

— внести изменения в ОК 032-2002, присвоив ему название «Общероссийский классификатор полезных ископаемых»;

— внести изменения в Водный и Налоговый Кодексы, приведя их в соответствие с законом «О недрах».

ЛИТЕРАТУРА

1. Горное положение Союза ССР (утв. Постановлением ЦИК СССР и СНК СССР от 09.11.1927 г.).
2. ГОСТ Р 50544-93 «Породы горные. Термины и определения». Госстандарт России. — М.: Издательство стандартов, 1993.
3. Закон РСФСР «Об утверждении Водного Кодекса РСФСР» от 30.06.1972 г.
4. Закон СССР «Об утверждении основ водного законодательства СССР и союзных республик» от 10.12.1970 г.
5. Закон СССР «Об утверждении основ законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах» от 09.07.1975 г.
6. Карпинский, А.П. Собр. соч., т. 11 / А.П. Карпинский. — М.-Л.: Изд. АН СССР, 1939. — С. 77.
7. Мухина, Э.Н. Подземные воды как объект правового регулирования отраслей природоресурсного права / Э.Н. Мухина // Журнал российского права. — 2010. — № 9. — С. 99–105.
8. Общероссийский классификатор полезных ископаемых и подземных вод. МПР России. Госстандарт России. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
9. Реймерс, Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. — М.: Мысль, 1990.
10. Седов, Н.В. О классификации подземных вод в общероссийском классификаторе полезных ископаемых / Н.В. Седов, Р.И. Плотникова // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. — 2008. — № 5. — С. 72–82.
11. Хаустов, Д.В. Коллизионные вопросы соотношения водного законодательства и законодательства о недрах при регулировании добычи подземных вод / Д.В. Хаустов // Актуальные проблемы правоведения. Научно-теоретический журнал. — 2005. — № 3(12). — Самара: Изд-во СГЭУ, С. 189–195.
12. Экологическое право Российской Федерации. Курс лекций / Под ред. Ю.Е. Винокурова. — М.: Изд-во МНЭПУ, 1999.
13. Язвин, А.Л. Проблемы взаимодействия отраслей права при изучении и использовании питьевых и технических подземных вод / А.Л. Язвин // Недропользование XXI век. — 2019. — № 1. — С. 14–27.
14. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.

© Язвин А.Л., 2020

Язвин Александр Леонидович // alyazvin@hydec.ru

УДК 502.7, 504.61, 550.812

Боревский Б.В. (ЗАО «ГИДЭК»), Грабовников В.А. (ФГБУ «Гидроспецгеология»)

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЖИДКИХ ОТХОДОВ В НЕДРАХ

На основании сравнительного анализа состава и класса опасности жидких отходов производства и потребления, а также геолого-гидрогеологических условий участков недр, выбираемых для этих целей, предложена дифференциация нормативных требований. Все жидкие

*отходы производства предлагается разделить на 2 группы: токсичные биологически опасные отходы производственной деятельности (захоронение отходов в недрах); нетоксичные и малотоксичные отходы, возникающие в процессе переработки добываемых из недр твердых и жидких полезных ископаемых (возврат в недра). Предложено существенно либерализовать действующие требования к размещению жидких отходов в недрах и в первую очередь для нетоксичных и малотоксичных стоков и при возврате в недра жидких отходов добытого из недр минерального сырья. **Ключевые слова:** жидкие отходы, добыча полезных ископаемых, размещение (захоронение) в недрах, возврат в недра, нормативные требования, стадийность геологоразведочных работ.*

Borevskiy B.V. (HYDEC), Grabovnikov V.A. (Hydrospecsgeology) CHALLENGES OF IMPROVING THE METHODOLOGY OF HYDROGEOLOGICAL STUDIES AND THEIR REGULATORY AND METHODOLOGICAL SUPPORT TO JUSTIFY THE PLACEMENT OF LIQUID WASTE IN SUBSOILS

*Based on the comparative analysis of the composition and hazard class of liquid wastes of production and consumption, as well as the geological and hydrogeological conditions of subsoil areas selected for these purposes, a differentiation of regulatory requirements is proposed. It is proposed to divide all liquid production wastes into 2 groups: toxic biohazardous industrial production waste (landfill into the subsoil); non-toxic and low-toxic waste arising in the process of processing solid and liquid minerals mined from subsoil (return to the subsoil). It is proposed to substantially liberalize the existing requirements for the placement of liquid waste in the subsoil and, first of all, for non-toxic and low-toxic drains and when liquid wastes extracted from subsoil are returned there. **Keywords:** liquid waste, mining, placement (burial) in the subsurface, return to the subsurface, regulatory requirements, stages of geological exploration.*

Использование недр для размещения жидких отходов производства и потребления постоянно расширяется. В последние десятилетия количество участков недр, используемых для этих целей, прогрессивно возрастает. Размещаемые в недрах жидкие отходы существенно дифференцированы по составу, классу опасности, объемам и ряду других факторов.

