

УДК 556
ББК 26.35я43
П26

П26 Труды I Всероссийской научно-практической конференции по поиску, разведке и эксплуатации подземных вод «Гидрогеология 2021». — М. Издательство Перо, 2021. — Мб. [Электронное издание]

ISBN 978-5-00189-826-9

При поддержке и содействии:

- Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Администрации Санкт-Петербурга
- АО «Технопарк Санкт-Петербурга» и Русского географического общества.

Организатор: Организатор деловых мероприятий ООО «Инпроэкспо»

Руководитель научного экспертного совета конференции:

Бродская Н. А. - кандидат географических наук, доцент, РГГМУ

УДК 556
ББК 26.35я43

ISBN 978-5-00189-826-9

© Авторы, 2021

ISBN 978-5-00189-826-9



**Труды I Всероссийской научно-практической
конференции по поиску, разведке и эксплуатации
подземных вод «Гидрогеология 2021**

Издательство «Перо»

109052, Москва, Нижегородская ул., д. 29-33, стр. 27, ком. 105

Тел.: (495) 973-72-28, 665-34-36

Подписано к использованию 17.12.2021. Объем Мбайт.

Электрон. текстовые данные. Заказ 1182.

РОЛЬ ШУНГИТСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД В ФОРМИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАРЕЛИИ

Г. С. Бородулина¹, С. А. Светов², И. В. Токарев³, М. А. Левичев¹

¹Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия.

²Институт геологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН» Петрозаводск, Россия.

³Научный парк Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия

THE ROLE OF HIGH-SHUNGITE-BEARING ROCKS IN FORMING THE COMPOSITION OF KARELIAN GROUNDWATER

G. S. Borodulina¹, S. A. Svetov², I. V. Tokarev³, M. A. Levichev¹

¹ Northern Water Problems Institute of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

² [Institute of Geology](#) of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

³Research park of St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

Аннотация. Сульфатные железистые подземные воды в Карелии формируются в районах распространения шунгитсодержащих пород в результате окисления сульфидов. Высокие концентрации сульфатов, железа формируют в отдельных случаях минеральные лечебные воды.

Abstract. Sulphate ferruginous groundwater in Karelia is formed in the areas of distribution of shungite-bearing rocks as a result of sulfide oxidation. High concentrations of sulfates, iron form in some cases mineral healing waters.

Известно, что основным фактором, определяющим химический тип подземных вод, выступает темп водообмена [1]. На кристаллических щитах состав воды может зависеть от состава пород на начальных стадиях взаимодействия воды с породами только при наличии хорошо растворимых образований, например, продуктов окисления сульфидов. В результате формируется специфический сульфатный, как правило, кислый тип вод.

Разложение сульфидов является многоступенчатым биогеохимическим процессом, приводящим к появлению серной кислоты, сульфатов и гидроксидов железа [2,3]. Химический состав подземных вод в области протекания реакций окисления сульфидов определяется многими физико-химическими факторами, и одним из важнейших является морфология минерала. Наиболее реакционно активен фрамбоидный пирит – агрегаты микрокристаллов размером 1–10 мкм и менее. Это основная форма пиритизации черных сланцев, образующаяся вследствие бактериальной сульфатредукции в присутствии органики [4]. Наличие такого пирита используется для оценки кислотообразующего потенциала угольных и рудных шахт [3].

Для Карелии сульфатные воды являются редким явлением на фоне преобладания $\text{HCO}_3\text{--Ca}$ типа вод. Однако, в пределах Онежской структуры на участках развития высокоуглеродистых (шунгитсодержащих) пород распространены подземные воды с повышенной минерализацией с преобладанием сульфатов в анионном составе [5,6].

На отдельных участках сульфатные воды находятся на начальном этапе формирования химического состава. На это указывает минимальное, среди прочих, содержание растворенного гелия, а также изотопный состав воды и содержания трития, близкие к среднегодовому составу современных атмосферных осадков [7]. Это предположение согласуется с тем фактом, что в экспериментах с шунгитами кислая сульфатная среда при контакте с кислородсодержащей водой формируется быстро – в течение первых часов-суток [8]. В природных условиях наиболее

высокие концентрации сульфатов и рудогенных элементов в кислых растворах обнаружены в районах ведения горных работ, где обеспечивается прямое взаимодействие атмосферных осадков с сульфидными и шунгитсодержащими породами [9,10]. Концентрации мышьяка (70 мкг/л), никеля (360 мкг/л), кобальта (50 мкг/л) в сульфатных водах Онежской структуры являются максимальными среди исследованных подземных вод Карелии [11].

Шунгитсодержащие породы Карелии представлены осадочными (алевролиты, аргиллиты, карбонатные породы) и вулканогенно-осадочными породами (туфы песчанистой, алевритовой и пелитовой размерности), в которых присутствует значительная примесь органического углерода $C_{\text{орг}}$ до 80 масс. % [12].

Наиболее широко палеопротерозойские породы, содержащие метаморфизованное органическое вещество, развиты в Онежской структуре и приурочены к верхней подсвите Людиковийского надгоризонта возрастом 2100–1920 млн. лет. В осадочных породах сохраняются первичные текстуры в виде тонкой слоистости и проявлена неоднородная по интенсивности сульфидная минерализация. Пирит может быть сингенетического (кристаллы, прослой, линзы и отдельные конкреции) и эпигенетического (порфиробласты и жилы) происхождения. Фрамбоиды пирита [13] и признаки жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий весьма характерны для органического вещества шунгитов [12].

Подземные воды приурочены к палеопротерозойским вулканогенно-осадочным образованиям, перекрытым четвертичными отложениями неоднородного состава в основном небольшой мощности. Трещиноватые породы характеризуются изменчивыми и, в основном, низкими фильтрационными свойствами. Воды кристаллических пород и рыхлых отложений гидравлически связаны. Основной приток вод в скважины происходит из верхней части разреза. Питаются подземные воды исключительно за счет инфильтрации атмосферных осадков. Под-

земные воды, как правило, безнапорные, лишь на локальных участках, где в покровных отложениях преобладают слабопроницаемые породы, воды приобретают местный напор.

В пределах Онежской структуры сульфатные воды распространены только в районах распространения шунгитосодержащих пород и являются наиболее яркими представителями данного типа. Пример начальной стадии протекания процесса окисления сульфидов можно наблюдать в районе Максковского карьера шунгитов. Поступающая в карьер подземная и атмосферная воды активно окисляют сульфиды в раздробленной массе внутренних отвалов, образуя кислые стоки, негативно влияющие на окружающую среду. В застойных условиях проявляется этап нейтрализации выщелатов, и растворенное железо полностью гидролизуются, образуя интенсивный ярко окрашенный осадок.

На Зажогинском месторождении шунгитов сульфатные воды, вскрытые разведочными скважинами, отличаются в основном околонейтральными рН и, соответственно, пониженным содержанием железа (максимум 8 мг/л, в среднем 1,2 мг/л), что указывает на влияние буферной емкости карбонатов и алюмосиликатов в составе вмещающих пород.

Наиболее ярким примером природных сульфатных вод являются минеральные железистые Марциальные воды первого российского курорта, созданного при личном участии Петра I. В современном виде курорт действует с 1964 г. и является единственным курортом в России, использующим в лечебно-питьевых целях высокожелезистые подземные воды собственного гидрохимического типа «Марциальный». Железистые подземные воды широко распространены в гидросфере, но Марциальные воды – это уникальное явление, так как нахождение железа полностью в форме Fe^{2+} делает их лечебными, а при высоком содержании железа (до 130 мг/л) воды четырех скважин пресные (минерализация 0,3–0,9 г/л), а величина рН близка к нейтральной 6,1–6,4 [14].

Формирование Марциальных вод связывают с шунгит-содержащими породами Мунозерской синклинали Онежской структуры [5,15]. По сравнению с сульфатными водами, образующимися на активной стадии окисления сульфидов (карьеры), Марциальные воды оказываются менее минерализованными и не кислыми. Это объяснимо нейтрализацией кислотности при наличии карбонатов и алюмосиликатов на пути миграции подземных вод.

Хотя Марциальные воды вскрываются неглубокими скважинами (6–9 м), они формируют свой состав в бескислородных условиях, на что указывают относительно низкие значения окислительно-восстановительного потенциала. $Eh < +200$ мВ. Повышение содержаний CO_2 , вероятно, является результатом сернокислотного выщелачивания пород, не исключаются процессы сульфатредукции. При общем газосодержании в водах скважин 60–80 мл/л концентрация $CO_2 = 72–76$ об.%, что необычно велико для подземных вод региона. Биогенное окисление сульфидов подтверждается обеднением карбонатной системы углеродом-13 [16] и изотопным составом железа [17]. Повышенные концентрации CO_2 способствуют удержанию железа в растворе.

Еще в 30-х гг. прошлого столетия в ходе разведки месторождения Рентгартен Е. предположил, что значительная концентрация железа в воде объясняется не столько современным окислением пирита, «...как процессом выщелачивания древних продуктов окисления пирита из сланцев водой, циркулирующей в коренных породах в настоящее время» [15].

В пользу этого предположения свидетельствуют многочисленные наблюдения сульфатных кор выветривания по сульфидным рудам в зоне современного развития многолетнемерзлых горных пород [18,19,20]. Согласно этим наблюдениям летом образуются агрегаты ярозита, а зимой в ассоциации со льдом формируется мелантерит и водные сульфаты других металлов. К основным признаками криоминералогенеза названные авторы относят а) присутствие сульфатов преимущественно в

виде кристаллогидратов и б) преобладание водорастворимых минеральных форм, устойчивых только в условиях дефицита жидкой фазы.

На возможность криогенного генезиса сульфатных минералов, определяющих химический облик Марциальных вод, указывают палеореконструкции рассматриваемой территории [21]. Согласно им в период последнего оледенения в пределах Онежской структуры господствовали сухие морозные условия с глубоким залеганием уровня подземных вод, обусловленным падением регионального базиса эрозии, и отсутствием сплошного ледникового покрова [22]. Газообразный и растворенный в пленочной влаге кислород инициирует окисление сульфидов, при этом в ненасыщенной зоне процесс окисления происходит быстрее, чем в воде. Дефицит жидких осадков в холодном климате способствовал сохранению и накоплению продуктов окисления сульфидов.

Эксплуатационные скважины месторождения «Марциальные воды» располагаются на отметках 69–70 м. Во время отступания последнего ледника 11,6–11,5 тыс.л.н. уровень Онежского приледникового озера поднимался до отметок 120–125 м [22]. Отметки ближайших водоразделов достигают 170 м, то есть в голоцене область питания Марциальных вод оставалась на суше. При затоплении территории в массиве пород возникали бескислородные условия, способствовавшие сохранению железа в форме Fe^{2+} . Долина Габозера пребывала под водой до конца пребореала (около 9600–9300 л.н.), когда произошла регрессия Онежского озера и уровень упал до 70–65 м [22]. Дальнейшее увлажнение климата при потеплении способствовало появлению болотной растительности и сохранению Fe^{2+} при сопутствующей нейтрализации кислотности растворов породообразующими минералами. Не исключен и процесс современного окисления сульфидов в области питания при поступлении инфильтрационных вод и/или автокатализ в зонах появления Fe^{3+} , а также при участии микроорганизмов [17].

При выполнении исследований использовалось оборудование Центра коллективного пользования КарНЦ РАН. Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (Институт водных проблем Севера) и при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-45-100004)

Литература

1. Шварцев С. Л., Рыженко Б. Н., Алексеев В. А., Дутова Е. М., Кондратьева И. А. и др. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода–порода. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. Т. 2. Система вода–порода в условиях зоны гипергенеза. 389 с.
2. Alpers C. N., Jambor J. L., Nordstrom D. K. eds. Sulfate Minerals: crystallography, geochemistry, and environmental significance // *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. 2000. Vol. 40. 608 p. doi:10.2138/rmg.
3. Lottermoser V. G. *Environmental Indicators in Metal Mining*. Springer International Publishing. 2017. doi: 10.1007/978-3-319-42731-7
4. Butler I. B., Rickard D. Framboidal pyrite formation via the oxidation of iron (II) monosulfide by hydrogen sulfide // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2000. Vol. 64. Iss. 15. P. 2665-2672. doi: 10.1016/S0016-7037(00)00387-2
5. Бородулина Г. С., Мазухина С. И. Подземные воды Заонежья // Экологические проблемы освоения месторождения Средняя Падма. Петрозаводск: Карельский научный центр, 2005. С. 47-55
6. Бородулина Г. С., Левичев М. А. Ресурсы и геохимия подземных вод Карелии // *Горный журнал*. 2019. № 3. С. 71-75.
7. Токарев И. В., Бородулина Г. С., Блаженникова И. В., Авраменко И. А. Условия формирования железистых минеральных вод по изотопно-геохимическим данным (курорт «Марциальные Воды», Карелия) // *Геохимия*. 2015. № 1. С. 88–91.
8. Бородулина Г. С., Рыжаков А. В. О возможности использования шунгита для очистки водопроводной воды // *Научные ос-*

- новы химии и технологии переработки комплексного сырья и синтеза на его основе функциональных материалов: Сборник докладов. Апатиты, 2008. Ч.2. С. 105-108.
9. Кулакова Н. Е., Лозовик П. А. Анализ влияния Костомукшского горно-обогачительного комбината на окружающую среду с учетом природно-техногенных факторов формирования и трансформации вод // Вода: химия и экология. № 2. 2012. С. 18–25.
 10. Болтыров В. Б., Селезнев С. Г., Стороженко Л. А. Экологические последствия долговременного хранения техногенных объектов типа «Отвалы Аллареченского месторождения» (Печенгский район Мурманской области) // Известия Уральского государственного горного университета. 2015. № 4(40). С. 27-33.
 11. Бородулина Г. С., Светов С. А., Токарев И. В., Левичев М. А. Роль высокоуглеродистых (шунгитсодержащих) пород в формировании состава подземных вод Онежской структуры. Труды Карельского научного центра РАН. 2020. № 9. С. 72–87. [doi: 10.17076/lim1259](https://doi.org/10.17076/lim1259)
 12. Филиппов М. М., Дейнес Ю.Е. Субпластовый тип месторождений шунгитов Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. 261 с.
 13. Куликова В. В., Куликов В. С. Фрамбоиды пирита и других минералов в шунгитах Онежской структуры // Геология и стратегические полезные ископаемые Кольского региона: Труды IX Всероссийской (с международным участием) Фермановской научной сессии, посвящённой 60-летию Геологического института КНЦ РАН. Апатиты: Изд-во К&М, 2012. С. 274–279.
 14. Бородулина Г. С., Токарев И. В., Левичев М. А.. Первому русскому курорту — 300 лет. История изучения марциальных вод. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2019; 96(4): 76-82 DOI [10.17116/kurort20199604176](https://doi.org/10.17116/kurort20199604176)
 15. Лебедев А. Н., Иванов В. В., Ренгартен Е. В., Славянов Н. Н., Вишневский С. А. Лечебные местности Карелии / Под ред. проф. М. Д. Тушинского, д-ра А. Н. Лебедева Изд. Наркомздрава АКССР, 1935. 188 с.

16. Иешина А. В., Поленов И. К., Богачев М. А. и др. Ресурсы и геохимия подземных вод Карелии. Петрозаводск, 1987. 151 с.
17. Дубинина Г. А., Сорокина А. Ю., Гапеева М. В., Долотов А. В. Сообщества нейтрофильных железоокисляющих микроорганизмов железистых источников различного генезиса и их участие в фракционировании стабильных изотопов железа // Микробиология. 2012. т. 81. № 1. С. 96–104.
18. Птицын А. Б., Сысоева Е. И. Криогенный механизм образования зоны окисления Удокана // Геология и геофизика. 1995. № 3. С. 90-97.
19. Юргенсон Г. А. Зона окисления в многолетнемерзлых породах // Записки ВМО. 1997. Ч. 126. № 5. С. 15-27.
20. Elberling B., Schippers A., Sand W. Bacterial and chemical oxidation of pyritic mine tailings at low temperatures // Journal of Contaminant Hydrology. 2000. № 41. P. 225–238. doi: 10.1016/S0169-7722(99)00085-6
21. Borodulina G., Tokarev I., Levichev M., Yakovlev E., Kamensky I., Skiba V. Paleoenvironmental reconstruction for mineral groundwater area Marcial Waters (Lake Onega catchment). Limnology and Freshwater Biology. 2020 (4): 472-473. Doi: 10.31951/2658-3518-2020-A-4-472
22. Демидов И. Н., Лукашев А. Д., Ильин В. Н. Рельеф заповедника «Кивач» и история геологического развития северо-западного Прионежья в четвертичном периоде // Труды Карельского научного центра. Выпуск 10. Петрозаводск. 2006. С. 22-33.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА ПРИРОДНЫХ ВОД С ТЕРРИТОРИИ КОСТОМУКШСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Бродская Н. А., к.г.н.

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

Рассматриваются вопросы влияния горнопромышленного комплекса на структуру природных ресурсов (ландшафтных, гидрогеологических, экологических). Производится анализ воздействия на природные водные экосистемы, проявляющегося в водопонижении в карьерах, в смешении поверхностных и подземных вод, изменении гидродинамического режима, что вызывает трансформацию гидрохимического состава взаимодействующих речных и озерных экосистем.

SPECIAL FORMIROVANIA STOCK NATURAL WATERS FROM THE COSTOMUUKSY DEPOSIT

N.A. Brodskaya, Ph.D. Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

The impact of the mining complex on the structure of natural resources (landscape, hydrogeological, environmental) is considered. The impact on natural aquatic ecosystems, manifested in water deposition in quarries, in the mixing of surface and groundwater, changes in hydrodynamic regime, which causes the transformation of the hydrochemical composition of interacting river and lake ecosystems.

