

**ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОТЕРМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ЗОНЫ РАЗВИТИЯ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПОЛЯРНОГО УРАЛА**
HYDROGEODYNAMIC AND HYDROGEOTHERMAL CONDITIONS
OF ZONE FRESH GROUNDWATER OF THE POLAR URALS

В. А. Бешенцев, Р. Н. Абдрашитова, Ю. И. Сальникова, Ю. В. Беспалова
V. A. Beshentsev, R. N. Abdrashitova, Yu. I. Salnikova, Yu. V. Bespalova

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
Западно-Сибирский институт проблем геологии нефти и газа при ТИУ, г. Тюмень

*Ключевые слова: Полярный Урал; трещинная зона; многолетнемерзлые породы;
трещинно-жильные воды; сезонноталый слой; водообмен*
*Key words: Polar Urals; fracturing zone; permafrost; water of crack; melting waterlayer;
water exchange*

Проект «Урал Промышленный — Урал Полярный» берет начало 16 мая 2005 года, когда на совещании по вопросам социально-экономического развития Уральского федерального округа Президент Российской Федерации указал на необходимость «принципиально новых подходов и привлекательных перспективных проектов, закладывающих прочный фундамент роста на десятилетия вперед». Проект предполагает создание уникального индустриально-инфраструктурного комплекса на базе освоения природно-сырьевых ресурсов Приполярного и Полярного Урала и строительство ключевых элементов опорной транспортной и энергетической инфраструктуры.

Вопросы хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения объектов Полярного Урала входят в число первоочередных задач при создании индустриально-инфраструктурного комплекса. Эти вопросы должны решаться параллельно, а час-

то и с опережением, планирования будущего строительства. При выборе источника хозяйственно-питьевого водоснабжения должны максимально использоваться ресурсы подземных вод. Подземные воды надежнее защищены от загрязнения по сравнению с поверхностными, стабильнее по количеству и качеству, как в годовом, так и в многолетнем разрезе. Эксплуатационные затраты на доведение подземных вод до требуемых кондиций существенно меньше, чем поверхностных [7].

В настоящей статье приводится краткая характеристика гидродинамических и гидрогеотермических условий Полярного Урала, связанных с наличием большого количества тектонических нарушений, трещинных зон и многолетнемерзлых пород (ММП). Географически описываемая территория приурочена к самой северной части Уральских гор. В статье не рассматриваются гидрогеохимические условия подземных вод региона, являющиеся отдельной объемной темой.

В современном структурном плане горно-складчатого Урала выделяется три продольных зоны, для которых характерны различные типы скопления подземных вод.

Для севера Урала характерна, помимо продольной, крупная поперечная к простиранию Уральских структур зональность, которая выражается наличием поперечных поднятий, опусканий, имеющих ступенчатый характер. Перечисленные зоны разграничиваются региональными глубинными разломами [6].

В западной зоне, сложенной преимущественно карбонатными и, в меньшей степени, кремнистыми породами преобладают трещинно-карстовые, трещинно-карстово-пластовые, жильные и трещинно-пластовые воды.

В центральной зоне, сложенной древними метаморфическими и вулканогенными породами, преобладают трещинные и трещинно-жильные воды. В восточной части разрез представлен осадочно-вулканогенными, вулканогенными, кремнистыми, карбонатными и интрузивными породами. Воды здесь трещинные, трещинно-жильные, трещинно-карстовые. Современная глубинная геолого-геофизическая модель Полярного Урала созданная на основе глубинных геофизических профилей описана в статьях С. А. Рылькова, А. В. Рыбалка и др. [6].

В формировании гидрогеологических условий района особая роль принадлежит тектоническим условиям. Трещинные зоны, связанные с тектоническими нарушениями, обеспечивают питание и разгрузку подземных вод через зоны разломов. Однако часто разломы являются экранами на пути движения подземных вод.

Многолетнемерзлые породы развиты повсеместно и имеют площадное распространение. Температура, строение криогенной зоны, мощность многолетнемерзлых пород и сезонноталого слоя (СТС) существенно различаются в пределах исследуемой площади [4].

