

DOI: 10.15593/24111678/2016.04.07

УДК 622.32.012.658.567.1

**Я.А. Жилинская, С.В. Устенко**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет, Пермь, Россия

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ И ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ**

Проблема обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами нефтегазодобычи является актуальной во всем мире, но особенно остро стоит в России, практически в каждом нефтегазодобывающем регионе. При годовой добыче нефти в РФ на уровне 360 млн т ежегодный объем образования нефтеотходов в России может достигать 10 млн т. Вопросы, связанные с нефтегазовой отраслью, рассматриваются рядом федеральных законов, которые обязуют нефтегазодобывающие предприятия минимизировать воздействие на окружающую среду. Сложность выбора метода обезвреживания всего объема образующихся отходов обусловлена их широким спектром, в связи с чем наиболее важным является комплексный подход к обращению с отходами нефтегазодобывающей промышленности.

В статье представлен анализ образования отходов в основных технологических процессах нефтегазодобычи, рассмотрены наиболее важные этапы процесса освоения месторождения с точки зрения образования отходов. Разработана классификация отходов нефтегазодобычи с учетом этапов освоения месторождений. Предложенная классификация отходов нефтегазодобывающего производства позволяет учитывать характеристики источников образования отходов нефтегазодобычи, помогает обосновать необходимость раздельного сбора, накопления, транспортирования, утилизации, размещения и обезвреживания отходов с применением наиболее эффективных и экономичных методов. Рассмотрены основные стадии обращения с отходами нефтегазодобычи. Приведен ряд критериев, которые напрямую влияют на весь процесс обращения с отходами. К ним были отнесены критерии расположения месторождения (климатогеографические условия, транспортные и ресурсно-технологические особенности), а также эколого-экономические критерии (законодательные ограничения на применение технологии обращения с отходами, экономическая эффективность и риски при применении технологии).

**Ключевые слова:** нефть, газ, отходы нефтегазодобычи, классификация отходов, сбор отходов, накопление отходов, транспортировка отходов, утилизация отходов, размещение отходов, обезвреживание отходов.

**Ia.A. Zhilinskaia, S.V. Ustenko**

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

## **OIL AND GAS PRODUCTION WASTE CLASSIFICATION AND JUSTIFICATION OF CHOICE CRITERIA OF WASTE TREATMENT TECHNOLOGIES**

Environmental security problem for waste management of oil and gas are relevant throughout the world, but is particularly acute in Russia, almost every oil and gas-producing region. With an annual production of oil in Russia at the level of 360 million tons, the annual volume of oil waste education in Russia

may reach 10 million tons. Issues related to the oil and gas industry, considered a number of federal laws that require oil and gas companies to minimize the impact on the environment. The complexity of the selection method of neutralization of the total volume of waste generated due to their broad spectrum, and therefore, the most important is an integrated approach to waste management oil and gas industry.

The article presents an analysis of waste in the core processes of oil and gas, the main stages of field development process in terms of waste. Developed oil and gas waste classification based on stages of field development. The proposed oil and gas production waste classification takes into account the characteristics of sources of oil and gas waste, helps to justify the need for separate collection, storage, transportation, disposal, distribution and disposal of waste using the most effective and economical methods. The article describes the main stages of the treatment of oil and gas waste. An number of criteria, which directly affect the whole process of waste management. These criteria were classified as field location criteria: climate geographic conditions, traffic characteristics, resource and technological features, as well as ecological and economical criteria: legal restrictions on the use of waste treatment technology, economic efficiency and risks associated with the use of technology.

**Keywords:** oil, gas, oil and gas waste, waste classification, waste collection, waste storage, waste transport, waste management, waste disposal, disposal of waste.

Добыча нефти и газа является одной из ведущих отраслей народного хозяйства. Доля нефтяных запасов России составляет 10–13 % от их мирового объема. Даже в условиях спада промышленного производства из российских недр ежегодно извлекается 9–10 % всей нефти в мире [1]. На рис. 1 представлены объемы добычи нефти в России в период с 1874 по 2014 гг.