Разработка месторождений полезных ископаемых открытым карьерным способом буровзрывным методом с последующим обогащением руды наносит ущерб природной среде, который не возмещается последующей рекультивацией и реновацией. Вертикальное нарушение геологического и гидрогеологического разреза происходит при уничтожении природных форм рельефа и создании новых, техногенных форм, с привнесом намывных и насыпных отходов производства. При этом формируется техногенный горизонт

грунтовых вод с нарушенным режимом, не подчиняющимся природным закономерностям, трудно прогнозируемым. Продукты техногенеза включаются в водную миграцию и негативно влияют на экологическую обстановку региона [1]. Весьма ощутимый ущерб ландшафтам западной части бассейна Белого моря (Беломорская Карелия) наносит Костомукшское месторождение железных руд, где более 50 лет продолжается открытая разработка. Нарушение естественного режима поверхностных и подземных вод в районе открытой добычи приводит к формированию депрессионных воронок значительных размеров в результате водоотлива. Поверхностный сток меняет свою направленность от естественной зоны дренирования к карьерам.

Весьма напряженную экологическую ситуацию в горнопромышленном районе создают сооружения отстойных прудов и хвостохранилищ, смещение русел водотоков, формирование техногенных водоносных горизонтов в крупных отвалах [2].

Гидрографическая сеть на территории месторождения принадлежит к озерно-речной системе р. Кенти, бассейну р. Кеми, самой крупной водной артерии бассейна Белого моря. Наличие многочисленных мелких рек и ручьев благоприятно сказывалось на условиях дренирования грунтовых вод. Большинство рек представляют собой озерно-речные системы, (рис 1.).

Площадь водосбора р. Кенти – 949 км². Площадь озер составляет 11%, заболоченность 7%. Длина реки – 75 км, расход воды – 8,21 м³/с. Ближайшими русловыми озерами системы являются: Костомукшское, преобразованное в 1979 году в хвостохранилище; Окуневое, Куроярви, Поппалиярви, Юриkkаярви, Койвас, Кенто и др. [2, 3]. Поверхностные воды реки Костомукши в устьевой части со-

держат такое же большое количество SO_4 , K, NH_4 , NO_3 , и БПК, что и подземные воды карьеров. Высокое содержание железа в водах является региональным фоном, много его в подземных и сточных водах предприятия. Учитывая направленность подземного стока к карьерам, в сторону депрессионной воронки, следует предположить, что фильтрация из хвостохранилища вносит дополнительный вклад в загрязнение карьерных вод [3]. Все карьеры месторождения, озерно-речная сеть, хвостохранилище и накопители сточных вод взаимосвязаны и представляют собой единую водную систему.

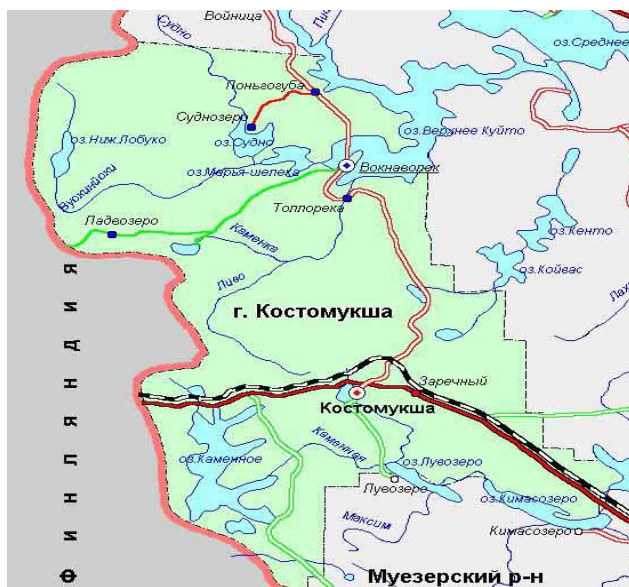


Рис.1 - Схема бассейна р.Кемь

Доказательством является построенная нами карта рассеивания загрязняющих компонентов по створу сква-

калиевого состава, превышают ПДК по азотистым соединениям и оказывают определенное влияние на химический состав вод хвостохранилища.

Озерно-речная система Кенто-Куйто с направленностью стока в р. Кемь, также загрязняется сульфатами, азот-аммонийными веществами, калием, железом, как представлено в табл.1.

Суммарный промышленный и коммунальный химический сток всего экорегиона составляет 53% всех минеральных веществ, поступающих в водотоки и водоемы республики Карелия, в том числе сульфатов 86%, хлоридов 50%, 91% специфических загрязняющих веществ (сероорганические соединения, тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы, метанол, фториды и др.) [3].

Таблица 1 - Средние за 2005-2007 г.г. концентрации загрязняющих веществ в долях от ПДКр/х и в долях от фона

№ п/п	Основные ионы	Южный канал (устье)		С-З канал		Исток из оз. Окуновое	
		доли ПДКр/х	доли к фону	доли ПДКр/х	доли к фону	доли ПДКр/х	доли к фону
1	2	3	4	5	6	7	8
1	N-NH ₄	2,10	13,67	0,36	2,32	1,62	10,53
2	N-NO ₂	1,85	18,50	0,23	2,33	1,77	17,67
3	N-NO ₃	0,17	6,20	0,09	3,21	0,32	11,76
4	K	0,74	26,29	0,45	15,98	1,21	43,07
5	Na	0,05	8,57	0,04	6,95	0,07	12,33
6	SO ₄	1,54	64,18	1,50	62,53	1,82	76,00
7	Cl	0,01	2,49	0,01	2,50	0,01	3,71
8	Feобщ	6,60	2,64	7,50	3,00	5,73	2,29
9	Ca	0,19	17,50	0,13	11,89	0,20	17,79
10	Mg	0,30	15,38	0,41	21,20	0,33	17,02

11	Mn	18,9	-	13,1	-	19,8	-
----	----	------	---	------	---	------	---

Сравнительный анализ средних значений концентраций загрязняющих веществ только за три года указывает на превышение по основным загрязняющим компонентам ПДК в десятки и сотни раз.

Изменение гидрохимического режима водной системы в результате регулярного (с 1994 года) попуска сточных вод из хвостохранилища приводит к постепенному изменению химического состава воды и, соответственно, условий обитания водных организмов. Сравнительный анализ состояния зоопланктона и донных биоценозов озерно-речной системы Кенти-Кенто, проведенный Институтом водных проблем Севера КарНЦ РАН, выявил изменения видового состава и количественных показателей организмов, которые нарастают под влиянием антропогенных факторов. Зоопланктон и бентос реагируют на воздействие минерализованных вод в первую очередь снижением видового разнообразия, [4, 5].

Еще одним негативным фактором горнопромышленного производства является расположение вблизи охраняемых заповедных территорий. Это свойственно, практически, для всех месторождений, во-первых, они зачастую являются градообразующими, во-вторых, располагаются на уникальных площадях природных условий, где развита фауна и флора, издревле выбравшая зоны отсутствия человеческой деятельности. Есть такая площадь и на территории Карелии, Костомукшский заповедник, на территории которого расположено озеро Каменное, уникальное пресное озеро Российско-Финляндского заповедника «Дружба». Оно является единственным источником питьевого назначения для промышленного комплекса и города.

Площадь озера более 100 км², глубина до 26 м, ширина 15 км, более 100 островов. Озеро является основным накопительным бассейном на данной широте, отсюда начинается сток воды в направлении к Белому морю и состав воды озера принимается для оценки загрязнения озерно-речной сети как фоновый.

В настоящее время в данном регионе подготовлен и согласован проект разработки Корпангского месторождения железных руд. Начато строительство инженерных сооружений и коммуникаций. Основная часть техногенных вод будет отводиться в р. Корпангийоки (приток оз. Койвас), небольшая часть в р. Ливо (приток оз. Верхнее Куйто). Непосредственно к месторождению примыкает и р. Тохтуринйоки (приток оз. Верхнее Куйто), также относящихся к бассейну р. Кеми. Исследования последних трех объектов до момента эксплуатации Корпангского месторождения представляет особый интерес для оценки фоновых характеристик объектов и дальнейшего мониторинга водоемов.

Основным выводом проделанной работы является необходимость создания единой для региона горнопромышленной деятельности режимной сети мониторинга водных объектов, включая подземные воды.

Литература

1. Гидрогеология СССР, том XXVII, Мурманская область и Карельская АССР, Северо-Западное тер.геол.упр. М., изд-во «Недра», 1971. 295 стр.
2. Морозов А.К. Водоемы района Костомукши. Озерно-речная система Кенти. Химический состав воды // Современное состояние водных объектов Республики Ка-

релия. По результатам мониторинга 1992-1997 гг. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. С. 129–133.

3. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Государственный Комитет РФ по рыболовству, 1999.

4. Лозовик П.А., Платонов А.В. Определение региональных предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ на примере Карельского гидрографического района // Геоэкология, 2005. № 6. С. 527-532.

5. Дубровина Л.В., Калинкина Н.М., Лозовик П.А. Факторы токсичности для гидробионтов техногенных вод Костомукшского ГОКа // Влияние техногенных вод горно-обогатительного комбината на водоемы системы р. Кенти. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. С. 15–25.

ТЕХНОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА И СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ КРУПНЫХ ГОР- НОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

А.К. Векшин¹, магистрант 2 курса, Н.А. Бродская², научный руководитель, к.г.н.

¹Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

²Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

В данной статье рассмотрены основные режимобразующие факторы уровня грунтовых вод на территории крупного горно-химического предприятия, описаны источники загрязнения поверхностных и грунтовых вод, проанализирована гидродинамическая ситуация, сложившаяся на территории предприятия.

TECHNGENIC CHANGES IN THE REGIME AND COMPOSITION OF GROUNDWATER ON THE TERRITORY OF LARGE MINING COMPLEXES

A.K. Vekshin¹, N.A. Brodskaya², Ph.D. in Geography

¹Russian state hydrometeorological university, Saint-Petersburg, Russia

²Russian state hydrometeorological university, Saint-Petersburg, Russia

This article discusses the main regime-forming factors of the groundwater level on the territory of a large mining and chemical enterprise, describes the sources of pollution of surface and groundwater, analyzes the hydrodynamic situation that has developed on the territory of the enterprise.

Введение

Изучение ресурсов подземных вод, их динамики, режима, охраны и рационального использования в зонах крупных промышленных предприятий представляет собой острейшую про-

блему современности. От правильного научного обоснования ее решения зависит рациональное размещение, нормальная эксплуатация и дальнейшее развитие промышленного комплекса. Это, в свою очередь, определяет возможности оптимальной организации водного хозяйства на прилегающих территориях, а также обуславливает влияние самого предприятия на окружающую среду.

Удовлетворительного решения подобной задачи ни зарубежная, ни отечественная практика не имеет, в каждом конкретном случае решения базируются на созданной системе контроля за режимом и составом систем водопотребления и водоотведения, факторах формирования грунтовых и поверхностных вод на территории предприятия. Причем эти решения по оптимизации воздействия на окружающую среду постоянно корректируются.

Режим грунтовых вод на территории промышленного предприятия

В зависимости от степени техногенного воздействия можно выделить четыре типа режима уровня грунтовых вод. Сравнительные графики хода уровня грунтовых вод приведены на рисунке 1.

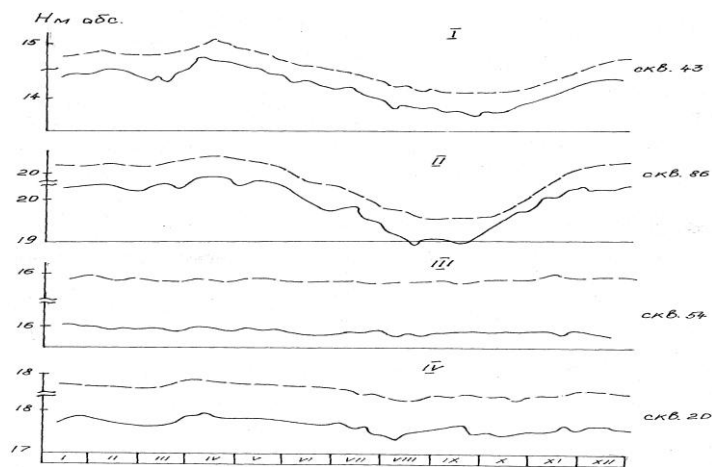


Рисунок 1 – Сравнительные графики хода уровня грунтовых вод по скважинам с различным режимом на территории предприятия

На графиках хода уровня отражены различия годовой амплитуды колебаний уровня грунтовых вод и сроков наступления экстремальных периодов. Так первый и второй типы характеризуют режим, не затронутый карьерной обработкой, отличия в них отражают только различные фильтрационные свойства водоносного горизонта. Третий и четвертый типы характеризуют режим с нарушенными карьерной обработкой фильтрационными параметрами, вблизи (третий тип) и на удалении (четвертый тип) от хранилища сточных вод. Из графиков видно, что в зонах техногенного воздействия на режим уровня грунтовых вод пики экстремальных значений срезаются и в течении года наблюдается устойчивое и постоянное повышение уровня, но с удалением от этой зоны пики начинают проявляться.

Питание грунтовых вод на территории предприятия осуществляется за счет атмосферных осадков и отжимающихся растворов, поступающих из хранилищ отходов, областями разгрузки грунтовых вод служат основные дрены (река Луга, ручьи Горский, Верховский, Винокуренный). Территория предприятия разделена целиком незатронутой территории (рисунок 2).

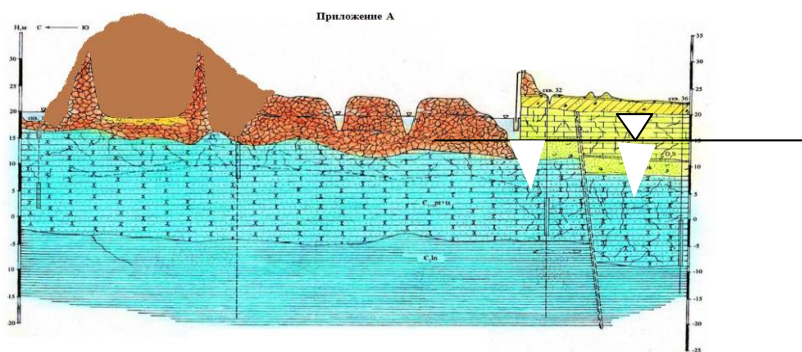


Рисунок 2 – Гидрогеологический разрез территории предприятия

Считается, что целик является непроницаемой преградой на пути грунтовых вод, поступающих непосредственно в отработанные карьеры Южного рудника. Как видно из разреза, целик слагают известняки и в результате многолетних взрывных работ проницаемость их увеличилась. Генеральное направление поверхностных и грунтовых вод в верхней части гидрогеологического разреза являлось, главным образом, с севера на юг к бывшим карьерам.

Река Луга, ограничивающая территорию предприятия с севера и востока, является основной областью дренирования поверхностных и подземных вод и приемником сбрасываемых сточных вод предприятия с очистных сооружений.

Основные источники загрязнения грунтовых и поверхностных вод

Хранилища жидких и твердых отходов являются дополнительным источником питания грунтовых вод и обуславливают их загрязнение. На рисунке 3 представлена схема расположения этих хранилищ отходов.

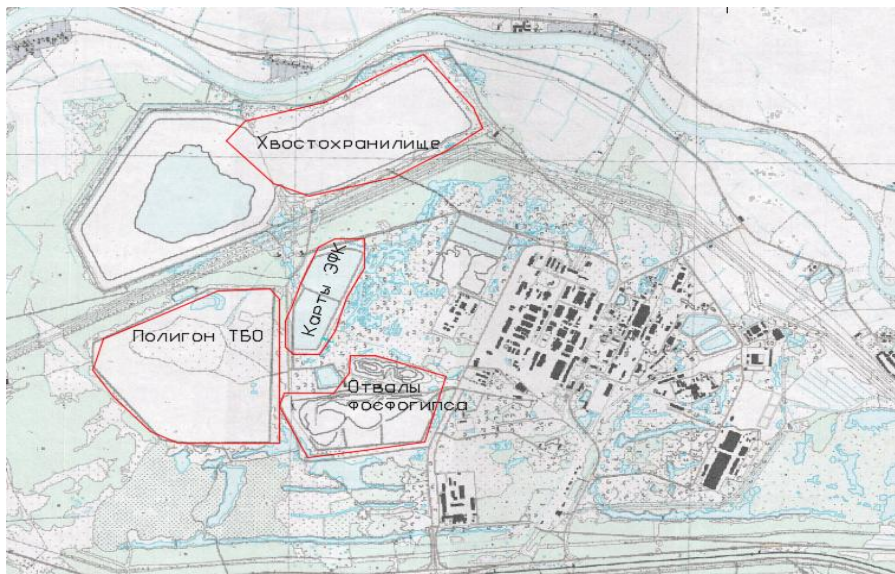


Рисунок 3 – Схема расположения хранилищ отходов

Рассмотрим загрязнение грунтовых вод по зонам их питания.

Зона хвостохранилища.

Как показали исследования, в результате фильтрации загрязненных вод из тела хвостохранилища в дренажную канаву поступали воды, по минерализации близкие к составу водам, сбрасываемым с пульпой, содержащей соду, таловое мыло, углеводороды, представленные керосином, соляровым маслом, хлористым кальцием, солями фосфорной и фтористоводородной кислот.

Эти компоненты используются в процессе флотации руды. При фильтрации уже из канавы в грунтовом потоке происходит разбавление загрязнения и самоочищение в результате сорбции, хемосорбции и катионного обмена в грунтах, слагающих основание дамбы хвостохранилища (ленточные глины, моренные глины, тискреские пески и аргиллиты). Химический состав

фильтрующихся вод резко отличается от исходной пульпы снижением сульфат-иона, железа и фосфатов, одновременно при снижении веса сухого остатка, определяющим суммарную минерализацию.

