



УДК 556.388

doi: 10.33622/0869-7019.2022.05.31-37

## Изыскания и ликвидация загрязнений грунтовых вод

**Елена Александровна КОРНЕЕВА**, аспирантка, старший преподаватель, ekorneeva@internet.ru

**Алексей Петрович АВСЮКЕВИЧ**, кандидат технических наук, доцент, aap.spbgasu@yandex.ru

**Анатолий Валентинович КУДРЯВЦЕВ**, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой водопользования и экологии, argo14@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ),  
190005 Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., 4

**Аннотация.** Рассмотрена проблема экологического ущерба в результате хозяйственной и иной деятельности предприятий, связанных с хранением, транспортировкой или переработкой нефтепродуктов. Особое внимание уделено вопросам загрязнения грунтовых вод нефтепродуктами, отмечены характер и виды загрязнения нефтепродуктами. Проанализированы нормативные документы, используемые при инженерно-экологических изысканиях загрязнений грунтовых вод, а также отмечены недостатки этих нормативов. Дана оценка эффективности выполнения работ по существующей нормативной базе. Приведены основные факторы совершения систематических ошибок при выполнении инженерно-экологических изысканий на предмет нахождения линзы нефтепродуктов в подземной толще. Описана специфичность загрязнений нефтепродуктами и зависимость их миграции от различных факторов. Предложен алгоритм реализации инженерно-экологических изысканий. Подчеркивается, что содержащиеся в нормативных документах рекомендации не соответствуют специфике работ по изысканиям загрязнений грунтовых вод, в этой связи исполнители часто выполняют работы неэффективно, получают недостоверные данные. В целях повышения эффективности проведения инженерно-экологических изысканий необходимо создание рекомендаций для подготовки соответствующих нормативных документов.

**Ключевые слова:** нормативные документы, подземные воды, загрязнение грунтовых вод, нефтепродукты, инженерно-экологические изыскания, мониторинг, миграция нефтепродуктов, мероприятия по ликвидации загрязнений грунтовых вод

**Для цитирования:** Корнеева Е. А., Авсюкевич А. П., Кудрявцев А. В. Изыскания и ликвидация загрязнений грунтовых вод // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 5. С. 31 – 37.  
doi: 10.33622/0869-7019.2022.05.31-37

---

### ON THE ISSUE OF SEARCH FOR AND ELIMINATION OF GROUNDWATER POLLUTION

**Elena A. KORNEEVA**, ekorneeva@internet.ru

**Alexey P. AVSYUKEVICH**, aap.spbgasu@yandex.ru

**Anatoly V. KUDRYAVTSEV**, argo14@mail.ru

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2-ya Krasnoarmeyskaya ul., 4,  
St. Petersburg 190005, Russian Federation

**Abstract.** The problem of environmental damage as a result of economic and other activities of enterprises related to the storage, transportation or processing of petroleum products is considered. Special attention is paid to the issues of groundwater pollution with petroleum products, the nature and types of pollution with oil products are noted. The content of existing regulatory documents used in engineering and environmental surveys of groundwater pollution is analyzed, also the disadvantages of these the regulatory documents are given. The main factors of committing systematic errors in the performance of engineering and environmental surveys in order to find a lens of oil products in the underground layer are given. The specificity of oil pollution and the dependence of their migration on various factors are described. An algorithm for the implementation of engineering and environmental surveys is proposed. It is emphasized that the recommendations listed in the current regulatory documents do not correspond to the specifics of the work on the investigation of groundwater pollution, in this regard, the performers often do not perform the work efficiently, do not receive reliable data. In order to improve the efficiency of engineering and environmental surveys, it is necessary to create recommendations for the preparation of appropriate regulatory documents.

