

Даниловской площади имеют суммарные прогнозные ресурсы 4224 м³/сут., которые обеспечат получение тепла в количестве 944,9 ГДж/сут. и брома 1105,3 т/год.

Хорошие перспективы использования имеющегося фонда скважин связаны с Калининградской областью, где они бурились при поисках нефти. Здесь в кембрийском горизонте имеются значимые ресурсы подземных вод, пригодных в качестве источника тепла и минерального сырья. Из нераспределенного фонда скважин, по которым оказалась возможной оценка параметров и прогнозных ресурсов, наиболее перспективны Куликовская, Ушаковская и Веселовская площади. Здесь наблюдается падение добычи нефти и использование геотермальных ресурсов может оказаться вполне реальным и с экономических позиций вследствие дефицита тепловых энергоносителей.

С Печорским бассейном многие исследователи уже давно связывают перспективы использования подземных вод как гидроминерального сырья, при этом упоминаются в основном площади, выявленные при поисках нефти и газа. Предпринимались попытки («Печорнипинефть») технико-экономического обоснования использования попутных вод с промышленными содержаниями брома и других компонентов, однако до реализации они не доведены. Тем не менее, в геологической литературе упоминается множество проявлений высокоминерализованных подземных вод с промышленными содержаниями полезных компонентов (йода, брома, цезия, рубидия, лития, стронция, калия) в основном вскрытых на нефтяных месторождениях. Так, на карте масштаба 1:1 000 000 лист Q-40 Печора показано 62 таких объекта. По мнению авторов наиболее перспективен на гидроминеральное сырье визейско-нижнепермский водоносный комплекс. Количество скважин нераспределенного фонда здесь также велико, однако подземные воды в этих скважинах изучены слабо. По имеющейся информации можно выделить Южно-Терехевейскую, Лебединскую, Восточно-Созьвинскую, Сосьянскую, Сотчемьюсскую и В. Макарьевскую площади.

Следует отметить, что по действующей классификации обеспечение изученности участка недр с квалификацией запасов подземных вод по промышленным категориям требует проведения большого объема разведочных работ. В современных экономических условиях представляется возможным сократить этап геологического изучения путем проведения оценочных работ в виде расконсервации и гидрогеологического опробования наиболее перспективных скважин нераспределенного фонда недр при наличии потенциального потребителя. В таблице приведены прогнозные ресурсы воды, тепла, брома и солей по кат. Р₁ и Р₂ по артезианским бассейнам и в целом по Центральному и Северо-Западному ФО. По кат. Р₁ прогнозные ресурсы воды по ЦФО — 6050 м³/сут., по СЗФО — 1190 м³/сут. По кат. Р₂ прогнозные ресурсы воды по ЦФО — 25522 м³/сут., по СЗФО — 19714 м³/сут.

Выполненные в основном с гидрогеологических позиций оценки показали, что имеющийся фонд глубоких скважин позволит обеспечить значительные запасы тепла, брома, ряда солей при существенно меньших

затратах на их освоение, чем при бурении новых скважин. Наиболее перспективными для дальнейшего изучения с целью реального освоения должны рассматриваться скважины с запасами по кат. Р₁ и в первую очередь те, где площади включают несколько скважин.

Включение в хозяйственный оборот существующих глубоких скважин положительно повлияет на экономическое развитие регионов. Перспективным представляется комплексное использование термальных рассолов с применением тепловых насосов и извлечением полезных компонентов. Пионерами в решении проблемы комплексного использования низкопотенциальных термальных вод глубоких горизонтов в Центральном районе России является ОАО «НПЦ «Недра». В рамках работы по данному объекту ими выполнены технологические и экономические проработки с учетом полученных величин прогнозных ресурсов подземных вод, которые, как мы надеемся, будут также опубликованы.

В России имеются научные учреждения, которые могли бы разработать эффективные способы химической переработки гидроминерального сырья и расширить сферы его хозяйственного применения.