Район характеризуется сплошным и прерывистым распространением многолетнемерзлых пород. Прерывистость обусловлена наличием таликовых зон сквозного характера, которые приурочены к руслам рек (Собь, Бол. Пайпудына), особенно в нижнем течении, а также к крупным и глубоким озерам (Естото), и несквозным таликам. Несквозные талики распространены более широко и встречаются под водными объектами, в полосах стока, на подветренных склонах, при значительной мощности снега, на склонах южной экспозиции.

Распространение многолетнемерзлых пород в пределах территории обусловлено не только широтной зональностью, но и высотной поясностью. По данным Н. Г. Обермана [5], для Полярного Урала до отметок 500–600 м характерно прерывистое распространение мерзлоты, выше — сплошное. Но даже на значительных высотных отметках развиты мощные до 5–9 м сезонные талики. У таких таликов отсутствуют ледяные пробки при длительных простоях скважин. В южной части Верхне-Елецкого участка в долине ручья (абс. отметка — 550 м) в 10–20 м от уреза воды выявляется талик по фонтанированию скважины с глубины около 20 м.

В пределах участка Райиз, на склоне юго-восточной экспозиции (скв. Р–236, абс. отметка 535 м), при мощности снежного покрова 2,5 м, мерзлые породы отсутству-

ют, либо кровля их значительно заглублена. На глубине 36 м температура пород составляет $+1,7^{\circ}\text{C}$; в долинах водотоков на отметках 300 м (скважины Р-284, Р-283) мерзлая зона отсутствует (в интервале 15–60 м температура составляет $2,0^{\circ}\text{C}$). В полосах стока на восточном склоне на отметках около 700 м температура несквозного талика составляет около $+0,6^{\circ}\text{C}$ при мощности 15 м (скв. Р-13) [2].

На правобережье р. Собь, в пределах Собского участка сквозные талики имеют температуру пород $+1,0^{\circ}\text{C}$, $+1,9^{\circ}\text{C}$ (скв. 13, 14, 15, 26, 23, 25), несквозные — 0°C (В-17). Повсеместно талики распознаются по приуроченности к ним густых зарослей кустарника высотой 1,5–1,7 м, а местами в долинах ручьев — одиноких деревьев. Наиболее крупные талики отмечены в долинах рек Собь, Бол. Пайпудына, Бол. Ханмей и др. Так, в долине р. Собь при разведке подземных вод для водоснабжения ММП бурением не вскрыты до глубины 377,5 м. По-видимому, это или несквозной талик большой мощности, или вскрыт сквозной талик. Крупный талик, связанный с глубинным разломом, установлен и под р. Бол. Пайпудына.

Мощность многолетнемерзлых пород меняется от 50 м (Собский участок) до 405–425 м (Райиз). Фоновая мощность, рассчитанная по термограммам скв. Р-343, 116^А, 317^А, составляет 400 м. В зонах разломов (скв. Р-327, Р-211) мощность ММП составляет 250 м, а температура пород от $-1,1$ до $-2,1^{\circ}\text{C}$.

Температура ММП в подошве слоя годовых колебаний температур меняется от $-0,2^{\circ}\text{C}$ до -5°C — для промороженных участков и от 0°C до $+3,4^{\circ}\text{C}$ — для таликовых зон. Геотермический градиент для района имеет отрицательные значения до глубин 50–100 м. На хребте Падьяга — Мусюр геотермический градиент составляет $0,83^{\circ}\text{C}/100$ м в интервале глубин 200–800 м. В зависимости от принятого градиента мощность мерзлых пород составляет на южном склоне 615–720 м (абс. отметка 930 м). Для склона западной экспозиции массива Райиз градиент равен $0,69/100$ и $0,67/100$, мощность зоны многолетнемерзлых пород составляет 405–425 м для абс. отметок 712 м.