**Keywords:** regulatory documents, groundwater, groundwater pollution, petroleum products, engineering and environmental surveys, monitoring, migration of petroleum products, measures to eliminate groundwater pollution

**For citation:** Korneeva E. A., Avsyukevich A. P., Kudryavtsev A. V. On the Issue of Search for and Elimination of Groundwater Pollution. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2022, no. 5, pp. 31 – 37. (In Russ.). doi: 10.33622/0869-7019.2022.05.31-37

### Введение

Проблема экологического ущерба в результате хозяйственной и иной деятельности чрезвычайно актуальна для России. В настоящее время главные источники негативного воздействия на подземные воды — объекты с накопленным экологическим ущербом. Известно, что основными загрязняющими веществами являются фенолы, нефтепродукты, соединения меди, цинка, нитратный азот, ртуть, марганец и т. д. Все эти вещества образуются в результате деятельности различных предприятий [1, 2].

Указом президента РФ от 02.07.2021 г. № 400 утверждена стратегия национальной безопасности. Пункт 81 стратегии разделяет такие понятия, как рекультивация нарушенных земель и экологическая реабилитация территорий и водных объектов. Также экологическая реабилитация предусмотрена в национальном проекте «Экология». По рекультивации нарушенных земель принято большое количество нормативных документов, а вот по экологической реабилитации водных объектов и территорий их явно недостаточно. В то же время по ликвидации загрязнений подземных вод такие документы вообще отсутствуют.

Значительную часть отравляющих подземное пространство веществ составляют нефтепродукты, которые попадают туда в результате деятельности нефтеперерабатывающих заводов и нефтебаз, авиационных площадок, терминалов хранения нефтепродуктов и т. д. Согласно данным Росстата [3], на территории РФ количество загрязняющих веществ, поступивших в толщу пород и подземные воды с предприятий, достигает колоссальных объемов. В результате образуются техногенные подземные скопления нефтепродуктов (далее — НП) в виде различных их прояв-

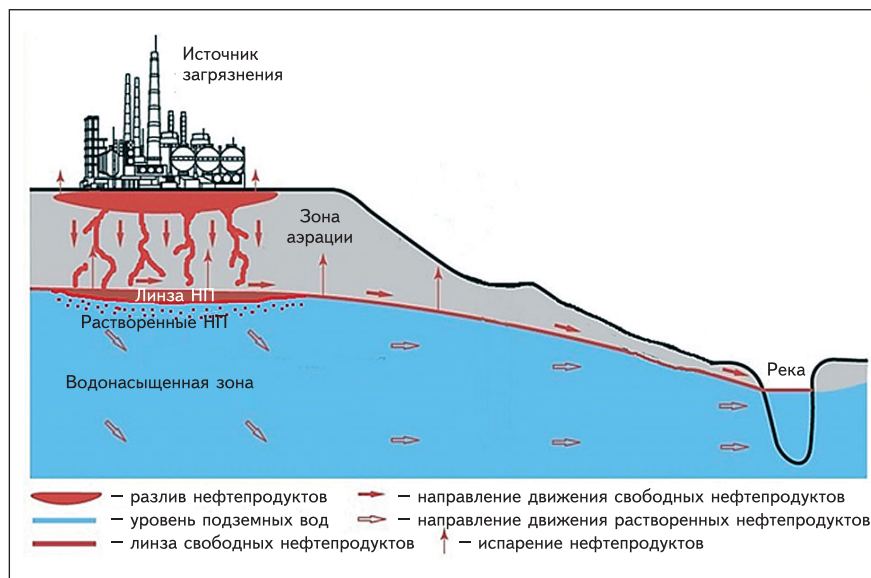


Рис. 1. Схема формирования линзы избыточного содержания нефтяных углеводородов

лений: плавающей линзы, зон растекания НП, растворенных НП [4, 5]. Площадь таких скоплений может достигать значительных масштабов, а мощность слоя НП — более 2–3 м [6, 7].