© Плотникова Р.И., Кашина Н.П., Комягина В.А., 2015

Плотникова Роза Ивановна // riplotnikova@mail.ru

Кашина Нина Павловна // kashin-nin@yandex.ru

Комягина Валентина Алексеевна // komyaginav@yandex.ru

УДК 556.3 (47+57) (044.4)

Егоров Т.С., Ершов В.В. (ФГУП «ВСЕГИНГЕО»)

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ ПЛИОЦЕН–ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЧОРСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

*Рассмотрены основные особенности гидрогеологического расчленения плиоцен-четвертичных отложений на территории Печорского артезианского бассейна. Проанализированы основные проблемы и сложности корреляции собранных данных. Приведена общая корреляционная схема для ПАБ, используемая также на территории РФ. Намечены пути к выделению водоносных горизонтов и комплексов. При этом дискуссионным продолжает оставаться вопрос о влиянии многолетнемерзлых пород на гидрогеологическое расчленение плиоцен-четвертичных отложений. **Ключевые слова:** гидрогеологическое расчленение, гидрогеологическая стратификация, корреляция, подземные воды, мерзлые породы, талик.*

Egorov T.S., Ershov V.V. (VSEGINGEO)

FEATURES OF HYDROGEOLOGICAL DISSECTION OF THE PLIOCENE-QUATERNARY SEDIMENTS PROFILE OF THE PECHORA ARTESIAN BASIN

Basic features of the hydrogeological dissection of the Pliocene-Quaternary sediments in the Pechora Artesian Basin (PAB) territory. Analyzed the main problems and difficulties of correlation of the collected data. Shows the general correlation scheme for PAB, also used in the Russian Federation. Ways to allocation of the water-bearing horizons and complexes are planned. But the question about an influence of perennally

frozen rocks upon hydrogeological dissection of the Pliocene-Quaternary sediments still stays debatable. Key words: hydrogeological dissection, hydrogeological stratification, correlation, groundwater, frozen rocks, talik.

Расчленение плиоцен-четвертичных отложений Печорского артезианского бассейна (ПАБ) на водоносные и водоупорные гидрогеологические подразделения, соответствующие современным представлениям о его строении, необходимо для построения гидрогеологической карты масштаба 1:1 000 000. В настоящее время отсутствует общепринятая единая гидрогеологическая стратиграфия ПАБ. Ее обоснованность является условием достоверных представлений о динамике подземных вод ПАБ и формировании их ресурсов. Плиоцен-четвертичные отложения занимают большую часть исследуемой территории; в разрезе имеют значительную мощность, на некоторых участках превышающую 200 м, и в настоящее время уже используются как источники для хозяйственно-питьевых нужд.

Гидрогеологическое расчленение плиоцен-четвертичных отложений ПАБ должно опираться на государственные геологические и гидрогеологические карты, разрезы, а также на отчеты по оценке запасов подземных вод месторождений на изучаемой территории, на обобщающие региональные работы. В том числе следует учесть «унифицированную схему объектов гидрогеологической стратификации», принятую Федеральным агентством по недропользованию в 2011 г. для ведения ГМСН.

Сложность расчленения заключается в отсутствии гидрогеологических карт масштаба 1:1 000 000. На исследуемой территории есть отдельные гидрогеологические карты масштаба 1:200 000 (Лист Р-40-I, 1978 г.; Лист Р-40-IV, 1977 г. и др.). Однако они не отражают современную геологическую стратиграфию и не могут являться основой для гидрогеологического расчленения плиоцен-четвертичных образований ПАБ. В связи с этим основой выделения гидрогеологической структуры является геологическая структура, определяющая общность условий формирования гидрогеологических тел, а также условия распространения и формирования подземных вод. Под гидрогеологическим телом понимается геологическое тело (его часть или совокупность), обособленное по гидрогеологическим признакам и занимающее определенное положение в геологическом пространстве (ВСЕГИНГЕО, 1998). Для гидрогеологического расчленения плиоцен-четвертичных отложений ПАБ используется схема гидрогеологической стратификации, составленная по геологическим сериям. Она применяется в основном при производстве гидрогеологических съемок и составлении полистных государственных гидрогеологических карт масштаба 1:200 000 — 1:1 000 000 (одобрена Мингео СССР 22.04.1988 г.) и базируется на учете следующих основных признаков [2]:

- формы и структуры геологических тел;
- типов проницаемости пород;
- степени проницаемости пород;
- пространственной изменчивости проницаемости пород;
- характера водоносности пород по площади;

- обводненности пород во времени;
- условий гидравлической взаимосвязи гидрогеологических подразделений;
- генезисе пород.

