

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра геоэкологии и природопользования

Заведующий кафедрой,
доктор биологических наук, доцент
А. В. Синдирева

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистра

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ
ОТХОДОВ БУРЕНИЯ**

05.04.06 Экология и природопользование
Магистерская программа «*Рациональное природопользование*»

Выполнила работу
студент 2 курса
группы 25ЭиП186мб
очной формы обучения

Редькин Юрий
Александрович

Научный руководитель
доцент, кандидат
географических наук

Ахмедова Ирина
Дмитриевна

Рецензент
руководитель группы природопользования
Центра индустриального инжиниринга
ФГАОУ ВО «Тюменский
государственный университет»

Шишкарева Екатерина
Александровна

Тюмень
2020 год

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1. МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ	8
1.1.1. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ	9
1.1.2. ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ	12
1.1.3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ	17
1.2. НОРМАТИВНО - ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ БУРЕНИЯ	21
1.3. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	25
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	29
2.1. ТЕХНОЛОГИИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ.....	29
НА ПРИМЕРЕ НЯГАНИ.....	29
2.2. МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ	35
2.3. КАЧЕСТВЕННО- И КОЛИЧЕСТВЕННО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	40
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	42
3.1. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	42
3.1.1. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ	42
3.1.2. РЕЗУЛЬТАТЫ SWOT-АНАЛИЗА.....	46
3.2. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	54

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	56
ПРИЛОЖЕНИЯ 1-6	60

Ошибка! Закладка не определена.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

БО – Буровые отходы

БШ – Буровой шлам

ГКЖ – Гидрофобизирующая жидкость

ДСКМ – Дорожно-строительный композиционный материал

ИМ-1 – изоляционный материал ИМ-1

КХА – качественно- и количественно- химический анализ

МШГ – Минерально-шламовый грунт

ТУ – Технические условия

ХМАО – Ханты-Мансийский автономный округ-Югра

ВВЕДЕНИЕ

Основная отрасль промышленности Западной Сибири, в том числе и Тюменской области – нефтедобывающая. В ходе разработки полезных ископаемых образуются значительные объемы отходов бурения. На территории Западной Сибири, где добывается более 50% нефти в России, ежегодно образуется более 100 тысяч тонн бурового шлама. Отходы бурения, или шламы, представляют собой пастообразные массы с влажностью 65–85%. Большинство шламов относятся 3–4 классу опасности отходов. Шламы каждого производства имеют свои особенности в зависимости от химического состава образующихся сточных вод и методов их очистки, используемых на данном предприятии. Нефтешламы состоят из трех выраженных фракций: водной, нефтяной и твердой. Кроме того, они существенно различаются по своему составу и свойствам в зависимости от качества и состава исходной сырой нефти. Выбор метода утилизации и обезвреживания нефтяных шламов, в основном, зависит от количества содержащихся в шламе нефтепродуктов. Несмотря на высокую экологическую опасность отходов бурения до сих пор не разработано технологических решений, позволяющих с высокой эффективностью и минимальным техногенным воздействием их обезвреживать и утилизировать.

Целью настоящего исследования является сравнительный анализ технологий утилизации буровых отходов.

Объектом исследования выступают отходы бурения.

Предметом исследования являются методы утилизации буровых отходов на территории Октябрьского района ХМАО.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить ряд задач:

1. Изучить основные методы утилизации буровых отходов.
2. Определить критерии оценки исследуемых технологий.
3. Выявить наиболее приемлемые технологии утилизации буровых отходов на примере утилизации на территории Октябрьского района (ХМАО).

4. Разработать рекомендации по повышению эффективности утилизации отходов бурения.

Практическая значимость данного исследования заключается в составлении рекомендаций по утилизации отходов бурения, а так же в выявлении лучшей технологии из используемых на данный момент.

В качестве источников информации выступили материалы по супервайзингу при выполнении природовосстановительных работ по рекультивации загрязненных земель, ликвидации буровых шламовых амбаров и утилизации нефтешламов на предприятии N, расположенном на территории Октябрьского района ХМАО-Югры.

При выполнении работы использовались следующие методы: анализ, синтез, метод комплексной экологической оценки, SWOT-анализ.

Выпускная квалификационная работа состоит из трёх глав, введения, заключения, библиографического списка и приложений. Объём работы 66 страницы, включая 15 таблиц, 8 рисунков и 6 приложений. Библиографический список включает 33 источника.