В соответствии с классификационной схемой В. А. Кудрявцева, в зонах сплошного и прерывистого распространения многолетнемерзлых пород развиты устойчивый и длительный устойчивый типы сезонного протаивания от умеренно-морского до почвенно-континентального с температурами соответственно -5°C и -2 до $+5^{\circ}\text{C}$. Поэтому глубина слоя сезонного протаивания различна в пределах изучаемой площади и меняется в зависимости от литологического состава и мощности рыхлых отложений. В песках — 0,4–2,0 м, в супесях — 0,4–1,6 м, в суглинках — 0,3–1,3 м, в торфах — 0,2–0,6 м.

На горных участках, чем больше мощность четвертичных грунтов, тем дольше они протаивают и тем меньше мощность сезонноталого слоя (СТС). Для участка Райиз в ходе исследований были получены следующие данные: при мощности рыхлого покрова 0–2 м глубина сезонноталого слоя составила 6–8 м; при 2–4 м глубина СТС — 4–6 м; при 4 м — 2–4 м. Лишь в полосах стока, где сказывается тепляющее влияние временных водотоков, при мощности четвертичных отложений около 4,0 м отмечается аномально глубокое 8-метровое протаивание. В скальных грунтах мощность СТС изменяется от 3–4 м до 9 м. В пределах Собского участка мощность СТС изменяется от 1,0 м до 2,0 м [1].

По общепринятой классификации на изучаемой площади выделяются надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные воды [2]. К надмерзлотным водам, наиболее широко распространенным и изученным, относятся воды сезонноталого слоя СТС, которые возникают в теплое время года при оттаивании верхних слоев пород. Глубина развития сезонноталого слоя описана выше. Подмерзлотные воды могут быть встречены в восточной части района в обрамлении Западно-Сибирского мегабассейна.

Важным типом вод по мерзлотным условиям являются воды надмерзлотных таликов, формирование которых определяется тепляющими действиями рек,

озер, а также наличием многочисленных разрывных нарушений. Надмерзлотные талики относительно проще выявить и легче использовать. В отличие от надмерзлотных вод, межмерзлотные воды изучены слабо. Иногда они вскрываются в виде прослоев в зоне сплошного льда, или обнаруживаются на поверхности по характерным формам рельефа — гидролакколитам. На месте озерных впадин или заболоченных низин фиксируется якутский тип гидролакколитов («булгунняхи»), высотой до 25–30 м и диаметром в основании до 100–150 м. На участках разгрузки слабонапорных вод образуются более мелкие формы рельефа — забайкальский тип («коврижки»), создавая мелкобугристый тундровый ландшафт. Все вышеперечисленные факторы определяют особенности водообмена подземных вод региона.

В пределах региона питание подземных вод зоны активного водообмена осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, фильтрации поверхностных вод (по площади и вдоль рек), конденсации паров воздуха, поступления разгружающихся трещинно-жильных вод по зонам тектонических разломов. Особенностью региона является то, что воды экзогенной трещиноватости полностью проморожены, что приводит к формированию криогенных водоупоров. Поверхность зеркала грунтовых вод понижается от водоразделов к долинам, уклон ее близок по абсолютной величине к уклону рельефа. В понижениях рельефа (перегибах склонов, речных русел, котловинах) подземные воды разгружаются в виде родников [2]. Часть подземного стока водоносных зон региональной трещиноватости пород расходуется на питание трещинно-жильных вод, которое осуществляется по водопоглощающим разломам.

Для речных долин характерным является сочетание областей питания и разгрузки подземных вод. Этому способствует относительно глубокому залеганию их уровня: в верхних и средних течениях рек грунтовые воды располагаются обычно на несколько метров ниже речного уреза; хотя в некоторых случаях скважины и самоизливаются. У трещинно-жильных и трещинных вод годовой пик уровней отмечается глубокой осенью.

По имеющимся ограниченными данным трещинно-жильные воды залегают в нижних частях водораздельных склонов и в слабо врезуемых долинах верхних течений рек и приурочены к глубинам 70–100 или 160–200 м. На самих водоразделах эти глубины превышают 200 м.