На основе этих признаков авторы рассматривают основные особенности гидрогеологического расчленения плиоцен-четвертичных отложений ПАБ.

За основу для построения листов Госгеолкарт-1000, а также выделения гидрогеологических подразделений в отчетах по оценке запасов подземных вод была принята рабочая геологическая схема, утвержденная Межведомственным стратиграфическим комитетом в 1968 г. [3]. Эта схема использовалась в последних картосоставительских работах ФГУП «ВСЕГЕИ». По этой схеме в квартере выделены отложения 14 горизонтов и трех надгоризонтов [1]. С учетом уже эксплуатируемых водоносных горизонтов и разделяющих их толщ проводится анализ сопоставления их с картографическими данными с расчленением плиоцен-четвертичных образований на геологических картах масштаба 1:1 000 000. При составлении общей корреляционной схемы по каждому листу геологической карты нами были использованы принципы выделения гидрогеологических подразделений, принятые при составлении карт масштаба 1:1 000 000 [4, 5]. В связи с многочисленными изменениями принципов гидрогеологической стратификации при расчленении плиоцен-четвертичных отложений использовался классификатор объектов гидрогеологической стратификации территории РФ 2011 г. Составлялась общая геологическая корреляционная схема по каждому листу геологической карты, входящей в ПАБ, которая сводилась к общей геологической стратиграфической шкале квартера России (МСК, 2008, 2012, с изменениями 2013) для дальнейшего ее расчленения по «унифицированной схеме объектов гидрогеологической стратификации», принятой Федеральным агентством по недропользованию в 2012 г. Например, слабо-водоносный локально-водоносный сулинский аллювиально-морской горизонт (amQIII_s) (Л.И. Косиненко, Е.Л. Власенко, Г.В. Шашина и др. — Усинск, 2013) относится к сулинскому горизонту верхнего неоплейстоцена; водоупорный локально-водоносный тимано-уральский ледниково-морской ледниковый комплекс (gm,gQII_{tu}) (Н.Н. Мартынова, В.А. Рычкова, Г.В. Шашина и др. — Усинск, 2012) относится к тимано-уральскому надгоризонту среднего неоплейстоцена или 1 ступень верхнего неоплейстоцена и 4–6 ступень среднего неоплейстоцена соответственно, согласно общей стратиграфической шкале квартера России (МСК, 2008, 2012, с изменениями 2013).

Сопоставление карт, базирующееся в основном на использовании листов Госгеолкарты — 1000, местами было осложнено их недостаточно четкой концептуальной увязкой, имевшей нередко формальный характер и согласованием карт разных поколений. Карты четвертичных образований составлялись авторскими коллективами, придерживающимися различных основополагающих в геологии квартера концепций — гляциологической и маринистической, что усложняет выделение гидрогеологических подразделений по генезису. В ряде случаев для актуализации информации карт

четвертичных отложений использовались материалы Госгеолкарты — 200. При решении дискуссионных вопросов и разработке легенды привлекался анализ ранее изданных обзорных и мелкомасштабных карт страны. Помимо картографических материалов использовалась также информация по геологии квартара, содержащаяся в опубликованных работах в первую очередь касающихся описания геологических разрезов с новыми хронометрическими, палеонтологическими, палеомагнитными данными, уточняющими возраст отображенных на карте стратиграфо-генетических таксонов. В процессе выделения необходимо сохранять целостность геологического разреза, не упуская маломощные формации, и сочленять их с выделяемыми гидрогеологическими подразделениями.

