

Методология обеспечения качества эксплуатации подземных вод в пределах Белгородской области

И. М. Игнатенко¹ ✉, И. И. Косинова², Е. М. Игнатенко¹

¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Российская Федерация
(308015, г. Белгород, ул. Победы, 85)

²Воронежский государственный университет, Российская Федерация
(394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1)

Аннотация: Цель – анализ эколого-гидрогеологической обстановки территории Белгородской области и разработка системы мероприятий по обеспечению ее экологической безопасности.

Материалы и методы. Методы исследования включают комплекс полевых маршрутных исследований и анализ современных подходов при гидрогеологическом бурении скважин. В процессе маршрутных исследований фиксировались колодцы, описывалось их внешнее состояние, производился отбор грунтовых вод. Отмечалось визуальное обследование поверхности воды в колодцах, определялся цвет воды и запах. Гидрогеологическое бурение оценивалось по следующим параметрам: конструктив строительства и обустройство гидрогеологических скважин, состав и качество бурового раствора, обсыпка фильтра гравийной смесью, возможное искривление ствола скважины, зафиксированные аварии, потеря механической скорости бурения, потеря рабочего диаметра скважины и др.

Результаты и обсуждение. В процессе исследований выявлено неблагоприятное состояние источников поверхностного водоснабжения, которое составляет около 60% всех колодцев. Заброшенные колодцы при внешнем положительном состоянии замусорены строительным мусором, остатками животных. Данное обстоятельство формирует высокие уровни опасности для продуктивных водоносных горизонтов и комплексов. В процессе анализа состояния производства гидрогеологического бурения в пределах Белгородской области выявлены проблемы экологической опасности и сформирован комплекс технических и организационных мероприятий по их устранению. В их число вошли: обращение в Министерство природных ресурсов и экологии с инициативой о лицензировании буровой деятельности; использование расширителя (авторский патент N 138113 от 9.07.2013) и контейнера (авторский патент № 194762 от 18.06.2019) при отсыпке гравия в фильтры; введение региональных грантов по направлению «Спасем колодец»; включение в систему регионального экологического мониторинга объекты, прошедшие процедуру очистки и реновации и др.

Выводы. Подчеркивается, что качество используемых в хозяйственно -питьевых целях водоносных горизонтов во многом зависит от двух показателей: состояния колодцев, вскрывающих грунтовые воды; технологий и качества оборудования гидрогеологических скважин, вскрывающих глубокие водоносные горизонт и комплексы. Обозначено, что весьма эффективным является привлечение к проблеме загрязненных колодцев школьников и членов экологических общественных организаций. Разработан комплекс способов и методов обеспечения экологической безопасности водоносных подразделений, включающий ряд мероприятий технического и организационного характера, который позволит значительно улучшить негативные аспекты существующего водоснабжения территории Белгородской области.

Ключевые слова: поверхностные источники водоснабжения, подземные воды, качество питьевой воды.

Для цитирования: Игнатенко И. М., Косинова И. И., Игнатенко Е. М. Методология обеспечения качества эксплуатации подземных вод в пределах Белгородской области // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геоэкология, 2022, № 4, с. 111-117. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2022/4/111-117>

© Игнатенко И. М., Косинова И. И., Игнатенко Е. М., 2022

✉ Игнатенко Игнат Михайлович, e-mail: ignatenko_i@bsu.edu.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Белгородская область представляет собой уникальный регион Российской Федерации. Это связано с тем природно-техногенным комплексом, который сформировался в последние 50 лет в пределах разработки горнодобывающих и перерабатывающих комплексов. Природные условия области характеризуются высокими уровнями комфортности проживания, что обусловлено богатыми почвами, обильными поверхностными и подземными водами, спокойным рельефом, разнообразной растительностью, благоприятным климатом [1,2]. В пределах области также находится крупнейший узел добычи и переработки железорудного сырья, извлекаемого из крупнейшего месторождения железа в мире – Курской магнитной аномалии.

В пределах Белгородской области имеется значительное количество поверхностных водотоков, грунтовые воды также распространены повсеместно. Однако значительный уровень техногенной нагрузки, спектр которой изменяется от аграрного до горнодобывающего и горно-перерабатывающего, формирует значительные уровни деградации среды обитания. Помимо обозначенного фактора, на качество подземных вод оказывает негативное воздействие низкое качество работ при гидрогеологическом бурении и весьма отрицательное отношение к поверхностным источникам водоснабжения – колодцам. Сформировавшееся противоречие между природным потенциалом и уровнями техногенного воздействия является предметом широкого комплекса научных исследований.