Разгрузка фильтрующихся вод в сторону Луги удовлетворяет требованиям, предъявляемым к водотокам рыбохозяйственного значения по всем показателям[4]. Суммарный расход фильтрующихся вод в канаву составлял 15 – 16 тыс. м³/сут, около 4,2 тыс.м³/сут перекачивается обратно в прудок, около 10 тыс.м³/сут фильтровалось на пополнение поверхностных и грунтовых вод. Здесь формируется купол поднятия грунтовых вод. По южной стороне до настоящего времени отмечается заболоченность[1]. Уровни грунтовых вод по сети контрольно-наблюдательных скважин (КНС) составляют 19 и 21 м. Купол поднятия определял уклон в сторону р.Луги с севера хвостохранилища и на промплощадку с южного борта. Здесь это поднятие грунтовых вод взаимодействует с таковым в зоне шламакопителя.

Зона шламакопителя.

У подножия дамб шламакопителя происходила фильтрация и формировался купол поднятия грунтовых вод с абсолютными отметками 21.4м. В 50м севернее шламакопителя (в сторону хвостохранилища) уровни грунтовых вод составляют такую же отметку. Эти два объекта представляют единый купол поднятия грунтовых вод и определяют основное направление потока с севера на юг.

В первой карте растворы нейтральные с минерализацией до 3 г/дм³, во второй – кислые с минерализацией до 18 г/дм³ и более. При этом резко возрастает содержание аммония и фосфатов. В шламе спектральным анализом установлены повышенные концентрации железа, марганца, хрома, церия, лантана. Грунтовые воды, вскрытые скв.89 на интервале 7 – 10 м от поверхности в тискреских песчаниках и алевролитах, сходны по составу с растворами в шламакопителе, преимущественно фосфатно-

сульфатные аммонийные, с минерализацией 9 – 10 г/дм³. Сульфатов содержится от 2870 до 8000 мг/дм³. По всем направлениям движения потока минерализация медленно снижается.

Зона фосфогипса

Фосфогипс является побочным продуктом производства экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК), которое осуществляется по дигидратной схеме, основанной на разложении апатитового концентрата с помощью серной кислоты в экстракторе. При производстве 1 тонны ЭФК образуется 3 тонны фосфогипса. Влажность его составляет около 45 %. В результате отжатия поровых растворов при уплотнении и взаимодействия с атмосферными осадками в хранилище формируются концентрированные водные растворы, являющиеся негативным источником загрязнения окружающей среды. Минерализация растворов более 30г/дм³ сульфатно-фторидно-фосфатного аммонийно-натриевого-щелочноземельного состава с рН 2,3 – 3,3. Способ утилизации фосфогипса гидроудалением является более экологически чистым, но фильтрация из карт гидроудаления является дополнительным источником питания грунтовых вод.

Поверхность территории представляет собой открытую водную поверхность, являющуюся областью аккумуляции атмосферных осадков и, по сути, выходом грунтовых вод на поверхность. Рассмотренные условия формирования техногенного режима грунтовых вод привели к развитию подтопления территории предприятия. В связи с этим на предприятии разрабатываются локальные системы дренирования по периметру хранилищ отходов с откачкой дренажных вод на очистные сооружения. На сегодняшний день эти проекты являются единственной мерой по снижению негативного воздействия на грунтовые воды.

Литература

1. Бродская Н.А., Климов Г.И., Чечкин С.А. Материалы гидрогеологических исследований на территории Кингисеппского месторождения фосфоритов. Л., ЛГМИ, 1977-1990гг. Фонды каф. гидрогеологии СПбГМУ и ПГ «Фосфорит».

2. Бродская Н.А. Влияние промышленного комплекса на режим и состав природных вод. Дис. СПб., 1992г.
3. Бродская Н.А. Гидрогеологические условия в зоне деятельности предприятий, выпускающих сложные фосфорные удобрения. Л.,ЛПИ, 1987.-вып.10 – с 84-88.
4. Дашко Р.Э., Коротков А.И., Крысов О.Ю. и др. Исследование фильтрационного и гидрохимического режима хвостохранилищ 1 и 2 и оценка свойств пород основания хвостохранилищ с целью рекомендации намыва П-го яруса. Л., ЛГИ, 1977 г. Фонды ООО «ЛГ «Фосфорит».

СУБМАРИННАЯ РАЗГРУЗКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОСТОЧНО-ЧЕРНОМОРСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕДР

Е.А. Глазырин, к. г.-м. н., Б.Н. Алешин

АО «ЮЖМОРГЕОЛОГИЯ», Геленджик, Россия

SUBMARINE GROUNDWATER DISCHARGE OF THE EASTERN BLACK SEA SHELF OF RUSSIA ACCORDING TO THE DATA OF MONITORING OF THE STATE OF THE SUBSOIL

E.A. Glazyrin, C.Sc., B.N. Aleshin

JSC «YUZHMERGEOLOGIYA», Gelendzhik, Russia

По результатам выполнения Государственного мониторинга состояния недр выделено несколько типов субмаринной разгрузки подземных вод, присутствующих на восточно-черноморском шельфе России. Кратко охарактеризованы выявленные и предполагаемые типы субмаринной разгрузки. Приведенные сведения и составленные карты-схемы могут служить основой для дальнейших исследований субмаринной разгрузки региона.

Based on the results of the State monitoring of the state of the subsoil, several types of submarine groundwater discharge have been identified that are present on the eastern Black Sea shelf of Russia. The identified and proposed types of submarine unloading are briefly characterized. The information presented and the compiled schematic maps can serve as the basis for further studies of the submarine unloading the region.

Введение

Субмаринная разгрузка подземных вод (submarine groundwater discharge) исследована относительно слабо. Основные сведения по ее изучению отражены в ряде публикаций [1-6 и др.]. Субмаринная разгрузка Российского сектора Черного моря изучена еще слабее. В работе [7] приведена типизация геолого-гидрогеологических условий субмаринной разгрузки в пределах шельфа Крыма и Кавказа, выделено шесть типовых участков с приближенными данными об интенсивности разгрузки в л/с км. Обобщение материалов по подземному стоку подземных вод в Черное море выполнено в работе [8]. Наиболее изученным в отношении субмаринной разгрузки Черного моря выступает шельф Крыма, информация по которому дана в ряде публикаций [6-14 и др.]. Субмаринная разгрузка восточно-черноморского шельфа России остается наименее изученной. В условиях интенсивного рекреационного и хозяйственного использования кавказского и таманского побережья Черного моря, проектирования и строительства инженерной инфраструктуры на морском дне (портовые сооружения, трубопроводы, кабели, коллекторы, подходные каналы и пр.) данное обстоятельство вряд ли следует считать допустимым.

Материалы и методы

Выявление и прогнозирование субмаринной разгрузки подземных вод на восточно-черноморском шельфе России выполнено в рамках Государственного мониторинга состояния недр попутно без проведения специализированного для этого комплекса методов. Был выполнен анализ результатов морских мониторинговых работ, опубликованной литературы и материалов геологосъемочных работ. В частности использованы:

- прямые наблюдения подводными аппаратами;
- результаты гидрохимического опробования придонных вод в виде кремниевого эквивалента (содержание кремния (Si, мг/л)/солёность (‰)), как потенциального индикатора пресной разгрузки;
- сведения по выявленным погребенным палеодолинам по данным сейсмоакустического профилирования и гидрозодиро-

вания;

- сведения по подводному грязевому вулканизму и газофлюидной разгрузке;

- имеющиеся гидрогеологические схемы по сопредельной суше, составленные в рамках государственного геологического картирования масштаба 1:200 000;

- государственные геологические карты масштаба 1:200 000 и 1:1 000 000;

- сведения по разгрузке подземных вод (родники) в прибрежной части с топографических карт масштабов 1:25 000, 1:50 000 и 1:100 000 для выделения водопроницаемых структур.

Результаты

Участки субмаринной разгрузки подземных вод предполагаются по геофизическим данным (врезы погребенных речных палеодолин), гидрозондированию, а также выявлены прямыми наблюдениями.

На площади мониторинга Черного моря выявлено и предполагается несколько типов разгрузки подземных вод:

- подрусловый сток подземных вод;
- линейный вдоль водопроницаемых зон разломов и трещинных зон;
- площадной (рассредоточенный) на выходах водонесных горизонтов;
- карстовый;
- грязевулканический и газофлюидный;
- техногенный.

Подрусловый сток подземных вод в виде разгрузки предполагается в пределах авандельт и врезов погребенных речных палеодолин. Существование субмаринной разгрузки в пределах этих участков подтверждено данными гидрозондирования, где в качестве индикатора использовалось значение кремниевого эквивалента. В частности, получены признаки существования разгрузки в пределах палеорула р. Кубань (рис. 1), в авандельте р. Ашамба (Голубая бухта, г. Геленджик) и в авандельтах других рек побережья Кавказа.

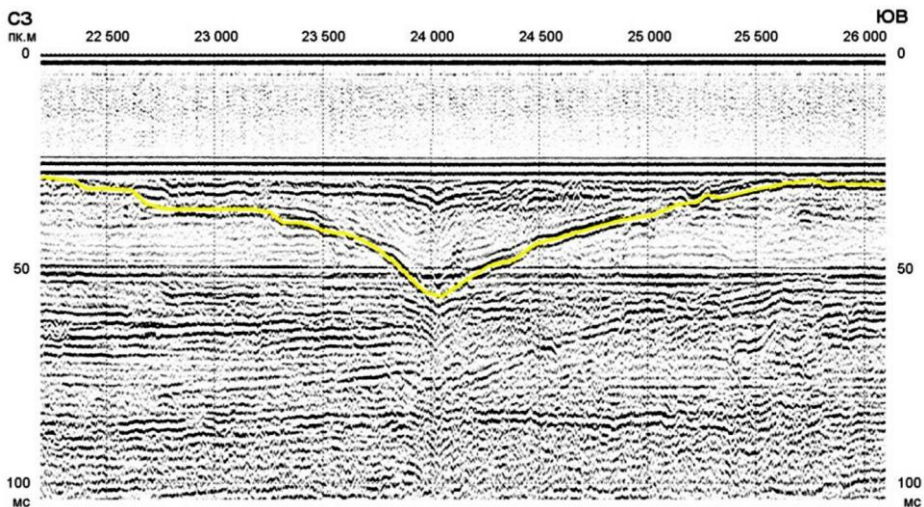


Рис. 1. Погребенное русло палео-Кубани на сейсмоакустическом разрезе (анапский шельф)

Подводными наблюдениями визуализированы признаки разгрузки подземных вод в авандельтовых отложениях р. Мзымта. На шельфе в пределах современной авандельты и в бортах каньона, где обнажаются более древние дельтовые отложения, часто встречаются поля белесых пятен, воронки (рис. 2 а, б), образующиеся в местах разгрузки подземных вод.

Линейный тип разгрузки вдоль водопроницаемых зон разломов и трещинных зон должен иметь широкое распространение, особенно на кавказском шельфе. На это указывают частые родники в прибрежной части вдоль водопроницаемых зон разломов. Подводными видеонаблюдениями разгрузки подземных вод зафиксированы в виде зон обеления вдоль тектонических трещин в обнажениях коренных пород головных частей подводных каньонов Шахе и Мзымты (рис. 2 в).

Площадной тип разгрузки на выходах водоносных горизон-

тов на морском дне предполагается на кавказском шельфе в связи с наличием бассейна трещинных и трещинно-пластовых вод мезо-кайнозойского комплекса отложений Большого Кавказа. О наличии таких разгрузок свидетельствуют видеонаблюдения в вершинной части подводного каньона Шахе (рис. 2 г).

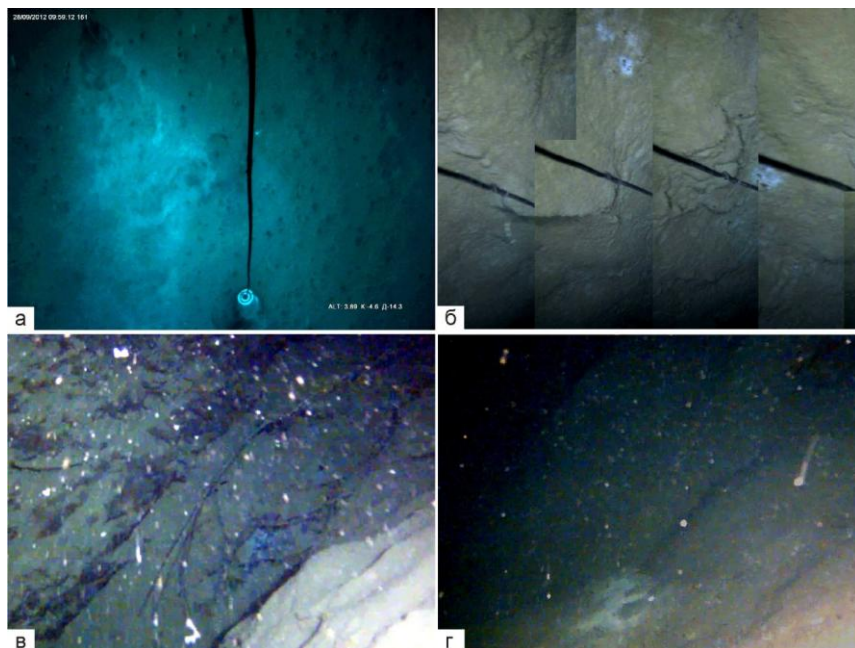


Рис. 2. Разгрузка подземных вод (белесые пятна) по данным видеонаблюдений

а - обеление на поверхности современных авандельтовых отложений р. Мзымта у воронки высачивания; б - белесые пятна от разгрузки на вертикальной стенке подводного каньона Мзымты, сложенной кольматированными валунниками древней дельты р. Мзымта (накидной монтаж кадров); в - разгрузка (пятна обеления) по тектонической трещине в подводном каньоне Шахе; г - высачивание подземных вод в понижении

морского дна среди выходов терригенных пород, подводный каньон Шахе

Карстовый тип разгрузки по аналогии с установленной таковой на крымском и абхазском шельфе [6, 7] предполагается и на морской части выходов закарстованных известняков восточно-черноморского шельфа России.

Грязевулканический и газифлюидный тип разгрузки присутствует на Керченско-Таманском шельфе, а также в глубоководной части - в Туапсинском прогибе, вале Шатского и Восточно-Черноморской впадине [15-17]. Состав воды данной разгрузки соответствует составу сопочных или нефтяных вод, обладающих повышенной минерализацией и аномальными концентрациями нефти, фенолов, полиароматических углеводородов, ртути и тяжелых металлов [16, 17]. Дебит источников соответствует активности грязевулканических структур. По аналогии с изученной разгрузкой Темрюкского залива Азовского моря и сухопутной части Керченско-Таманской грязевулканической области очагами разгрузки служат подводные грязевые вулканы, замковые части антиклинальных зон с газо-флюидной разгрузкой в диапировых куполах. Так по расчетам Ю. Г. Юровского [6] в результате одного извержения подводного вулкана Голубицкого в 1988 году в прибрежную зону поступило 40 тысяч м³ подземных вод.

Субмаринная разгрузка подземных вод также может быть связана с метановыми сипами вне зон площади грязевого вулканизма [6].

Техногенный тип разгрузки присутствует напротив крупных населенных пунктов. Представлен глубоководными выпусками (коллекторами) с очистных сооружений и вдольбереговыми высачиваниями от утечек из подземной канализации и водопроводов. Вдольбереговые высачивания подземных вод техногенного

типа присутствуют в местах береговых станций очистки, где с бассейнов аэрации по зонам трещиноватости они высачиваются на дне моря. О высачивании этих вод свидетельствуют стабильные поля обширной придонной опалесценции, коагуляции и обрастание дна нитчатými водорослями, обводненность пород берегового клифа.

По результатам исследований составлены карты-схемы субмаринной разгрузки подземных вод масштаба 1:1 000 000 и врезок масштаба 1:200 000.

Выводы

Проведенный анализ позволил выделить несколько типов субмаринной разгрузки подземных вод, присутствующих на восточно-черноморском шельфе России. Полученные сведения и составленные карты-схемы могут служить основой для проведения дальнейших исследований субмаринной разгрузки региона.

Литература

1. Taniguchi M., Burnett W.C., Cable J.E., Turner J.V. Investigation of submarine groundwater discharge // *Hydrol. Process.* 16. 2002. - P. 2115–2129.
2. Burnett W.C., Aggarwal P.K., Aureli et al. Quantifying submarine groundwater discharge in the coastal zone via multiple methods // *Science of the Total Environment.* 2006. - 46 p.
3. Zektser I. S., Dzamalov R. G. *Submarine groundwater.* - US CRC Press, 2006. - 460 p.
4. Crusius J., Berg P., Koopmans Dirk J., Erban L. Eddy correlation measurements of submarine groundwater discharge // *Marine Chemistry.* 109. 2008. - P. 77–85.
5. Nuclear and isotopic techniques for the characterization of submarine groundwater discharge in coastal zones. Results of a coordinated research project 2001–2006. - IAEA, VIENNA, 2008. IAEA-TECDOC-1595. - 199 p.
6. Юровский Ю. Г. Подземные воды шельфа. Задачи и методы изучения. - Симферополь: ДИАЙПИ, 2013. - 260 с.