С учетом водоносности плиоцен-четвертичных отложений ПАБ, которая определяется составом пород и их фильтрационными свойствами, выделяются водоносные, относительно водоупорные и водоупорные подразделения [4]. Они обуславливают неравномерное распределение подземных вод в разрезе, особенности гидрогеодинамической и гидрогеохимической зональности гидрогеологических разрезов. Следует отметить, что количественные критерии выделения водоупорных и относительно водоупорных толщ в разрезе пока еще не установлены, хотя данные, по которым можно судить об изолирующих свойствах пород, известны. Основными из них являются литологические особенности, минералогический состав пород и их водно-физические свойства. В качестве непосредственных показателей установления изолирующих свойств водоупорных толщ следует считать показатели гранулометрического состава, пористости, проницаемости, а также общую гидродинамическую обстановку. Однако при съемке масштаба 1:1 000 000 проявление неоднородности в разрезе, а также недостаточная изученность по вертикали затрудняют расчленение на гидрогеологические подразделения. Приходится обобщать данные по геологическим колонкам и разрезам, применяя экстраполяцию между точками наблюдения (преимущественно скважинами).

В некоторых работах (при различных масштабах съемок) принималась разная гидрогеологическая стратификация и разные принципы выделения гидрогеологических подразделений. Расчленение на гидрогеологические таксоны также должно учитывать дальнейшую практическую цель — построение карты ПАБ масштаба 1:1 000 000. В связи с этим маломощные и немасштабные плиоцен-четвертичные образования были нами объединены в таксоны более высокого порядка (например, горизонт в комплексе) или просто обобщались. Например, слабоводоносный горизонт болотных отложений (*lbH*), развитый повсеместно на территории ПАБ, не рассматривался как отдельный таксон в связи со своей малой мощностью от 0,5—2 до 5 м и не имеющий практического значения для целей водоснабжения (Е. В. Быков, В.И. Гаврилов — Ухта, 1980). Были объединены водоносные горизонты пойм и надпойменных террас по геоморфологии, а также по генезису, приуроченные к крупным рекам в верхне-неоплейстоцен-голоценовый аллювиальный, озерно-аллювиальный, ал-

лювиально-морской водоносные горизонты (*a*, *la*, *amQIII-H*), т.к. они являлись немасштабными горизонтами.

В отчетах по оценке запасов расчленение отложений часто не согласовано с региональными работами. При составлении гидрогеологической карты масштаба 1:1 000 000 основной должна являться ГГК — 1000/3, с учетом ГГК — 200, поэтому показать на карте водоносные горизонты, выделенные при оценке запасов не всегда представляется возможным. Невозможность расчленения водоносных горизонтов, предлагаемых в отчетах по оценке запасов подземных вод, по геологическим таксонам листов Госгеолкарт-1000 из-за отсутствия геологических границ между гидрогеологическими горизонтами приводит к объединению горизонтов в комплексы для дальнейшего построения карты ПАБ. Если водоносность горизонтов различна в разрезе принимается водоносность наиболее мощного горизонта или генерируется из общих представлений об этих смежных горизонтах, учитывая их преобладающий генезис.

Плиоцен-нижнеплейстоценовые отложения на территории ПАБ вскрываются только отдельными скважинами, являются неоднородными по вертикали и латерали, малоизученными и не представляют практического интереса для целей водоснабжения. В связи с недостаточной информацией предлагается определить эти отложения как плиоцен-нижнеоплейстоценовый ледниково-морской, морской, аллювиально-морской относительно водоупорный комплекс (*gm*, *m*, *amN-QI*). Также возможно выделение разделяющей толщи по ханмейской морене, отложения которой развиты повсеместно, и в ряде отчетов предлагается как водоупорный горизонт — верхнеоплейстоценовый флювиогляциальный, гляциальный водоупорный горизонт (*f,g*, *gmQIII*). Одной из основных особенностей в расчленении плиоцен-четвертичных отложений является наличие на рассматриваемой территории многолетнемерзлых пород. Исследуемая территория относится к площади распространения сплошной, островной и прерывистой современной мерзлоты. Выделение мерзлых пород производилось по данным геофизических исследований и визуальных наблюдений при бурении и опытных работах.