Цель исследования – анализ эколого-гидрогеологической обстановки территории Белгородской области и разработка системы мероприятий по обеспечению ее экологической безопасности. Проведенные исследования выявили негативные факторы влияния отдельных видов практически-хозяйственной деятельности человека на качество подземной гидросферы территории Белгородской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методы исследований включают полевые маршрутные исследования состояния источников поверхностного водоснабжения, эколого-гидрогеохимический анализ продуктивных водоносных горизонтов. Разработаны авторские методы обсыпки фильтра гравийной смесью на 50-60 мм на каждую сторону скважины в интервале водоносного горизонта с использованием расширителя (авторский патент N 138113 от 9.07.2013); контейнера (авторский патент №194762 от 18.06.2019). Применены методы оцен-

ки искривления ствола скважины, фиксируются аварии, определены потери механической скорости бурения и рабочего диаметра скважин [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Город Белгород и его пригороды обеспечиваются водой из сантон-маастрихтского водоносного комплекса, приуроченного к меловым отложениям и эксплуатируемого гидрогеологическими скважинами глубиной 80-120 м. Данный водоносный горизонт характеризуется повышенной жесткостью, высокими концентрациями железа, карбонатов. Для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения также используется альб-сеноманский водоносный комплекс, который прослеживается на глубинах 400-450 м. Комплекс формируется в Курской области и, постепенно погружаясь, уходит на глубины 600-650 м в Харьковскую область. В районе города Старый Оскол горизонт прослеживается на глубине 90-110 м. Вмещающие породы представлены мелко- и среднезернистыми песками с прослоями плотных глин. Комплекс напорный, защищен от попадания загрязненных поверхностных вод, но возможна подпитка водой из вышележащих горизонтов. Вода жесткая, однако качество воды выше, чем в сантон-маастрихтском комплексе: меньше карбонатов и железа. Для питьевого водоснабжения этот горизонт предпочтителен. Мощность комплекса составляет 30-35 м.

Помимо обозначенных водоносных комплексов, в частном порядке используются грунтовые воды, которые располагаются на глубинах от нескольких метров до 30 м. Исследования, проведенные нами в пределах Долгополянского, Обуховского и Стригуновского сельских поселений и территорий, выявили весьма неблагоприятную ситуацию относительно существующих колодцев. Следует отметить, что внешнее состояние колодцев свидетельствует о региональной программе по их обустройству. Они все имеют одинаковое внешнее оформление, огорожены оградой, в некоторых местах имеются оригинальные аспекты (рис.1). При их внешнем благоприятном оформлении, около 60% объектов источников поверхностного водоснабжения заброшены и замусорены (рис.2).

Выявлено, что многие из них являются объектами сброса строительных материалов и даже останков животных. Несомненно, что данное обстоятельство является вопиющим фактом, требующим незамедлительных правовых оценок и природоохранных мероприятий. Следует также подчеркнуть, что подобное отношение к грунтовым водам провоцирует и неблагоприятные ситуации в



Рис. 1. Внешнее оформление колодцев
[Fig. 1. External design of wells]



Рис. 2. Зброшенний колодець в селі Обухівка
[Fig. 2. An abandoned well in the Obukhovka village]

продуктивных водоносных комплексах как химического, так и бактериологического составов.

Важным элементом обеспечения качества подземных вод является факт обустройства гидрогеологических скважин [4,5], а также состояние зон первого пояса санитарной охраны на водозаборах.

Особенности технического обеспечения сооружения новых гидрогеологических скважин в

Белгородской области представлены в таблице. В области работают 10-12 частных предприятий, занимающихся бурением гидрогеологических скважин. Буровая техника предприятий представлена установками УРБ-3АМ; УРБ-3А3; УРБ-2А2; УГБ-1М; 1БА-15В; УБВ-600. Все буровые установки в основном выпуска 1985-1990 года и подлежат списанию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая представленную информацию, следует подчеркнуть, что экологическая безопасность эксплуатации продуктивных водоносных горизонтов в пределах Белгородской области может быть выстроена только с учетом следующих обстоятельств: 1) обеспечение качества

