

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТАЛИЦКОГО УЧАСТКА

Красильников П.А., Ширяева Н.А.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия, e-mail: chisp07@gmail.com

В настоящее время на территории Талицкого участка ведется строительство горно-обогатительного комбината и существует значительный риск загрязнения подземных вод, используемых в водоснабжении близлежащего посёлка и обогатительной фабрики. В связи с этим необходимы постоянные наблюдения и регулярный контроль за гидрогеологическими условиями Талицкого участка. Геологическая среда во множестве случаев препятствует проникновению загрязняющих веществ с поверхности, что определяет природную защищенность подземных вод. В статье представлены результаты исследования по оценке защищенности подземных вод Талицкого участка ВКМКС на основе геоинформационных систем. В качестве классификационной и методической основы для оценки защищенности была выбрана методика В.М. Гольдберга. Приведены преимущества использования ГИС при решении таких задач. Составлены макеты карт по степени фактической или потенциальной подверженности подземных вод загрязнению или ухудшению их качества в результате техногенного загрязнения.

Ключевые слова: защищенность подземных вод, геоинформационные системы, картографический анализ.

GEOINFORMATION APPROACH TO ASSESSMENT OF GROUNDWATER PROTECTION TALITSKY AREA

Krasilnikov P.A., Shiryaeva N.A.

Perm State University, Perm, Russia, e-mail: chisp07@gmail.com

The territory of Talitsky area under construction of mining and processing complex, and there is a significant risk of contamination of groundwater used for water supply in the nearby village and the concentrator. In this connection required constant supervision and regular monitoring of hydrogeological conditions Talitsky area. The geological environment in many cases prevents the penetration of contaminants from the surface that defines the natural protection of groundwater. The article presents the results of a study on the assessment of groundwater protection Talitsky area VKMKS based on geographic information systems. As classification and methodological basis for evaluating the security has been chosen method of VM Goldberg. The advantages of the use of GIS in solving such problems. Compiled card layouts on the degree of actual or potential exposure to groundwater contamination or deterioration of their quality as a result of man-made pollution.

Keywords: groundwaterprotection, GIS, cartographicanalysis.

В настоящее время на территории Талицкого участка ведется строительство горно-обогатительного комбината и существует значительный риск загрязнения подземных вод, используемых в водоснабжении близлежащего посёлка и обогатительной фабрики. В связи с этим необходимы постоянные наблюдения и регулярный контроль за гидрогеологическими условиями Талицкого участка. Геологическая среда во множестве случаев препятствует проникновению загрязняющих веществ с поверхности, что определяет природную защищенность подземных вод [1,6]. Использование стандартных средств расчета для оценки защищённости подземных вод значительно увеличивает время обработки материалов. Используя геоинформационные системы, мы: во-первых, минимизируем временные затраты, во-вторых, получая новые данные, всегда можем включить их в расчеты и в автоматическом режиме провести перерасчет, а также готовить постоянно действующую ГИС, которая при

необходимости может стать основой для решения гидрогеологических задач с использованием программ гидрогеологического моделирования [5,7].

Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей (ВКМКС) – одно из крупнейших в мире. Талицкий участок расположен в восточной краевой полосе южной части ВКМКС. В административном отношении участок расположен в Усольском муниципальном районе и на территории, подчиненной городу Березники Пермского края. Исследуемая территория относится к области Русской денудационной равнины Предуралья и представляет собой холмистую местность, дренированную многочисленными водотоками разного порядка.

Методические основы оценки природной защищенности подземных вод

Существует большое количество основных и модифицированных методик оценки природной защищенности (Барина и др., 1985; Белоусова, 2001; Ельцина, 1994; Зекцер, 2001; Метод. руководство..., 1979; Мельничук, 1997; Рогачевская, 2002; Vrba, Zapozec, 1994; Witkowski et al., 2007 и др.). Результат исследований выражается в виде карт природной защищенности, составляемых для горизонта грунтовых вод и первого от поверхности основного горизонта (Барина и др., 1985; Белоусова, 2001; Зекцер, 2001, Метод. руководство..., 1979).