В первой главе рассматриваются методы утилизации и обезвреживания отходов бурения, нормативно правовое регулирование и физико-географическая характеристика исследуемой территории

Во второй главе проводится обзор используемых технологий рекультивации, методик исследования, а так же дана характеристика качественно- и количественно-химического анализа.

В третьей главе приводятся результаты оценки методик утилизации отходов бурения, даются рекомендации по их применению и уменьшению негативного влияния на окружающую среду.

Защищаемые положения:

1) В ходе исследования было выявлено, что из всех используемых технологий лучшей является ДСКМ

2) В условиях ХМАО-Югры применение технологии МШГ подвержено рискам.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ

Все методы утилизации буровых отходов можно разделить на три основные группы методов: химические, физические и биологические. Первые 2 метода большей частью относятся к техническому этапу рекультивации. Последний метод носит одноименное название с применяемым методом [ГОСТ 17.5.1.01-83.]. В настоящее время все чаще обращаются к комбинированным способам, зачастую сочетая одновременно выборочно методы из каждой группы, применяя их на определенном этапе работы при обращении с буровыми отходами.

Химические методы хоть и выделены в отдельную группу, но без применения физических воздействий могут являться малоэффективными. По этой причине их часто применяют совместно и называют физико-химическими способами обезвреживания. Наиболее перспективным методом признается реагентное капсулирование, в результате которого получается порошкообразный нейтральный для внешней среды материал, каждая частица которого покрыта гидрофобной, водонепроницаемой оболочкой.

Следующая не уступающая по популярности группа методов объединяет физические способы обработки бурового шлама. Главной целью применения физического способа является устранение, как правило, воды. Наиболее распространенные физические методы основаны на центрифугировании, сепарации и воздействии высоких температур и др.

Биологические методы или биоремедиация - комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических агентов - микроорганизмов, растений, грибов, насекомых, червей и других организмов (BioremediationDiscussionGroup, 2006).

Выбор метода утилизации БО производится с учетом множества факторов, при этом рассматриваются: технология бурения, оборудование и техника на кустовой площадке, местные условия, наличие и удаленность карьеров песка, сапропеля, торфа, ближайшие производства и отходы, наличие электроэнергии и топлива, конструкция шламового амбара, требования природоохранных органов. Если в южных регионах для утилизации БО достаточно более тщательно производить центрифугирование и сепарацию, а получаемый продукт вывезти на сельскохозяйственные земли для мелиорации, то в других случаях этот процесс связан с большими затратами и техническими сложностями. Однако, несмотря на все проблемы, в практику внедряются новые способы утилизации БО, совершенствуются старые, проверенные методы. Целый ряд научно-исследовательских и проектных организаций участвуют в разработке регламентов по утилизации отходов бурения. Таким образом, только комплексное применение различных способов позволяет добиться максимальной эффективности утилизации БО. Масштабы проблемы таковы, что повышение эффективности утилизации БО даже на единицы процентов принесет значительные прибыли. Наиболее перспективным, экологически чистым и часто единственно возможным способом удаления остаточных количеств загрязнения среды БО является применение биологических технологий, основанных на использовании микробных биопрепаратов, изготовленных из активной биомассы микроорганизмов-деструкторов. [В.Б.Барахнина, 2011]

1.1.1. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

В основе химического воздействия находится процесс солидификации т.е. отверждения отхода путем вноса в него в определенным пропорциях сорбента. В качестве сорбента допустимо использовать полимеры, формальдегидные смолы, гипс, жидкое стекло, цемент, отходы хлопкопрядильного производства, лузгу подсолнечника, силикагель, природные горелые породы и др. [Ягафарова.

стр.48-61], [Двадненко, Привалова, стр.90-91]. Наиболее доступным является портландцемент. При этом для ускорения сроков схватывания можно ввести полиэлектrolиты, такие как, поваренная соль, хлористый кальций, кальцинированная сода и др. [Двадненко, Привалова, стр.90-91]. Одним из главных недостатков метода является большой объем требуемых связующих минеральных веществ. При всем этом способ получил наибольшую распространенность большей частью из-за недорогих экономических затрат.