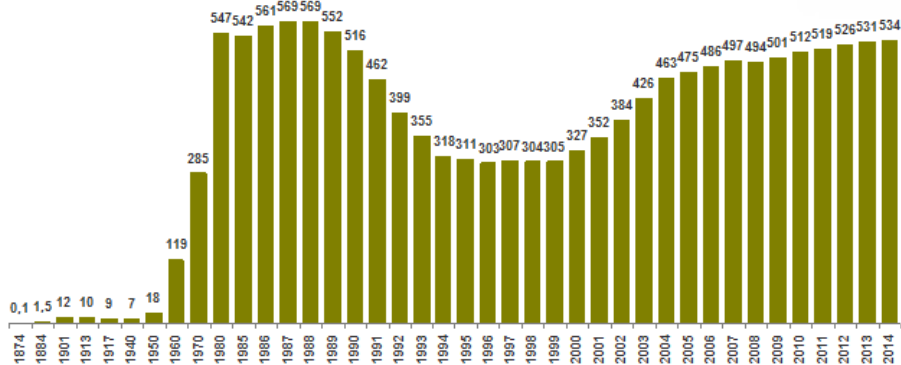


Рис. 1. Добыча нефти в России, млн т [2]

Проблема обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами нефтегазодобычи является актуальной во всем мире, но особенно остро стоит в России, практически в каждом нефтегазодобывающем регионе. При годовой добыче нефти в России, составляющей 348–367 млн т, ежегодный объем образования нефтеотходов в РФ может достигать 10 млн т. Вопросы, связанные с экологическими аспектами нефтегазовой отрасли, рассматриваются рядом федеральных

законов, которые обязуют нефтегазодобывающие предприятия минимизировать воздействие на окружающую среду.

Топливо-энергетический комплекс России является во многом в силу объективных причин крупнейшим источником загрязнения окружающей среды. На его долю приходится свыше 30 % твердых промышленных отходов. Большое количество ранее образовавшихся отходов находится в шламонакопителях [1].

Объемы образования отходов при добыче нефти ежегодно растут. Мы можем проследить данную тенденцию на примере одного из крупнейших нефтедобывающих комплексов РФ (рис. 2).

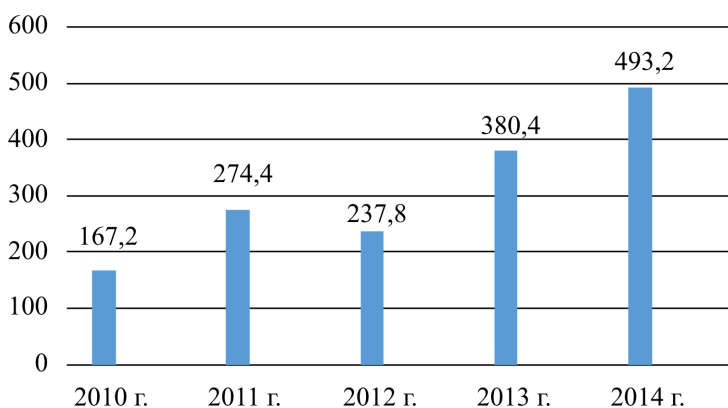


Рис. 2. Объемы образования отходов нефтедобычи, тыс. т (на примере одного из нефтедобывающих предприятий РФ) [3]

Отходы добычи нефти и газа классифицируют с целью разработки и подбора наиболее эффективных методов их сбора, накопления, транспортировки, обезвреживания, утилизации, размещения. Построение классификации отходов нефтегазодобычи необходимо осуществлять на основе анализа основных технологических процессов с точки зрения образования отходов.

Месторождение нефти имеет довольно длительный жизненный цикл. От открытия нефтяной залежи до получения первой нефти может пройти несколько десятков лет. Весь процесс освоения месторождения можно разделить на пять основных этапов (рис. 3).

*Поисковые и разведочные работы* являются первоначальной стадией при добыче нефти и газа, служат ее основой. Поиск и разведка могут занимать 5–10 лет.



Рис. 3. Основные этапы процесса освоения месторождения [4]

Работы по открытию, разведке и исследованию месторождений включают бурение скважины, ее обустройство, а также обращение с отходами. Первоначальное повреждение поверхности почвы, связанное с нефте- и газодобычей, происходит при строительстве дорог с целью обеспечения доступа в районы для разведки, бурения и исследования месторождений.

На основании первоначальных геологических исследований выявляют районы, которые имеют перспективную геологическую структуру и состав. Далее проводятся геофизический поиск либо изыскания, обычно с применением методов сейсмоисследований, с целью установления очертаний подземных структур и выявления потенциальных ловушек, в которых могут накапливаться углеводороды.