Защищенность зависит от многих факторов, которые можно разбить на две группы: природные и техногенные [2]. К основным природным факторам относятся: глубина до уровня подземных вод, наличие в разрезе и мощность слабопроницаемых пород, литология и сорбционные свойства пород, соотношение уровней исследуемого и вышележащего водоносных горизонтов. К техногенным факторам, прежде всего, следует отнести условия нахождения загрязняющих веществ на поверхности земли и, соответственно, характер их проникновения в подземные воды, химический состав загрязняющих веществ и, как следствие, их миграционную способность, сорбируемость, химическую стойкость, время распада, характер взаимодействия с породами и подземными водами. В [4,8] более детально описаны закономерности распределения и скорости фильтрации загрязнителя в различных грунтах.

Защищенность подземных вод можно охарактеризовать качественно и количественно. В первом случае в основном рассматриваются только природные факторы, во втором – природные и техногенные. Детальная оценка защищенности подземных вод с учетом особенности влагопереноса в зоне аэрации и характера взаимодействия загрязнения с породами и подземными водами требует, как правило, создания гидрогеохимической модели процессов проникновения загрязнения в водоносный горизонт.

Качественная оценка может быть проведена в виде определения суммы условных

баллов или на основании оценки времени, за которое фильтрующиеся с поверхности воды достигнут водоносного горизонта (особенности влагопереноса в зоне аэрации и процессы взаимодействия загрязнения с породами и подземными водами при этом не учитываются).

В нашем исследовании, в качестве методической основы для оценки защищенности подземных вод Талицкого участка использовались разработки В.М. Гольдберга, предложившего в качестве критериев защищенности бальную оценку соотношения уровней оцениваемого водоносного горизонта и вышележащего безнапорного водоносного горизонта, мощность и литологический состав вышележащих пород.

Сумма баллов, зависящая от условий и глубины залегания грунтовых вод, мощностей слабопроницаемых отложений и их литологического состава, определяет степень защищенности грунтовых вод. Для расчета суммы баллов необходимо сложить баллы, полученные за мощность зоны аэрации, и баллы за мощности имеющихся в разрезе слабопроницаемых пород. Посумме баллов выделяются шесть категорий защищенности грунтовых вод: I – <56, II – 5-106, III – 10-156, IV – 15-206, V – 20-256, VI – >256 [1].

Наименьшей защищенностью характеризуются условия, соответствующие категории I, наибольшей – категории VI.

Оценка защищенности подземных вод на основе ГИС

Решение поставленной задачи начинается с создания базового ГИС проекта, содержащего топографическую основу территории исследования, абсолютные отметки уровней грунтовых вод, геологическое строение и гидрогеологические параметры, характеризующие скорости проникновения загрязнителей в подземные воды (рис. 1).