Применение негашеной извести позволяет добиться хороших результатов по нейтрализации нефтешлама. Это метод так называемого капсулирования. В полученном порошкообразном материале, частицы заключены в капсулы, микропоры которых заполнены жидкими углеводородами способствующими гидрофобизации поверхности капсулы. Это многократно снижает смачиваемость частиц. В течение 1-3 месяцев продолжающаяся карбонизация позволяет приобрести капсуле приобрести значительную прочность (до 5,0 Мпа без заметного разрушения). Материал выдерживает многократное замораживание, воздействие слабокислой среды.

Теплоизолирующие материалы получают путем вспенивания с алюминиевой пудрой (при показателе рН БО свыше 10). Довольно перспективно применение такого состава для получения легких огнеупорных бетонов: алюминиевая пудра, ортофосфорная кислота 60-процентной концентрации, глиноземистый шлак и дополнительно содержащие буровой и сернокислый шлак, а также вспученный вермикулит [Перфилов, Лукина, 2013]. Нефтешлам смешанный с торфом, опилками и другими органическими веществами также обеспечивают теплоизоляционные свойства полученного продукта [Идрисов, Масагутов, 2015].

Известно применение отработанных буровых растворов как основу для приготовления тампонажных составов, необходимых при креплении скважин и изоляции зон поглощений. В качестве вяжущего используют синтетические основы, цемент, гипс и другие материалы. Начало и конец схватывания смеси

при различных температурах регулируется оптимальным соотношением компонентов. Достоинство метода отвердевшая пластмасса практически нерастворима в пластовых флюидах, непроницаема и коррозионноустойчива в водных растворах солей одновалентных металлов.

Очень часто физические и химические методы применяют совместно. На этой основе формируются физико-химическая группа методов. Такая комбинация позволяет чаще использовать ее для обезвреживания отходов. К этой группе относятся методы коагуляции и флотации, экстракции, сорбции, ионного обмена, флотации, ультрафиолетового излучения, радиационного воздействия и др. [Лотош, 2007], [Романков, Курочкина, 1982]. *Коагуляция* – слипание частиц коллоидной системы при их столкновениях в процессе теплового (броуновского) движения, перемешивания или направленного перемещения во внешнем силовом поле. В результате коагуляции образуются агрегаты - более крупные (вторичные) частицы, состоящие из скопления более мелких (первичных). Первичные частицы в таких скоплениях соединены силами межмолекулярного взаимодействия непосредственно или через прослойку окружающей (дисперсионной) среды. Коагуляция сопровождается прогрессирующим укрупнением частиц (увеличением размера и массы агрегатов) и уменьшением их числа в объеме дисперсионной среды - жидкости или газа. *Флокуляция* – вид коагуляции, при которой мелкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в жидкой или газовой среде, образуют рыхлые хлопьевидные скопления, т. н. флокулы. Флокуляция в жидких дисперсных системах (золях, суспензиях, эмульсиях, латексах) происходит под влиянием специально добавляемых веществ - флокулянтов, а также при тепловых, механических, электрических и пр. воздействиях. Эффективные флокулянты - растворимые полимеры, особенно полиэлектролиты. Действие полимерных флокулянтов обычно объясняют адсорбцией нитевидных макромолекул одновременно на различных частицах. Возникающие при этом агрегаты образуют хлопья, которые могут быть легко удалены отстаиванием

или фильтрованием. Флокулянты (поликремниевая кислота, полиакриламид и др.) широко используются при подготовке воды для технических и бытовых нужд, обогащении полезных ископаемых, в бумажном производстве, в сельском хозяйстве (для улучшения структуры почв), в процессах выделения ценных продуктов из производственных отходов, обезвреживания промышленных сточных вод.

Экстракция – процесс разделения жидких и твердых смесей путем избирательного растворения одного или нескольких компонентов в жидкости в наиболее крупных масштабах применяется в нефтеперерабатывающей промышленности. При этом используются экстрагенты, которые извлекают либо нежелательные компоненты (смолы, асфальты), либо, наоборот, ценные компоненты (парафиновые соединения). Недостатками данного метода является энергоемкость; кроме того, использование постороннего вещества (экстрагента) для разделения смеси приводит к неизбежному загрязнению продуктов разделения, очистка которых связана часто с большими затратами [Минимизация отходов при бурении нефтяных и газовых скважин, с.28-36]. Не будучи универсальным процессом, экстракция применима в тех случаях, когда другие методы разделения смесей либо непригодны, либо сопряжены со значительными затратами.