Согласно данным Обермана Н. Г., Новоселова Е. Ф., несмотря на глубокое залегание пьезометрической поверхности, в горной части Урала она имеет уклон от хребтов к наиболее врезуемым долинам, о чем свидетельствует увеличение дебита. Примером может служить Харматалоусский разлом, пересекаемый реками: Байдарита (абс. отм. 340 м), М. Хуута (255 м), Бол. Хадата (210 м), Бол. Щучья (180 м), Бол. Пайпуына (125 м); зимнежеженный подземный сток трещинно-жильных вод соответственно равнялся: 0 л/с; 10 л/с; 100 л/с; 300 л/с; 820 л/с. Это свидетельствует о том, что по крупным тектоническим зонам осуществляется переток трещинно-жильных вод в пределах региона из одних речных бассейнов в другие. Это же подтверждается и гидрохимическими материалами: на западном склоне Северного Урала, в пределах полосы развития карбонатных пород, зафиксированы многочисленные источники с сульфатными трещинно-жильными водами, в то время как гипсоносные породы, обусловившие их состав, распространены в 40 км от указанного участка, но его пересекает тот же разлом [5].

Формирование естественных воронок депрессии на участках питания трещинно-жильных вод выражается в виде узких таликовых щелей шириной 40–300 м. Разгрузка трещинно-жильных вод наиболее контрастно проявляется в зимний период, когда в долинах, пересекаемых зонами региональных тектонических разломов, формируются крупные и очень крупные наледы. Наледи подземных вод могут располагаться в диапазоне абсолютных отметок 0–1 000 м, причем наиболее крупные сосредоточены на отметках ниже 400 м в зоне сплошного распространения ММП.

Режим трещинно-жилых вод достаточно специфичен. В осенне-зимний период реки являются областью разгрузки, весна и первая половина лета, когда уровни и напоры минимальны, большинство водотоков функционируют в водопоглощающем режиме. Этому способствует и процесс наледообразования, в результате которого промерзший аллювий бывает полностью или почти полностью обезвожен. При оттаивании в теплое время года он вновь заполняется подрусловыми водами, вызывая потери речного стока.

В северной части Урало-Пайхойского региона, для трещинно-жилых вод выделяют местные области разгрузки и региональные. Региональные области — морская акватория и Байдарацкий дизъюнктив мантийного заложения, дренирующий всю систему региональных разломов. Это доказывают данные, полученные по разлому, пересекающему восточную часть Коротанхинского прогиба, где уровень пресных вод в указанной части прогиба отмечен на абсолютной отметке (–11 м), на субпараллельном разломе в Карской депрессии (то есть близка к Байдарацкому разлому). Уровень пресных вод располагается на отметке (–25 м), то есть намечается понижение пьезометрической поверхности, располагающейся в диапазоне отрицательных абсолютных отметок, в направлении к Байдарацкому дизъюнктиву. Подобная ситуация отличается в пределах Харбейского субмеридионального регионального разлома по мере приближения к Байдарацкому разлому. Так, в долине р. Харбей уровень пресных вод располагается на абсолютной отметке около 290 м (скважина с отметкой устья 285 м фонтанирует); на севере, в долине р. Щучей — на отметке 97 м. В ее пределах на отметке 91 м среднеегодовое расхождение разгружающихся вод равно 728 л/с.

Основная роль в формировании запасов подземных вод принадлежит трещинно-жилым водам, которые образуют гидродинамические, гидрохимические аномалии.

Среди гидродинамических аномалий фиксируются отрицательные и положительные. Первые связаны с зонами водопоглощающих дизъюнктивов, через которые осуществляется питание глубоковмещающих водоносных горизонтов, характеризующихся низким положением пьезометрической поверхности [2]. К таким дизъюнктивам относится субмеридиональное тектоническое нарушение на Пембойском месторождении, на участке сочленения его с широтным глубинным разломом. Здесь, на отметках рельефа 339–345 м, на фоновых глубинах залегания пьезометрических уровней подмерзлотных вод 15–35 м, в скважинах ХК–1059 и 1 060 уровни располагались на глубинах соответственно: 159 и 350 м (Выходец и др.). Так же по скважине ХК–1066, отмечается аналогичная, но слабая аномалия.