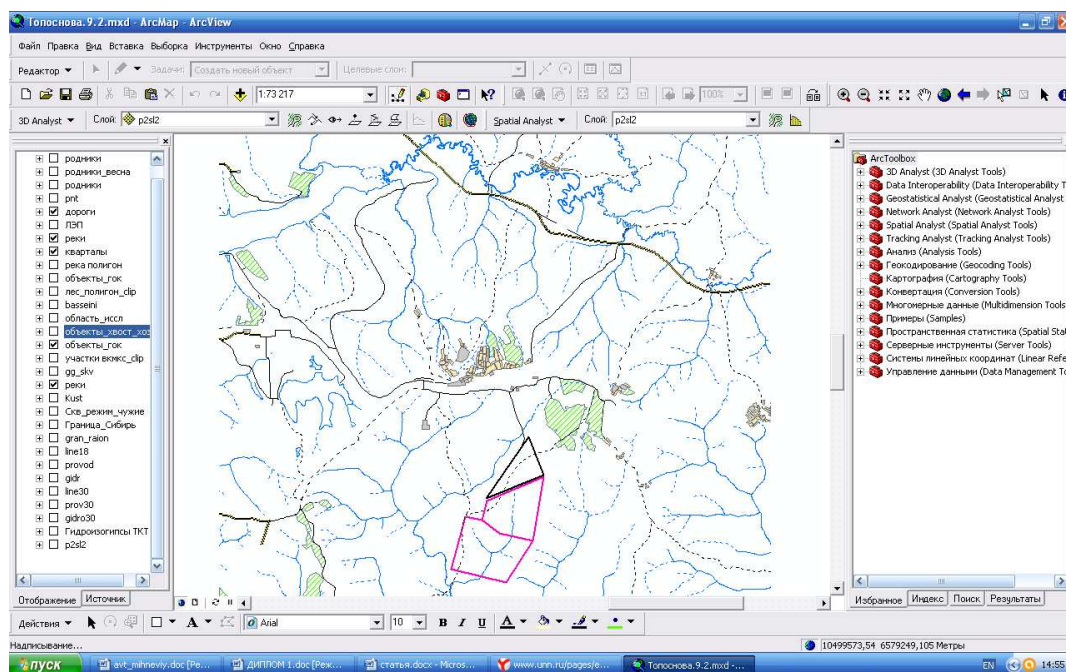


Рис. 1. Топографическая основа, созданная в среде ArcGIS

Создаваемая база данных должна быть выполнена в единой системе координат, что позволяет осуществлять синтез имеющихся данных.

На рисунке представлена трёхмерная геологическая модель Талицкого участка ВКМКС, созданная в ArcGIS и пригодная для дальнейшего геоинформационно-картографического моделирования (рис. 2).

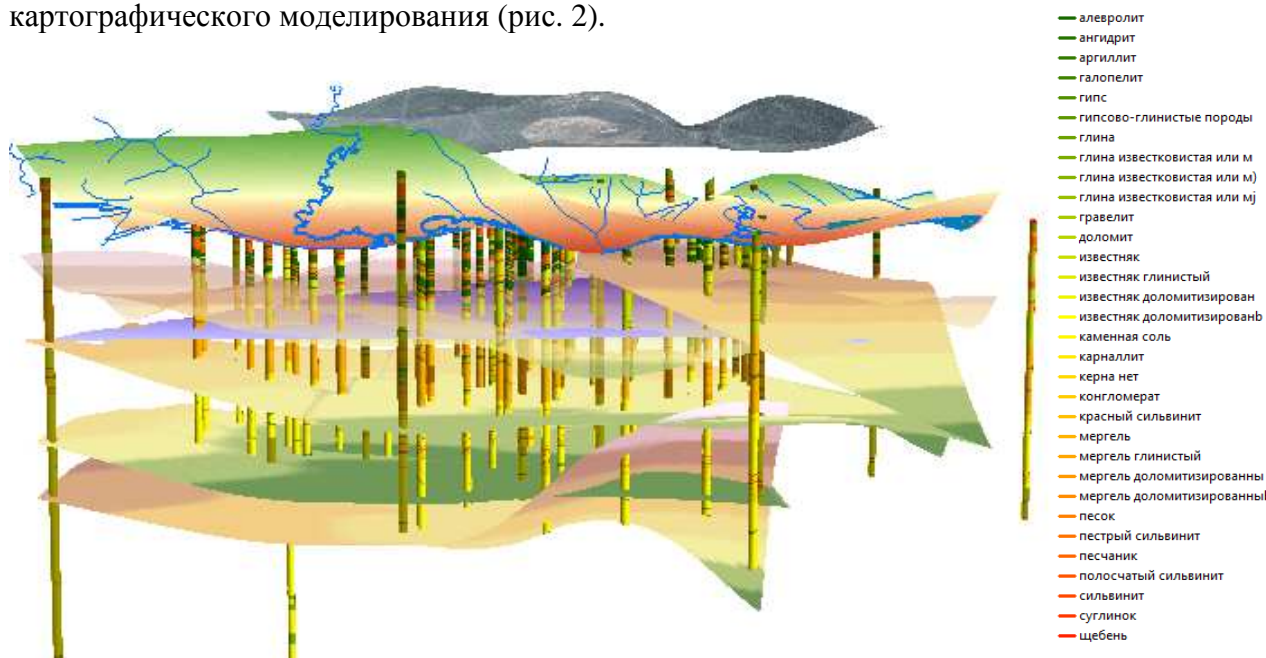


Рис. 2. Трёхмерная геологическая модель

На данной модели представлено геологическое строение Талицкого участка ВКМКС. Слойми отображено залегание кровли геологических подразделений и поверхность водного зеркала верхнесоликамского водоносного горизонта (темно-синий цвет). Самый верхний слой модели создан на основе цифровой топографической съемки территории, а к ней привязан космоснимок, полученный в бесплатно распространяемом сервисе GoogleEarth [3], космоснимок позволяет сопоставлять нашу модель с действительностью (позиционироваться на местности). Из рисунка видно, что все геологические слои секут разведочные скважины, построенные с учетом инклинометрии. Отображенные скважины имеют цветовую дифференциацию на основе литологической разности (рис. 2). Каждый цветовой отрезок скважины соответствует определённой номенклатуре грунта.