Обезвреженный продукт, полученный химическим способом пригоден для использования в строительстве, при прокладке дорог, отсыпке земляных насыпей.

1.1.2. ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Одним из первых по популярности в этой группе стоит термический способ утилизации нефтяных отходов. Огневая обработка позволяет полностью обезвредить горючие составляющие шламов с получением безвредных продуктов горения и зольных остатков, состоящих из металлов и их оксидов. Полученная зола, как правило в дальнейшем подлежит захоронению [Лагутенко, 2013]. Вот некоторые примеры термического воздействия:

1. Отмыв загрязняющих веществ (в основном нефти) из объема БО с помощью горячей воды (70 - 95°C) и пара. Недостаток метода - высокие энергетические затраты.

2. Выпаривание воды с помощью солнечной энергии. Для усиления этого эффекта используется эффект парника.

3. Прогрев объема БО путем пропускания через него выхлопных газов. Достоинство метода - одновременно с отверждением можно получить вспененный теплоизолирующий материал.

4. Вымораживание отстоявшейся воды при температурах -3 - 7°C. Полученный лед вывозится на рельеф.

5. Замораживание в зимний период БО с последующим захоронением под слоем теплоизоляции из торфа, опила и др.

6. Термическое прокаливание (термодесорбция) с получением грубой строительной керамики (кирпича, керамзита). Термический метод нейтрализации бурового шлама считается наиболее эффективным и практически доступным. При прокаливании шлама при температуре 300°C токсичность его снижается в 10 раз, а при 500°C шлам обезвреживается полностью. В качестве источника тепла используется попутный газ, нефть, уголь, отходы древесины. При наличии большого объема БО (сотни тысяч тонн в год) целесообразно строительство завода по отжигу БО и производству кирпича или керамзита. Достоинства метода - высокая эффективность обезвреживания, практическая доступность.

Наиболее используемыми видами термического воздействия являются: сжигание, газификация, пиролиз, нагревание на воздухе, в вакууме и т.д. Наибольшее распространение получили три метода: сжигание, газификация, пиролиз. *Сжигание* – способ, относящийся к окислительным термическим процессам аутогенного характера, когда теплоты, выделяемой при окислении, достаточно для поддержания горения и не требуется для этого дополнительного топлива. Обычно сжиганию подвергаются углеводородсодержащие отходы,

выделить из которых целевой продукт сложно и затратно. При горении таких отходов, содержащих значительное количество воды, происходят сложные химические процессы, связанные с испарением воды и наличием ее паров в зоне пламени. Вода является инициатором реакции, а также участвует в протекании самих реакций. Так, с увеличением содержания воды в смеси изменяется интенсивность свечения пламени. При сжигании обводненных топлив уменьшается дымление, которое является следствием дефицита кислорода в зоне протекания реакции. Этот метод осуществляется в печах различных конструкций при температурах не менее 1200 °С. В целом, к недостаткам такого метода можно отнести использование сложного в обслуживании оборудования и ограничение области применения составом углеводородсодержащих отходов.

Газификация. Газификационная технология обезвреживания отходов была заимствована из металлургической промышленности, где для получения горючих газов из бурого высокозольного угля широко использовали газификацию в камерных, циклонных или надслоевых реакторах при температурах 600–1100 °С в атмосфере газифицирующего агента (воздух, кислород, водяной пар, диоксид углерода или их смесь). В результате реакции образуются синтез-газ, (содержание H_2 и CO доходит до 70%), и «туман» из жидких смолистых веществ, бензопирена и диоксинов. Масса тумана при 600 °С может достигать до 30% от массы синтез-газа. При увеличении температуры газификации доля тумана в массе синтез-газа падает и при температуре более 1100 °С близка к нулю. Особенность газификации состоит в том, что в отличие от сжигания в реакторе газовая фаза имеет восстановительные свойства. Вредных газовых выбросов из газификаторов значительно меньше, чем из печей сжигания. В качестве газифицирующих агентов могут быть использованы воздух, кислород, водяной пар, диоксид углерода и их смеси. Газификация может осуществляться в плотном слое под давлением, в псевдоожиженном слое. Достоинствами такого способа являются высокие коэффициент полезного действия и