### Методика и результаты исследования

Решение проблем, связанных с объектами накопленного вреда для подземных вод, требует больших затрат, а также внесения поправок и дополнений в целый ряд нормативных правовых актов. Предприятия могут десятилетиями загрязнять земельные участки, а затем при смене владельца или отказе от земель передают ответственность за ликвидацию экологического ущерба государству [8]. При этом в законодательстве есть нормы, которые позволяют привлечь такие предприятия к ответственности. Однако доказать, что загрязнения появились на конкретном земельном участке в результате хозяйственной деятельности конкретного лица, проблематично. Так, в процессе миграции НП в подземных водах основная линза НП может оказаться под частными территориями, вблизи про-

мышленного объекта, что усложняет ликвидацию или вовсе делает ее невозможной в связи с отсутствием доступа к ней. В целом пробелы в законодательных и иных нормативных правовых актах не позволяют наладить эффективную работу по ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде и недопущению их возникновения в будущем.

В результате утечек НП на предприятиях формируется нефтяное загрязнение, медленно распространяющееся течением грунтовых вод к месту разгрузки (рис. 1). Такие загрязнения копятся десятилетиями, распространяясь на территории по ходу миграции, разгружаясь в поверхностных источниках.

Выделяют несколько видов скоплений НП. Это, прежде всего, плавающая линза нефтепродуктов, которая формируется в виде локальной зоны непосредственно на поверхности грунтовых вод. Скопление НП происходит из-за превышения плотности воды над плотностью массы этих продуктов, а также ограниченной способности жидких НП к растворению в воде и другим фор-

мам взаимосмещения. Максимальная мощность данной зоны зависит от геологических особенностей территории и может достигать значительных величин. Как правило, скопление движется по пути течения грунтовых вод, но с меньшей скоростью и со сменой направлений, так как сильное влияние оказывает геологическое и гидрогеологическое строение участка загрязнения, а также сезонность, вид НП, его физические и химические характеристики.

Другая форма техногенных скоплений НП — зона пленочного растекания нефтепродуктов по поверхности грунтовых вод. Здесь формируются крупные участки пленочного растекания нефтепродукта, перемещающиеся вместе с «подстилающими» их потоками грунтовых вод. Поэтому характерной чертой данной формы является практическое отсутствие ее мощности в привычном понимании. Площадь таких зон, непосредственно контактирующих с поверхностью грунтовых вод и их загрязняющих, в определенных условиях может значительно превышать площади плавающих линз.

Третья форма загрязнения — растворенные и эмульгированные нефтепродукты, находящиеся в грунтовых водах в истинно растворенном состоянии, а также НП в водной толще в виде эмульсий. Эта форма накопления загрязнений возникает при наличии плавающей линзы или зоны пленочного растекания.

В реальности схематично охарактеризованные типы загрязнения еще более сложные. Они развиваются не только по мощности, но и в разных направлениях [9]. В этой связи очень важно до начала ликвидации загрязнения качественно провести изыскания линзы НП, а также мониторинг в течение нескольких

смен сезонов, чтобы оценить колебания мощности НП, направление движения, основное место концентрации на момент извлечения. Только после выполнения последовательного исследования можно приступить к разработке и осуществлению мероприятий по ликвидации.

Под ликвидацией накопленного вреда окружающей среде понимают комплекс мероприятий организационного характера по очистке территорий или акваторий от накопленного вреда окружающей среде. Понятие «накопленный вред окружающей среде» включает в себя вред окружающей среде, возникший в результате прошлой экономической и иной деятельности, обязанности по устранению которого не были выполнены либо были выполнены не в полном объеме (ст. 1 закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»).

Порядок осуществления работ по ликвидации нефтяного загрязнения регулируется Правилами организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде (постановление правительства РФ от 4 мая 2018 г. № 542 «Об утверждении Правил организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде»). Работы осуществляются исполнителем, определяемым заказчиком в соответствии с законодательством РФ о контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд.

Организация работ по ликвидации накопленного вреда согласно п. 3 постановления правительства РФ от 4 мая 2018 г. № 542 включает в себя:

- проведение необходимых обследований объекта, в том числе инженерных изысканий;
- разработку проекта работ по ликвидации накопленного вреда;

- согласование и утверждение проекта;
- проведение работ по ликвидации накопленного вреда;
- осуществление контроля и приемку проведенных работ по ликвидации накопленного вреда.