используемых в хозяйственно-питьевых целях водоносных горизонтов, которое во многом зависит от двух показателей: состояния колодцев, вскрывающих грунтовые воды; технологий и качества оборудования гидрогеологических скважин, вскрывающих глубокие водоносные горизонт и комплексы [6]; 2) весьма эффектив-

Таблица

Пути решения проблем обеспечения водоснабжения на территории Белгородской области
[Table. Ways to solve the problems of water supply in the Belgorod region]

№ п/п	Обозначение проблемы обеспечения водоснабжения на территории Белгородской области / Designation of the problem of providing water supply in the Belgorod region	Пути решения / Solutions	Реализация / Realization
1	Отсутствует единая технология строительства и обустройства гидрогеологических скважин	Обозначение в техническом задании четкого конструктива строительства и обустройства гидрогеологических скважин	Пункт Технического задания, определяющего конструктив строительства и обустройства гидрогеологических скважин
2	Отсутствие профильного образования у значительного количества руководителей организаций, осуществляющих бурение	Введение на федеральном уровне условий лицензирования бурения и обустройства гидрогеологических скважин	Обращение в Министерство природных ресурсов и экологии РФ с инициативой о лицензировании буровой деятельности
3	Контроль за качеством глинистого раствора отсутствует [6, 11]	Введение в Техническое задание пункта, определяющего тип используемого глинистого раствора и порядок контроля его применения	Отражение в технической документации информации о типе используемого глинистого раствора и порядке контроля его применения
4	Качество проводимых гидрогеологических работ [8]	Не обеспечивается расчетная производительность скважин, не выдерживается гарантийный срок службы скважин и т.д.	Разработка системы штрафов за невыполнение требований Технического задания по качеству работ
5	Обеспечение качества фильтра	Обсыпки фильтра гравийной смесью на 50-60 мм на каждую сторону скважины в интервале водоносного горизонта	Использование расширителя (авторский патент № 138113 от 9.07.2013); контейнера (авторский патент № 194762 от 18.06.2019)
6	Компоновка буровой колонны [7, 9]	Искривление ствола скважины, аварии, потеря механической скорости бурения и потеря рабочего диаметра скважины	Использование калибраторов-расширителей, утяжеленных бурильных труб УБТ
7	Загрязненные и замусоренные колодцы, вскрывающие грунтовые воды	Механическая очистка и прокачка колодцев, установление при необходимости систем ограниченного доступа	Введение региональных грантов по направлению «Спасем колодец». Включение в систему регионального экологического мониторинга объекты, прошедшие процедуру очистки и реновации

8	Организационные проблемы	Введение комплекса работ по обеспечению качества гидрогеологического бурения	<p>1 Укрупнение гидрогеологических организаций до 5-6.</p> <p>2. Введение в штатное расписание должностей: инженер-технолог на буровых работах, механик бурового цеха, зам. главного инженера по охране труда и технике безопасности.</p> <p>3. Замена устаревшей буровой техники.</p> <p>4. Создание механических цехов по изготовлению и ремонту бурового инструмента, ремонту и обслуживанию буровой техники, автомобилей и тракторов.</p> <p>5. Оснащение всех организаций, осуществляющих гидрогеологическое бурение, приборами для измерений параметров растворов - лабораториями ЛГР-3.</p> <p>6. Регулярное повышение квалификации для бурового персонала</p>
---	--------------------------	--	---

ным является привлечение к проблеме загрязненных колодцев школьников и членов экологических общественных организаций, поскольку каждая школа или общественная организация может взять шефство над отдельным объектом, осуществляя его охрану и мониторинг качества воды; 3) комплекс способов и методов обеспечения экологической безопасности водоносных подразделений, включающий ряд мероприятий технического и организационного характера, позволит значительно улучшить негативные аспекты существующего водоснабжения территории Белгородской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В.В., Гребенников В.Т. *Восстановление дебита водозаборных скважин*. Москва: Агропромиздат, 1987. 238 с.

2. Башкатов А.Д. *Прогрессивные технологии сооружения скважин*. Москва: ООО "Недра - Бизнес-центр", 2000. 554с.

3. *Бурение скважин различного назначения*. Н.И Сердюк, В.В. Куликов, А.А. Тунгусов. Москва: РГГРУ, 2006. 624 с.