Все жидкие отходы, размещаемые в недрах, помимо классов опасности можно подразделить на две крупные группы:

— биологически опасные жидкие отходы, возникающие в процессе производства на поверхности земли (радиоактивные, химические и другие токсичные отходы, а также хозяйственно-бытовые стоки), и подлежащие размещению (захоронению) в недрах, как инородная жидкость;

— отходы, возникающие при добыче и переработке извлеченных из недр полезных ископаемых, подлежащие возврату в недра. Это, прежде всего, нефтепромысловые подтоварные воды, дренажные воды

карьерного водоотлива (например, алмазоносных трубок в Республике Саха (Якутия)), остаточные продукты водоподготовки подземных вод (например, при обратном осмосе) с целью доведения их до питьевых кондиций, теплоэнергетические воды после снятия тепла, промышленные воды после извлечения из них ценных компонентов, конденсационные воды газо- и нефтехранилищ и т.п., подлежащие возврату в недра.

Таким образом, следует говорить о двух принципиально различающихся вариантах размещения в недрах жидких отходов производства и потребления:

1) размещение биологически опасных токсичных жидких отходов, образовавшихся в результате производственной или хозяйственной деятельности на земной поверхности;

2) возврат в недра нетоксичных или слаботоксичных жидких отходов, образованных при переработке жидких или твердых материалов, извлеченных из недр на участке их разработки, не представляющих биологической опасности.

При захоронении жидких отходов участок недр должен выбираться в зависимости от сложившейся ситуации по возможности ближе к зоне накопления жидких отходов, если это позволяют геолого-гидрогеологические условия.

При возврате жидких отходов в недра, участок недр, как правило, целесообразно располагать на территории горного отвода добывающих предприятий, что особенно важно для месторождений и участков добычи и хранения углеводородов в нефтепромысловой отрасли.

Несмотря на разницу геолого-гидрогеологических условий участков недр, используемых для размещения жидких отходов разных классов опасности, при их захоронении и возврате в недра, принципиальные требования к надежности их экранирования идентичны. Например, при захоронении в недрах радиоактивных и токсичных химических или отходов пищевой промышленности, возврате в недра жидких отходов после извлечения из них нефти или жидкой руды, возврате в недра солевого концентрата обратного осмоса.

Во всех перечисленных случаях к особенностям гидрогеологических условий участков недр, предназначенных для размещения жидких отходов в недрах, методике гидрогеологических исследований, их стадийности, составу отчетных материалов предъявляются единые требования, сформулированные в действующих нормативных документах и первоначально установленные для биологически опасных отходов атомной и химической промышленности. Это приводит не только к безусловному «утяжелению» и удорожанию работ, но и, зачастую, к их абсолютно нерациональным комплексам, особенно на разрабатываемых промысловых участках, а также к отказу от выбора участков недр вполне пригодных для размещения малотоксичных стоков.

Совершенно очевидно, что существенная либерализация требований к гидрогеологическим условиям участков недр для размещения отходов и к их изучен-

ности безусловно назрела применительно к жидким стокам (отходам) невысокого уровня опасности и тем более возвращаемым в недра подземным водам, ранее извлеченным из недр при добыче полезных ископаемых.

В настоящее время в рассматриваемой области гидрогеологии действуют следующие нормативные и методические документы и пособия.

1) Требования к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по геологической информации об участках недр, намечаемых для строительства и эксплуатации подземных сооружений для хранения нефти и газа, захоронения радиоактивных, токсичных и иных опасных отходов, сбросов сточных вод и иных нужд, не связанных с разработкой месторождений полезных ископаемых (Приказ Минприроды № 586 от 11.12.2013 г.).