Особое внимание необходимо уделить обследованию объекта, так как специализированные документы по проведению инженерных и инженерно-экологических изысканий по определению загрязнений грунтовых вод отсутствуют. Таким образом, инженерно-экологические изыскания по нахождению НП загрязнений чаще всего проводятся в соответствии с нормативными документами по строительству, такими как СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» и СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства».

Согласно СП 47.13330, данные виды изысканий предназначены для производства работ по капитальному строительству и не охватывают вопросы получения информации для последующей ликвидации загрязнений и создания мероприятий по защите окружающей среды, что отмечено в п. 1 СП: «Требования настоящего свода правил распространяются на выполнение инженерных изысканий для подготовки документов территориального планирования, документации по планировке территории, архитектурно-строительного проектирования, строительства и реконструкции объектов капитального строительства повышенного и нормального уровня ответственности».

Область применения СП 11-102-97 также предполагает строительную отрасль: нормативный документ устанавливает основные правила и рекомендуемые процедуры проведения инженерно-экологических изысканий для строительства.



Рис. 2. Участки проведения работ

Работы по изысканиям для капитального строительства, как правило, проводят только на предмет нахождения или опровержения наличия подземных загрязнений, но линза НП подвижна, поэтому после определения наличия подвижной фазы, необходимо изучить пути миграции НП в разные временные промежутки в зависимости от различных факторов. Так, особенности зависимости подземного стока от атмосферных осадков определяются вкладом сезонных осадков и осадков текущего года, что предполагает длительность исследований. Данный факт чаще всего не предусмотрен в условиях технического задания, где временной промежуток имеет ограничения.

Таким образом, сложности при производстве работ по изысканиям на предмет ликвидации загрязнения НП подземного пространства возникают из-за отсутствия нормативных документов и рекомендаций по проведению подобных работ, которые учитывали бы специфику вида загрязнений и имели определенный подход. Вследствие недостатка нормативной базы при выполнении изысканий исполнители совершают систематические ошибки, что в свою очередь влияет на результат. Далее рассмотрим ряд факторов, влияющих на эффективность работ по инженерно-экологическим изысканиям.

Инженерно-экологические изыскания проводят за счет бюджетных средств. Как правило, заказчик готовит техническое задание, в котором устанавливает довольно сжатые сроки выполнения работ (один сезон, в теплое время года). В результате возникает вероятность получения неполной информации, что приводит в дальнейшем к неверным решениям. Например, при отборе проб грунтовых вод часто пробуривают скважину, куда погружается насос, при этом фильтр (при наличии) находится ниже подвижной части НП. Следовательно, даже при наличии слоя НП на поверхности грунтовых вод анализ проб показывает отсутствие или содержание незначительных концентраций НП. Кроме того, есть вероятность ошибки при отборе проб из скважины, до которой линза НП еще не добралась. Также в сжатые сроки не учитывается фактор колебания уровня грунтовых вод, от которого зависит мощность и подвижность линзы НП. Не стоит забывать и о человеческом факторе, когда отбор проб технически произведен некорректно.

Установить точные параметры линзы невозможно, так как она подвижна и может менять направление и мощность в зависимости от колебания уровня грунтовых вод, коэффициента фильтрации, геологических и гидрологических характеристик и т. д.

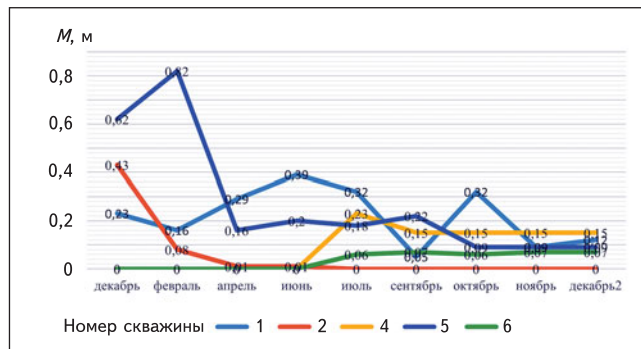


Рис. 3. Колебания мощности слоя М нефтепродуктов по месяцам

Также определение параметров линзы затрудняет значительная глубина заложения грунтовых вод, а соответственно, и линзы НП, что приводит к затратным, но не всегда эффективным усилиям. Иными словами, обязательное условие проведения исследований — отслеживание закономерности изменения линзы НП.