Следующим шагом необходимо рассчитать мощность всех вышележащих грунтов. Для этого в ArcGis используем инструмент под названием растровый калькулятор. С его помощью необходимо провести вычитание растра кровли и растра подошвы для каждого вида грунта. Результатом этой операции станет карта изомощностей всех вышележащих литологических элементов.

На основании полученных карт изомощностей присваиваем соответствующее количество баллов и заносим их в атрибутивную таблицу. Для этого в таблице атрибутов создаем соответствующий запрос, к примеру, выбираем суглинок с мощностью больше 2 м и

меньше 4 м, всем объектам соответствующим запросу присваиваем 4 балла (согласно классификации В.М. Гольдберга).

При оценке защищенности подземных вод по методике Гольдберга одним из параметров является общая мощность вышележащих пород, поэтому следующим шагом необходимо рассчитать глубину залегания водоносного горизонта. Для этого, используя растровый калькулятор, мы вычтем из поверхности рельефа значения изогипс кровли соликамского водоносного горизонта. Проведя переклассификацию полученного растра, получаем результирующую карту мощности водозащитной толщи (рис. 3).

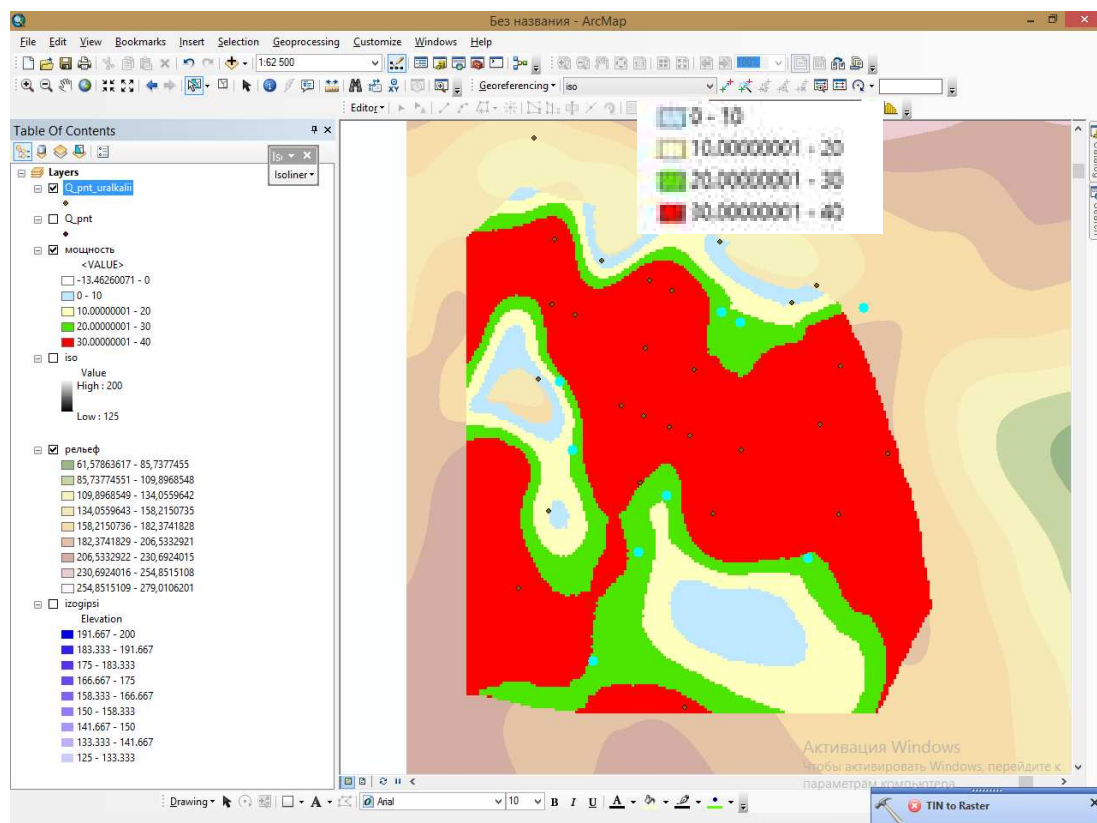


Рис. 3. Результирующая карта мощностей вышележащих пород, классифицированная по Гольдбергу

Далее рассчитываем соответствующие баллы и заносим их в атрибутивную таблицу.