производительность процесса, большая вариативность получаемых продуктов. Получаемая смесь водорода и оксида углерода используется в каталитическом процессе синтеза метилового спирта и\или получения энергии. *Пиролиз* является одним из самых распространенных термических методов утилизации нефтешламов. Пиролиз – совокупность элементарных реакций разложения (деструкции) органического вещества на продукты с меньшей молекулярной массой. Независимо от специфики процесса пиролиза, обязательным условием его протекания являются высокие температуры, которые должны быть в диапазоне 450–1050 °С. В зависимости от температуры процесса различают три вида пиролиза: низкотемпературный, среднетемпературный, высокотемпературный. Низкотемпературный пиролиз или полукоксование протекает при температурах 450–550 °С. Для данного вида пиролиза характерны максимальный выход жидких и твердых (полукокс) остатков и минимальный выход пиролизного газа с максимальной теплотой сгорания. Полукокс можно использовать в качестве энергетического и бытового топлива. Среднетемпературный пиролиз или среднетемпературное коксование протекает в интервале от 550 до 800 °С, дает выход большего количества газа с меньшими теплотой сгорания, количеством жидкого остатка и кокса. При высокотемпературном пиролизе или коксовании от 900 до 1050 °С наблюдается минимальный выход жидких и твердых продуктов и максимальная выработка газа с минимальной теплотой сгорания. Твердый остаток (пиролизный кокс) либо используют в качестве заменителя природных или синтетических углеродсодержащих материалов, сорбентов, либо депонируют.

Термический способ хоть и является эффективным, но не всегда экономически рентабельным, т.к. эта технология требует больших затрат электроэнергии. [Жумаев, 2014]

Кроме прямого сжигания термические методы часто являются составной частью комплексных технологий обезвреживания и утилизации шламов. Если необходима более тщательная утилизации буровых отходов, применяется

соответственное гидромеханическое или гидростатическое воздействие. На этом основаны процессы перемешивания, осаждения, фильтрования, центрифугирования и др. *Отстаивание* позволяет использовать только верхний слой для утилизации совместно с сырой нефтью. *Фильтрация* – процесс довольно дорогостоящий. Для фильтрации используют фильтр-прессы, вакуум-фильтры, добавляются коагулянты и флокулянты. Для применения метода необходимо учесть фактор – вязкость буровых отходов. Центрифугирование – метод сепарационной очистки. Разделение смеси может происходить при использовании декантера (горизонтальная центрифуга) или сепаратора (вертикальная центрифуга). Примеры:

1. Центрифугирование БО с возвратом раствора в буровой процесс. Недостаток метода - объем БО после этого снижается всего на 10-15%, а оставшаяся после этого масса подлежит дальнейшей утилизации.

2. Сепарация с помощью вибросит, пропускание сквозь щели, пористые и волоконные материалы и т.д.

3. Отстаивание в амбарах с секционированием БО по плотности. Разделительные перемишки из песка при этом используются для фильтрации жидких компонентов и перепускания менее плотных верхних слоев БО.

4. Седиментация путем нанесения БО на наклонную поверхность. Такой процесс может повторяться многократно. Послойное наращивание с подсушиванием слоев составляет 2-4 см.

5. Утилизация буровых растворов с использованием метода распылительной сушки. Буровой раствор, поступающий из скважины, последовательно очищается на выбросите и батарее гидроциклонных песко- и илоотделителей.

Метод заполнения – метод помещения буровых отходов в различных полостях, пространствах:

1. Технология «реинджекшн» - закачивание БО в затрубное пространство или в специально пробуренную скважину, закачивание в скважину после

завершения буровых работ. Основные условия для применения «реинджекшн» - геологическая возможность для закачивания (наличие принимающего пласта, водоупорных пластов над и под принимающим пластом, чтобы предотвратить загрязнение грунтовых вод). Пластовая вода закачивается еще и в эксплуатационные скважины для повышения интенсивности газодобычи. Следует отметить, что бурение поглощающих скважин запрещается в зонах санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. Достоинство метода - возможность изолирования жидких БО глубоко под землей в природных резервуарах.

2. Заполнение карстовых полостей под железными и автомобильными дорогами. Достоинство метода - в этом случае достаточно удалить из БО нефть, а текучесть даже полезна, так как позволяет создать давление в полости за счет столба жидкости в вертикальной части полости [Ротарь, 2013].