Во время поиска и разведки скважин образуются отходы, связанные со строительством дорог и обустройством скважин. Отходы при обустройстве скважины включают жидкости, закачанные в скважину для регулирования давления. Ими могут быть вода с добавками или без них (соли, органические полимеры или ингибиторы коррозии), которые используются для регулирования плотности, вязкости и скорости фильтрации, избегания желирования жидкости и уменьшения коррозии. Обычно их сбрасывают в шламовый амбар или в отдельный резервуар. Отходы при обустройстве также включают отходы цемента, остатки нефти, парафинов и прочих материалов, извлеченных из скважины [4, 5]. Кроме того, на данном этапе образуются в незначительном количестве отходы функционирования инфраструктуры месторождений.

Процессы *добычи* и *бурения* нефтяных и газовых скважин продолжительны и в среднем могут составлять от 15 до 30 лет. Данная стадия включает в себя такие этапы, как подготовку к освоению месторождения, эксплуатацию и его ликвидацию.

При *подготовке* и *проведении эксплуатационных работ* образуется ряд отходов, связанных с добычей нефти и газа, а также *обработкой* промысловых жидкостей. Данные отходы включают отработанные буровые растворы, куски породы при бурении, промысловые воды, осадки из сепаратора и донный осадок, извлеченный песок и т.п. Работа с ними обычно представляет собой постоянную деятельность, часто тесно связанную с процессами бурения скважин или добычи. Технологический процесс бурения скважин сопровождается образованием большого количества отходов, содержащих включения нефтепродуктов и механических примесей, представляющих опасность для окружающей природной среды.

В результате процесса бурения на поверхности образуются отходы. Они состоят из буровых сточных вод, отработанного бурового раствора и бурового шлама, в ряде случаев перемешанных в шламовых амбарах. Все эти три составляющие буровых отходов в различных пропорциях содержат воду, частицы выбуренной породы, нефть и компоненты бурового раствора. Нефть попадает в буровые отходы при прохождении нефтеносных пластов и при использовании ее в буровом растворе. В общем случае буровые отходы (БО) состоят на 30–45 % из выбуренной породы, 30–45 % бурового раствора и 10–20 % возможных технологических сбросов, подземных вод и нефти [6].

Объем и характеристики образующихся потоков отходов могут стремительно отличаться на различных нефтепромыслах под воздействием как геологических факторов, так и применяемой технологии бурения. Отработанные буровые растворы и шламовые массы являются наиболее значимыми по объему потоками отходов, образующихся при нефтегазодобыче. Промысловые воды, песок, соединения серы, природные радионуклиды и металлы могут содержаться в значительных количествах в нефтеносных пластах и должны быть отделены от производственного потока до направления сырой нефти или природного газа в трубопровод для перекачки. Таким образом, в зависимости от содержания воды добываемых жидкостей можно столкнуться с необходимостью управления большими объемами отходов.

После того как уровень добычи газа или нефти становится ниже рентабельного, эксплуатацию месторождения прекращают. Если скважина пробурена без положительного результата, то ее закрывают и оставляют. Скважины также могут быть закрыты и оставлены, если аренда территории более экономически не выгодна, и оборудование может быть переброшено на другой участок, на котором будет использовано более эффективно. При *ликвидации* скважин образуются такие отходы, как остатки пульпы и избытки цемента, которые могут быть сброшены в шламовый амбар перед его окончательным закрытием. Шламовые амбары ликвидируют, а саму площадку восстанавливают. Обычно все оборудование для перекачивания, сбора или добычи продуктов на площадке демонтируют для применения на других скважинах. Дороги обычно взрыхляют для разрушения уплотненных участков и восстановления природной консистенции почвы.

После закрытия площадки (демонтажа оборудования) проводят восстановление нарушенных территорий. Если верхний слой почвы снимали и сохраняли отдельно при проведении первоначальных земляных работ, то данную почву распределяют по поверхности и засевают всю площадку. При необходимости на площадку завозят плодородную почву. Для окончательного восстановления территории может понадобиться несколько лет. Кроме того, при ликвидации скважин образуются отходы функционирования инфраструктуры месторождения, которые в дальнейшем подлежат утилизации, обезвреживанию и захоронению [4, 5].

На основании данных источников<sup>1</sup> [1, 4, 6–9] был проведен комплексный анализ основных этапов процесса освоения месторождения с точки зрения образования отходов, на основе которого предложена классификация отходов нефтегазодобычи (табл. 1).