7. Дублянский В. Н., Кикнадзе Т. З. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР. - М.: Наука, 1984. - 128 с.
8. Шнюков Е.Ф., Иноземцев Ю.И., Лялько В.И. и др. Геология шельфа УССР. Твердые полезные ископаемые. - Киев: Наук. думка, 1983. - 200 с.
9. Лялько В.И., Шнюков Е.Ф. О субмариной разгрузке подземных вод на шельфе украинского Причерноморья // Геологический журнал. 1980. № 3. - С. 48-54.
10. Юровский Ю. Г., Юровская Т.Н. Субмаринная разгрузка трещинно-карстовых вод в юго-западном Крыму // Геологический журнал. 1986. № 5. - С. 58-63.
11. Шнюков Е.Ф., Клещенко С.А., Митин Л.И. Исследования в подводных каньонах как новый метод поисков субмаринных источников // Геологический журнал. 1989. № 6. Т. 49. - С. 63-73.
12. Коротков А.И., Павлов А.Н., Юровский Ю.Г. Гидрогеология шельфовых областей. - Л.: Недра, 1990. - 219 с.
13. Пасынков А. А., Пасынкова Л. А. Палеореки и каньоны крымского сектора Черного моря. Теория и методы современной геоморфологии // Материалы XXXV Пленума Геоморфологической комиссии РАН. 3–8 октября 2016 г. Т. 1. - С. 258–262.
14. Пасынков А.А., Вахрушев Б.А. Субмаринные источники пресных вод юго-восточного Крыма // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. 2017. Т. 3 (69). № 3. Ч. 2. - С. 250–263.
15. Андреев В.М., Туголесов Д.Д. Хренов С.Н. Грязевые вулканы и нефтепроявления российского сектора Черного моря // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2006. № 2. - С. 50-59.
16. Шнюков Е.Ф., Шереметьев В.М., Маслаков Н.А. и др. Грязевые вулканы Керченско-Таманского региона. - Краснодар: ГлавМедиа, 2006. - 176 с.
17. Глазырин Е.А. Основные результаты изучения подводного грязевого вулканизма Керченско-Таманского региона / Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Том VII. Часть 2 / Под ред. Керимова И.А. - М.: ИИЕТ РАН, 2017. - С. 39-48.

СОЗДАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОГО ФОНДА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ МЕЛКО-МАСШТАБНОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ

Т.С. Егоров

Институт водных проблем Российской академии наук, Москва, Россия

Одной из основных проблем современного гидрогеологического картографирования является неполнота, частая несопоставимость как по форме, так и по содержанию, а иногда и отсутствие структурированного фонда геолого-гидрогеологической информации. Рассмотрена структура хранения и представления разнородной информации при создании комплекта гидрогеологических карт масштаба 1:1 000 000 для Печорского артезианского бассейна и листа Р-39 (Сыктывкар).

CREATION OF A STRUCTURED FUND OF HYDROGEOLOGICAL INFORMATION IN SMALL-SCALE MAPPING

T.S. Egorov

Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

One of the main problems of modern hydrogeological mapping is incompleteness, frequent incompatibility both in form and content, and sometimes the absence of a structured fund of geological and hydrogeological information. In the research the structure of storage and presentation of heterogeneous information is considered when creating a set of hydrogeological maps for the Pechora Artesian Basin and P-39 (Syktyvkar) sheet at a scale of 1:1,000,000.

Введение

В эру информационных технологий геоинформационные системы (ГИС) нашли широкое применение при производстве гидрогеологических работ. Картографическая обработка гидрогеологической информации является единственным средством эффективного обобщения результатов ранее проведенных работ,

позволяя создавать гидрогеологические карты различного содержания: гидрогеологические, гидрогеохимические, прогнозных ресурсов, защищенности и другие [3]. При составлении подобных карт используются огромный объем накопленных эмпирических и модельных данных, которые являются результатом раннее проведенных работ, отличающихся методологической основой, аналитической базой, точностью оценки параметров и характеристик, кругом и полнотой решенных задач, глубиной картографирования [4]. Учет и сохранение разнородной первичной информации является основной задачей при создании структурированного фонда геолого-гидрогеологической информации (СФГИ).

Основные положения

СФГИ реализован в программной связке ESRI ArcGIS, являющийся одним из лидеров в индустрии ГИС, имеющих широкое распространение в мире и, в частности, в России, обладающий большими возможностями по созданию, редактированию и визуализации различных пространственных данных, и MS Office Access, имеющий широкий спектр функций, включая связанные запросы, связь с внешними таблицами и базами данных, а также являющийся доступным для большинства пользователей.

Структурированный фонд геолого-гидрогеологической информации состоит из картографического фонда и фактографического фонда. Все гидрогеологические карты и схемы, выполненные в программном обеспечении ESRI ArcGIS, собраны в картографическом фонде. Принципиальная структура картографического фонда позаимствована из [1] и дополнена [5] с авторскими изменениями. Фактографический фонд характеризуется тем, что в нем используются данные первичной информации, которые были реализованы в картографическом фонде.

Принципиальная схема СФГИ заключается в манипуляции с первичной информацией путем ее обработки, систематизации и интерпретации, и в представлении ее сначала в фактографическом виде, используя эталонную базу данных (ЭБД), затем уже в

картографическом виде при помощи эталонной базы знаков (ЭБЗ) (рис.1).

Структурированный фонд фактографической информации (СФФИ) создавался с целью хранения собранных данных и возможности экспорта данных для отображения их на картографической основе. Фактографический фонд данных содержит информацию о геологических, гидрохимических и гидродинамических характеристиках объектов, вскрывших подземные воды на территории исследования. Это информация об опробованных в ходе полевых работ водозаборах, родниках, а также ретроспективные данные, включающие информацию в основном об эксплуатационных и гидрогеологических скважинах, данные мониторинга об уровне и химическом составе подземных вод, а также данные о ресурсах подземных вод – о месторождениях пресных и минеральных вод. СФФИ объединяет блоки информации по объектам физического опробования, опорным скважинам, месторождениям пресных и минеральных вод, водозаборах, таблицы с данными по гидродинамическим и гидрохимическим характеристикам водоносных горизонтов, а также классификаторы и вспомогательные таблицы. Связи между таблицами в пределах информационных блоков поддерживают целостность данных [2], что исключает появление дубликатов и потерянных записей.

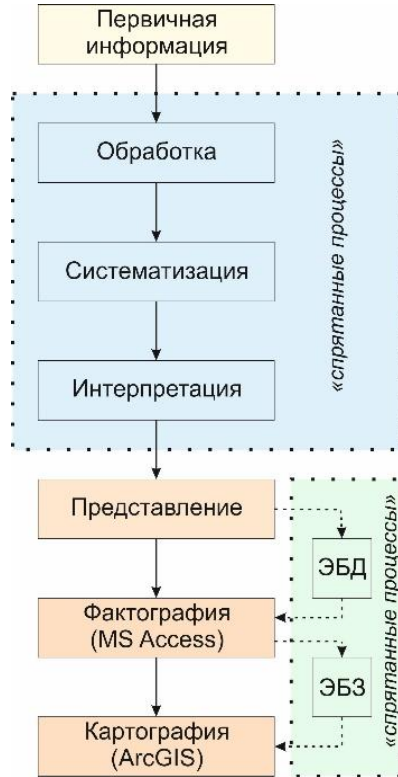


Рис. 1. Принципиальная схема структурированного фонда геолого-гидрогеологической информации

Структура фактографического фонда

СФФИ представлен 3 блоками (рис.2): независимый, основной, вспомогательный. Вся информация в этих блоках на логическом уровне представлена единственным способом – значениями в таблицах.

В независимый блок включены таблицы справочников (SPR) и источника первичной информации (IST). Таблицы справочников (SPR) предназначены для классификаций объекта гидрогеологического изучения и его признаков, а также для сортировки и

быстрого поиска. Наличие большого количества справочников минимизирует ошибки при заполнении информации в СФФИ. Примеры справочников: тип водопроявления; тип лицензии; перечень гидрогеологических подразделений в соответствии с утвержденной схемой гидрогеологической стратификации; перечень нормируемых химических показателей в соответствии с [6] и др. Источник первичной информации (IST) является по своей сути перечнем используемых документов с информацией о литературном и ином источнике, из которого были получены данные. Уникальный идентификатор первоисточника в СФФИ определен по большей части уникальным номером единицы хранения в Росгеолфонде, реже – в территориальных фондах и прочих базах данных. Хранение сведений о первоисточнике в каждой таблице позволяет повторно обращаться к исходной информации.

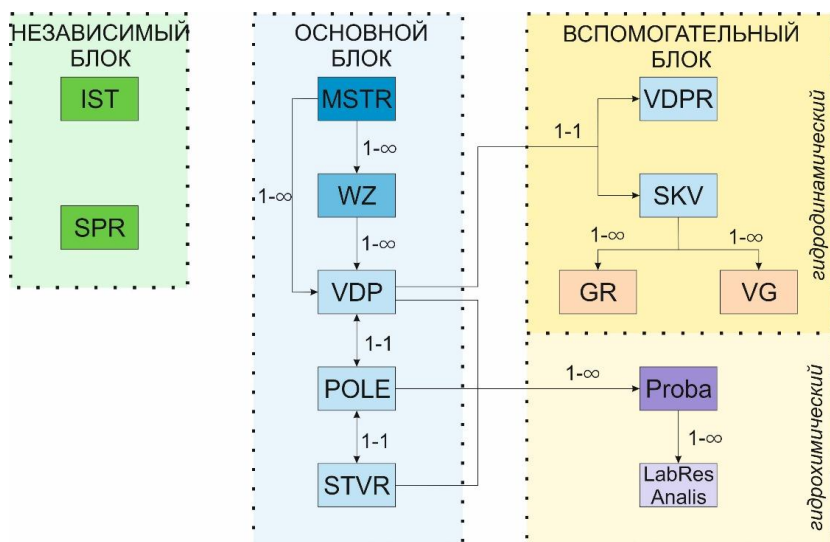


Рис. 2. Структура фонда фактографической информации

В основной блок включены гидрогеологические объекты, имеющие пространственную привязку: месторождения и участки месторождений (MSTR), водозаборы (WZ), водопункты (VDP), точки наблюдения в ходе проведения полевых работ (POLE), гидрологические створы (STVR). Каждому объекту основного блока автоматически присвоен неслучайный четырех-пятизначный числовой номер для идентификации объекта на картах. Код объекта представляет собой местоположение на карте, которое определяется системой уравнений (1), тип точечного объекта и его порядковый номер внесения в СФФИ. Местоположение на карте характеризуется пространственным индексом (SPIN), который представляет собой последовательно пронумерованные листы масштаба 1:200 000, начиная с единицы (например, SPIN=1 для листа P-39-I, SPIN=36 для листа P-39-XXXVI).

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{min} < x \leq X_{max} \\ Y_{min} < y \leq Y_{max} \\ SPIN = (X_{max} - X_{min} \square) \left[\frac{|y - Y_{max} \square| n_y}{Y_{max} - Y_{min} \square} \right] + \left[\frac{(x - X_{min} \square) n_x}{X_{max} - X_{min} \square} \right] \end{array} \right. \quad (1)$$

где $SPIN$ – порядковый номер листа номенклатуры листа масштаба 1:200 000; X_{min} , X_{max} , Y_{min} , Y_{max} – угловые координаты листа; n_y , n_x – шаг разбивки (для номенклатуры листа масштаба 1:1 000 000 принимается равным 6, что соответствует номенклатурам листа масштаба 1:200 000); x , y – координаты гидрогеологического объекта.

Для нормализации данных основного блока создан вспомогательный блок, состоящий из гидродинамической и гидрохимической составляющей. В гидродинамическую включены водопроявление (VDPR), отражающее информацию о родниках и колодцах, скважина (SKV), геолого-гидрогеологический разрез (GR) и водоносный горизонт (VG). В гидрохимическую включены проба (Proba) и результаты химического опробования (LabResAnalis).

Работа СФФИ реализована внутри рабочей группы по локальной сети, что позволяет всем ее участникам одновременно просматривать, изменять, пополнять фактографический фонд. В работе СФФИ заложено автоматическое ведение журнала изменений записей участниками в таблицах. Ряд «шаблонных» запросов позволяет выявлять ряд ошибок при внесении данных. Защита СФФИ выполнена шифрованием внутри рабочей группы, также предусмотрено автоматическое резервное копирование в установленные сроки.

Результаты и выводы

Структура фактографического фонда и его таблиц является достаточно универсальной и способна описывать гидрогеологические объекты при различном масштабе гидрогеологического изучения, в том числе при создании региональных гидрогеодинамических моделей. Использование СФФИ возможно не только при масштабе 1:1 000 000, но и для 1:200 000, являющихся неотъемлемой стадией изучения недр.

СФГИ успешно апробирован при создании комплектов гидрогеологических карт масштаба 1:1 000 000: для Печорского артезианского бассейна (ФГУП «ВСЕГИНГЕО», 2016 г.), где одной из основных проблем при его создании являлось обобщение и приведение в соответствие разрозненных и несогласованных локальных схем по 8 листам ГК-1000/3 и ГК-200 разных поколений с разной степенью изученности; для листа Р-39-Сыктывкар (ФГБУ «Гидроспецгеология», 2019 г.). Помимо картосоставительских работ, СФГИ был применен при построении гидрогеодинамической модели Усинского района восточной части Печорского артезианского бассейна (Институт водных проблем РАН, 2020 г.). Успешно реализованный СФГИ в настоящее время используется для создания гидрогеологической карты масштаба 1:1 000 000 листа Q-41 (Воркута).

Доступность результатов гидрогеологического изучения недр является перманентной проблемой для Недропользователя. В будущем возможно интегрирование подобного СФГИ для создания единой интерактивной онлайн-платформы для визуа-

лизации объектов и результатов гидрогеологического картографирования. Данное решение позволит систематизировать данные и упростит ведение Государственного мониторинга состояния недр.

Литература

1. Единые требования к составу, структуре и форматам представления в НРС Роснедра комплектов цифровых материалов листов Государственных геологических карт масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000. Версия 1.6. - СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2019. - 280 с.

2. Капралов Е. Г., Кошкарев А. В., Тикунов В. С. и др. Геоинформатика: в 2 кн./Под. ред. В. С. Тикунова. М.: Издательский центр «Академия». 2008. 384 с.

3. Лукьянчиков В.М., Плотникова Р.И., Челидзе Ю.Б., Егоров Т.С. и др. Результаты и проблемы государственного гидрогеологического картографирования // Разведка и охрана недр. 2019. № 3. С. 48-55.

4. Миронов О.К. Концепция базы знаний в фондах геологической информации // Вестник Российской академии наук. 2017. Т.87. №1. С. 78-84

5. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов государственных гидрогеологических карт Российской Федерации масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000 – М., 2015, 112 с. (Минприроды, Роснедра, ФГУП «ВСЕГИНГЕО»)

6. СанПиН 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

ФОРМИРОВАНИЕ И ВЕДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО
УЧЕТА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ ФЕДЕРАЛЬ-
НОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ «УЧЕТ И БАЛАНС ПОДЗЕМНЫХ ВОД»

С.Н. Колоколова, А.И. Борисов

ФГБУ «Росгеолфонд», г. Москва, Россия

FORMATION AND MAINTENANCE OF THE STATE AC-
COUNTING OF UNDERGROUND WATERS ON THE BA-
SIS OF THE FEDERAL STATE INFORMATION SYSTEM " "
ACCOUNTING AND BALANCE OF UNDERGROUND
WATERS»

S. N. Kolokolova, A. I. Borisov

FSBI «Rosgeolfond», Moscow, Russia

Основным информационным ресурсом Роснедр по подземным водам является Федеральная государственная информационная система учета и баланса подземных вод - постоянно функционирующая централизованная база данных с регламентированным доступом в сети Интернет.

The main information resource of Rosnedra on underground waters is the Federal State Information System of Accounting and Balance of Underground Waters - a constantly functioning centralized database with regulated access to the Internet.

Федеральная информационная система учета и баланса подземных вод (ФГИС «Учет и баланс подземных вод») создана по заказу Федерального агентства по недропользованию в рамках выполнения работ по государственным контрактам 2007-2010. Система создана как современный программно-технологический комплекс для автоматизированного ведения

государственного учета и баланса подземных вод на территориальном, региональном и федеральном уровнях. Программно-технологический комплекс ФГИС «Учет и баланс подземных вод» представляет собой постоянно функционирующую в режиме удаленного регламентированного доступа распределенную интернет-ориентированную среду. Приказом Роснедр от 14.06.2012 г. № 685 система введена в промышленную эксплуатацию во всех терорганах Роснедра и геологических организациях Роснедра по всей территории Российской Федерации, внедрение ее обеспечено в очень краткие сроки.



Рис.1 Заставка ФГИС «Учет и баланс подземных вод»

Проектированием и реализацией ИС занимались специалисты-гидрогеологи высочайшего класса — М.В. Кочетков, С.Л. Пугач, Б.В. Боровский, В.П. Стрепетов, С.В. Перепадя и др. Ими определялся состав и структура информации, система классификаций, функционал и порядок формирования информационных ресурсов системы.

Ниже приведены основные особенности формирования информационной системы в реалиях современного состояния ведения учета подземных вод.

1. ИС предполагает централизованное хранение данных, регламентированный удаленный доступ для ведения информационных ресурсов ответственными исполнителями федеральных, региональных и территориальных органов и фондов геологической информации, подведомственных организаций Роснедр с возможностью ввода и корректировки данных, получения выходной отчетности.

2. Первичное формирование БД производилось при создании ИС в течение шести лет из всех действующих информационных источников: ИС Недра (Росгеолфонд), ГМСН (ГУВ), терорганы Роснедр (лицензии), Центргеология (минводы и лечебные грязи), а затем и ГКЗ/ТКЗ (протоколы), сопровождаемое совместными сверками данных и документов.

3. Интеграция БД ИС (увязка информации) происходит по линии: прогнозные ресурсы (ресурсный потенциал) — запасы месторождений (участков месторождений) — лицензии и участки недр, предоставленные для поисков, разведки и/или добычи подземных вод — добыча подземных вод — автоматически формируемый баланс запасов подземных вод.

Каждый объект учета сопряжен с набором сканов документов: протоколов утверждения результатов госэкспертизы запасов, лицензионных документов. Изменение и актуализация данных в ИС производятся только в соответствии с документами, которые доступны для просмотра в on-line режиме.