Прежде чем приступить к геоинформационно-картографическому синтезу полученных данных, необходимо проверить базу данных на полноту и достоверность исходных материалов.

При построении результирующей карты защищенности подземных вод мы использовали метод скользящего окна. Для этого необходимо было определиться с элементарной оценочной ячейкой. Ячейка будет служить объектом, сохраняющим результирующие данные, в нашем случае сумму баллов в этой точке пространства, характеризующую защищенность подземных вод. Ячейка может быть любой формы (круг, квадрат, прямоугольник) с перекрытием или без него. А может быть выбрана ячейка

произвольной формы, отвечающая поставленной задаче и соответствующая особенностям территории исследования, к примеру, элементы тектонического или гидрогеологического районирования.

Нами при оценке защищенности подземных вод Талицкого участка использовалась квадратная ячейка с 50% перекрытием.

Пропуская имеющиеся у нас данные через выбранный шаблон, мы получаем результирующий слой, включающий необходимые для нас параметры.

Затем, используя стандартные возможности геоинформационных систем, преобразуем полученные полигоны в центры и по ним строим регулярную сетку (GRID).

Далее используя механизм переклассификации полученного грида, мы получаем карту защищенности подземных вод Талицкого участка. При классификации полученной регулярной сетки используются граничные значения выделяемых районов на основе классификации В.М. Гольдберга, согласно которой сумма баллов менее 5 соответствует 1 категории защищенности, а более 25 – 6 категории.