Исходя из классификации отходов нефтегазодобычи, можно прийти к выводу, что сложность выбора метода обезвреживания всего объема образующихся отходов обусловлена их широким спектром, в связи с чем наиболее важным является комплексный подход к обращению с отходами нефтегазодобывающей промышленности.

---

<sup>1</sup> ОСТ 51.01-06–85. Охрана природы. Гидросфера. Правила утилизации отходов бурения и нефтегазодобычи в море.

Таблица 1

## Классификация отходов нефтегазодобычи

№ п/п	Технологический процесс, в результате которого образуется отход	Наименование отхода
1	Бурение скважин (поисковые, разведочные и эксплуатационные работы (оценочные, нагнетательные, наблюдательные))	– Буровой шлам; – буровые сточные воды; – отработанные буровые и тампонажные растворы
2	Опробование нефтяных и газовых скважин	– Отработанные буровые растворы; – продукция опробования (нефть, газ, пластовый песок, пластовые воды)
3	Добыча нефти и газа	– Нефтешлам; – асфальтосмолопарафиновые отложения; – осадки из сепаратора и донный осадок; – извлеченный песок; – проппант, образующийся при проведении ГРП (гидравлического разрыва пласта)
4	Строительство	– Отходы цемента в кусковой форме; – отходы лакокрасочных средств и растворителей; – древесные отходы; – отходы искусственных инертных материалов; – сварочные отходы
5	Функционирование инфраструктуры месторождений	– Тара из-под химических реагентов; – отходы, образование которых связано с жизнедеятельностью персонала: ТКО, ртутные лампы, медицинские отходы, отходы (осадки) водоподготовки и установок очистки хозяйственно-бытовых сточных вод; – отходы автотранспортных подразделений: промасленная ветошь, отработанные масляные и топливные фильтры, накладки тормозных колодок, отходы отработанных аккумуляторов, отработанные автошины; – золы, шлаки и пыль от топочных установок; – металлолом

На сегодняшний день существует множество различных направлений обращения с отходами нефтегазодобычи различного состава (табл. 2).

При разработке систем обращения с отходами принято выделять три основные стадии движения отходов: сбор и накопление отходов, их транспортирование, обезвреживание/утилизация/размещение.

Таблица 2

Основные направления обращения с отходами<sup>2</sup> [10–15]

Направление	Наименование отхода	Основные направления обращения с отходами
Бурение скважин	Буровой шлам	– Размещение в шламовых амбарах; – вторичное применение (использование в качестве добавок для строительных материалов и промывочной жидкости); – закачка в пласт; – термическая обработка
	Буровые сточные воды	– Вторичное применение (очистка с целью повторного использования для технических нужд); – закачка в пласт
	Буровые растворы	– Отверждение; – закачка в пласт; – вторичное применение
Добыча нефти и газа	Нефтешлам	– Сжигание, низкотемпературный пиролиз; – химическое инкапсулирование; – биоремедиация, фиторемедиация; – использование сорбентов (гидрофобные сорбенты, биосорбенты); – физическое разделение с извлечением вторичного продукта
	Асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО)	– Пиролиз; – разделение компонентов, фаз АСПО, в качестве вторичного материального ресурса
Строительство	Древесные отходы	– Сжигание, пиролиз, газификация; – дробление (получение структуратора); – гидролиз, экстракция
	Отходы цемента в кусковой форме	– Измельчение; – вторичное применение
Функционирование инфраструктуры месторождений	ТКО	– Сжигание; – захоронение (вывоз на полигон: собственный полигон на месторождении, ближайший населенный пункт); – компостирование
	Медицинские отходы	– Стерилизация; – сжигание; – измельчение, нагревание, дезинфекция
	Ртутные лампы	Демеркуризация
	Металлолом	Вторичное применение
	Зола	Захоронение на полигоне
	Отработанные автошины	Пиролиз

<sup>2</sup> ОСТ 51.01-06–85. Охрана природы. Гидросфера. Правила утилизации отходов бурения и нефтегазодобычи в море.



Условия *сбора и накопления* определяются классом опасности отходов, способом упаковки и отражаются в специальном техническом регламенте с учетом агрегатного состояния и надежности тары.