Государственный баланс запасов подземных вод практически полностью базируется на документальных фактических материалах. Во ФГИС «Учет и баланс ПВ» имеются сканы 98% действующих протоколов государственной экспертизы запасов и 95% комплектов документов по действующим лицензиям подземных вод.

В настоящее время Государственные балансы запасов питьевых и технических, минеральных, теплоэнергетических вод, а также

ГБЗ Лечебных грязей формируются полностью в автоматическом режиме из ФГИС «Учет и баланс подземных вод».

С 2020 г. реализован выпуск баланса минеральных подземных вод по водоносным горизонтам.

В дальнейшем планируется выйти на более раннее формирование баланса запасов ПВ.

4. В систему напрямую поступают сведения по выполнению условий пользования недрами по добыче минеральных и питьевых и технических подземных вод (госстатотчетность по формам 3-ЛС и 4-ЛС), подаваемые в электронном виде, затем вносятся и данные с бумажных форм. ИС содержит раздел автоматически формируемой сводной отчетности недропользователей по выполнению лицензионных условий по добыче подземных вод по субъектам, ФО и территории РФ. В 2020 г. по системе электронного сбора получено 36 695 форм (таблица 1).

Таблица 1. Сводные данные по электронному сбору статистической отчетности недропользователей о выполнении условий пользования недрами при добыче подземных вод за 2020 год через ЛК и интернет-сайт (stats.rfgf.ru)

Форма отчетности	Количество лицензионных участков недр	Количество форм	Доля отчетности, %
4-ЛС (питьевые и технические ПВ)	59309	36061	60,8
3-ЛС (минеральные ПВ)	768	634	82,6

Данные за 2020 год на данный момент продолжают вноситься.

Производится сопровождение сбора и загрузки отчетности 4-ЛС и 3-ЛС в электронном виде, консультирование

недропользователей (on-line, e-mail, по телефону) по заполнению форм, актуализация лицензий.

Анализ заполнения форм показывает, что наиболее добросовестно и с наименьшим количеством ошибок и неточностей формы статотчетности заполняют крупные организации, специализирующиеся на данном виде деятельности. Для минеральных вод — это организации санаторно-курортной области. Для питьевых и технических вод — это, в основном, крупные водоканалы.

5. В ИС реализовано автоматизированное формирование отчетности по каталогу/кадастру месторождений подземных вод (участков месторождений подземных вод), реестров лицензий и участков недр, предоставленных для добычи подземных вод, основных таблиц балансов запасов подземных вод по месторождению подземных вод, субъекту Федерации, федеральному округу, Российской Федерации.

6. Лицензионные участки недр, а также месторождения (участки месторождений) ПВ снабжены возможностью присвоения точечных, линейных и полигональных координат с последующим представлением данных на унифицированной картоснове (встроенная геоинформационная система (ГИС)).

В 2012 году постановлением правительства РФ № 1463 «О единых государственных системах координат» в качестве единой государственной системы координат для использования при осуществлении геодезических и картографических работ была установлена геодезическая система координат 2011 года (ГСК-2011). В последующем применение действовавших ранее СК-42 и СК-95 было продлено до 01.01.2021 г. С начала текущего года использование ГСК-2011 стало обязательным. В связи с тем, что в ФГИС «Учет и баланс подземных вод» отсутствует возможность задания типа координат (в отличие от АСЛН), вводимые с 01.01.2021 лицензии по умолчанию считаются заданными в ГСК-2011.

7. Интеграция с ФГИС АСЛН (системы имеют общую базу по лицензиям ПВ), Базой оперативного сбора электронных копий протоколов (автоматизированная загрузка и актуализация данных ИС в соответствии с протоколами), Порталом госуслуг Роснедр.

В 2020 г. Минприроды РФ выпустило приказ № 865 Об утверждении Порядка государственного учета и ведения государственного реестра работ по геологическому изучению недр, государственного реестра участков недр, предоставленных в пользование, и лицензий на пользование участками недр. Согласно п. 3. Порядка, сведения, содержащиеся в государственном реестре работ и государственном реестре участков недр, являются открытыми и общедоступными (за исключение сведений, доступ к которым ограничен федеральными законами).

Во исполнение данного приказа государственный реестр участков недр и лицензий формируется на основании данных из ФГИС АСЛН (Автоматизированной системы лицензирования недропользования), а, следовательно, из ФГИС «Учет и баланс подземных вод» посредством интеграции лицензионной базы ПВ. В 2021 г. ФГБУ «Росгеолфонд» планирует произвести объединение баз данных ФГИС АСЛН и УиБПВ.

Функционирование ИС регламентируется распорядительными документами Минприроды и экологии РФ и Роснедр, которые и определяют особенности ее ведения.

Ссылки на основные распорядительные документы приведены на заставке системы. Этими документами определено, что за информационное взаимодействие при ведении ИС отвечают территориальные органы Роснедр, наполнение же системы производится, в основном, ответственными исполнителями ТФГИ, а также органов власти субъектов РФ (в части участков местного значения).

Централизованное распределенное удаленное ведение БД системы — корректировка и актуализация информации, про-

водится в режиме регламентированного доступа ответственными исполнителями регионов по вверенной им территории.

В ИС обеспечено совместное ведение лицензий подземных вод территориального и местного уровня полномочий.

Важными моментами при ведении системы являются:

- полнота и оперативность при наполнении базы данных и документов ИС,

- персональная ответственность исполнителей на местах, контроль работы которых обеспечивается логированием (мониторингом) действий пользователей в ИС.

- взаимодействие между терорганами Роснедр и субъектов РФ, ТКЗ, территориальными фондами и недропользователями.

- внесение (с 2017 г.) сведений статотчетности недропользователей 3-ЛС и 4-ЛС, поданных в бумажном виде (в соответствии с госзаданием ТФГИ).

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СКВАЖИННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В СОЗДАНИИ ГЕО- ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВА- НИЯ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ

Г.Н. Копылова, д-р г-м. наук

Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук», Камчатский филиал, Петропавловск-Камчатский, Россия

На примере сейсмоактивного района п-ова Камчатка рассматриваются гидрогеологические предвестники и их связь с параметрами землетрясений и вулканических активизаций. Показана роль скважинных гидрогеологических наблюдений в разработке научно-технического базиса геоинформационной технологии прогнозирования природных катастроф в Камчатском крае.

PRECISION HYDROGEOLOGICAL OBSERVATIONAL DATA IN WELLS TOWARD CREATION OF GEOINFORMATION TECHNOLOGY FOR NATURAL DISASTER FORECASTING

G.N. Kopylova, Dr. Sciences

Federal Research Center "Unified Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences", Kamchatka Branch, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

On the example of seismically active region of the Kamchatka Peninsula, hydrogeological precursors and their relationship with the parameters of earthquakes and volcanic activations are considered. The importance of hydrogeological observations in the development of the scientific and technical basis of geoinformation technology for forecasting natural disasters in the Kamchatka Krai is shown.

Введение

Прогнозирование природных катастроф, в т. ч., сильных землетрясений и извержений вулканов, является в современном Мире одной из актуальных задач, решение которой предполагает использование достоверных сведений о предвестниках земле-

трясений и извержений вулканов. Результаты таких исследований составляют научный базис *геоинформационных технологий прогнозирования природных катастроф* (ГИТП) для их использования административными органами при осуществлении превентивных мероприятий на основе заблаговременного определения места, времени, интенсивности и последствий природной катастрофы. ГИТП относятся к социальным технологиям, ориентированным на повышение эффективности управленческих решений в кризисных ситуациях. При этом они основываются на данных и достижениях наук о Земле.

Главными компонентами ГИТП являются: 1- автоматизированные системы наблюдений, передачи и обработки данных за параметрами полей Земли для оперативного выделения предвестников землетрясений; 2 - научно обоснованные и апробированные на практике правила применения предвестников для прогнозирования землетрясений и извержений вулканов; 3 - система принятия решений о прогнозе природного катастрофического события, доведения его до населения и осуществления превентивных мероприятий. Создание компонентов 1 и 2 относится к области технических и естественных наук, включая гидрогеологию. Компонент 3 составляет предмет общественных и гуманитарных наук. Отсюда следует, что создание эффективных ГИТП представляет сложную междисциплинарную научно-техническую проблему с весьма неоднородной степенью проработки ее отдельных элементов.

Особенностью создания эффективных ГИТП является длительный (годы – десятилетия) этап наземных и космических исследований геофизических, геохимических, гидрогеологических, деформационных и др. полей Земли и соответствующих видов предвестников землетрясений и извержений вулканов. Причина преимущественно эмпирического и длительного по времени способа получения научного знания о предвестниках имеет объективный характер из-за редкости возникновения главных объектов прогнозирования - сильных землетрясений с катастрофическими последствиями и пароксизмальных вулка-

нических извержений. В Камчатском крае повторяемость землетрясений с величинами магнитуд порядка 7-8 составляет десятки - первые сотни лет, а периодичность пароксизмальных извержений вулканов Корякский и Авача, расположенных вблизи столицы Камчатского края - г. Петропавловска-Камчатского, составляет не менее первых десятков лет.

Накопление научного знания о предвестниках, их свойствах и особенностях проявления в связи с природными катастрофами в конкретном регионе не может подменяться гипотетическими представлениями о них. Поэтому применение различных видов предвестников в практике прогнозирования землетрясений и извержений вулканов в реальном времени является необходимым элементом проверки и верификации комплекса предвестников.

В работе рассматривается состояние метода скважинных наблюдений, который реализуется в КФ ФИЦ ЕГС РАН с 1977 г. для изучения гидрогеологических предвестников землетрясений (далее ГП) [1, 2]. Уникальным дополнением эксперимента по многолетней регистрации параметров подземных вод в скважинах Петропавловск-Камчатского полигона (рис. 1) было то, что с начала XXI в. эти данные использовались для составления еженедельных информационных сообщений о наличии/отсутствии ГП. По данным автоматизированных наблюдений за вариациями уровня воды в скважинах Е-1 и ЮЗ-5 прогностические заключения составляются в лаборатории геофизических исследований под руководством автора с 2001 г. Прогнозные заключения по гидрогеохимическим данным подготавливаются в лаборатории гидросейсмологии КФ ФИЦ ЕГС РАН. Сейсмопрогностические сообщения передавались в экспертные советы по прогнозу землетрясений. Одной из функций таких советов, в частности, Камчатского филиала Российского экспертного совета (КФ РЭС), является оценка соответствия поданных прогнозов и произошедших землетрясений [3].

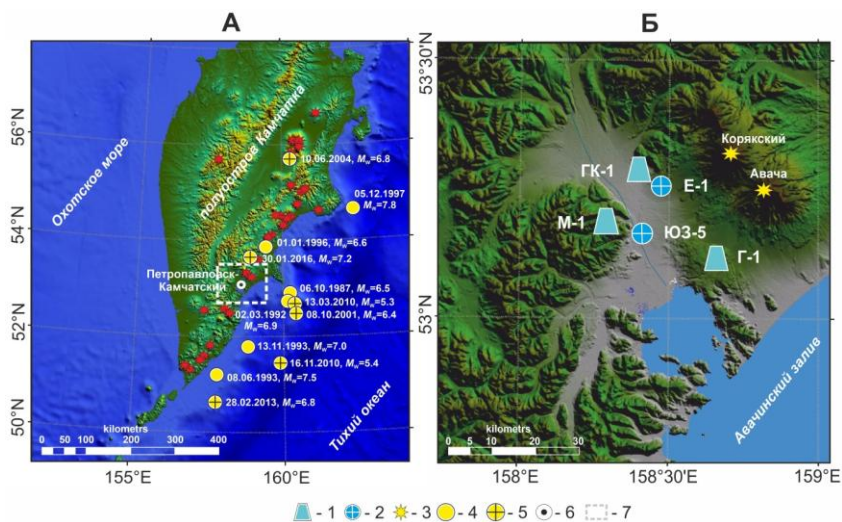


Рис. 1. Схемы расположения эпицентров землетрясений, перед которыми проявлялись ГП (А), и наблюдательных скважин на территории Петропавловск-Камчатского полигона (Б). 1 – самоизливающаяся скважина, 2 – пьезометрическая скважина, 3 – действующий вулкан, 4 – эпицентры землетрясений, перед которыми ГП были выявлены ретроспективно; 5 – эпицентры землетрясений, перед которыми ГП были выявлены в режиме реального времени; 6 – г. Петропавловск-Камчатский, 7 – расположение Петропавловск-Камчатского полигона на рисунке А.

В работах [1-2, 4-6] приводятся данные о наблюдательных скважинах, технических средствах измерений параметров подземных вод, описание методов обработки данных наблюдений и выявленных гидрогеодинамических и гидрогеохимических предвестниках перед землетрясениями и активизациями ближайших вулканов; приведены примеры успешного использования ГП при прогнозировании сильных землетрясений в режиме реального времени.

Результаты

В работе использовались данные наблюдений на пяти самоизливающихся и пьезометрических скважинах с естественным режимом (рис. 1 Б). Под ГП понимаются *аномальные* изменения уровня/давления и газо-гидрогеохимических параметров подземных вод перед землетрясениями, которые выделялись в нескольких ($n \geq 2$) скважинах по многолетним данным с учетом влияния природных факторов и кратковременных гидродинамических возмущений при проведении персоналом технологических мероприятий.

На рис. 2 представлена зависимость между проявлениями ГП в отдельных скважинах от параметров землетрясений (магнитуда M_w , эпицентральное расстояние до скважины d_e) и воздействия землетрясений в районе наблюдений. В качестве параметров воздействия землетрясения использовалась расчетная величина удельной плотности сейсмической энергии e , Дж/м³ [6] и интенсивность сотрясений по 12-бальной шкале MSK-64.

Всего в 1987 – 2016 гг. произошло семь землетрясений (см. таблицу S2 в [6]), перед которыми ГП проявлялись в двух-четырёх скважинах. Все такие землетрясения относились к наиболее сильным сейсмическим событиям, имели величины $M_w=6.6-7.8$ и происходили на эпицентральных расстояниях $d_e=90 - 300$ км. В районах скважин такие землетрясения сопровождалась сотрясениями с интенсивностью $I_{MSK-64} = 4 - 6$ баллов, величины удельной плотности сейсмической энергии составляли от 0.1 до 4.5 Дж/м³.

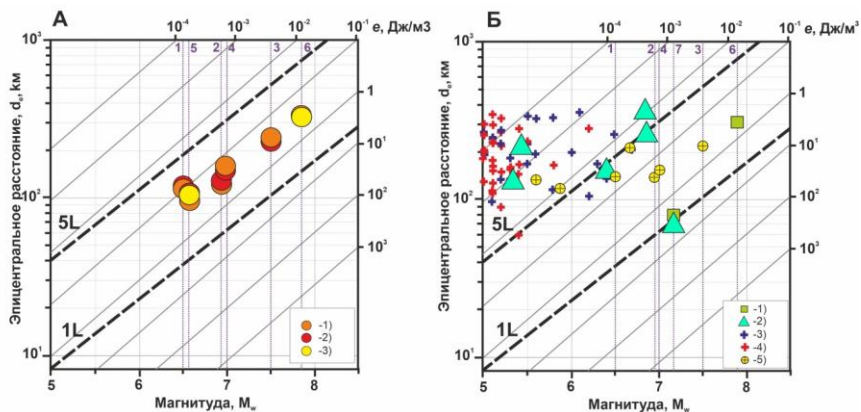


Рис. 2. Распределение ГП в скважинах в зависимости от параметров последующих землетрясений M_w и d_e и удельной плотности сейсмической энергии e : (А) ГП в химическом составе воды в самоизливающихся скважинах (1) ГК-1, (2) М-1, (3) Г-1; (Б) ГП в изменениях уровня воды в пьезометрических скважинах (1) ЮЗ-5, (2) - (5) Е-1: (2) ГП, выделенные в реальном времени с выдачей заключения о возможном землетрясении для КФ РЭС; 3) землетрясения с $M \geq 5.0$, $d_e \leq 350$ км, которым предшествовали ГП, выделенные ретроспективно; 4) землетрясения с $M \geq 5.0$, $d_e \leq 350$ км, перед которыми ГП не проявлялся; (5) землетрясения 1987–1996 гг., перед которыми ГП выделен ретроспективно. Вертикальные пунктирные линии - землетрясения 1-7, которым предшествовали проявления ГП в двух-четырёх скважинах. Линии 1L, 5L показывают один и пять максимальных линейных размеров очага землетрясения в зависимости от величины магнитуды [6].

ГП проявлялись в нескольких скважинах исключительно в ближней и средней (промежуточной) зонах очагов землетрясений, для которых отношение эпицентрального расстояния до скважины к величине максимального линейного размера очага землетрясения (L) составляло от 0.9 до 3.7.

Заключение

1. Все пять наблюдательных скважин (рис. 1Б) вскрывают напорные подземные воды в скальные водовмещающие породы на глубинах от 300 м до 2.5 км и являются информативными для обнаружения ГП перед сильными землетрясениями при обеспечении их естественного гидрогеодинамического режима, не нарушенного техногенными воздействиями. Время и заблаговременность проявления ГП в отдельных скважинах перед землетрясениями с $M_w=6.6-7.8$ составляло от 1 до 9 мес.

2. Некоторые скважины обладают свойством повышенной чувствительности к процессам подготовки землетрясений, и в них ГП проявлялись не только перед сильными ($M \geq 6.6$), но и перед средними по силе землетрясениями с магнитудами 5.0-6.5. К таким объектам относится скв. Е-1, расположенная в 12 - 25 км от действующих вулканов Корякского и Авачи (рис. 1Б). В скв. Е-1 ГП в форме понижения уровня воды с повышенной скоростью может проявляться перед землетрясениями с $M \geq 5.0$ на расстояниях до 350 км. При этом вероятность связи проявлений ГП увеличивается с ростом величины магнитуды будущего землетрясения: для событий с $M = 5.0-6.5$ вероятность такой связи составляет примерно 50%, для событий с $M_w=6.6-7.8$ – 100% (рис. 2Б).