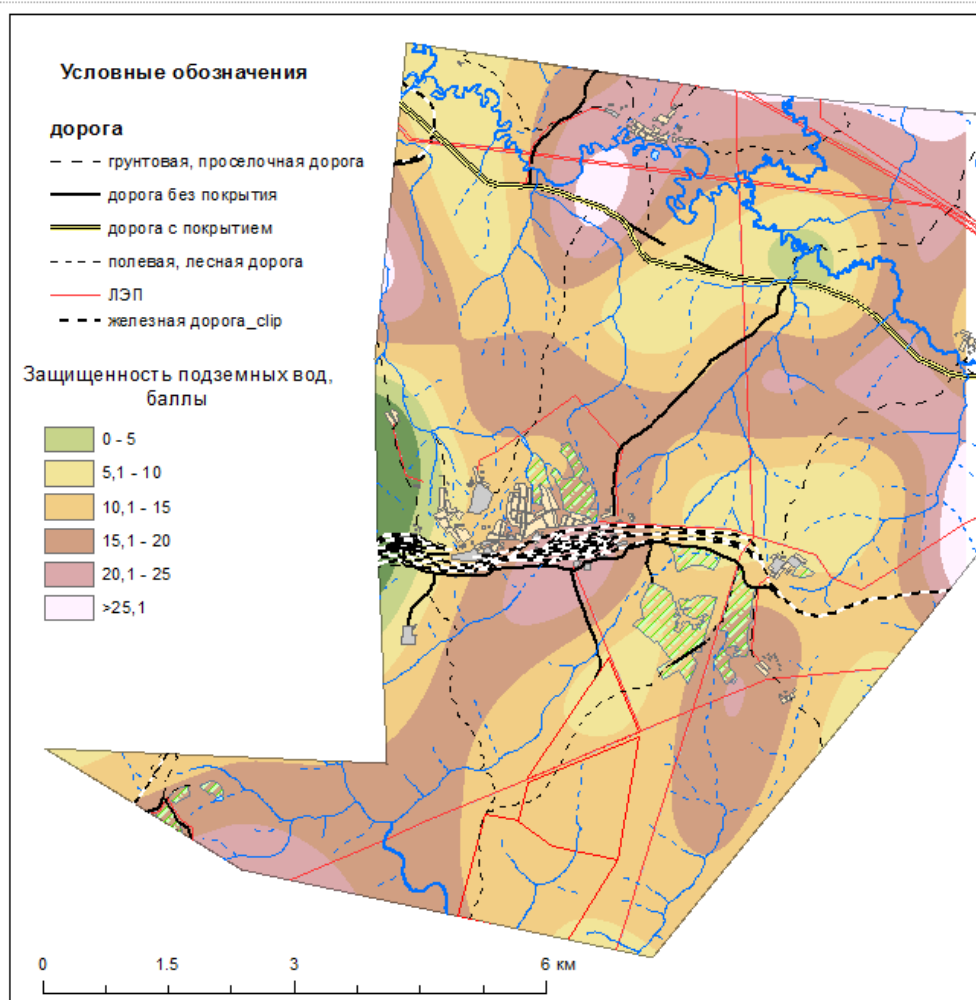


Рис. 4. Карта защищенности подземных вод Талицкого участка

В результате анализа природных факторов на территории Талицкого участка выделены 6 категорий защищенности подземных вод верхнесоликамского водоносного горизонта от загрязнения, отображенные на карте (рис. 4).

Выявлены следующие особенности дифференциации территории области по степени защищенности подземных вод от загрязнения:

1. Подземные воды категории I (наименьшей защищённости) связаны с областями развития маломощных отложений. Распространены воды в северо-восточной и западной частях Талицкого участка. Распространение вод незначительно, в целом, по области занимает 2% площади исследуемой территории. Сооружение химически опасных объектов, особенно вблизи водозаборов на данных территориях недопустимо. Обязательно соблюдение зон санитарной охраны.
2. Подземные воды категории II занимают 10% площади распространения водоносного горизонта. Распространены локально, преимущественно на северо-западе и востоке территории.
3. Подземные воды категории III занимают 40% территории. Воды данной категории характерны для районов развития достаточно мощных и слабопроницаемых отложений. Они окаймляют исследуемый участок. Объекты ГОКа расположены на распространения верхнесоликамского водоносного горизонта и характеризуются как воды категории III.
4. Подземные воды категории IV занимают 35% территории. Они распространены по диагонали с северо-востока на юго-запад. Большинство жилых и строящихся кварталов располагаются на территории распространения этих вод.
5. Подземные воды категории V занимают 12% территории. Территориально залегают на севере Талицкого участка.
6. Подземные воды категории VI занимают 3% территории и распространены локально на севере и западе территории. Характерны для районов развития очень мощных и слабопроницаемых отложений. Условия защищенности обеспечивают медленную инфильтрацию загрязняющих веществ, способствуя сохранению чистоты вод верхнесоликамского водоносного горизонта.

Список литературы

1. Гольдберг, В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 247 с.
2. Инженерно-экологическая оценка территории запасов подземных вод в связи с разработкой нефтяных месторождений / Пушкарева М.В., Середин В.В., Лейбович Л.О.,

Чиркова А.А., Бахарев А.О. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 2. С. 9-13.

3. Красильников П.А., Коноплев А.В., Хронусов В.В., Барский М.Г. Геоинформационное обеспечение экономической оценки природно-ресурсного потенциала территорий Пермского края// Экономика региона. 2009. № 1. С. 143-151.

4. Красильников П.А., Середин В.В., Леонович М.Ф. Исследование распределения углеводородов по разрезу грунтового массива. Фундаментальные исследования. 2015. № 2-14. С. 3100-3104.

5. Красильникова С.А, Красильников П.А, Коноплев А.В. Геоинформационное обеспечение гидродинамического моделирования оценки эффективности проектируемой дренажной системы микрорайона Усольский г. Березники Пермского края // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2014. № 1. С. 80-85.

6. Михневич Г.С. Геоэкологическая оценка природной защищенности подземных вод от загрязнения (на примере системы верхнего межморенного водоносного горизонта Калининградской области).URL:<http://pandia.ru/text/77/355/5785.php>

7. Проскурина И.В. Оценка защищенности подземных вод с использованием ГИС-технологий // Вода: химия и экология. 2009. № 2. С. 8-12.

8. Середин В.В., Леонович М.Ф., Красильников П.А. Прогноз фильтрации углеводородов в дисперсных грунтах при разработке нефтяных месторождений. Нефтяное хозяйство. 2015.№5.С.106-109.

Рецензенты:

Ибламинов Р.Г., д.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой минералогии и петрографии Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь;

Середин В.В., д.г.-м.н., профессор, зав. кафедрой инженерной геологии и охраны недр Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.