Помимо изучения результатов региональных работ авторами статьи были рассмотрены геологические разрезы на участках наиболее представительных месторождений подземных вод и водозаборов, действующих в условиях распространения криолитозоны. Однако таких скважин недостаточно для полной характеристики распространения подземных вод и их соотношения с многолетнемерзлыми породами (ММП). Вследствие слабой изученности были проанализированы материалы по всем имеющимся данным на территории Большеземельского артезианского бассейна. В рассматриваемом регионе мерзлые породы имеют в основном сплошное либо островное распространение и захватывают плиоцен-четвертичные отложения. На некоторых участках выделяются два слоя многолетнемерзлых пород: погребенный (реликтовый) и современный, распространенный вблизи поверхности, непосредственно под сезонно-талым слоем.

При помощи геологических и гидрогеологических разрезов можно показать границу распространения таликов и многолетнемерзлых пород. Исходя из рассматриваемых разрезов, можно выделить зону распространения таликов и приуроченные к ней водоносные горизонты. Как видно из разреза на Салюкинском месторождении (рис. 1) зона распространения талика охватывает *относительно водоупорный субкриогенный тимано-уральский ледниковый, озерно-ледниковый горизонт (g, lgIII) и водоносный криогенно-таликовый чирвинский аллювиальный, озерно-аллювиальный гори-*

Как видно на рис. 2 (Среднемакарихинское месторождение) зона ММП также захватывает два горизонта: *водоупорный локально-водоносный криогенно-таликовый тимано-уральский ледниковый, ледниково-морской комплекс (g, gtIIIu) и водоупорный локально-водоносный криогенно-таликовый чирвинский озерно-аллювиальный и аллювиально-морской горизонт (la, amIIčr)* (Л.И. Косиненко, Е.Л. Власенко, П.В. Чувьуров и др. — Усинск, 2014). Название горизонтов приведено по отчетам с подсчетом запасов. Горизонты водоупорные и локально-водоносные, что не соответствуют принципам утвержденной «унифицированной схемы объектов гидрогеологической стратификации». На разрезе видно, что водоупорный локально-водоносный криогенно-таликовый тимано-уральский ледниковый,