За время наблюдений на скв. Е-1 с 1987 г. трижды происходили активизации ближних вулканов – взрывно-эффузивное извержение влк. Авача в январе 1991 г., гидротермально-магматическое извержение влк. Корякский в декабре 2008 – 2009 гг., сейсмическая и фумарольная активизация влк. Авача в октябре 2019 – марте 2020 гг. В каждом случае, перед такими активизациями наблюдался тренд повышения уровня с амплитудами 0.45 – 1.22 м в течение первых лет. Такое повышение уровня показывало рост давления подземной воды вследствие образования тектоно-магматического источника сжатия водовмещающих пород.

3. С 2001 г. проводится эксперимент по использованию ГП в изменениях уровня воды в скв. Е-1 для составления и передачи в КФ РЭС прогнозных сообщений о возможности сильных земле-

трясений в районе Камчатской сейсмоактивной зоны, примыкающей к территории Петропавловск-Камчатского полигона. По заключениям КФ РЭС, успешные предсказания места, времени и величины магнитуды были сделаны для шести землетрясений 2001-2016 гг. с $M_w=5.3 - 7.2$ (рис. 1А, 2Б) с заблаговременностью от первых суток до первых десятков суток.

4. Обобщение многолетних данных о ГП, выявленных ретроспективно и в режиме реального времени в скважинах Петропавловск-Камчатского полигона, показывает достаточную обоснованность метода скважинных гидрогеологических наблюдений для его включения с разработку геоинформационной технологии прогнозирования сильных землетрясений в Камчатском крае и извержений действующих вулканов Авачинской группы.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (в рамках государственного задания № 075-00576-21) и гранта РФФИ 18-05-00337а.

Литература

1. Копылова Г.Н., Болдина С.В. Гидрогеосейсмологические исследования на Камчатке: 1977 – 2017 гг. // Вулканология и сейсмология. 2019. № 2. - С. 3–20.

2. Копылова Г.Н., Болдина С.В. Гидрогеосейсмические вариации уровня воды в скважинах Камчатки. Монография. - Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2019. - 144 с.

3. Чебров В.Н., Салтыков В.А., Серафимова Ю.К. Прогнозирование землетрясений на Камчатке. По материалам работы Камчатского филиала Российского экспертного совета по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска в 1998–2009 гг. - М.: Светоч Плюс, 2011. - 304 с.

4. Копылова Г.Н., Болдина С.В., Чубарова Е.Г. Проявление активизаций вулканов Авачинской группы в изменениях уровня воды в скважине Е-1 // Вулканизм и связанные с ним процессы: Матер. XXIII ежегодной научной конференции, посвященной Дню вулканолога. - ИВиС ДВО РАН, 2020. - С. 99–102.

5. Копылова Г.Н., Болдина С.В. Изменения давления подземных вод при магматической активизации: на примере скважины Е-1, полуостров Камчатка, Россия // Матер. Всеросс. научн. конф. с междуна-

родным участием «Геотермальная вулканология, гидрогеология, геология нефти и газа» (Geothermal Volcanology Workshop 2020). - Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2020. - С. 87-90.

6. Kopylova G and Boldina S (2020) Hydrogeological Earthquake Precursors: A Case Study From the Kamchatka Peninsula. *Front. Earth Sci.* 8:576017. doi: 10.3389/feart.2020.576017.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ФГБУ «РОСГЕОЛФОНД» В ИЗУЧЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

С.М. Михайлова, Е.А. Ткачева, О.А. Шпекторова

Отдел изученности Российского федерального геологического фонда, Москва, Россия

Приведены сведения о деятельности ФГБУ «Росгеолфонд», правилах предоставления информации о геологическом изучении недр. Представлены основные виды электронных информационных ресурсов, предоставляющих информацию пользователям при планировании и проектировании гидрогеологических работ по поискам, разведке и оценке подземных вод. Составлена сводная обобщающая карта гидрогеологической изученности, где показаны буровые на воду скважины, контуры интересующих видов работ. Карта сопровождается атрибутивными таблицами, содержащими название отчета, авторов, годы проведения работ, виды работ, масштаб, площадь исследований.

POSSIBILITIES OF USING THE DATA OF THE FEDERAL STATE BUDGETARY INSTITUTION "ROSGEOLFOND» IN THE STUDY OF UNDERGROUND WATERS

S.M. Mikhailova, E.A. Tkacheva, O.A. Shpektorova

Department of Research of the Russian Federal Geological Fund, Moscow, Russia

The article provides information about the activities of the Federal State Budgetary Institution "Rosgeolfond", the rules for providing information on the geological study of the subsurface. The main types of electronic information resources that provide information to users in the planning and design of hydrogeological works on the search, exploration and evaluation of groundwater are presented. A summary generalizing map of hydrogeological knowledge has been compiled, which shows drilling wells for water, the contours of the types of work of interest. The map is accompanied by attribute tables containing the name of the report, authors, years of work, types of work, scale, and area of research.

ФГБУ «Российский федеральный геологический фонд» (далее - ФГБУ «Росгеолфонд») действует в целях удовлетворения государственных и общественных потребностей в геологической информации о геологическом изучении, минерально-сырьевых ресурсах и использовании недр Российской Федерации, в целях организационного, научно-методического, программно-технического обеспечения единой государственной системы сбора, хранения, защиты и предоставления информационных ресурсов в области геологии и недропользования в Российской Федерации, оказания информационно-аналитических и иных услуг организациям и частным лицам.

С 10 октября 2020 года вступило в силу постановление Правительства России от 23 сентября 2020 г. № 1522, в соответствии с которым отменяется «разрешительный» механизм предоставления в пользование геологической информации о недрах, не ограниченной в доступе.

Геологическая информация о недрах не ограниченная в доступе и полученная в результате государственного геологического изучения недр, предоставляется ФГБУ «Росгеолфонд» (далее – Росгеолфонд) юридическим и физическим лицам бесплатно на основании заявки направляемой в ФГБУ «Росгеолфонд». Геологическая информация о недрах ограниченного доступа и полученная в результате государственного геологического изучения недр, предоставляется ФГБУ «Росгеолфонд» юридическим и физическим лицам бесплатно в порядке оказания государственной услуги и только на основании разрешения Федерального агентства по недропользованию.

Одной из важнейших задач изучения и использования недр является планирование и проектирование гидрогеологических работ по поискам, разведке и оценке подземных вод. Большое значение в развитии разных отраслей народного хозяйства имеет бесперебойное водоснабжение. Подземные воды и

поиск месторождений подземных вод играют в этом существенную роль.

Электронными геологическими информационными ресурсами, предоставляющими информацию пользователям для обоснованного и качественного планирования и проектирования гидрогеологических работ по поискам, разведке и оценке подземных вод, являются электронные каталоги геологических документов и платформа интерактивных карт.

Электронный каталог учетных карточек буровых на воду скважин содержит краткие сведения о буровых скважинах кадастра подземных вод (место хранения, год пополнения, номер скважины по кадастру подземных вод, субъект РФ, район, номенклатура листа масштаба 1:500000, адрес скважины и ее положения в рельефе, назначение и использования скважины, номер скважины при бурении, авторы, название геологического отчета, глубина скважин, абсолютная отметка устья скважины, сухой остаток, номер водоносного горизонта, дата опробования) и о фонде федеральном или территориальном, в котором они хранятся. Более подробная информация о водоносности, физические свойства воды, результаты химического и бактериологического анализа, дебит, конструкция и оборудование скважины, организация, проводившая бурение, адрес и положение скважины в рельефе присутствует в бумажной карточке буровой на воду скважины.

Кадастр подземных вод является сводкой кратких сведений о естественных выходах подземных вод, буровых скважин и горных выработках, вскрывших подземные воды на территории РФ. По состоянию на 2021 год в электронном каталоге ФГБУ «Росгеолфонд» насчитывается 134660 учетных карточек буровых на воду скважин. Поиск по имеющейся в электронной базе информации об учетных карточках буровых на воду скважин может быть осуществлен в обычном (простой поиск) или расширенном режиме как по основным полям документа, так и по всему тексту, содержащемуся в карточке документа, а также по заданному контуру. Помимо информации в табличной форме об

имеющихся карточках буровых на воду скважин, также отображается карта.

Интерактивная карта изученности территории РФ и ее шельфа представляет собой комплекс тематических слоёв изученности, разбитых по видам изученности, работам и по масштабам. Объекты изученности аннотированы сведениями о соответствующих номерах карточек изученности и отчётов. Имеется возможность непосредственно с карты переходить в запись об объекте изученности в реестре Федеральной государственной информационной системы «Единый фонд геологической информации о недрах» (далее - ФГИС «ЕФГИ»). Возможен поиск объектов по координатам и по контексту. Опции поиска настраиваются в зависимости от запроса пользователя и позволяют создать свою личную карту изученности с нужными характеристиками. Полученные данные можно экспортировать в виде таблицы Excel. Также возможен переход к каталогам учётных карточек изученности и геологическим отчетам.

Интерактивная карта изученности ориентирована на максимально простое и быстрое получение справочной информации по следующим информационным блокам:

- изученность территории съёмочными работами;
- изученность территории поисково-оценочными, разведочными работами, а также работами, не связанными с добычей полезных ископаемых;
- изученность территории тематическими и региональными работами, а также изданные карты геологического содержания;
- география и топография, включающие в себя информацию о номенклатурной разбивке топоосновы на листы масштаба 1:1000000 и 1:100000, о границах РФ, Федеральных округов, субъектов РФ, о населенных пунктах и водных объектах.

Информация об изученности подземных вод необходима:

- а) при планировании и проектировании гидрогеологических работ всех этапов и стадий;

- б) при планировании и разработке проектов водоснабжения;
- в) при составлении различных сводных и обобщающих работ, обзорных и прогнозных гидрогеологических карт;
- г) для составления разного рода справок о подземных водах того или иного района.

Для большинства южных районов европейской части РФ решение проблемы водоснабжения за счет подземных вод имеет большое народно-хозяйственное значение, так как эти районы расположены в засушливой климатической зоне с очень бедными слабоминерализованными поверхностными водами.

На примере участка в Ростовской области, в пределах номенклатурного листа L-38-VII можно показать перспективы использования данных ФГБУ «Росгеолфонд», а именно возможность формировать:

- обзоры и характеристики результатов всех проведенных гидрогеологических работ;
- электронные карты гидрогеологической изученности, где показаны контуры работ по определенным масштабам и видам работ в пределах заданных координат;
- выборки отдельных групп геологических исследований, которые необходимы пользователю;
- атрибутивные таблицы, содержащие название отчета, авторов, годы проведения работ, номера лицензии и госрегистрации (при наличии), виды работ, масштаб, площадь исследований.

В результате ускоряется процесс предоставления информации для обоснования выбора дальнейшего направления, планирования и проведения гидрогеологических работ всех этапов и стадий. Электронные каталоги имеющейся в фондах геологической информации о недрах доступны каждому пользователю в режиме онлайн. Свободный доступ к каталогам фондовых материалов упрощает поиск информации для тех, кто ведет

мониторинг состояния подземных вод и разрабатывает документацию в соответствии с требованиями лицензий на пользование недрами (г/г заключения, проекты ГИН, ЗСО, Отчеты по оценке запасов, технические проекты). Постоянное обновление электронных каталогов геологической информации позволяет получать самую актуальную информацию.

ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ БАССЕЙНА РЕКИ ХАТАНГА

П.А. Никитина¹, студентка 4 курса.

¹Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

Научный руководитель - Н.А. Бродская², к. г-ф наук.

²Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

TECHNOGENIC IMPACT ON NATURAL WATERS OF THE KHATANGA RIVER BASIN

P.A. Nikitina, N.A., 4th year student

Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia
Brodskaia N.A., Dr.Sc.

Russian state hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

Приведены особенности геологического строения Арктической Зоны, с особым вниманием рассмотрена долина р. Хатанга. Рассматривается качество подземных и поверхностных вод Арктической Зоны. Приведены данные гидрохимического обследования всего Енисейского бассейнового округа. Оценено влияние промышленных и хозяйственных предприятий расположенных на бассейне реки Хатанга на весь Енисейский бассейновый округ.

The features of the geological structure of the Arctic Zone are given, and the Khatanga River valley is considered with special attention. The quality of underground and surface waters of the Arctic Zone is also considered. The data of the hydrochemical survey of the entire Yenisei basin district are presented. The influence of industrial and economic enterprises located in the Khatanga river basin on the entire Yenisei basin district is estimated.

Введение

Арктическая зона является самой большой экономически важной территорией РФ, со своими богатствами и перспективами. В данной работе рассматриваются реки Арктической зоны. Особое внимание уделяется реке Хатанге.

Река Хатанга занимает второе место по площади бассейна среди рек Красноярского края. Впадает в море Лаптевых, формируя дельту выполнения. Река судоходная, в устье действующий порт. Геолого-структурные особенности площади водосбора реки обусловили достаточно сложные гидрогеологические условия и формирование гидрохимического состава воды, выражающиеся в смещении подземных и поверхностных вод различных структур. Данные о состоянии воды в реке весьма скудные, но она широко используется в хозяйственном отношении. В этой связи делается попытка провести оценку техногенного воздействия с целью привлечь внимание ученых к проблемам этой важной водной артерии.

Геологические особенности

Бассейн р. Хатанга располагается на территории двух районов: Таймырском Долгано-Ненецком автономном округе и республики Саха. Согласно схеме гидрогеологического районирования, бассейн р. Хатанга относится к двум гидрогеологическим регионам Уральско-Сибирской палеозойской складчатой системы и Восточно-Сибирской платформы, как представлено на рис.1.[1]

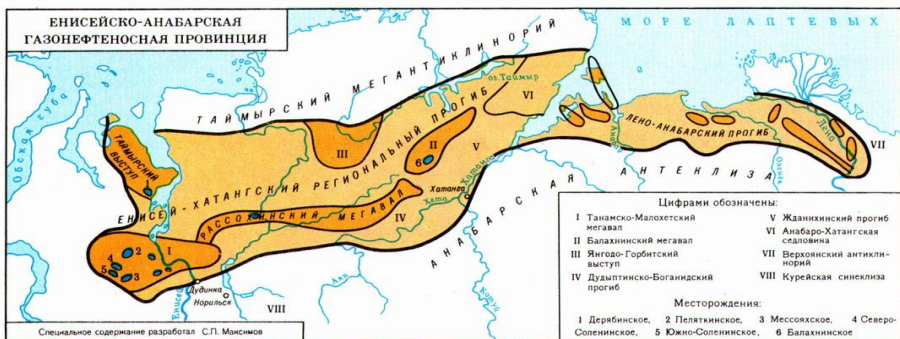


Рис. 1 - Структурная схема Енисей-Хатангского регионального прогиба

С одной стороны чрезвычайно сложное геологическое строение области Енисей-Хатангского прогиба, которую можно назвать северо-восточным ответвлением Западно-Сибирской мегасинеклизы. Область представлена Уренгой-Колтогорским прогибом, Мисайланской свитой, Джангодской свитой. Здесь развиты породы от архейского до кайнозойского возраста, разнообразные по составу, степени метаморфизма и дислоцированности. Осадочный чехол Енисей-Хатангского регионального прогиба представлен в основном карбонатными и терригенными верхнепалеозой-мезозойскими образованиями. Мощность отложений достигает 12 км.[2] В западной части Енисей-Хатангского прогиба разрез имеет более песчаный состав, чем в его восточной части. По всей территории представлены однородной толщей аргиллиты и аргиллитоподобные глины с рассеянной галькой, гравием и прослоями конгломератов, песчаников и алевролитов.

С другой стороны, более восточной, реку подпирает Сибирская платформа. Особенно выражены у реки Хатанга такие геологические структуры как – Анабарское плоскогорье, Анабар-Ленская низменность и Средне-Сибирская плоскогорье. Таким образом, река протекает по центральной части Северо-

Сибирской низменности, в северо-восточном направлении, разделяя низменность две части, западную и восточную.

Гидрогеологические особенности бассейна реки Хатанга

Особенностью гидрогеологических условий всей Арктической зоны является развитие мерзлотной зоны до глубин 500-600 м. Именно эта особенность является одной из причин затруднительного технического развития в регионах Арктической зоны. В гидрогеологическом аспекте подробно эта область не исследована.

В бассейне реки Хатанга развиты Котуйский и Хатангский артезианские бассейны. Анабарский гидрогеологический массив занимает центральную и юго-восточную части Арктической зоны. Анабарский гидрогеологический массив не изучен в гидрогеологическом отношении. Породы проморожены до глубины 500 м и лишь в верхнем деятельном слое возможны трещинные воды.

Подземные воды в четвертичных отложениях представлены надмерзлотными водами, они распространены на всей территории, но функционируют они всего 6-7 месяцев в году. К надмерзлотным водам относятся воды сезонно-талого слоя и воды несквозных таликов. Условно, к этим водам относятся и воды сквозных таликов, основные запасы которых также сосредоточены в четвертичных отложениях, являются потенциальным источником питьевых пресных вод.

Мощность водоносного горизонта зависит от мощности оттаивания пород, подчиняется в основном широтной и высотной зональности. Она меняется от 3-4 м на юге, до 0,5-1 м у побережья морей.

Воды безнапорные, но после начала перемерзания до завершения, они приобретают местный криогенный напор. Питание эти воды получают в летнее время за счет вытаивания подземных льдов, а также за счет разгрузки подмерзлотных вод по зонам сквозных таликов, а в горах – за счет конденсации.