1.1.3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

К биологическим методам (в некоторой литературе обозначены как биохимические методы) - относится деструкция загрязняющих компонентов БО с помощью субъектов живой природы, как правило микроорганизмов. Последние чувствительны к составу БО, действуют селективно на различные виды загрязнений и требуют специальных условий для жизнедеятельности. Биологический метод более экологичен, в подавляющей доле случаев только он способен в полной мере завершить рекультивацию.

Существует достаточно обширная группа углеводородокисляющих микроорганизмов, всегда присутствующих в почве, включающая в себя бактерии родов *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, грибы родов *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mortirella* и дрожжи *Aureobasidium*, *Candida*, *Rhodotorula*, а также различные актиномицеты. Углеводородокисляющие микроорганизмы различных родов различаются по способности разрушать углеводороды разных классов. По

устойчивости к биоразложению углеводороды можно выстроить в ряд: нормальные алканы — алканы с разветвленными углеродными цепями — циклоалканы — арены — ПАУ (чем больше бензольных колец, тем более устойчивы к воздействию микроорганизмов). Соответственно, чем тяжелее фракция, тем хуже она поддается биоразложению.

Ex-situ и *in-situ* технологии: *Ex-situ* технологии предполагают изымание и перемещение загрязненной почвы для очистки на специально оборудованных площадках и /или в биореакторах; *In-situ* технологии отличаются очищением непосредственно на месте загрязнения при вовлечении всего биологического потенциала экосистемы и с учетом климатических особенностей региона.

Ex-situ технологии включают компостирование (*composting*), *biopiling*, *landfarming*, *landspreading* и утилизацию в биореакторах.

Composting основан на работе микроорганизмов, точнее их метаболизме. В очищаемый грунт вносятся свободные источники углерода, а также оптимизируются состав смеси и физические ее свойства. Наиболее активно процессы соокисления УВ протекают в термофильном режиме.

Biopiling требует предварительную подготовку: лабораторные тесты для определения химической природы загрязнителя и оценки его токсичности, далее механическое просеивание грунта для его гомогенизации и удаления металлических и пластиковых включений, камней. После этого вносятся расчетные благодаря тестам количества источников основных биогенных элементов, ферментов и биологических агентов (консорциумов бактерий и грибов), адаптированных к загрязнителям. На последнем этапе формируются так называемые бурты, высотой от 0,8 до 2 метров конической или трапециевидной формы.

В *Landfarming* отходы вносят в почву и разлагают посредством стимулирования микробиологических процессов окисления УВ. До получения безвредных продуктов, таких как вода, диоксид углерода и гумус. Для обеспечения грунта кислородом производят вспашку.

Метод *Landspreading* в целом похож на метод *Landfarming*, но отличается меньшей интенсивностью и, зачастую, ограничивается только рыхлением грунта без внесения удобрений.

In-situ технологии включают: *bioventing*, *biosparging*, биостимуляцию (*biostimulation*), биоаугментацию (*bioaugmentation*), фиторемедиацию (*phytoremediation*) и ризоремедиацию (*rhizoremediation*).

Метод *Bioventing* – стимулировании микробиологической активности почвы за счет нагнетаемого в глубокие слои воздуха. Метод удобно применять тогда, когда нет возможности проведения рыхления грунтов или его экскавации. Метод применяется для очистки грунта от легких УВ и не подходит для очистки от топливных масел, мазута и прочих тяжелых фракций. С этим методом схож так называемый «канадский» или «парниковой гряды». В основе метода лежит микробиологическое окисление с естественным повышением температуры — как «горит» силосная куча. На грунтовую подушку шириной 3 метра укладываются змейкой перфорированные пластиковые трубы, которые затем засыпаются слоем гравия, щебня или керамзита, или материала типа «дарнит». На эту пористую подушку сэндвичем укладываются чередующиеся слои нефтезагрязненного грунта и удобрений. В качестве последнего используется навоз, торф, опил, солома и минеральные удобрения, можно добавлять микробиологические препараты. Гряда укрывается полиэтиленовой пленкой, в трубы подается воздух от компрессора соответствующей мощности. Пленка предотвращает охлаждение; если подавать нагретый воздух и дополнительно утеплить гряду торфом или «дорнитом», то способ будет эффективен и зимой. Нефть окисляется практически полностью за 2 недели, остаток нетоксичен и на нем прекрасно растут растения.