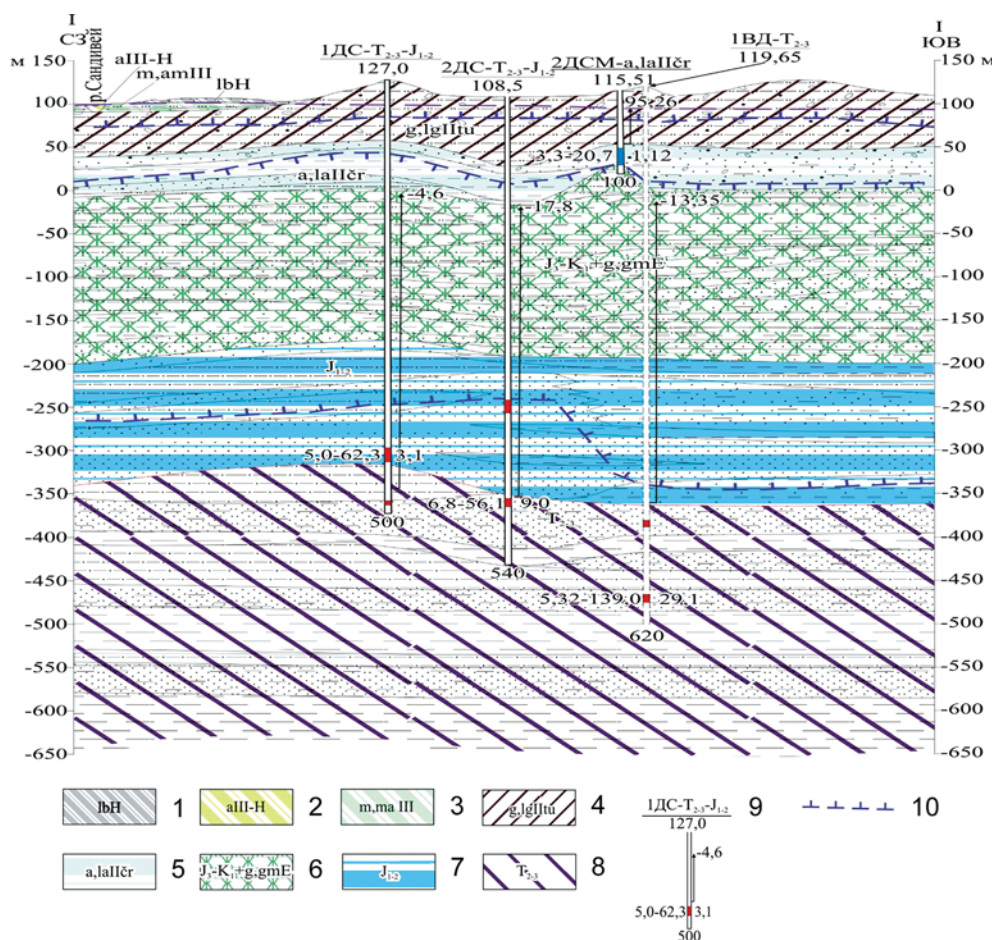
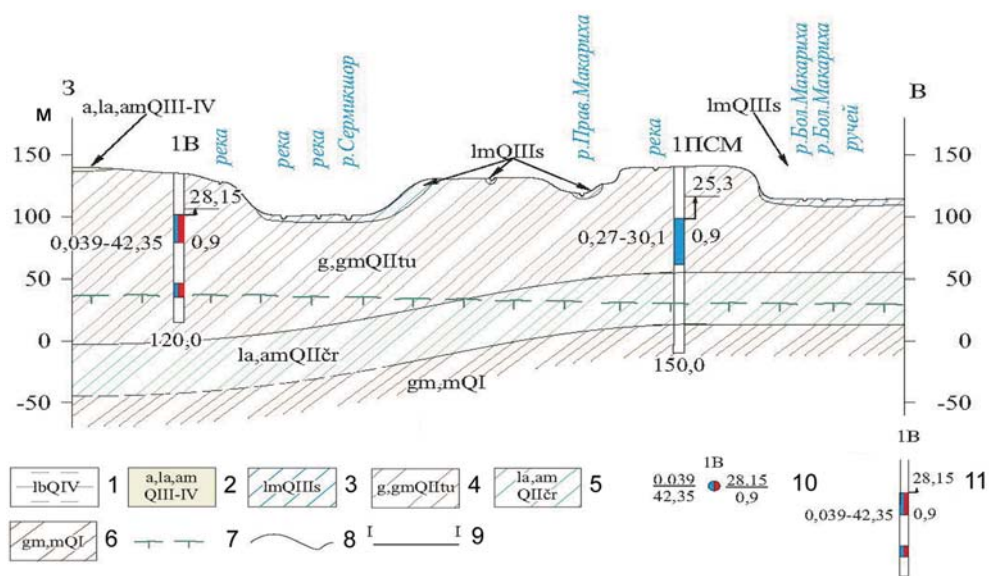


Рис 1. Гидрогеологический разрез Салюкинского месторождения подземных питьевых вод с областью распространения многолетнемерзлых пород (Т.П. Шешукова, И.О. Юркина, О.В. Калининско — Сыктывкар, 2009): водоносные горизонты и комплексы: 1 — сезонно-водоносный криогенно-таликовый голоценовый озерно-болотный горизонт; 2 — сезонно-водоносный криогенно-таликовый верхнеплейстоценовый голоценовый аллювиальный горизонт; 3 — относительно водоносный криогенно-таликовый верхнеплейстоценовый морской, аллювиально-морской горизонт; 4 — относительно водоупорный субкриогенный тимано-уральский ледниковый, озерно-ледниковый горизонт; 5 — водоносный криогенно-таликовый чирвинский аллювиальный, озерно-аллювиальный горизонт; 6 — водоупорный криогенный верхнеюрский нижнемеловой, ледниково и ледниково-морской эоплейстоценовый комплекс; 7 — водоносный субкриогенный ниже-среднеюрский терригенный комплекс; 8 — относительно водоносный средне-верхнетриасовый комплекс; 9 — скважины на разрезе: вверху — в числителе — номер скважины и индекс водоносного (горизонта) комплекса, в знаменателе — номер скважины.