Основными отходами нефтегазодобычи являются отходы бурения: буровой шлам, отработанные буровые и тампонажные растворы, буровые сточные воды. Сбор отходов нефтегазодобычи производится в зависимости от свойств, характеристик и класса опасности. Сбор отходов функционирования инфраструктуры месторождений в большинстве случаев осуществляется в закрытой таре, специальных емкостях, исключающих загрязнение окружающей среды, имеющих соответствующую маркировку.

Места хранения отходов нефтегазодобычи должны быть оборудованы в соответствии с установленным законодательством требованиями. Запрещается размещение отходов вне специализированных площадок и мест временного хранения.

Для *транспортирования* отходов используют трубопроводный, автомобильный, железнодорожный и водный транспорт. Расходы на транспортирование отходов составляют значительную часть их стоимости, поэтому важнейшим фактором, определяющим выбор типа транспорта для перемещения отходов, является экономический. На выбор типа и грузоподъемности транспортных средств для перевозки отходов влияют маршрут транспортировки и удаленность пункта сбора от места образования отходов [10].

Транспортирование отходов I–IV классов опасности регламентируется специальными нормативными документами Минтранса РФ. Их перевозка должна осуществляться на оборудованных транспортных средствах, снабженных специальными знаками, с соблюдением требований безопасности к транспортированию опасных отходов. Она возможна только при наличии паспорта опасного отхода и документации на перевозку и передачу опасных отходов с указанием их количества, цели и места назначения. Основными видами опасности при транспортировке опасных отходов принято считать пожаро-, взрывоопасность, токсичность, радиационную и инфекционную опасность, коррозионность.

На трансграничную перевозку отходов накладываются ограничения, предусмотренные российским законодательством и вытекающие из Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов, ратифицированной РФ [10].

В последние годы нефтегазодобывающими предприятиями в производство внедряются различные технологические решения, направленные на утилизацию отходов бурения.

*Утилизация* и/или *обезвреживание* отходов нефтегазодобычи может производиться на специализированных стационарных и передвижных установках, расположенных в непосредственной близости от источника образования, т.е. около скважин бурения. Задачей утилизации является извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация отходов). Задачей обезвреживания отходов является уменьшение массы отходов, изменение их состава, физических и химических свойств (включая сжигание на специализированных установках) в целях снижения их негативного воздействия на здоровье человека и окружающую среду. Существуют различные иностранные и некоторые российские технологии утилизации и обезвреживания отходов нефтегазодобычи, которые подразделяются на термические, физические, химические, физико-химические и биологические [11].

Выбор метода зависит от состава отходов, местоположения куста добычи нефти и газа, возможности поставок тяжелого оборудования на территорию, степени применения технологии в стране, стоимости технологии и других факторов. Принятие решения по выбору оптимального способа утилизации, обезвреживания и/или размещения отходов нефтегазодобычи определяется владельцем объекта по эколого-экономическим показателям. Захоронение отходов является наихудшим из возможных решений по обращению с отходами и не является приоритетным направлением деятельности по обращению с отходами.

*Размещение* отходов нефтегазодобычи чаще всего осуществляется в шламохранилищах и шламовых амбарах.

Открытые шламохранилища должны иметь полностью изолированное ложе и откосы, что не всегда качественно реализовано на действующих объектах. В современных условиях для изоляции стенок и дна накопителей жидких отходов применяют различные гидроизоляционные материалы [11].

Ключевым моментом при выборе способов и оборудования для реализации указанных стадий является учет определенных критериев, которые напрямую влияют на весь процесс обращения с отходами. К ним можно отнести критерии расположения месторождения (климатогеографические условия, транспортные особенности, ресурсно-технологические особенности), а также эколого-экономические критерии (законодательные ограниче-

ния на применение технологии обращения с отходами, экономическая эффективность и риски при применении технологии) (табл. 3).

Таблица 3

Основные критерии при обращении с отходами нефтегазодобычи

Критерии расположения месторождения	Эколого-экономические критерии
1. Климатогеографические условия: 1.1. Расположение месторождения. 1.2. Бурение на шельфе.	1. Законодательные ограничения на применение технологии обращения с отходами: 1.1. Заключение ГЭЭ на реализацию технологии обезвреживания/утилизации/размещения отходов. 1.2. Наличие документов на использование продукта технологии (при наличии продукта).
2. Транспортные особенности: 2.1. Отсутствие круглогодичного транспортного сообщения. 2.2. Значительная удаленность от крупных населенных пунктов (аэродромов, портов и т.п.).	2. Экономическая эффективность: 2.1. Удельные затраты на обезвреживание/утилизацию/размещение отходов. 2.2. Производительность технологического оборудования.
3. Ресурсно-технологические особенности: 3.1. Площадь земельного отвода. 3.2. Амбарное/безамбарное бурение. 3.3. Количество отходов. 3.4. Агрегатное состояние отхода. 3.5. Класс опасности отхода. 3.6. Химический и фракционный состав и свойства отхода.	3. Риски при применении технологии: 3.1. Экологические риски. 3.2. Законодательные риски. 3.3. Экономические риски.