Еще одна причина — скорость движения НП по поверхности грунтовых вод. По своим характеристикам линза НП отличается от грунтовых вод по плотности, мощности, составу, массе и объему, ее параметры могут меняться в зависимости от времени года и коэффициента фильтрации, что замедляет движение линзы относительно грунтовых вод. Тем самым при моделировании процесса миграции подобного вида загрязнений скорость движения линзы НП нельзя приравнивать к скорости грунтовых вод. Вследствие разницы в движении линзы НП и грунтовых вод приток НП к скважине неравномерен, что затрудняет откачку загрязнения. Так, в один период в скважине наблюдается значительное количество НП, а в другой — они могут отсутствовать. Возможна и обратная тенденция: в скважине, в которой не наблюдался слой НП, по истечении некоторого времени, нефтепродукт может появиться, т. е. НП приходит к скважине не сразу, для подоб-

ных наблюдений и работ необходимо определенное количество времени.

В некоторых случаях возникает проблема, когда линза НП занимает значительные территории, часть из которых может находиться в частной собственности. Тогда необходимые изыскания и мониторинг возможно проводить только в ограниченных условиях, а исполнитель, в свою очередь, получает неполные данные. То есть в данной ситуации нет возможности исследовать всю площадь подземного загрязнения, так как доступ к ней отсутствует или ограничен.

В качестве примера подобных ситуаций приведен *рис. 2*, на котором территория потенциально источника загрязнения грунтовых вод выделена оранжевым цветом, доступная для проведения работ территория — красным, территория бывшей базы хранения НП, на которую доступ затруднен, показана синим цветом. Территории частного пользования не отмечены, доступ на такие территории закрыт для проведения работ по изысканиям. Финансирование на производство работ выделяется из бюджетных средств и позволяет выполнять работы только на государственных и муниципальных землях.

Из *рис. 2* видно, что доступные для работ территории фрагментарны, отмечается проблема недоступности большей части территории и, как следствие, недостаток получаемых данных по изысканиям. При проведении мониторинга на доступных участках выявлено, что в случае колебания уровня грунтовых вод в зависимости от сезонности мощность слоя НП в наблюдательных скважинах постоянно изменялась (*рис. 3*). Это объясняется тем, что при колебании уровня грунтовых вод линза НП может быть захвачена грунтом зоны аэрации,

меняя свое направление либо только достичь определенной скважины. Также приток НП к скважине непостоянен, что вызвано различными скоростями жидкостей с разной плотностью (вода и линза НП).

На исследуемом участке преобладают карстовые породы. Литология карстующихся пород определяет низкие фильтрационные и сорбционные способности по отношению к НП. Однако такие породы имеют полости и трещины, которые являются как каналами для миграции загрязнителя, так и пустотами, где происходит скопление нефтепродуктов, и в дальнейшем они выступают в виде вторичного источника загрязнения [10].

В отличие от карстовых пород механизм захвата на песчаных грунтах несколько иной. В работе [11] подробно описан эксперимент на песчаной колонне, где над уровнем воды подавался керосин, впоследствии сформировавший линзу НП на поверхности воды. Как показал эксперимент, после подъема и последующего понижения уровня воды, около 40 % керосина осталось «захвачено» песком. Таким образом, можно сделать вывод, что большую роль в процессе миграции линзы НП играют грунты зоны аэрации и учет колебания уровня грунтовых вод.