35

Гидрогеологический разрез по линии I-I



вертикальный ледниково-морской, морской горизонт; 7 — граница многолетнемерзлых пород; 8 — границы гидрогеологических подразделений; 9 — линия гидрогеологического разреза; 10 — гидрогеологическая скважина. Цифра сверху — номер скважины. Слева в числителе — дебит, л/с; в знаменателе — понижение, м. Справа в числителе — глубина установившегося уровня воды, м; в знаменателе — минерализация воды, г/дм³. Цветом показан химический тип воды: красный — хлоридный, голубой — гидрокарбонатный; 11 — гидрогеологическая скважина. Цифра сверху — номер скважины. Черные стрелки соответствуют напору подземных вод. Цифры у стрелки — статический уровень воды, м. Цифры слева: первая — дебит, л/с; вторая — понижение, м; справа — минерализация воды, г/дм³

ледниково-морской комплекс (*g, gm II tu*) в основном состоит из талых пород, в то время как водоупорный локально-водоносный криогенно-таликовый чирвинский озерно-аллювиальный и аллювиально-морской горизонт (*la, am II cr*) почти полностью проморожен. Исходя из процентного содержания ММП в горизонтах, можно сделать вывод о том, что наиболее обводненным является водоупорный локально-водоносный криогенно-таликовый тимано-уральский ледниковый, ледниково-морской комплекс (*g, gm II tu*) и по мнению авторов его можно переименовать в **тимано-уральский ледниковый, ледниково-морской водоносный криогенно-таликовый комплекс (*g, gm II tu*)**. Следовательно, водоупорный локально-водоносный криогенно-таликовый чирвинский озерно-аллювиальный и аллювиально-морской горизонт (*la, am II cr*) (Л.И. Косиненко, Е.Л. Власенко, П.В. Чувьуров и др. — Усинск, 2014) — в **чирвинский озерно-аллювиальный и аллювиально-морской водоупорный криогенно-таликовый горизонт (*la, am II cr*)**. При картировании можно выделить границу кровли ММП, а также обозначить талики и их стратиграфическую причастность к тем или иным отложениям.

При гидрогеологической стратификации, в частности при выделении водоносных и водоупорных горизонтов, отбитые границы таликов и ММП позволят с большей точностью расчленить плиоцен-четвертичные отложения.

Выводы

Выполненный анализ гидрогеологического расчленения плиоцен-четвертичных отложений показал его сложность по двум причинам:

1) исключительное разнообразие литолого-фациального состава этих отложений и их генезис;

2) наличие ММП со сложными условиями их распространения в планке и разрезе.

Намеченные авторами методические подходы к гидрогеологическому расчленению разреза будут уточняться в процессе работы, в том числе будет разработана единая гидрогеологическая схема ПАБ.

Разработка единой унифицированной схемы объектов гидрогеологической стратификации позволит проводить сопоставление со смежными гидрогеологическими объектами, сохраняя целостность гидрогеологического разреза, использовать единую электронную индексацию гидрогеологических таксонов, что даст возможность координировать решения региональных гидрогеологических задач, ведения ГМСН и поисково-оценочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карта четвертичных образований территории Российской Федерации масштаб 1:2 500 000. Пояснительная записка. Книга 2. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2013. — С. 62–66.
2. Методические рекомендации по составлению карт гидрогеологического районирования масштаб 1:2 500 000, схем гидрогеологической стратификации классификаторов объектов гидрогеологического районирования и стратификации / Л.А. Островский, А.А. Шпак. — М.: ВСЕГИНГЕО, 2004.
3. Решение 2-го межведомственного стратиграфического совещания по четвертичной системе Восточно-Европейской платформы (Ленинград-Полтава-Москва, 1983) с региональными схемами. — Л., 1986. — 155 с.
4. Принципы гидрогеологической стратификации бассейнов подземных вод (Методическое письмо). — М.: ВСЕГИНГЕО, 1989.
5. Принципы гидрогеологической стратификации и районирования территории России. — М.: ВСЕГИНГЕО, 1998.

© Егоров Т.С., Ершов В.В., 2015

Егоров Тимофей Сергеевич // egorchik_tima@mail.ru
Ершов Вячеслав Вячеславович // iflsm@mail.ru