2 раза.

В стволах № 4–5 водозабора ПДК наблюдается преобладание (по сравнению со скважинами № 2–3 «водозабора PCY») сухого остатка и жесткости на 25 %, сульфатов на 30 %, а собственно горнопромышленная зона (водозабор PCY) определяет повышенные по сравнению с «водозабором ПДК» концентрации железа и аммония в 2 раза, фтора на 10 %.

Учитывая, что водозаборы подземных вод находятся в районе развития горных работ карьера отвалного хозяйства и хвостохранилища, для получения более дифференцированной оценки их влияния на качественный состав подземных вод, поступающий к водозаборным сооружениям, требуется сооружение дополнительных наблюдательных скважин в зоне санитарной охраны вышеуказанных водозаборов.

В районе расположения АО «Лебединский ГОК» дифференцировано четыре зоны влияния на экологическое состояние подземных вод: горнопромышленная, селитебно-промышленная города Губкин, селитебно-сельскохозяйственная и акватория реки Осколец.

В целом, в горнопромышленной зоне, несмотря на слабую защищенность подземных вод, горнопромышленная деятельность не привела к существенным нарушениям экологического состояния подземных вод в районе расположения Лебединского месторождения. Горнопромышленное воздействие обусловило несколько повышенные концентрации железа и аммония в 2 раза, фтора на 10 %.

Селитебно-промышленные и сельскохозяйственные зоны, а также гидрогеологические условия соответствующих зон обуславливают повышенные концентрации сухого остатка и жесткости на 25 %, сульфатов на 30 %.

Специфические условия формирования дренажных вод в насосной PCY, в том числе за счет фильтрации воды из реки Осколец, обусловили повышенное, относительно других скважин, содержание сухого остатка на 25–50 %, хлоридов на 40 %, сульфатов на 30 %, нитратов и нитритов в 1,5–2 раза.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Список источников

1. Корнилов А. Г., Кичигин Е. В., Колмыков С. Н. и др. Экологическая ситуация в районах размещения горнодобывающих предприятий региона Курской магнитной аномалии. Белгород : БелГУ, 2015. 157 с.
2. Московцева Д. А., Кичигин Е.В. Геофильтрационное моделирование и характеристика подземных вод Лебединского месторождения // Геология, география и глобальная энергия. Астрахань : ИД «Астраханский университет», 2021. № 2 (81). С. 85–93.
3. Корнилов А. Г., Вендина Т. Н., Корнилова Е. А., Колмыков С. Н. Современная эколого-геохимическая ситуация в районе Лебединского месторождения железистых кварцитов региона КМА // Горный журнал. Москва : ИД «Руда и металлы», 2021. № 7 (2288). С. 91–95.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества : утв. 26.09.2001.
5. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников : утв. 17.04.2003.

References

1. Kornilov A. G., Kichigin E. V., Kolmykov S. N. etc. Ecological situation in the areas of location of mining enterprises in the region of the Kursk magnetic anomaly. Belgorod: BelSU, 2015:157. (In Russ.).
2. Moskovtseva D. A., Kichigin E. V. Geofiltration modeling and groundwater characterization of the Lebedinsky deposit. *Geologiya, geografiya i global'naya e'nergetika = Geology, Geography and Global Energy*. Astrakhan: Publishing House "Astrakhan University", 2021;2(81):85-93. (In Russ.).
3. Kornilov A. G., Vendina T. N., Kornilov E. A., Kolmykov S. N. Modern ecological and geochemical situation in the area of the Lebedinsky deposit of ferruginous quartzites of the KMA region. *Gornyj zhurnal = Mining magazine*. Moscow: Publishing House "Ore and Metals", 2021. 7 (2288);91-95. (In Russ.).
4. SanPiN 2.1.4.1074-01. Drinking water. Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control: 26.09.2001. (In Russ.).
5. SanPiN 2.1.4.1175-02. Hygienic requirements for water quality of non-centralized water supply. Sanitary protection of springs: 17.04.2003. (In Russ.).

Информация об авторах

- Д. А. Московцева** – аспирант;
А. Г. Корнилов – доктор географических наук, заведующий кафедрой географии и гео-экологии;
Е. В. Кичигин – кандидат геолого-минералогических наук, доцент.

Information about the authors

- D. A. Moskovtseva** – postgraduate student;
A. G. Kornilov – Doctor of Sciences (Geography),
Head of the Department of Geography and Geoecology;
E. V. Kichigin – Candidate of Sciences (Geology and Mineralogy),
Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 13.01.2022; одобрена после рецензирования 01.02.2022; принята к публикации 10.02.2022.

The article was submitted 13.01.2022; approved after reviewing 01.02.2022; accepted for publication 10.02.2022.