Для определения линзы НП можно использовать алгоритм выполнения инженерно-экологических изысканий, который включает в себя:

- сбор, анализ и обобщение материалов инженерно-экологических изысканий прошлых лет, опубликованных и фондовых материалов о возможных источниках загрязнения и т. д.;
- определение площади загрязнения с использованием геофизических методов, таких как геохимическая съемка [12], гравиметрический [13, 14], фазомет-

рический [15, 16] и сейсмоакустический [17, 18] методы, а также последующим бурением картировочных скважин в зависимости от диктующих условий местности и т. д.;

- выбор мест размещения и количества картировочных скважин для подтверждения наличия линзы НП в подземном горизонте [19];
- сезонный мониторинг;
- анализ полученных результатов.

Данный алгоритм позволит оценить ситуацию и получить более полную картину происходящего, а также с большей вероятностью оценить параметры линзы и пути ее миграции. В результате проведенные изыскания будут наиболее достоверными, а мероприятия по локализации и ликвидации линзы НП наиболее эффективными.

### Вывод

Необходима разработка нормативных документов для осуществления работ по изысканиям с учетом особенностей подвижной фазы НП.

Документы должны содержать такие пункты, как геологические и гидрологические изыскания по нахождению НП, определение мощности слоя НП и площади загрязнения, изыскания в местах разгрузки нефтепродуктов для разработки мероприятий по дальнейшей их локализации, ликвидации и утилизации, проведение мониторинга на стадии изысканий в течение нескольких смен сезонов (не менее полутора или двух лет) и т. д.

Рассмотренные проблемы требуют обязательного решения с целью повышения качества состояния окружающей среды и экономии ресурсов, а также создания рекомендаций для подготовки соответствующих нормативных документов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Бондарик Г. К.* Эколого-геологическая проблема и природно-технические системы. М. : Икар, 2004. 240 с.
2. *Дашко Р. Э., Петров Н. С.* Проблемы загрязнения и очистки подземных вод и грунтов от нефтяных углеводородов в Санкт-Петербургском регионе // *Современные проблемы гидрогеологии. Пятые толстихинские чтения : материалы науч.-метод. конф.* СПб : Санкт-Петербург. горный ин-т, 1996. С. 132–134.
3. *Охрана окружающей среды в России. 2014.* М. : Росстат, 2014. 78 с.
4. *Баревский Б. В., Баревский Л. В., Бухарин С. М.* [и др.]. К проблеме локализации ликвидации нефтяных загрязнений на объектах Минобороны РФ // *Геоэкология.* 1997. № 5. С. 75–83.
5. *Велин А. С.* Особенности миграции углеводородов в грунтах зоны аэрации и подземных водах в местах расположения крупных нефтехранилищ // *Вестник Воронежского государственного университета.* Серия: Геология. 2018. № 1. С. 142–147.
6. *Карцев А. А., Табасаранский З. А., Суббота М. И., Могилевский Г. А.* Геохимические методы поисков и разведки нефтяных и газовых месторождений. М. : Гостоптехиздат, 1954. 430 с.
7. *Кесельман Г. С., Махмудбеков Э. А.* Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа. М. : Недра, 1981. 256 с.
8. *Блоков И. П., Таргулян О. Ю., Усов Е. И.* Накопленный вред окружающей среде: разрушения здоровья и бюджетов // *GREENPEACE.RU: общественная некоммерческая неправительственная организация Greenpeace в России.* 2020. URL: <https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2020/03/доклад-Greenpeace-объекты-накопленного-вреда-ОС-в-РФ-2020.pdf> (дата обращения: 28.12.2021).
9. *Мироненко В. А., Румынин В. Г.* Проблемы гидрогеологии. В 3-х т. Т. 1. Теоретическое изучение и моделирование геомиграционных процессов. М. : Московский государственный горный университет, 2002. 611 с.
10. *Максимович Н. Г., Мещерякова О. Ю.* Нефтяное загрязнение подземных вод в карстовых районах и методы борьбы с ним // *Теория и методы исследований в естественных науках : сб. материалов Международн. науч.-практ. конф. Пермь : ПГНИУ, 2016. С. 218–227.*
11. *Огняник Н. С., Парамонова Н. К., Брикс А. Л.* [и др.]. Основы изучения загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами. Киев : А.П.Н., 2006. 278 с.
12. *Бачурин Б. А., Борисов А. А.* Газогеохимическое зондирование как метод контроля за развитием аварийной ситуации на БКПРУ-1 // *Горный информационно-аналитический бюллетень.* 2010. № 1. С. 323–328.
13. Пат. РФ 2055374. Гравиметрический способ обнаружения подземных неоднородностей / *А. Г. Голубков.* Оpubл. 27.02.1996.
14. *Бычков С. Г., Симанов А. А., Хохлова В. В.* Современные процедуры вычисления аномалий силы тяжести при высокоточных гравиметрических наблюдениях // *Вестник Пермского университета. Геология.* 2013. № 3(20). С. 61–70.
15. *Анисимова И. В., Зыков Ю. Д., Мотенко Р. Г.* Влияние нефтяного загрязнения на электрические и акустические свойства мерзлых пород // *Геофизика.* 2003. № 6. С. 59–63.
16. *Гайсин Р. М., Набатов В. В.* Выделение аномальных зон в подземной электроразведке методом аналитического продолжения // *Горный информационно-аналитический бюллетень.* 2018. № 6. С. 107–112. doi 10.25018/0236-1493-2018-6-0-107-112
17. *Шувалов В. М.* Комплексное применение методов геофизики на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений и коммуникаций // *Вестник Пермского университета. Геология.* 2011. № 4. С. 46–60.
18. *Романов В. В., Посеренин А. И., Дронов А. Н., Мальский К. С.* Обзор геофизических методов, применимых при поиске геомеханических нарушений вблизи горных выработок // *Горный информационно-аналитический бюллетень.* 2016. № 1. С. 243–248.
19. *Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод.* М. : ВСЕГИНГЕО, 1990. 76 с.