*Критерии расположения месторождения:*

1. Климатогеографический условия.

Данный критерий определяет погодные, климатические, а также сезонные характеристики. Критерий учитывает расположение месторождения, ограничения в применении технологии обращения с отходами, связанные с климатическими условиями. Технологии обращения с отходами, реализация которых может осуществляться круглогодично, обладают преимуществами.

2. Транспортные особенности.

Данный критерий учитывает транспортные ограничения с учетом местонахождения месторождения добычи нефти и/или газа: наличие круглогодичного транспортного сообщения, вид транспортного сообщения, расстояние до ближайших населенных пунктов (портов) и т.д.

### 3. Ресурсно-технологические особенности.

Критерий направлен на достижение конечной цели – обращение с отходами нефтегазодобычи на месторождении. Ресурсно-технологические особенности включают в себя площадь земельного отвода, применяемую схему бурения (амбарное/безамбарное), количество отходов, агрегатное состояние, класс опасности отхода, состав и свойства отхода. Критерий применяется для оценки площадей, необходимых для размещения технологического оборудования. Предпочтение отдается технологиям, не требующим отчуждения территорий значительных размеров. В зависимости от объема, свойств, характеристик, агрегатного состояния и класса опасности отхода можно подобрать наиболее эффективный и менее затратный способ сбора, накопления, транспортирования, обезвреживания/утилизации/размещения отходов нефтегазодобычи.

#### *Эколого-экономические критерии:*

1. Законодательные ограничения на применение технологии обращения с отходами.

Данный критерий определяет возможность возникновения неблагоприятных ситуаций в результате обезвреживания/утилизации/размещения отходов. С его помощью оценивается соответствие технологии обращения с отходами требованиям законодательства РФ в области охраны окружающей среды. Преимуществом обладают технологии, на которые получены положительные заключения ГЭЭ.

2. Экономическая эффективность.

С помощью данного критерия определяют экономическую эффективность и целесообразность применения технологии обезвреживания/утилизации/размещения отходов. Экономическая эффективность включает капитальные и эксплуатационные затраты. Критерий учитывает величину финансовых затрат на строительство объектов обезвреживания отходов, монтаж установок обезвреживания/утилизации отходов, покупку оборудования. Учитывается величина финансовых затрат для проведения полного цикла работ по обезвреживанию/утилизации/размещению отходов. Чем меньше финансовых вложений требует технологический процесс по обращению с отходами, тем привлекательнее технология.

3. Риски при применении технологии.

Критерий позволяет учесть степень воздействия на окружающую среду и здоровье человека, влекущую за собой экономические затраты,

направленные на ликвидацию последствий, а также включает риск потерь из-за неспособности выполнить соответствующие требования законодательства РФ.

Проанализировав критерии расположения месторождения и эколого-экономические критерии, можно выявить их влияние на основные стадии обращения с отходами нефтегазодобычи (табл. 4).

Таблица 4

Влияние критериев на основные стадии обращения с отходами нефтегазодобычи

Стадии обращения с отходами	Критерии					
	расположения месторождения			эколого-экономические		
	Климато-географические условия	Транспортные особенности	Ресурсно-технологические особенности	Законодательные ограничения	Экономическая эффективность	Риски при применении технологии
Сбор и накопление отходов	1.1	–	3.2	–	–	3.1
	1.2		3.3			
			3.4			
			3.6			
Транспортирование отходов	1.2	2.1 2.2	3.1	–	–	3.2
			3.2			
			3.3			
			3.4			
			3.5			
Обезвреживание/ утилизация/ размещение отходов	1.2	2.1 2.2	3.1	1.1	2.1	3.1
			3.2		2.2	3.2
			3.3		2.3	3.3
			3.4			
			3.5			
			3.6			

Специфика освоения месторождений и условий их разработки и эксплуатации не позволяет выработать типовую схему обращения с отходами. Следовательно, для каждого месторождения, лицензионного участка или куста может понадобиться разработка индивидуального организационно-технического решения по обращению с отходами.