4. Виньков Э.А. Пути достижения высокой производительности и снижения стоимости бурения глубоких скважин // *Журнал "Разведка и охрана недр"*, 2009, № 6, с. 51-53

5. Жульмина Г.А., Ругс Н.Ю., Балобаненко А.А. *Хозяйственно-питьевое водоснабжение населения территории Сибирского Федерального округа: состояние*

вопроса, проблемы, пути их решения // *Разведка и охрана недр*, 2022, № 7, с.25-31.

6. Концепция снаряда для бурения скважин большого диаметра / Н.А. Пелипенко, И.М. Игнатенко, И.С. Процук, Р.Р. Бакланов // *Горный информационно-аналитический бюллетень*, 2021, № 4, с. 16-32.

7. Паус К.Ф. *Буровые растворы*. Москва: Недра, 1973. 305 с.

8. Эколого-геодинамическая характеристика территории центрально-черноземного региона / И.И. Косинова, Т.В. Овчинникова, В.М. Смольянинов и др. // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология*, 2019, № 3, с. 104-110.

9. Goktan N. A semi-empirical approach to cutting force prediction for point-attach picks // *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 2005, vol. 105, no. 4, pp. 257-263.

10. Kosinova I.I, Fonova O.G., Fonova S.I. Assessment criteria for ecological and geological zoning of territories // *South of Russia: ecology, development*, 2021, vol. 16, no. 4, pp. 104-112.

11. Kyllingstad A., Nessjoen P.J. Hardware-in-the-loop simulations used as a cost-efficient tool for developing an advanced stick-slip prevention system // *Paper SPE 128223 presented at the IADC/SPE Drilling Conference and Exhibition*, 2010, pp. 17.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 18.10.2022

Принята к публикации 30.11.2022

Methodology for Quality Assurance of Groundwater Resources Exploitation Within Belgorod Region

I. M. Ignatenko¹✉, I. I. Kosinova², E. M. Ignatenko¹

¹Belgorod State National Research University, Russian Federation
(85, Pobedy str., Belgorod, 308015)

²Voronezh State University, Russian Federation
(1, Universitetskaya sq., Voronezh, 394018)

Abstract. The purpose is to analyze the ecological and hydrogeological situation of the territory of the Belgorod region and develop a system of measures to ensure its environmental safety.

Materials and methods. The research methods include a complex of field route studies and analysis of modern approaches to hydrogeological drilling of wells. In the process of route studies, wells were recorded, their external condition was described, and groundwater was sampled. A visual examination of the surface of the water in the wells was noted, the color of the water and the smell were determined. Hydrogeological drilling was evaluated according to the following parameters: structural design of construction and arrangement of hydrogeological wells, composition and quality of drilling mud, sprinkling of the filter with gravel mixture, possible curvature of the borehole, recorded accidents, loss of mechanical drilling speed, loss of the working diameter of the well, etc.

Results and discussion. In the course of research, an unfavorable state of surface water supply sources was revealed, which accounts for about 60% of all wells. Abandoned wells with an externally positive condition are littered with construction debris, animal remains. This circumstance creates high levels of danger for productive aquifers and complexes. In the process of analyzing the state of hydrogeological drilling production within the Belgorod region, problems of environmental hazard were identified and a set of technical and organizational measures to eliminate them was formed. These included: an appeal to the Ministry of Natural Resources and Ecology with an initiative to license drilling activities; the use of an expander (copyright patent No. 138113 dated 9.07.2013) and a container (copyright patent No. 194762 dated 18.06.2019) when pouring gravel into filters; the introduction of regional grants in the direction of "Saving the well"; inclusion in the system of regional environmental monitoring of objects that have undergone the procedure of cleaning and renovation, etc.

Conclusions. It is emphasized that the quality of aquifers used for economic and drinking purposes largely depends on two indicators: the condition of wells that open groundwater; technologies and equipment quality of hydrogeological wells that open deep aquifers and complexes. It is indicated that it is very effective to involve schoolchildren and members of environmental public organizations in the problem of polluted wells. A set of methods and methods for ensuring the environmental safety of water-bearing units has been developed, including a number of technical and organizational measures that will significantly improve the negative aspects of the existing water supply in the Belgorod region.

Key words: surface water sources, groundwater resources, drinking water quality.