Подобные же аномалии отмечены на Саурейском месторождении. Пьезометрическая поверхность жилых вод, приуроченных к Саурейгинской ветви Хараматалоусского глубинного разлома, располагается на глубинах 120–180 м при отметке рельефа 320–350 м. В то же время зеркало трещинных грунтовых вод отмечается на глубинах 5–10 м.

Положительные гидродинамические аномалии характерны для таликов, где при разгрузке жилых вод, уровни подземных вод зоны свободного водообмена располагаются аномально высоко. Это отмечается, в частности, в зоне Тарьюского разлома мантийного заложения на гряде Чернова, вблизи узла сочленения Собского мантийного разлома с Воргашорским взбросом, на Ярвожском поднятии. В указанных разломах локально фиксировались уклоны подземного потока, обратные фоновым, то есть направленные от обычных местных областей разгрузки подземных вод речных долин к обычным областям питания — водоразделам.

Таким образом, из вышеизложенного материала можно сделать вывод, что гидрогеологическая роль одного и того же разлома на разных его участках, а возможно и в пределах одного и того же, может быть двойка: с одной стороны зона тектонического нарушения может являться водопроводящей, а с другой стороны, (или одновременно) водопоглощающей. Казалось бы, взаимоисключающие процессы,

однако, возможность подобного сочетания прямо противоположных направлений движения жильных вод в одной тектонической зоне была обоснована еще в 1950 г. П. Ф. Швецовым.

Естественно, что разгрузка трещинно-жильных вод сопровождается и *гидро-геотермическими аномалиями*. Все на сегодня известные проявления последних приурочены к узлам пересечения глубинных разломов.

В долине р. Нидысей, на участке прохождения одноименного субширотного разлома, благодаря разгрузке по нему жильных вод, уровень вод зоны свободного водообмена локально повышается на 100 м.

Наряду с другими глубинными тектоническими нарушениями, сопрягаются дизъюнктивы мантийного заложения: Собский и Тарьюский.

В узле сочленения последнего с субмеридиональными разломами Палеозойского заложения, по скважине Падимей 4, температура воды на глубине 1 км составляет 34°C , а геотермический градиент интервала 500–1 000 м — $3,6^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$; аналогичные данные фиксируются и по соседним скважинам. В то же время фоновые величины указанных параметров соответственно равны: 17°C и $1,6^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$. Восточнее, в зоне того же Тарьюского разлома, по скважине ВК–1 278, на глубине всего 200 м, геотермический градиент в известняках достигает $5,2^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$. Именно в этом районе выявлен известный Воркутский источник, Тальбей — Шор и ряд других с круглогодичной температурой $7\text{--}10^{\circ}\text{C}$ [5].

Но наибольший гидротермический эффект достигается при пересечении в узле сразу трех глубинных разломов, в том числе двух (Бергантымыльского и продолжения Собского) и регионального субмеридионального, ограничивающего кряж Чернышева с востока. На данном участке находятся выходы широко известных Пымвошорских источников, имеющих наивысшую в регионе температуру воды 29°C .

Также можно отметить менее яркие, но достаточно существенные аномалии, которые сопровождаются выходом на поверхность относительно термальных вод. Их температура на 10–15 и более градусов выше температуры вод (конкретных районов), наблюдаются и в узле сочленения: Парного субширотного разлома с субмеридиональным — кряжа Чернышева (источники Искашорские с температурой $8\text{--}10^{\circ}\text{C}$), Нидысейского — кряжа Чернышева (Еджибьюские источники с температурой $14\text{--}16^{\circ}\text{C}$) и Нидысейского — с фронтальным дизъюнктивом, разграничивающими Урал с Предуральем [1].

На Ильче, непосредственно ниже по течению Косьюнского источник жильных вод, который выходит зимой с открытым руслом, по данным местной метеослужбы на протяжении 1,5–3,0 км. Температура же воды источника в межень составляет $4\text{--}7^{\circ}\text{C}$, по Карповичу В. Э., при температуре воздуха $18\text{--}20^{\circ}\text{C}$ [2].