Очевидно, что выбор метода обращения с отходами – многофакторная задача, решение которой зависит от многих условий. Разработанная классификация отходов нефтегазодобычи позволяет выявить основные критерии, которые учитывают различные факторы, оказывающие влияние на основные стадии обращения с отходами.

### Список литературы

1. Ручкина О.И., Вайсман Я.И. Использование твердых отходов нефтедобычи для снижения техногенной нагрузки на природные геосистемы: монография / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2004. – 285 с.
2. Все о нефти. Добыча нефти [Электронный ресурс]. – URL: <http://vseonefti.ru/upstream> (дата обращения: 20.04.2016).
3. Обращение с отходами: отчет за 2014 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ar2014.gazprom-neft.ru/sustainable-development/environmental-performance/protection/waste-management> (дата обращения 21.04.2016).
4. Проблемы нефтедобычи. Справочные материалы для специалистов, рассматривающих проектные документы по разведке и добыче нефти и природного газа на предмет их соответствия экологической политике [Электронный ресурс]. – URL: [http://landclaim.narod.ru/eco\\_2.htm](http://landclaim.narod.ru/eco_2.htm) (дата обращения: 21.04.2016).
5. Арбузов В.Н. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. – Томск, 2011. – 53 с.
6. Булатов А.И., Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. – М.: Недра, 1997. – 483 с.
7. Ручкина О.И. Разработка ресурсосберегающих технологий безопасной утилизации твердых отходов нефтедобычи: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 03.00.16 / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2004. – 34 с.
8. Хаустов А.П., Редина М.М. Охрана окружающей среды при добыче нефти. – М.: Дело, 2006. – 84 с.
9. Коротаев В.Н., Жилинская Я.А., Слюсарь Н.Н. Методика ранжирования и выбора наилучших технологий обращения с отходами // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2012. – № 7. – С. 21–25.
10. Управление техногенными отходами / В.Н. Коротаев, Н.Н. Слюсарь, Я.А. Жилинская, Г.В. Ильиных, Г.Т. Филькин. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016. – 263 с.
11. Озерова Е.М. Обоснование территориальных схем обращения с отходами для организаций нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности // Сфера. Нефть и газ. – 2015. – № 2. – С. 106–108.
12. Ягафарова Г.Г., Барахнина В.Б. Утилизация экологически опасных буровых отходов [Электронный ресурс] // Нефтегазовое дело. – 2006. – Т. 1. – URL: [http://ogbus.ru/authors/Yagafarova/Yagafarova\\_2.pdf](http://ogbus.ru/authors/Yagafarova/Yagafarova_2.pdf) (дата обращения: 21.04.2016).

13. Коротаева С.В. Возможные направления утилизации отходов нефтедобывающей отрасли (на примере асфальтосмолопарафиновых отложений) // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2014. – № 3. – С. 140–146.

14. Oil and gas waste disposal options. – URL: [https://www.earthwork-saction.org/issues/detail/oil\\_and\\_gas\\_waste\\_disposal\\_options#.V4Ew3fmLTIX](https://www.earthwork-saction.org/issues/detail/oil_and_gas_waste_disposal_options#.V4Ew3fmLTIX) (дата обращения: 20.04.2016).

15. Пичугин Е.А. Система управления нефтесодержащими отходами с использованием экологически безопасной технологии их утилизации // Экология и промышленность России. – 2014. – № 11. – С. 32–35.

### References

1. Ruchkinova O.I., Vaisman Ia.I. Ispol'zovanie tverdykh otkhodov neftedobychi dlia snizheniia tekhnogennoi nagruzki na prirodnye geosistemy [The use of solid oil waste to reduce the anthropogenic impact on the natural geosystems]. Perm': Permskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2004. 285 p.

2. Vse o nefti. Dobycha nefi [All about the oil. Oil], available at: <http://vseonefti.ru/upstream> (accessed 20 April 2016).

3. Obrashchenie s otkhodami [Waste management], available at: <http://ar2014.gazprom-neft.ru/sustainable-development/environmental-performance/protection/waste-management> (accessed 21 April 2016).