2) Методические рекомендации по обоснованию выбора участков недр для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых (ГКЗ-МР, 2007).

Действующие нормативные требования были сформулированы применительно к захоронению жидких радиоактивных и высоко токсичных химических отходов в 1960-е годы. В настоящее время они без должного обоснования распространены на все другие типы жидких отходов производства и потребления независимо от степени их экологической опасности, в т.ч. при возврате в недра подтоварных вод на месторождениях углеводородов, промышленных и теплоэнергетических вод после сепарации или извлечения из них ценных компонентов дренажных вод при водоотливе, продуктов обратного осмоса.

Основные требования к участкам недр, предназначенным для размещения жидких отходов в недрах, сводятся к следующему:

— надежная изолированность поглощающего водоносного горизонта-реципиента, исключая его гидравлическую связь с вышележащими водоносными горизонтами, поверхностными и атмосферными водами;

— наличие буферного горизонта, залегающего выше кровли горизонта-реципиента и отделенного от него водоупором;

— в горизонте-реципиенте должны содержаться только соленые воды или рассолы;

— наличие пресных вод в горизонте-реципиенте не допускается.

Несомненно, действующие требования к обоснованию возврата жидких стоков в недра, применение которого как для систем ППД, так и для сброса излишков подтоварных вод, началось еще в конце XIX в., существенно ужесточены. Причем требования к обоснованию сброса в отработанные или непродуктивные водоносные горизонты излишков подтоварных вод оказались существенно более жесткими, чем для систем ППД, что представляется абсурдным.

Естественно, что здесь мы не имеем ввиду требования к техническому состоянию нагнетательных скважин, которые безусловно должны быть едиными.

Стадийность геологоразведочных работ независимо от условий и характера стоков, проблем их захоронения или возврата в недра, особенностей геолого-гидрогеологических условий участков недр в настоящее время, по существу, сводится к двум стадиям:

— геологическое изучение недр, результатом которого должно являться обоснование исходных данных для разработки проекта опытно-промышленной эксплуатации (ОПЭ), его согласование и получение лицензии на эксплуатацию, включающую ОПЭ;

— проведение ОПЭ и получение на ее основании исходных данных для разработки технического проекта эксплуатации.

При этом требования к составу отчетных материалов по результатам этих стадий ГРР не дифференцированы, а проведение ОПЭ во многих случаях, особенно на разрабатываемых нефтяных месторождениях с системами ППД, на действующих промыслах в большинстве случаев являются излишним.

При разработке дифференцированных требований к выбору участков недр для размещения жидких отходов, методике ГРР и составу отчетных материалов целесообразно использовать опыт оценки запасов и прогнозных ресурсов подземных вод, где они разделяются по степени изученности на различные категории, существенно различающиеся по полноте и возможности использования. Участки недр по сложности геолого-гидрогеологических условий разделены на несколько групп, а по степени изученности выделяются выявленные (перспективные), оцененные, разведанные и эксплуатируемые, допускается совмещение и исключение отдельных стадий в зависимости от сложности гидрогеологических условий, задач исследований, величины запасов и т.п. Такие предложения за исключением разделения участков на группы сложности, по существу, содержались в проекте требований, разработанных ЗАО «ГИДЭК» в 2002 г.

Отметим, что для одиночных водозаборов малой мощности разработаны упрощенные требования.

Используя опыт разработки нормативно-методической базы оценки запасов и перечисленные выше особенности жидких стоков в первом приближении предлагается рассмотреть возможность дифференциации требований к геологоразведочным работам и составу отчетных материалов по следующим направлениям:

1) Размещение жидких стоков в недрах для целей их захоронения или возврата в недра.

2) Разделение закачиваемых стоков по классам опасности.

3) Требования к изученности геолого-гидрогеологических условий в зависимости от решаемых задач и класса опасности стоков, в т.ч. объема закачки (аналог категорий запасов).

4) Разделение участков недр по сложности геолого-гидрогеологической обстановки на группы сложности.

5) Стадийность геологического изучения недр в увязке со стадиями проектирования.

6) Разделение изучаемых участков на оцененные, разведанные и эксплуатируемые (промысловые).

7) Требования к геохимической совместимости закачиваемых стоков и пластовых вод при их захоронении или возврате, необходимости и состава водоподготовки.