REFERENCES

1. *Bondarik G. K.* *Ekologo-geologicheskaya problema i prirodnotekhnicheskie sistemy* [Ecological-geological problem and natural-technical systems]. Moscow, Ikar Publ. 240 p., 2004. (In Russ.).
2. *Dashko R. E., Petrov N. S.* Problems of pollution and purification of groundwater and soils from petroleum hydrocarbons in the St. Petersburg region. *Sovremennye problemy gidrogeologii* [Modern problems of hydrogeology]. St. Petersburg, Sankt-Peterburgskiy gornyy in-t Publ., 1996, pp. 132–134. (In Russ.).
3. *Okhrana okruzhayushchey sredy v Rossii. 2014* [Environmental protection in Russia. 2014]. Moscow, Rosstat Publ., 2014. 78 p. (In Russ.).
4. *Barevskiy B. V., Barevskiy L. V., Bukharin S. M. et al.* On the problem of localization of elimination of oil pollution at the facilities of the Ministry of Defense of the Russian Federation. *Geoekologiya*, 1997, no. 5, pp. 75–83. (In Russ.).
5. *Velin A. S.* Features of hydrocarbon migration in the soils of the aeration zone and groundwater in the locations of large oil storage facilities. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya*, 2018, no. 1, pp. 142–147. (In Russ.).