По химическому составу воды в основном ультрапресные, гидрокарбонатно-хлоридные, магниево-кальциевые, с минерализацией от 0,01 до 0,5 г/дм³. В местах техногенного загрязнения появляется *сульфат-ион*, а минерализация увеличивается до 0,5-1 г/дм³. [3]

Основные загрязнения формируются хозяйственно-бытовыми и сточными водами промышленных предприятий.

Поверхностные водные объекты бассейна р. Хатанга используются для забора и отведения вод в промышленных целях. Промышленный забор воды из бассейна р.Хатанга, составляет 0,153 млн.м³ воды, другие отрасли хозяйства составляет 1,091 млн.м³ воды.

Объем отведения в водные объекты промышленных стоков от общего объема сточных вод в бассейне р. Хатанга составляет 10 %, при этом все сточные воды сбрасываются в поверхностные водные объекты. Промышленные сбросы составляют - 0,107 млн.м³, другие хозяйственные отрасли –0,964 млн.м³. [4]

Загрязнения от сбросов с хозяйственных и промышленных предприятий составили: 0,61 млн.м³ воды сброшено без очистки, 0,01 млн.м³ – сброшено недостаточно очищенными, 0,02 млн.м³ – сброшено нормативно чистыми, 0 – Прошли очистку на сооружениях. [4]

Данные мониторинга реки Хатанга и ее притоков в открытой печати скудные, как и по другим рекам Арктической зоны. Это связано с отсутствием сети мониторинга и не изученностью бассейна. Единственный анализ техногенного влияния проведен нами по гидрохимическим показателям по всему Енисейскому бассейновому округу и представлен в таблице 1.

Таблица 1 –Процентный показатель нарушения нормативов ПДК, от 100% всех взятых проб,по содержанию в воде характерных для данного объекта загрязняющих веществ и показателей качества воды (%) для всего Енисейского бассейнового округа.

Год Компоненты	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
H ₂ SO ₄	2	2	2	2	2	2	2	1
NH ₄ NO ₃	4	3	3	2	2	5	2	3
NO ₂	4	5	0	0	0	0	0	3
HNO ₃	0	0	4	6	4	4	4	0
C ₆ H ₆ O	28	28	24	22	21	34	44	50
Нефтепродукты(C _n H _{2n+2})	40	42	40	40	33	29	23	21
CH ₂ O	10	11	8	3	6	13	7	6
Лигнин гидролиз.	71	72	68	65	98	94	92	33

Основываясь на данных таблицы, можно сделать вывод, что главными загрязнителями Енисейского бассейнового округа является лигнин гидролизный, а также нефтепродукты. Данных по содержанию нефтепродуктов в водах бассейна реки Хатанга нет, но есть данные об аварии в устье реки при перекачке из танкера во время шторма до одной тонны нефти в реку, (рис.2).[5]



Рис.2 – Разлив одной тонны нефти в р. Хатанга
27.09.2020

Выводы

1. Особое географическое расположение реки Хатанги объясняет ее экономическую важность в Арктической зоне, (с. Хатанга, расположенное на реке, является портом).
2. Главными загрязнителями сбросов с промышленных и хозяйственных предприятий являются: H_2SO_4 , NH_4NO_3 , NO_2 , HNO_3 , но приведенные данные не позволяют судить о степени загрязнения реки от описанных источников. Так как с момента сброса до взятия проб эти вещества разбавляются или окисляются.
3. Для более детального изучения бассейна реки Хатанги необходимы данные систематического мониторинга по

основным створам реки выше и ниже сброса сточных вод предприятий.

Литература

1. <https://textarchive.ru/c-2510643-p12.html>
2. «Геология и нефтегазоносность Енисей-Хатангского прогиба», П.Л. Глагоев, В.Ф. Назанов, М.П. Михайлова, «ИГиГГИ», г. Москва, 1994 г.
3. <https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/142211-enisey-khatangskiy-progib/>
4. СКИВО ХАТАНГА
5. https://dela.ru/lenta/261696/?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ТЮМЕНИ В КАЧЕСТВЕ ТЕРМАЛЬНОЙ СТОЛИЦЫ РОССИИ

О. Л. Павленко

Западно-Сибирский филиал института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ЗСФ ИНГГ СО РАН), Тюмень, Россия

HYDROGEOLOGICAL ISSUES OF TYUMEN'S POSITIONING AS THE THERMAL CAPITAL OF RUSSIA

O. L. Pavlenko

West Siberian Division of Trofimuk Institute of Petroleum-Gas Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the RAS

Tyumen, Russia

В конце 2020 года средства массовой информации объявили о том, что Тюменская область получила статус термальной столицы России. Состоялось торжественное открытие «Термального сезона», и мероприятие планируется перевести в разряд ежегодного фестиваля. Прекрасная инициатива, имеющая целью развитие туристического бизнеса в нашем регионе. Но что же кроется за этим названием?

At the end of 2020, the media announced that the Tyumen Region received the status of the thermal capital of Russia. The grand opening of the "Thermal Season" took place, and the event is planned to be converted into an annual festival. An excellent initiative aimed at developing the tourism business in our region. But what is behind this name?

Юг Тюменской области – это новый, относительно молодой курортный регион на карте Российской Федерации, обладающий помимо специфических ландшафтно-климатических условий двумя основными видами лечебных ресурсов: лечебные грязи и подземные минеральные лечебные воды.

Первые исследования озерных сапропелей были произведены здесь вскоре после Великой Отечественной войны, в 1947 году, и на их базе были построены грязелечебницы. Особого развития это направление не получило, в настоящее время лишь четыре санатория используют в своей лечебной практике слабосульфидную сапропелевую грязь.

В недрах региона, на глубине более 1000 м, в мезозойских отложениях залегают подземные воды, которые повсеместно являются термальными минерализованными и выводятся на поверхность более чем полусотней скважин. Такие объекты появились здесь в середине 1950-х годов, когда были пробурены первые поисково-разведочные скважины на нефть и газ. Некоторые из них после выполнения основной задачи – изучения разреза осадочного чехла - были переоборудованы для снабжения тёплой минеральной водой плавательных бассейнов и водолечебниц. С развитием частного капитала собственные скважины стали появляться на территории профилакториев, баз отдыха и рыбоводческих хозяйств. Недавнее крупное событие – заработал открытый круглогодичный бассейн на территории аквапарка.

Владельцы этих точек опираются на низкую грамотность населения: видя рекламу со словами «горячий минеральный источник», люди представляют что-то навроде природных ключей, распространённых в гористых местностях. Но ведь тюменская

подземная вода не сама нашла выход на поверхность, невозможность этого явления определяется геологическим строением территории (простые геолого-гидрогеологические условия, спокойное горизонтальное залегание водоносного горизонта, находящегося в зоне затрудненного водообмена, наличие подстилающего и перекрывающего водоупоров, удаленность от зоны питания и разгрузки). Между тем, пресса распространяет свою версию происхождения тюменских минеральных вод: «40 миллионов лет назад здесь находилось древнее море, произошли разломы тектонических плит, которые запаковали огромные запасы геотермальной воды»...

Возможно, этот маркетинговый прием позволяет привлечь потребителей. Все так называемые «источники» пользуются большой популярностью: помимо сотен отдыхающих жителей Тюмени автобусы подвозят организованные группы из соседних регионов. И хотя в конечном итоге большое количество жаждущих всё-таки может получить полный комплекс бальнеотерапевтических услуг, стоит ли вводить потребителя в заблуждение, используя для привлечения клиентов не подходящий в данном случае термин? Концепция рекламного освещения деятельности рекреационных объектов, оборудованных бассейнами с минеральной водой, на наш взгляд, должна основываться на научных фактах, а не на выдумках журналистов.

Такой же вопрос возникает, когда слышишь словосочетание «косметика на термальной воде», «термальная вода для орошения лица». Термальная – значит, её температура выше 20°C. Можно ли назвать термальной воду, которая находится в бутылочке уже несколько месяцев? Не умаляем достоинств самой воды: она оказывает действие на человеческий организм благо-

даря комплексу растворенных в ней веществ. Тюменская вода имеет собственную позицию в классификациях лечебных вод и по лечебным свойствам не уступает другим известным лечебным минеральным водам: это средне- или высокоминерализованные хлоридные натриевые, иногда йодные, бромные, борные термальные воды, которые могут использоваться для отпуска наружных бальнеопроцедур в виде общих и местных ванн, лечебных душей, бассейнов, орошений, а также для курсового питья при лечении, главным образом, заболеваний желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой, нервной систем, костно-мышечного аппарата.

Бесконтрольное погружение в такую воду, особенно учитывая, что на устье скважин она имеет температуру порядка 35–43°C, чревато серьезными расстройствами со стороны сердечно-сосудистой системы. Поэтому в штате сотрудников всех пунктов водопользования в обязательном порядке должен состоять медицинский работник, способный оказать своевременную помощь. Так оно и есть – если недропользователем является санаторий или какое-либо другое медицинское учреждение и если лицензия на пользование недрами выдана для добычи подземных *минеральных* вод для бальнеологических целей (вида МЭ).

Но получение такой лицензии - процесс не быстрый, сопряжен с немалыми финансовыми затратами, ведь предоставление лицензии осуществляется путём проведения аукциона, а кроме того, претендент должен иметь лицензию на осуществление медицинской деятельности.

Не вполне добросовестные недропользователи нашли лазейку: они заявляют, что предоставляют населению не лечебно-оздоровительные услуги, а рекреационные. И получают в обыч-

ном порядке лицензию вида ВЭ - на добычу подземных вод для технологических целей. Уточняется в скобках, что конкретная технологическая цель – заполнение бассейна. А то, что в этом бассейне, в этой технической (по документам) воде плавают люди, во внимание как будто не принимается. Превентивные меры ограничиваются тем, что возле бассейна вывешено предупреждение о том, что в воде не следует долго находиться, но никакого контроля нет, квалифицированной помощи ждать не приходится. Между тем, следует заметить, что рекреационные услуги согласно [1] – это услуги, связанные с проведением отдыха, восстановлением сил и здоровья людей, использованием свободного времени. Фактически – это те же лечебно-оздоровительные услуги, а не просто организация отдыха и свободного времени.

Очевидно, что здесь имеют место нарушения федеральных законов о защите прав потребителей (статья о праве потребителя на безопасность товара/работы/услуги), об основах здравоохранения (статьи о соблюдении прав граждан в сфере охраны здоровья, о правах на охрану здоровья, о праве на информацию о факторах, влияющих на здоровье). Кроме того, неверно позиционируется тип воды на государственном балансе. Поскольку вода используется для «технологических» целей, то и на государственный баланс ставятся не запасы минеральных лечебных вод, а запасы технических вод (данный вопрос нами рассматривался в [2]).

Почему мы говорим, что эта вода техническая? Ведь, как сказано выше, она по сути минеральная. Дело в том, что просто так назвать воду минеральной лечебной нельзя, даже если известен ее химический состав. Федеральный закон «О природных

лечебных ресурсах, оздоровительных местностях и курортах» гласит, что лечебные свойства природных лечебных ресурсов устанавливаются на основании научных исследований и соответствующей многолетней практики, а качество природных лечебных ресурсов регламентируется специальными медицинскими заключениями, определяющими кондиционное содержание полезных и вредных для человека компонентов. Для каждого источника или каптажного сооружения разрабатывается бальнеологическое заключение о качестве и лечебных свойствах воды.

Впрочем, надо отдать должное, бальнеозаключение хотя бы однажды получают все недропользователи. Ведь это козырь, предъявляя который, недропользователь утверждает, что именно его вода – минеральная, термальная, уникальная, лечебная, и привлекает тем самым клиентов. Но проводятся ли регулярные химические и санитарно-бактериологические анализы, установлены ли зоны санитарной охраны и соблюдается ли их режим? Контроля со стороны государства нет – ведь если по документам вода техническая, то к ней не предъявляется никаких требований по безопасности потребителя.

Все вышесказанное является следствием непроработанности, несогласованности нормативных актов, а то и вовсе их отсутствия.

Так, до настоящего времени нет нормативного документа на качество минеральных лечебных вод. Ранее действовавшая «Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей их сертификации» отменена более 10 лет назад, и сегодня существует лишь ГОСТ 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия», лечебные же воды ос-

таются как бы вне закона, поскольку их качество ничем не регламентируется. Действующие нормы радиационной безопасности (НРБ-99) также не применяются к минеральным лечебным водам.

Хочется надеяться, что в ближайшее время будут приняты предложенные Минздравом «Нормы и правила пользования природными лечебными ресурсами, лечебно-оздоровительными местностями и курортами» (проект размещен на Федеральном портале проектов нормативных правовых актов), которые в том числе отрегулируют правила разработки бальнеологических заключений о качестве природных лечебных ресурсов (в настоящее время и здесь в законе брешь).

Одной из наиболее актуальных проблем при пользовании недрами для добычи подземных минеральных вод на юге Тюменской области является удаление использованных послепроцедурных вод [3]. Если учреждение находится в жилой застройке (как, например, поликлиника «Нефтяник» с собственной скважиной 3-б или спорткомплекс «Геолог» со скважиной 4-б, которые расположены в самом центре Тюмени), то использованная вода сливается вместе с хозяйственно-бытовыми стоками в городскую канализацию. На отдалённых объектах Природнадзор даёт разрешение на сброс в ближайший водоём, однако при этом ставится жёсткое условие по минерализации – не более 1 г/л. Недропользователь вынужден либо разбавлять минеральную воду пресной, что создаёт дополнительную цепочку проблем (требуемый для разбавления объем пресной воды не может быть получен из городского водопровода, здесь необходимо бурение водозаборной скважины, получение лицензии, постановка запасов на баланс, проектная документация, бурение наблюдательной скважины, мониторинг), либо устанавливать высокопроизводительное опреснительное оборудование.

Оптимальным вариантом с точки зрения природоохранного законодательства может стать закачка использованных после-процедурных вод в глубокие водоносные горизонты при условии их надежной изоляции от поверхности земли и других водоносных горизонтов, эксплуатируемых или пригодных для эксплуатации, как это делают нефтедобывающие предприятия, которые уже давно и широко практикуют закачку избытка попутных вод, не востребованных системой поддержания пластового давления, в глубокозалегающие водоносные горизонты [4].

Однако в этом случае, помимо расходов на строительство поглощающей скважины и проектные документы, недропользователь сталкивается с противоречиями в законодательстве, которые он не в состоянии разрешить. Эти вопросы были подробно рассмотрены в [4,5] и озвучены на международных конференциях «Подземные воды – 2017» в г. Ессентуки и «Подземные воды – 2018» в г. Пятигорске. Высказанные нами предложения вошли в итоговое решение конференций и, будем надеяться, федеральные законы о недрах, об отходах производства и потребления и об охране окружающей среды, а также сопутствующие подзаконные акты будут между собой гармонизированы. В частности, в перечисленных федеральных законах должно быть чётко обозначено, что использованные послепроцедурные воды – это отходы, глубинная закачка отходов является безопасной для недр как составной части окружающей среды (разумеется, при соблюдении требований к поглощающему горизонту, к конструкциям скважин, к ведению гидрогеологического мониторинга недр), поэтому предприятия, избавляющиеся от отходов путём их глубинной закачки, должны быть освобождены от платежей за негативное воздействие на окружающую среду.

В 2002 году НИИ гидрогеологии и геотермии при Тюменском государственном университете была выполнена региональная оценка гидроминеральных ресурсов, в рамках которой определен потенциал суммарного водоотбора, при котором сохраняется наиболее экономически выгодный способ добычи – самоизлив, по наиболее нагруженному узлу – г. Тюмень и ближайшие окрестности, который, согласно расчетам, в 4,2 раза превышает существовавший на тот момент отбор [6]. За последние несколько лет Тюменская область сделала огромный рывок вперед в плане использования подземных минеральных вод. Пробурены новые скважины, оборудованы территории вокруг уже имеющихся, но по разным причинам заброшенных скважин. Очевидно, что суммарный водоотбор увеличился и будет расти дальше, так как есть планы организации новых точек водопользования и, следовательно, бурения новых скважин. В этих условиях на повестке должен стоять вопрос региональной переоценки запасов.

Решение поставленных вопросов и строгое соблюдение требований законодательства недропользователями как участниками рынка оздоровительных и рекреационных услуг позволит и дальше развивать туристический кластер Тюмени, а всем нам – гордиться, что именно наш город носит звание «Термальной столицы России».

Литература

1. Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. Современный экономический словарь. - 2-е изд., испр. М.: ИНФРА-М. 479 с. 1999.

2. Павленко О. Л. Классификационный статус подземных минеральных вод. // Недропользование - XXI век. Межотраслевой научно-технический журнал. №2а, май 2020. – С.11-15.

3. Павленко О. Л. Проблемы эксплуатации гидроминеральных ресурсов юга Тюменской области // Подземные воды востока России: материалы Всеросс. совещания по подземным водам Востока России (XXII Совещания по подземным водам Сибири и Дальнего Востока с междунар.участием), г. Новосибирск, 18-22 июня 2018 г. / Ин-т нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофименка СО РАН, Ин-т земной коры ОС РАН, Сиб. отд-ние Росс. акад. наук и др.; [отв. ред.: канд. геол.-минер. наук, доц. Д. А. Новиков, д-р геол.-минер. наук С. В. Алексеев, канд.геол.-минер. наук, доцент А. Ф. Сухорукова], - Новосибирск, ИПЦ НГУ, 2018. – С.364-368.

4. Боровская Т. А., Павленко О. Л. Правовые проблемы, связанные с размещением в пластах горных пород попутных вод и вод, использованных пользователями недр для собственных производственных и технологических нужд. // Недропользование – XXI век. Межотраслевой научно-технический журнал. №1, февраль 2019 – С.66-71.

5. Павленко О. Л. Закачка в недра использованных послепроцедурных минеральных вод – захоронение опасных отходов или размещение отходов производства и потребления? // Недропользование – XXI век. Межотраслевой научно-технический журнал. №1, февраль 2018. – С.16-23.