8) Требования к исходным данным для проектирования в разных геолого-гидрогеологических условиях в зависимости от класса опасности стоков, объемов закачки, возврата или захоронении жидких стоков, наличия или отсутствия проектов разработки основного полезного ископаемого.

Особые требования должны быть сформулированы для нефтепромысловых участков, в т.ч. при незначительных объемах закачки по аналогии с упрощенными требованиями для одиночных водозаборов. Такой упрощенный порядок может безусловно применяться при незначительных объемах сбросов в хорошо изученных районах, например, в Волго-Уральском регионе.

Общепринятые и закрепленные в нормативно-методических документах требования к гидрогеологическим условиям участков недр, которые могут использоваться для подземного размещения жидких отходов, приведены в перечисленных нормативно-методических документах, а также в многочисленных публикациях, наиболее распространенные из которых приведены в списке литературы [1–7]. Теоретический анализ и опыт практического применения подземного захоронения жидких отходов свидетельствует, что эти требования обеспечивают необходимую как в пространстве, так и по времени локализацию отходов в заранее установленных пределах с весьма существенным запасом надежности. Это обстоятельство выражается, в частности в том, что на практике успешная эксплуатация ППЗ с надежным прогнозом последующей экологической безопасности имеет место и в условиях, не соответствующих традиционным нормативным требованиям. Примерами таких объектов являются два из трех атомных ППЗ-СХК и ГХК. Неполное соответствие гидрогеологических условий нормативным требованиям на этих объектах является следствием того, что местоположение предприятий директивно устанавливалось раньше, чем принималось в ходе последующей эксплуатации вынужденное решение о подземном захоронении жидких радиоактивных отходов на месте [3].

Оба полигона на картах условий подземного захоронения жидких отходов [6] располагаются в пределах площадей, характеризующихся, как неперспективные для подземного захоронения. Главным традиционно отрицательным фактором такой оценки является отсутствие в осадочном чехле обоих участков надежно изолированных водоносных горизонтов, содержащих воды повышенной и высокой минерализации, непригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Все водоносные горизонты осадочного чехла и даже породы кристаллического фундамента содержат на данных объектах пресные подземные воды с минерализацией не более 0,5 г/дм³. Несмотря на эти обстоятельства, в связи с работой уже построенных атомных предприятий, накапливающих жидкие РАО в

поверхностных хранилищах, был поставлен вопрос о выяснении возможностей перехода на этих объектах к подземному захоронению. Детальное изучение гидрогеологических условий обоих объектов позволило организовать здесь успешно эксплуатируемые полигоны подземного захоронения жидких РАО низкого, среднего и эпизодически (малыми порциями) высокого уровня активности [7].

Успешный опыт эксплуатации этих полигонов свидетельствует о возможности в зависимости от особенностей геолого-гидрогеологических условий успешно, экологически обосновано и безопасно осуществлять подземное размещение жидких отходов в горизонты пресных вод в условиях, отличающихся от нормативных требований их размещения в глубокие водоносные горизонты, содержащие рассолы или высоко минерализованные воды.

Причем в данных примерах осуществлялось размещение (захоронение) в недрах радиоактивных стоков.

Одним из главных нормативных требований к участкам размещения жидких отходов в недрах является гидравлическая изолированность пласта-коллектора от расположенных выше водоносных горизонтов, в т.ч. буферного горизонта за счет разделяющего эти горизонты водоупора, распространенного на большие расстояния. Ранее авторами настоящей статьи было показано, что зона растекания закачиваемых в недра жидких отходов невелика, а зона изменения гидродинамического состояния горизонтов-реципиентов за пределами границы растекания не носит в себе экологически опасных последствий [3].

Поэтому требования отсутствия гидравлических окон за пределами зоны растекания отходов в большинстве случаев избыточны.

Более того, требование полного отсутствия гидравлических окон в перекрывающем водоупоре требует, во всяком случае, ограничения по площади. Само наличие буферного горизонта должно иметь место только при закачке высокотоксичных радиоактивных и химических жидких стоков.

Совершенно очевидно, что существенная либерализация требований к гидрогеологическим условиям подземного захоронения вполне оправдана применительно к отходам невысокого уровня опасности и, тем более, к возвращаемым в недра подземным водам, ранее извлеченным попутно с другими полезными ископаемыми, в т.ч. отходов обратного осмоса, а также промышленных и теплоэнергетических вод после извлечения из них ценных элементов или снятия тепла.