For citation: Ignatenko I.M., Kosinova I.I., Ignatenko E.M. Methodology for Quality Assurance of Groundwater Resources Exploitation Within Belgorod Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geoekologia*, 2022, no. 4, p. 111-117. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2022/4/111-117>

REFERENCES

1. Alekseev V.V., Grebennikov V.T. *Vosstanovlenie debita vodozabornykh skvazhin* [Restoration of the flow rate of water intake wells]. Moscow: Agropromizdat, 1987. 238 p. (In Russ.)

2. Bashkatov A.D. *Progressivnye tekhnologii sooruzheniya skvazhin* [Progressive technologies of well construction]. Moscow: OOO "Nedra - Biznessentr", 2000. 554 p. (In Russ.)

3. *Burenie skvazhin razlichnogo naznacheniya* [Drilling of wells for various purposes]. N. I Serdyuk, V. V. Ku-

© Ignatenko I. M., Kosinova I. I., Ignatenko E. M., 2022

✉ Ignat M. Ignatenko, e-mail: ignatenko_i@bsu.edu.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

likov, A.A. Tungusov. Moscow: RGGRU, 2006. 624 p. (In Russ.)

4. Vin'kov E.A. Puti dostizheniya vysokoy proizvoditel'nosti i snizheniya stoimosti bureniya glubokikh skvazhin [Ways to achieve high productivity and reduce the cost of drilling deep wells]. *Zhurnal "Razvedka i okhrana nedr"*, 2009, no. 6, pp. 51-53. (In Russ.)

5. Zhul'mina G.A., Rugs N.Yu., Balobanenko A.A. Khozyaystvenno-pit'evoye vodosnabzhenie naseleniya territorii Sibirskogo Federal'nogo okruga: sostoyanie voprosa, problemy, puti ikh resheniya [Household and drinking water supply of the population of the territory of the Siberian Federal District: the state of the issue, problems, ways to solve them]. *Razvedka i okhrana nedr*, 2022, no. 7, pp. 25-31. (In Russ.)

6. Kontseptsiya snaryada dlya bureniya skvazhin bol'shogo diametra / N.A. Pelipenko, I.M. Ignatenko, I.S. Protsuk, R.R. Baklanov [The concept of a projectile for drilling large-diameter wells]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*, 2021, no. 4, pp. 16-32. (In Russ.)

7. Paus K.F. *Burovye rastvory* [Drilling fluids]. Moscow: Nedra, 1973. 305 p. (In Russ.)

8. Ekologo-geodinamicheskaya kharakteristika territorii tsentral'no-chernozemnogo regiona / I.I. Kosinova,

T.V. Ovchinnikova, V.M. Smol'yaninov i dr. [Ecological and geodynamic characteristics of the territory of the central chernozem region]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya*, 2019, no. 3, pp. 104-110. (In Russ.)

9. Goktan N. A semi-empirical approach to cutting force prediction for point-attach picks. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 2005, vol. 105, no. 4, pp. 257-263.

10. Kosinova I.I., Fonova O.G., Fonova S.I. Assessment criteria for ecological and geological zoning of territories. *South of Russia: ecology, development*, 2021, vol. 16, no. 4, pp. 104-112.

11. Kyllingstad A., Nessjoen P.J. Hardware-in-the-loop simulations used as a cost-efficient tool for developing an advanced stick-slip prevention system. *Paper SPE 128223 presented at the IADC/SPE Drilling Conference and Exhibition*, 2010, pp. 17

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 18.10.2022

Accepted: 30.11.2022

Игнатенко Игнат Михайлович

директор института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-9676-5774, e-mail: ignatenko_i@bsu.edu.ru

Косинова Ирина Ивановна

доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующая кафедрой экологической геологии Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 000-0002-5439-5197, e-mail: kosinova777@yandex.ru

Игнатенко Екатерина Михайловна

ассистент кафедры прикладной геологии и горного дела института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-4252-9848, e-mail: ignatenko_e@bsu.edu.ru

Ignat M. Ignatenko

Director of the Institute of Earth Sciences, Belgorod State National Research University "BelsU", Belgorod, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-9676-5774, e-mail: ignatenko_i@bsu.edu.ru

Irina I. Kosinova

Dr. (Geol.-Miner.) Sci., Professor, Head of the Ecological Geology Department, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 000-0002-5439-5197, e-mail: kosinova777@yandex.ru

Ekaterina M. Ignatenko

Assistant at the Applied Geology and Mining Department, Institute of Earth Sciences, Belgorod State National Research University "BelsU", Belgorod, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-4252-9848, e-mail: ignatenko_e@bsu.edu.ru