6. Kartsev A. A., Tabasaranskiy Z. A., Subbota M. I., Mogilevskiy G. A. *Geokhimicheskie metody poiskov i razvedki neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy* [Geochemical methods of prospecting and exploration of oil and gas fields]. Moscow, Gostoptekhizdat Publ., 1954. 430 p. (In Russ.).
7. Kesel'man G. S., Makhmudbekov E. A. *Zashchita okruzhayushchey sredy pri dobyche, transporte i khranении nefti i gaza* [Environmental protection in oil and gas production, transportation and storage]. Moscow, Nedra Publ., 1981. 256 p. (In Russ.).
8. Blokov I. P., Targulyan O. Yu., Usov E. I. Accumulated environmental damage: destruction of health and budgets. GREENPEACE.RU. Available at: [https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2020/03/doklad-Greenpeace-ob"ekty-nakoplenogo-vreda-OS-v-RF-2020.pdf](https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2020/03/doklad-Greenpeace-ob) (accessed 28.12.2021). (In Russ.).
9. Mironenko V. A., Rumynin V. G. *Problemy gidrogeologii. Teoreticheskoe izucheniye i modelirovaniye geomigratsionnykh protsessov* [Problems of hydrogeology. Theoretical study and modeling of geomigration processes]. Moscow, Moskovskiy gosudarstvennyy gornyy universitet Publ., 2002. 611 p. (In Russ.).
10. Maksimovich N. G., Meshcheryakova O. Yu. Oil pollution of groundwater in karst areas and methods of combating it. *Teoriya i metody issledovaniy v estestvennykh naukakh* [Theory and methods of research in the natural sciences]. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Perm, PGNIU Publ., 2016, pp. 218–227. (In Russ.).
11. Ognyanik N. S., Paramonova N. K., Briks A. L. et al. *Osnovy izucheniya zagryazneniya geologicheskoy sredy legkimi nefteproduktami* [Fundamentals of studying the pollution of the geological environment with light petroleum products]. Kiev, A.P.N. Publ., 2006. 278 p. (In Russ.).
12. Bachurin B. A., Borisov A. A. Gas-geochemical sounding as a method of monitoring the development of an emergency situation at BKPRU-1. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*, 2010, no. 1, pp. 323–328. (In Russ.).
13. Patent RF 2055374. *Gravimetricheskiy sposob obnaryzheniya podzemnykh neodnorodnostey* [Gravimetric method for detecting underground inhomogeneities] / A. G. Golubkov. Publ. 27.02.1996. (In Russ.).
14. Bychkov S. G., Simanov A. A., Khokhlova V. V. Modern procedures for calculating gravity anomalies in high-precision gravimetric observations. *Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya*, 2013, no. 3(20), pp. 61–70. (In Russ.).
15. Anisimova I. V., Zykov Yu. D., Motenko R. G. Vliyaniye neftyanogo zagryazneniya na elektricheskie i akusticheskie svoystva merzlykh porod. *Geofizika*, 2003, no. 6, pp. 59–63. (In Russ.).
16. Gaysin R. M., Nabatov V. V. Identification of anomalous zones in underground electrical exploration by the method of analytical continuation. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*, 2018, no. 6, pp. 107–112. (In Russ.). doi: 10.25018/0236-1493-2018-6-0-107-112
17. Shuvalov V. M. Complex application of geophysics methods at the stages of design, construction and operation of engineering structures and communications. *Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya*, 2011, no. 4, pp. 46–60. (In Russ.).
18. Romanov V. V., Poserenin A. I., Dronov A. N., Mal'skiy K. S. Overview of geophysical methods used in the search for geomechanical disturbances near mine workings. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*, 2016, no. 1, pp. 243–248. (In Russ.).
19. *Metodicheskie rekomendatsii po vyyavleniyu i otsenke zagryazneniya podzemnykh vod* [Methodological recommendations for the identification and assessment of groundwater pollution]. Moscow, VSEGINGEO Publ., 1990. 76 p. (In Russ.).



**«УРАЛ-ПРЕСС» – КОРПОРАТИВНАЯ ПОДПИСКА СО ВСЕМИ УДОБСТВАМИ**

**Подписаться на журнал «Промышленное и гражданское строительство» стало проще и удобнее:**

1. Скачайте подписной каталог на сайте [www.ural-press.ru](http://www.ural-press.ru), в котором 20 000 российских и зарубежных изданий.
2. Отправьте заявку на подписку по факсу или электронной почте в ваше региональное подразделение «Урал-Пресс».
3. Все документы и выписанные издания курьер доставит вам в офис.

Подписка с «Урал-Пресс» – это:

- персональный менеджер • доставка в первой половине дня лично в руки •
- полный пакет отчетных документов ежемесячно • подписка с любого месяца •
- восстановление вышедших ранее изданий •

Подробная информация и контакты всех представительств «Урал-Пресс» на сайте [www.ural-press.ru](http://www.ural-press.ru).