4. Problemy neftedobychi. Spravochnye materialy dlia spetsialistov, rassmatrivaiushchikh proektnye dokumenty po razvedke i dobyche nefi i prirodnogo gaza na predmet ikh sootvetstviia ekologicheskoi politike [Oil problems. Reference materials for specialists review the project documents for exploration and production of oil and natural gas for their compliance with the environmental policy], available at: [http://landclaim.narod.ru/eco\\_2.htm](http://landclaim.narod.ru/eco_2.htm) (accessed 21 April 2016).

5. Arbuzov V.N. Eksploatatsiia neftiannykh i gazovykh skvazhin [Exploitation of oil and gas wells]. Tomsk, 2011. 53 p.

6. Bulatov A.I., Makarenko P.P., Shemetov V. Iu. Okhrana okruzhaiushchei sredy v neftegazovoi promyshlennosti [Environmental protection in the oil and gas industry]. Moscow: Nedra, 1997. 483 p.

7. Ruchkinova O.I. Razrabotka resursosbergaiushchikh tekhnologii bezopasnoi utilizatsii tverdykh otkhodov neftedobychi [Development of re-

source-saving technologies for the safe disposal of solid waste oil]. Perm', 2004. 34 p.

8. Khaustov A.P., Redina M.M. Okhrana okruzhaiushchei sredy pri dobyche nefiti [Environmental protection in oil production]. Moscow: Delo, 2006. 84 p.

9. Korotaev V.N., Zhilinskaia Ia.A., Sliusar' N.N. Metodika ranzhirovaniia i vybora nailuchshikh tekhnologii obrashcheniia s otkhodami [The methodology of ranking and selection of the best waste management technologies]. *Zashchita okruzhaiushchei sredy v neftegazovom komplekse*, 2012, no. 7, pp. 21-25.

10. Korotaev V.N., Sliusar' N.N., Zhilinskaia Ia.A., Il'nykh G.V., Fil'kin G.T. Upravlenie tekhnogennymi otkhodami [Technogenic waste management]. Perm': Permskii natsional'nyi issledovatel'skii politekhnicheskii universitet, 2016. 263 p.

11. Ozerova E.M. Obosnovanie territorial'nykh skhem obrashcheniia s otkhodami dlia organizatsii neftedobyvaiushchei i neftepererabatyvaiushchei promyshlennosti [Justification territorial schemes for waste management companies and the oil refining industry]. *Sfera. Neft' i gaz*, 2015, no. 2, pp. 106-108.

12. Iagafarova G.G., Barakhnina V.B. Utilizatsiia ekologicheskii opasnykh burovnykh otkhodov [Disposal of environmentally hazardous drilling waste]. *Neftegazovoe delo*, 2006, vol. 1, available at: [http://ogbus.ru/authors/Yagafarova/Yagafarova\\_2.pdf](http://ogbus.ru/authors/Yagafarova/Yagafarova_2.pdf) (accessed 21 April 2016).

13. Korotaeva S.V. Vozmozhnye napravleniia utilizatsii otkhodov neftedobyvaiushchei otrasli (na primere asfal'tosmoloparafinykh otlozhenii) [Possible areas of waste oil industry (for example, asphaltene deposits)]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaia ekologiia. Urbanistika*, 2014, no. 3, pp. 140-146.

14. Oil and gas waste disposal options, available at: [https://www.earthworksaction.org/issues/detail/oil\\_and\\_gas\\_waste\\_disposal\\_options#.V4Ew3fmLTIX](https://www.earthworksaction.org/issues/detail/oil_and_gas_waste_disposal_options#.V4Ew3fmLTIX) (accessed 20 April 2016).

15. Pichugin E.A. Sistema upravleniia neftesoderzhashchimi otkhodami s ispol'zovaniem ekologicheskii bezopasnoi tekhnologii ikh utilizatsii [Oil waste management system with the use of environmentally sound technologies for their utilization]. *Ekologiia i promyshlennost' Rossii*, 2014, no. 11, pp. 32-35.

Получено 28.09.2016



### **Об авторах**

**Жилинская Яна Андреевна** (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана окружающей среды», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: 79128829283@yandex.ru).

**Устенко Сабина Владимировна** (Пермь, Россия) – магистрант кафедры «Охрана окружающей среды», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: ustsab@mail.ru).

### **About the authors**

**Iana A. Zhilinskaia** (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: 79128829283@yandex.ru).

**Sabina V. Ustenko** (Perm, Russian Federation) – Master Student, Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: ustsab@mail.ru).