Либерализация требований к гидрогеологическим условиям участков недр для размещения жидких отходов применительно к нетоксичным и малотоксичным стокам давно назрела, а применительно к токсичным требует существенного уточнения и пересмотра.

Базой для принятия решений о пересмотре нормативно-правовых требований к этому виду пользования недрами может и должен быть опыт эксплуатации действующих полигонов закачки стоков разного класса опасности.

Напомним, что в конце 1950-х- начале 1960-х годов в Советском Союзе была выполнена масштабная работа по сопоставлению данных разведки и эксплуатации подземных вод. Ее результаты стали революционным стимулом прогресса методики и результатов разведки подземных вод. В практику работ начало внедряться, а затем широко использоваться локальное и региональное математическое моделирование, в т.ч. разведочное моделирование, эффективность и результативность которого были весьма высокими.

Несомненно, этот опыт можно и нужно позаимствовать и реализовать для целей размещения жидких отходов в недрах.

Очень важно построение региональных моделей в артезианских бассейнах, где имеется большое число взаимодействующих участков водоотбора и закачки (например, Западная Сибирь, Волго-Уральский бассейн и его отдельные фрагменты и т.п.).

На предпроектной стадии в рамках разведочного моделирования при выборе поглощающих горизонтов весьма эффективно могут рассматриваться задачи оценки опасности обводнения близлежащих нефтяных месторождений, что сегодня вызывает серьезные или необоснованные опасения у многих нефтяников. На разрабатываемых нефтепромысловых участках недр оценка пригодности их для возврата промысловых стоков в недра и отчет о их геологическом изучении может, как правило, составляться на основе имеющихся данных. В зависимости от их содержания и достаточности участок недр может относиться к оцененным и разведанным. После рассмотрения этого отчета в «ГКЗ» недропользователь может переходить к разработке ОПЭ или технического проекта без проведения ГРП по геологическому изучению недр.

Крайне актуальным является разработка методик и требований к мониторингу полигонов закачки, а также месторождений углеводородов. Такие требования для подземных вод и твердых полезных ископаемых были разработаны и утверждены в начале XXI в. Аналогичные требования для месторождений углеводородов, разработанные ЗАО «ГИДЭК», не были утверждены из-за отсутствия согласования с нефтяными компаниями.

Актуальность разработки требований к мониторингу участков закачки жидких стоков с учетом дифференциации требований, рассмотренных в данной статье, очевидно перезрела.

Одним из наиболее абсурдных требований законодательства является необходимость оформления двух лицензий: на добычу полезных ископаемых и на возврат в недра жидких отходов после извлечения из добытых вод ценных компонентов, продуктов обратного осмоса, снятия тепла и т.д. Причем вторая лицензия выдается под флагом «использование недр в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых». Абсурдность ситуации заключается в том, что возврат в недра жидких отходов является одним из технологических процессов, без которого невозможна добыча минерального сырья.

Например, возврат в недра жидких стоков после извлечения из рассолов йода, лития и т.д., либо после водоподготовки подземных вод методом обратного осмоса и образования концентрированных отходов с высоким содержанием солей.

Безусловно, в этих случаях добыча полезных ископаемых и возврат в недра остаточных жидких продуктов производства должны проводиться по единой лицензии на недропользование. Особенно это необходимо в тех случаях, когда и добыча полезных ископаемых, и возврат в недра жидких стоков, образующихся при извлечении ценных компонентов, производятся в едином технологическом цикле.

Авторы полагают, что проблемы, затронутые в нашей статье, станут предметом широкой общественной дискуссии и будут способствовать совершенствованию нормативно-методических требований к комплексу работ по обоснованию размещения жидких отходов в недрах в различных геолого-гидрогеологических условиях.