Такая же температура зафиксирована в это же время в южной части, по течению реки Большещучьей. А в открытом русле, несмотря на $40\text{--}50$ -градусный мороз отмечены живые теплолюбивые сине-зеленые водоросли, как и в полыньях рек Восточной Сибири, где фиксируется выходы подземных вод. Особо следует подчеркнуть развитие на рассматриваемом отрезке долины Б. Щучьей древесной растительности. Здесь на широте $67^{\circ}52'$ роши сибирской лиственницы (с небольшой примесью деревьев других пород) высотой до 10 м и с диаметром стволов 40–60 см, а по непроверенным данным, при впадении р. Югана и до 1 м. Остается заключить, что рассмотренный отрезок долины Б. Щучьей также приурочен к зоне одного из региональных глубинных разломов.

Ниже по течению той же реки, на ее левобережье, в узле сочленения Главного Уральского глубинного разлома с упомянутым региональным тектоническим нарушением, располагается оз. Бае-Ты, незамерзающее зимой (и это на широте 68° !), поэтому почитаемое священным у местных оленеводов. Температура воды его пока неизвестна. Рассмотренные примеры гидротермических аномалий касаются

южной части региона, но последние встречаются и на Восточном склоне Урала, правда, изученность их гораздо слабее.

В условиях распространения многолетнемерзлых пород наличие гидрогеотермических аномалий влечет за собой приращение мощности мерзлой зоны. Впервые для региона это было отмечено на Хальмерьюском угольном месторождении, где найдены локальные тектонические нарушения [3].

Наиболее яркие гидрогеотермические аномалии приурочены к участкам распространения региональных разломов. Так, в самой северной части кряжа Чернышева, над зоной субмеридионального регионального разлома, мощность мерзлых пород всего 70 м, а за пределами указанной зоны, к западу и к востоку, фоновые значения составляют 400–500 м [5]. В упомянутой работе обосновывается связь формирования «подмерзлотного талика» (по терминологии О. Н. Толстихина) именно с разгрузкой жильных подземных вод, а не с иными факторами.

Сокращение мощности мерзлых пород в зонах тектонических нарушений может происходить не только при разгрузке по ним глубинных вод, но и когда дизъюнктивы являются водопоглощающими. В последнем случае этому способствует мощный поток инфильтрующихся относительно теплых атмосферных осадков, проникающих на глубину по зонам дробления пород. По данным И. В. Абатуровой, на Саурейском месторождении, при фоновой мощности мерзлых пород 600–700 м, в Саурейгинской ветви Хараматалоуского глубинного разлома жильные воды встречены на различных участках, на глубинах: 90, 180, 230, 310, 420 и более 600 м. Факт существенного сокращения мощности мерзлых пород не подлежит сомнению. Однако, существованию здесь сквозного талика противоречит очень большая, превышающая 100–150 м, разница в отметках залегания пьезометрических уровней на разных глубинах разлома.

Таким образом, циркуляция жильных вод сказывается не только на температуре подземной гидросферы региона на весьма значительной его территории, но и (через посредство влияния на мощность мерзлой зоны) предопределяет пространственное распространение, глубины залегания, условия разгрузки и питание подземных вод, не говоря уже их химическом составе и минерализации.

Большой интерес представляют следующие особенности геологических условий. Тектоническая нарушенность пород убывает от осевой части Урала к его крыльям и далее — к Предуральскому прогибу. Следовательно, в общем случае в том же направлении должна снижаться и водопроницаемость отложений. Поэтому на равных участках один и тот же дизъюнктив должен характеризоваться различной способностью дренировать водоносные комплексы зоны свободного водообмена. В случае понижения водопроводящих свойств тектонической зоны разгружающиеся по ней глубинные жильные воды должны в наименьшей степени разбавляться приповерхностными подземными водами и, соответственно, иметь наивысшую минерализацию, в хорошо фильтрующих зонах разломов следует ожидать, очевидно, противоположной тенденции.