6. Курчиков А. Р., Павленко О. Л. Подземные минеральные лечебные воды юга Тюменской области. //Материалы Всероссийского совещания по подземным водам востока России (XIX Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока). – Тюмень: Тюменский дом печати, 2009. – С.332-334.

К МЕТОДИКЕ ОБОСНОВАНИЯ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЗАБОРОВ В СЛОИСТЫХ ТОЛЩАХ

Фисун О. Н., Малков А. В., Фисун Н. В.,

МГРИ, Москва, Россия

ON THE METHODOLOGY FOR SUBSTANTIATING THE DESIGN SCHEME FOR THE OPERATION OF WATER INTAKES IN LAYERED STRATA

Fisun O., Malkov A., Fisun N.,

MSGEI, Moscow, Russia

Доклад посвящен методике расчета баланса целевого горизонта в слоистых толщах с использованием методики Хантуша, усовершенствованной авторами эмпирической расчетной формулой, имеющей погрешность менее 3%.

The report is devoted to the method of calculating the balance of the target horizon in layered strata using the Hantush method, improved by the authors with an empirical calculation formula with an error of less than 3%.

Гидрогеологические исследования слоистых толщ для участков недр с водораздельным типом режима представляет собой сложную задачу, поскольку при обосновании расчетной схемы и оценки обеспеченности запасов естественными ресурсами подземных вод требуется изучение не только целевого, но и смежных горизонтов, в том числе водоупорных толщ. Решение обратных задач, особенно инверсных, сопряжено с проведением комплекса сложных и продолжительных опытно-фильтрационных работ (ОФР). Теоретические основы решения

подобных задач разработаны де Уистом, Хантушем, Уолтоном, Джейкобом [7 – 12] и развивались в работах Боревского Б.В. [1], Субботиной Л.С., [5], Малкова А.В. [3, 4], Буракова М.М. [2] и других авторов.

Научная новизна работы заключается в том, что функция Бесселя второго рода нулевого порядка, входящая в методику определения гидрогеологических параметров Хантуша, авторами заменена на эмпирическую расчетную формулу, имеющую погрешность менее 3%, а также синтезе методики Хантуша и балансовых уравнений, позволяющих оценить соотношение всех элементов баланса изучаемого участка. Это особенно важно для центральной части Московского артезианского бассейна, поскольку в последнее десятилетие четко фиксируется тенденция появления и роста в составе подземных вод карбона микроэлементов, источниками которых могут служить поровые воды глин водоупорной кровли, что было установлено по результатам экспериментальных исследований элизионных процессов, описанных в работе [6].

На примере участка недр с действующим водозабором рассмотрены предлагаемые авторами методы обоснования расчетной схемы и оценки баланса подземных вод при подсчете запасов в слоистой толще, основанные на интерпретации данных кустовой откачки.

Участок работ расположен в пределах Московского артезианского бассейна (МАБ), представляющего собой сложную систему водоносных горизонтов и комплексов, в большей или меньшей степени взаимосвязанных. Это бассейн открытого типа, характеризующийся четко выраженной вертикальной гидродинамической и гидрогеохимической зональностью. В его пределах развиты все три гидродинамические зоны: интенсивного, затрудненного и весьма затрудненного водообмена. Объект ис-

следований располагается в зоне интенсивного водообмена, где широкое распространение имеют водоносные горизонты нижне- и среднекаменноугольных отложений, залегающие под мезозойскими и четвертичными осадками. Эти водоносные горизонты характеризуются значительными ресурсами и имеют наибольшее народно-хозяйственное значение.

В плане подсчета запасов подземных вод участок разведки находится в границах Нарского месторождения подземных вод. Гидрогеологический разрез можно охарактеризовать как многослойную толщу водоносных горизонтов, из которых интерес для данной задачи представляют первые три от поверхности горизонта. Первый горизонт является безнапорным и сложен гидравлически едиными четвертичными и волжско-альбским обводненными отложениями общей мощностью около 40 м (надъюрский водоносный горизонт напорно-безнапорных вод). Далее залегают толща верхнеюрских водоупорных отложений мощностью до 20 м. Ниже расположен основной рабочий подольско-мячковский водоносный горизонт, приуроченный к трещиноватым известнякам с напорными водами, которые и являются основным предметом изучения. Он подстилается слоем ростиславльских глин среднего карбона.

Задачей исследований является обоснование источников формирования запасов с оценкой роли надъюрского горизонта как питающего и потенциального источника загрязнения целевого горизонта в процессе эксплуатации. С этой целью выполнены опытно-фильтрационные исследования по изучаемому участку, геолого-гидрогеологический разрез которого представлен на рис. 1.

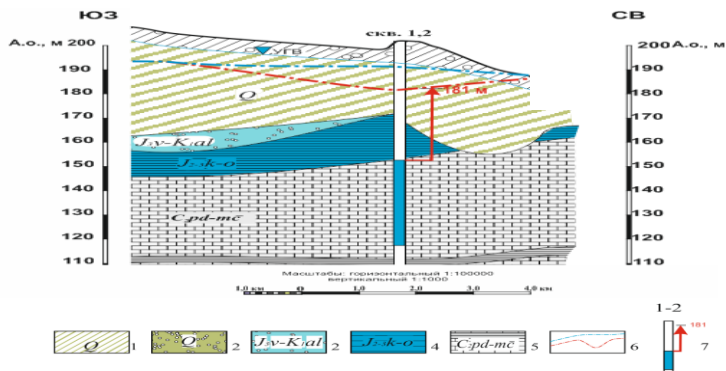


Рис. 1. Геолого-гидрогеологический разрез участка исследований

1 – суглинки моренные; 2 – пески водно-ледниковые; 3 – слабо водоносный волжско-альбский горизонт; 4 – водоупорный келловей-оксфордский горизонт; 5 – водоносный подольско-мячковский горизонт; 6 – условно-статический (1960 г) и динамический (2016 г) уровень водоносного подольско-мячковского водоносного горизонта; 7 – скважины опытного куста: вверху – номер, цветом показан каптированный интервал; справа у стрелки – абсолютная отметка уровня, м, на начало откачки

ОФР выполнялись по схеме кустовой откачки. Основное внимание уделялось динамике изменения уровня в наблюдательной скважине, удаленной от возмущающей на 211 м. Откачка производилась из возмущающей скважины с дебитом $Q = 114 \text{ м}^3/\text{сут}$. Интерпретация данных опытно-фильтрационных работ (ОФР) выполнялась по методике Хантуша [6], которая авторами была несколько преобразована. Метод основан на математическом аппарате, предложенном П.Я. Полубариновой-Кочиной [9]. Хронологический график понижения уровня в наблюдательной скважине изображен на рис. 2.

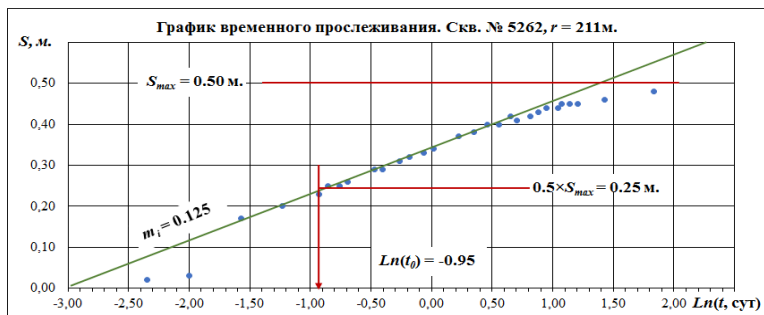


Рис. 2. График временного прослеживания по наблюдательной скважине

При наличии перетекания между смежными горизонтами график временного прослеживания в координатах $S/\ln(t)$ имеет точку перегиба $(0,5 \times S_{\max})$, в которой выполняются сразу два условия, положенные в основу предлагаемого метода:

$$\alpha = \frac{r^2}{4a * t} = \frac{r}{2B}; \quad e^{r/B} K_0\left(\frac{r}{B}\right) = \frac{0,5 \times S_{\max}}{m_i} \quad (1)$$

где α – безразмерный параметр Фурье; $B = \sqrt{km/b}$ – показатель перетекания [6]; km – водопроводимость пласта; b – параметр перетекания; r – расстояние до точки наблюдения; Q – дебит возмущения скважины; $K_0(r/B)$ – функция Бесселя второго рода нулевого порядка; S_{\max} – предельное понижение динамического уровня. Функция $e^{r/B} \times K_0(r/B)$ табулирована и имеется в справочной литературе, однако пользоваться ей не совсем удобно. Авторами получено уравнение регрессии, которое с погрешностью не более 3% позволяет заменить ее на полином второй степени:

$$e^{r/B} K_0(r/B) = 0.065 \cdot \ln^2(r/B) - 0.5 \cdot \ln(r/B) + 1.17 \quad (2)$$

Из (2) достаточно просто определить (r/B) :

$$\frac{r}{B} = \exp\left(3.81 - \sqrt{7.7 \frac{S_{\max}}{m_i} - 3.35}\right).$$

(3)

Параметры водоносного горизонта, полученные с графика временного прослеживания (рис. 1), дают (по формулам 4) следующие значения: $m_i = 0,125$ (угловой коэффициент графика временного прослеживания); $S_{\max} = 0,50$ м; $t_0 = 0.387$ сут; $r/B = 0.239$; $B = 881.1$ м; $km = 57,15$ м²/сут; $a^* = 2404348$ м²/сут; $\mu^* = 0,000238$; $b = 0.000074$ сут⁻¹. Дополнительно по данным ГИС в скважинах установлена эффективная мощность водоносного горизонта: $m_e = 14,2$ м. Миграционные наблюдения не выполнялись, и активная пористость для трещиноватых известняков принята по литературным данным для предельного случая $n_a = 0,01$.

С целью построения природной гидрогеологической модели выполнен расчет элементов водного баланса. В результате расчетов установлено, что 68% баланса подземных вод обеспечивается за счет отбора из водоносного горизонта, 31% – за счет перетекания из вышележащего грунтового водоносного горизонта, и 1% – за счет упругих запасов.

Выполненные по предлагаемой методике расчеты дают возможность сделать следующие выводы:

1. Основной водоприток обеспечивается за счет подземных вод, доля которых в балансе составляет 68%.
2. Перетекание из вышележащего надюрского горизонта, подверженного загрязнению с поверхности, составляет 31%, что предполагает необходимость содержания зон

санитарной охраны в надлежащем экологическом состоянии, поскольку существует реальная угроза загрязнения целевого водоносного горизонта.

3. Вертикальный поток может включать и определенное количество элизионных вод, которые, как показано в работе [6], поступают из юрских глин при снижении гидростатического напора в подольско-мячковском водоносном горизонте и содержат в повышенных концентрациях микроэлементы. Это может объяснять повышенные концентрации бария и железа в водах исследуемого водозабора.
4. Упругие запасы имеют подчиненное значение.
5. Расчетная схема области фильтрации может быть сформулирована как неограниченная в плане система напорных вод с вертикально-горизонтальным водообменом, характеризующаяся радиально-сходящейся структурой потока, функционирующая в стационарном режиме. Режимобразующими факторами являются водоотбор (расходная часть), латеральный поток целевого горизонта, вертикальный приток из питающего надбюрского горизонта и элизионных вод из юрских глин (приходная часть).

Литература:

1. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М. "Недра" 1979, 335 с.
2. Бураков М.М. Опытные откачки из слоистых водоносных систем с перетеканием. Методы интерпретации результатов. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 145 с.
3. Малков А.В. Определение гидродинамических параметров водоносных горизонтов в условиях перетекания // [Известия Вузов. Геология и разведка](#). 2007. № 1. С. 31-34

4. Малков А.В., Першин И.М., Помеляйко И.С. Методика подсчета запасов и баланса подземных вод гидравлическим методом. Недропользование XXI век. 4(61), 2016, с. 76 – 85
5. Субботина Л.С. Закономерности перетекания через верхнеюрскую глинистую толщу и его роль в формировании эксплуатационных запасов подземных вод Московского артезианского бассейна.
6. Фисун Н.В., Почуев С.О., Фисун О.Н и др. Оценка влияния поровых вод юрских глин на формирование подземных вод центральной части Московского артезианского бассейна.//Недропользование XXI век. 2019, 6(82), с.116 - 123
7. Хантуш М.С. Анализ данных откачек из скважин в водоносных горизонтах с перетеканием./ Вопросы гидрогеологических расчетов/ (перевод с англ). М., Мир, 1964, с. 27-43
8. Хантуш М.С. Новое в теории перетекания /Вопросы гидрогеологических расчетов/ (перевод с англ). М., Мир, 1964, с. 44 – 59
9. De Wiest R. J. M. On the theory of leaky aquifers. Journal of Geophysical Research, 66, 1961, 4257 – 4262
10. Hantush M.S., Jacob C.E. Nonsteady radial flow in an infinite leaky aquifer // Transactions. American Geophysical Union. 1955. Vol. 36. P. 95-100.
11. Jacob C.E. Radial flow in a leaky artesian aquifer, Transactions American Geophysical Union, 27, 1946, 198 – 205
12. Walton W.C. Leaky artesian aquifer conditions in Illinois, Report of Investigation, 39, 1960, Illinois State Water Survey. 27 p.

СОДЕРЖАНИЕ

Бородулина Г. С., Светов С. А., Токарев И. В., Левичев М. А.

РОЛЬ ШУНГИТСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД В ФОРМИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАРЕЛИИ 3

Borodulina G. S., Svetov S. A., Tokarev I. V., Levichev M. A.
THE ROLE OF HIGH-SHUNGITE-BEARING ROCKS IN FORMING THE COMPOSITION OF KARELIAN GROUNDWATER 3

Бродская Н. А., к.г.н.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА ПРИРОДНЫХ ВОД С ТЕРРИТОРИИ КОСТОМУКШСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
..... 12

Brodskaya N.A.

SPECIAL FORMIROVANIA STOCK NATURAL WATERS FROM THE COSTOMUUKSY DEPOSIT
..... 12

Векшин А.К., Бродская Н.А.

ТЕХНОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА И СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ КРУПНЫХ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ 20

Vekshin A.K., Brodskaya N.A.

TECHNGENIC CHANGES IN THE REGIME AND COM- POSITION OF GROUNDWATER ON THE TERRITORY OF LARGE MINING COMPLEXES	20
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Глазырин Е.А., Алешин Б.Н. СУБМАРИННАЯ РАЗГРУЗКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОС- ТОЧНО-ЧЕРНОМОРСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ ПО ДАНЫМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕДР	28
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Glazyrin E.A., Aleshin B.N. SUBMARINE GROUNDWATER DISCHARGE OF THE EASTERN BLACK SEA SHELF OF RUSSIA ACCORDING TO THE DATA OF MONITORING OF THE STATE OF THE SUBSOIL	28
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Егоров Т.С. СОЗДАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННОГО ФОНДА ГИД- РОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ МЕЛКО- МАСШТАБНОМ КАРТОГРАФИРОВА- НИИ.....	36
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Egorov T.S. CREATION OF A STRUCTURED FUND OF HYDROGEO- LOGICAL INFORMATION IN SMALL-SCALE MAPPING	36
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Колоколова С.Н., Борисов А.И.

ФОРМИРОВАНИЕ И ВЕДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО
УЧЕТА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ ФЕДЕРАЛЬ-
НОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ «УЧЕТ И БАЛАНС ПОДЗЕМНЫХ ВОД»... 44

Kolokolova S. N., Borisov A. I.

FORMATION AND MAINTENANCE OF THE STATE AC-
COUNTING OF UNDERGROUND WATERS ON THE BA-
SIS OF THE FEDERAL STATE INFORMATION SYSTEM " "
ACCOUNTING AND BALANCE OF UNDERGROUND
WATERS» 44

Копылова Г.Н.

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
СКВАЖИННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В СОЗДАНИИ ГЕО-
ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗИРО-
ВАНИЯ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ 51

Kopylova G.N.

PRECISION HYDROGEOLOGICAL OBSERVATIONAL
DATA IN WELLS TOWARD CREATION OF
GEOINFORMATION TECHNOLOGY FOR NATURAL
DISASTER FORECASTING
..... 51

Михайлова С.М., Ткачева Е.А., Шпекторова О.А.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ФГБУ
«РОСГЕОЛФОНД» В ИЗУЧЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ
ВОД 60

Mikhailova S.M., Tkacheva E.A., Shpektorova O.A.
POSSIBILITIES OF USING THE DATA OF THE FEDERAL
STATE BUDGETARY INSTITUTION "ROSGEOLFOND»
IN THE STUDY OF UNDERGROUND WATERS 60

Никитина П.А., Бродская Н.А.
ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИРОДНЫЕ ВО-
ДЫ БАССЕЙНА РЕКИ ХАТАНГА 66

Nikitina P.A., Brodskaya N.A.
TECHNOGENIC IMPACT ON NATURAL WATERS OF
THE KHATANGA RIVER BASIN..... 66

Павленко О. Л.
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОЗИЦИОНИРОВА-
НИЯ ТЮМЕНИ В КАЧЕСТВЕ ТЕРМАЛЬНОЙ СТО-
ЛИЦЫ РОССИИ 74

Pavlenko O. L.
HYDROGEOLOGICAL ISSUES OF TYUMEN'S POSI-
TIONING AS THE THERMAL CAPITAL OF RUSSIA
.....74

Фисун О. Н , Фисун Н. В.,, Малков А. В.
К МЕТОДИКЕ ОБОСНОВАНИЯ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ
ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЗАБОРОВ В СЛОИСТЫХ
ТОЛЩАХ 84

Fisun O., Fisun N., Malkov A.ON THE METHODOLOGY
FOR SUBSTANTIATING THE DESIGN SCHEME FOR
THE OPERATION OF WATER INTAKES IN LAYERED
STRATA 84