Прежде всего, это касается необходимости существенного упрощения требований к обоснованию возврата в недра излишков нефтепромысловых стоков, отходов обратного осмоса, промышленных и теплоэнергетических вод после извлечения ценных компонентов и снятия тепла. Синхронизировать их с требованиями к системам ППД как вновь изучаемых, так и, что особенно важно, на разрабатываемых в течение многих лет участках, на которых сброс излишков подтоварных вод в недра происходит в течение многих лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гидрогеологические исследования для обоснования подземного захоронения промышленных стоков* / Под ред. В.А. Грабовникова. — М.: Недра, 1993. — 335 с.
2. *Боревский, Л.В.* Требования к геологическим материалам по обоснованию подземного захоронения жидких отходов. 1-я редакция // Л.В. Боревский, В.А. Грабовников, С.С. Палкин. — ЗАО «ГИДЭК», 2002. — 21 с.
3. *Грабовников, В.А.* Подземное захоронение жидких отходов. Успехи, проблемы, перспективы / В.А. Грабовников, Б.В. Боревский. — М.: Геоэкология. — № 6. — 2011. — С. 512–513.
4. *Гольдберг, В.М.* Подземное захоронение промышленных сточных вод / В.М. Гольдберг, Н.П. Скворцов, Л.Г. Лукьянчикова. — М.: Недра, 1994. — 282 с.
5. *Блажнов, Я.Н.* Оценка гидродинамической изолированности пластов-коллекторов с использованием метода гелиеметрии / Я.Н. Блажнов, Н.Н. Егоров // Разведка и охрана недр. — 2008. — № 10. — С. 8–11.
6. *Егоров, Н.Н.* Цифровая карта геолого-гидрогеологических условий захоронения жидких промышленных отходов в глубокие водоносные комплексы / Н.Н. Егоров, В.И. Новоселова, Я.Н. Блажнов, Е.И. Гусева // Разведка и охрана недр. — 2008. — № 10. — С. 8–11.
7. *Паркер, Ф.Л.* Анализ долговременных последствий глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов на Горно-химическом комбинате, Красноярский край / Ф.Л. Паркер, А.И. Рыбальченко, В.И. Величкин, К.Л. Комптон, В.М. Новиков и др. // Геология рудных месторождений. — 1999. — Т. 41. — № 6. — С. 467–484.

© Боревский Б.В., Грабовников В.А., 2020

Боревский Борис Владимирович // borevsky@hydec.ru
Грабовников Валерий Аркадьевич // gravaler@yandex.ru

Козак С.З.¹, Агеев В.В.², Шабанов А.В.¹,
Богомолова Л.С.¹ (1 — ЗАО «ГИДЭК», 2 — ЦГЭМИ
ИФЗ РАН)

РЕШЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА РУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ В СЛОЖНЫХ ГЕОЛО- ГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ В ЗОНЕ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

*В статье описан опыт применения комплекса геофизических методов для оценки гидрогеологических условий в сложном геологическом разрезе в зоне многолетнемерзлых пород. Акваториальные геофизические исследования позволили выделить талики под ручьями и оценить их размеры. По результатам зондирования ЗМПЗ установлено положение гидрогеологически значимого тектонического нарушения в слоистой толще, заверенного гидрогеологическими скважинами. **Ключевые слова:** акваториальная и наземная геофизика, талики, зондирования методом переходных процессов, тектоническое нарушение.*

Kozak S.Z.¹, Ageev V.V.², Shabanov A.V.¹, Bogomolova L.S.¹
(1 — HYDEC, 2 — TsGEMI IPP RAS)

SOLVING HYDROGEOLOGICAL ISSUES IN AN ORE DEPOSIT UNDER DIFFICULT GEOLOGICAL CONDITIONS IN THE PERMAFROST ZONE USING GEOPHYSICAL METHODS

*The article describes the experience of using a complex of geophysical methods to assess hydrogeological conditions in a complex geological section in the permafrost zone. Aquatorial geophysical studies made it possible to isolate taliks under streams and to estimate their size. Based on the results of soundings of the PMZ, the position of a hydrogeologically significant tectonic disturbance in the stratified sequence certified by hydrogeological wells was established. **Keywords:** aquatorial and terrestrial geophysics, taliks, transient soundings, tectonic disturbance.*

Геофизические методы являются неотъемлемой частью общего комплекса методов, применяемых при оценке гидрогеологических условий рудных месторождений.

Наши исследования выполнены на рудном месторождении, расположенном в Восточной Сибири в зоне развития многолетнемерзлых пород. Особенностью месторождения являются сложные геолого-геокриологические условия, что предопределило сильную пространственную изменчивость пород по их физическим свойствам. Отработка месторождения предполагалась карьерным способом. Отметим, что уровень геологической изученности месторождения был высоким, однако гидрогеологические условия были изучены относительно слабо.

Перед геофизикой были поставлены следующие задачи (в скобках — методы их решения):