Таким образом, в пределах района исследований гидрогеодинамические и гидрогеотермические условия во многом предопределены функционированием геодинамической водонапорной системы, структура которой характеризуется большим количеством тектонических нарушений и наличием ММП. Интересно, при этом один и тот же разлом на одном участке может быть водопроводящим, а на другом — водопоглощающим. Несмотря на то, что ММП развиты повсеместно и имеют площадное распространение, их температура, строение и мощность значительно различаются в пределах района исследований. Основная роль в формировании запасов подземных вод принадлежит трещинно-жильным водам.

Список литературы

1. Абатурова И. В. Горно-геологические и гидрогеологические условия отработки месторождения «Центральное». Отчет о НИР/ УГГГА. – Екатеринбург, 2002. – 100 с.

2. Бешенцев В. А., Сальникова Ю. И. Гидрогеологические условия месторождений твердых полезных ископаемых Полярного Урала // Горные ведомости. – Тюмень: ОАО «СибНАЦ», 2016. – № 9. – С. 30-35.
3. Геокриологические условия и прогноз их изменения в районах первоочередного освоения Севера. – М.: Труды ПНИИС – Стройиздат, 1984.
4. Кузин А. В., Туленина Ю. В. Мощность слоя многолетнемерзлых пород на восточном склоне Полярного Урала по данным ВЭЗ // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2011 – № 5. – С. 474-476.
5. Оберман Н. Г., Новоселов Е. Ф. Региональная оценка естественных ресурсов подземных вод Полярного и Приполярного Урала. – Тюмень: ТГФ, 1984. – 148 с.
6. Рыльков С. А., Рыбалка А. В., Иванов К. С. Глубинное строение и металлогения Урала: сопоставление глубинной структуры Южного, Среднего и Полярного Урала // Литосфера. Институт геологии и геохимии им. А. Н. Заварицкого Уро РАН. – Екатеринбург, 2013. – № 1. – С. 3-16.
7. Селезнев В. С. Перспективы изыскания подземных источников водоснабжения объектов транспортного коридора «Урал промышленный — Урал Полярный» на территории Ямало-Ненецкого автономного округа // Горные ведомости. – Тюмень: ОАО «СибНАЦ», 2007. – № 4. – С. 58-61.

Сведения об авторах

Бешенцев Владимир Анатольевич, д. г.-м. н., профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа Тюменского индустриального университета, г. Тюмень, тел. 89123958903, e-mail: v-a-beshentsev@ya.ru

Абдрашитова Римма Наильевна, к. г.-м. н., доцент кафедры геологии месторождений нефти и газа Тюменского индустриального университета, г. Тюмень, тел. 89224728639, e-mail: ritte@list.ru

Сальникова Юлия Ивановна, младший научный сотрудник Западно-Сибирского института проблем геологии нефти и газа при ТИУ, г. Тюмень, тел. 89222605561, e-mail: salnikova.julja@rambler.ru

Беспалова Юлия Владимировна, ассистент кафедры геологии месторождений нефти и газа Тюменского индустриального университета, г. Тюмень, тел. 89324818358, e-mail: bespalova_y@mail.ru

Information about the authors

Beshentsev V. A., Doctor of Geology and Mineralogy Science, Professor of Department Geology of Oil and Gas fields, Industrial University of Tyumen, phone: 89123958903, e-mail: v-a-beshentsev@ya.ru

Abdrashitova R. N., Candidate of Geology and Mineralogy Science, Associate professor of Department Geology of Oil and Gas fields, Industrial University of Tyumen, phone: 89224728639, e-mail: ritte@list.ru

Salnikova Yu. I., junior researcher of West Siberian Institute of Problems of Geology of Oil and Gas, Industrial University of Tyumen, phone: 89222605561, e-mail: salnikova.julja@rambler.ru

Bespalova Yu. V., Assistant of Department Geology of Oil and Gas fields, Industrial University of Tyumen, phone: 89324818358, e-mail: bespalova_y@mail.ru