Biosparging – сочетает в себе *bioventing* и нагнетание воздуха в трубы с целью снижения концентрации CO₂, стимулирования аэробной биоты и увеличение биodeградации.

Biostimulation – стимулирование метаболической активности УВ-окисляющей микрофлоры за счет периодического рыхления грунта, обеспечивающего аэрацию и оптимальный массоперенос поллютантов; внесения рыхлящих субстратов и/или биосурфактантов для увеличения площади контакта микроорганизмов и УВ субстрата; внесения источников основных биогенных элементов в виде минеральных и/или органических удобрений.

Bioaugmentation – это биостимуляция совместно с интродукцией микробных консорциумов, созданных на основе аборигенной микрофлоры или коллекционных штаммов.

Phytoremediation – это биостимуляция + высева растений, устойчивых к загрязнителю и формирующих достаточно мощную корневую систему.

Rhizoremediation – это фиторемедиация + интродукция микробных консорциумов путем предпосевной обработки семян микробными культурами [Биологическая рекультивация нефтезагрязненных грунтов, 2013].

Во вторую группу можно отнести методы, основанные на внесении растений для естественной трансформации нарушенного грунта. Этот список довольно внушительный. При выборе видов растений необходимо руководствоваться свойствами местных почв, температурными условиями. Для наилучшей рекультивации стоит использовать местные виды. Довольно часто выбор падает на растения из группы многолетних травянистых семейства бобовые (например, донник белый двулетний, донник желтый двулетний, клевер красный, клевер белый, люцерна желтая, люпин многолетний, эсперцет песчаный и др.), злаковые (ежа сборная, житняк гребенчатый, кострец остистый, овсяница красная, овсяница луговая, пырей бескорневищный, пырей ползучий, регнерия волокнистая, тимофеевка луговая и др.) [Малышкин, Пашкевич, 2010]. Из деревьев часто используют сосну обыкновенную, березу бородавчатую, тополь бальзамический, яблоня мелкоплодная, осина, береза пушистая, ива козья, ива пятитычинковая, карагана желтая, шиповник

коричный, раkitник русский, облепиха, клен американский, лох узколистный и др. Токсичные породы с высокой кислотностью переносят акация, береза, ольха, лох, облепиха, сосна, ива, клен, осина, смородина, спирея, тамариск; карбонатные щелочные – сосна, акация, береза, клен, ольха, лох, облепиха. Наблюдения за облепихой на биологическом этапе рекультивации позволили сделать выводы, из которых следует что данный вид лучше не стоит смешивать с другими древесными породами, так как она дает высокую энергию и через 4-5 лет вытесняет все другие виды [Малиновская, Перевалов, стр. 34-37].

1.2. НОРМАТИВНО - ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ БУРЕНИЯ

До 1980-х гг. не уделяли особого внимания вопросу утилизации бурового шлама и отработанных буровых растворов. Шламовый амбар в ранее своей версии часто нес опасность выноса загрязняющих веществ за пределы шламовых амбаров из-за недостаточной гидроизоляции дна и стенок [Изменение физико-химического...].

Проблема утилизации отходов нефтегазовой промышленности в настоящее время принимает более острый характер в связи с ужесточением законодательства в области экологии (увеличением платы за негативное воздействие на окружающую среду). По этой причине ведутся многочисленные исследования и лабораторные испытания различных технологий обезвреживания нефтезагрязненных отходов, снижающих загрязнение [Подбор рецептуры обезвреживания... , 2013].

В настоящее время рекультивация нефтезагрязненных земель контролируется документами, отвечающими за охрану земли, такими как: Конституция РФ, Земельный Кодекс РФ, Закон РФ «О недрах», ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» N 101-ФЗ от 24.07.2002 N 101-ФЗ (ред. от 06.06.2019), Кодексом РФ об административных правонарушениях (далее

КоАП РФ), Уголовным Кодексом РФ (ст.254), постановлением Правительства РФ «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» от 23.02.94 N 140, а также принятым во исполнение данного постановления приказом Минприроды России №525 и Роскомзема №67 от 22.12.95 «Об утверждении основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы», Инструкцией по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов N РД 39-00147105-006-97. Выбор направлений рекультивации определяется в соответствии с требованиями ГОСТа 17.5.1.02-85, утвержденным Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 16.07.1985 N2228 и ГОСТа 17.5.1.01-83, утвержденным Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 13.12.83 № 5854.

Можно увидеть, что внимание высших органов тоже привлечено к решению проблемы утилизации отходов. Этому есть подтверждение – ранее в 2013 году было совещание в Совете Федерации на тему «Проблемы рекультивации земель, загрязненных нефтесодержащими отходами» при организаторстве Комитета СФ по аграрно-продовольственной политике, который дополнил требования Постановления Правительства РФ от 23.02.1994 № 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы». Из итогов совещания мы понимаем, что принятие законодательных актов по защите природной среды РФ от нефтезагрязнений невозможно без данных о мониторинге загрязненных территорий, учета площади, анализа уже имеющегося опыта рекультивации и стадии загрязнения.

Для понимания основных принципов в области утилизации отходов бурения достаточно обратить внимание на несколько документов: Земельный Кодекс РФ от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ, ФЗ от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «

Об охране окружающей среды», « Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ, «Об экологической экспертизе» от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ, ГОСТ 17.5.3.04.-83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель», « О санитарно- эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 № 52-ФЗ.

Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ « Об охране окружающей среды» в п.3 статья 37 закона предписывает при осуществлении строительства и реконструкции зданий, строений, сооружений и иных объектов принимать меры по охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рекультивации земель, благоустройству территорий в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Согласно приказу от №22 декабря 1995 года «Об утверждении основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» обозначен комплекс таких мероприятий биологического этапа как агротехнические и фитомелиоративные. При этом ожидается, что это позволит улучшить агрофизические, агрохимические, биохимические и другие свойства почвы. В документе большей частью обозначены моменты, связанные с наличием определенных документов.

С эколого-правовой стороны необходимыми условиями является наличие положительного заключения Государственной экологической экспертизы, а также наличие паспорта отходов, в котором отмечены класс опасности и перечислены токсические свойства отхода.

Очень важным аспектом в области обращения с отходами бурения является обязательный учет и мониторинг согласно «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ.

В ГОСТ 17.5.3.04.-83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель» наиболее точно обозначены факторы, которые должна быть учтены при выборе методики рекультивации:

- природные условия района (климатические, педологические, геологические, гидрологические, вегетационные);
- расположение нарушенного (нарушаемого) участка; перспективы развития района разработок;
- фактическое или прогнозируемое состояние нарушенных земель к моменту рекультивации (площадь, форма техногенного рельефа, степень естественного зарастания, современное и перспективное использование нарушенных земель, наличие плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород, прогноз уровня грунтовых вод, подтопление, иссушение, эрозионные процессы, уровень загрязнения почвы);
- показатели химического и гранулометрического состава, агрохимические и агрофизические свойства, инженерно-геологическая характеристика вскрышных и вмещающих пород и их смесей в отвалах в соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель»;
- хозяйственные, социально-экономические и санитарно-гигиенические условия района размещения нарушенных земель;
- срок использования рекультивированных земель с учетом возможности повторных нарушений;
- охрана окружающей среды от загрязнения ее пылью, газовыми выбросами и сточными водами в соответствии с установленными нормами ПДВ и ПДК.

Несмотря на это все, на взгляд Правительства РФ некоторые острые проблемы рекультивации даже не обозначены в Плане действий по реализации «Основ государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» (утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 18 декабря 2012 г. № 2423-р) и государственной программе Российской Федерации «Охрана окружающей

среды» на 2012-2020 годы» (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. № 2552-р, а также в разработанных Минприроды России проекте государственной программы Российской Федерации «Воспроизводство и использования природных ресурсов» и концепции федеральной целевой программы «Экологическая безопасность России (на 2013–2020 гг.)»).

Кроме этого, к сожалению, в соответствующих нормативных правовых актах РФ не учитываются требования ряда международных конвенций, ратифицированных Российской Федерацией и предусматривающих при реализации крупных инфраструктурных проектов в нефтяной промышленности применение экосистемного подхода.

1.3. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Ханты-Мансийский Автономный округ – Югра расположен в центральной части Западно-Сибирской равнины. С севера на юг округ простирается на 900 км, с запада на восток на 1400 км. Протяженность внешних границ округа - 4750 км.

На формирование климата существенное влияние оказывает защищенность территории с запада Уральским хребтом; открытость территории с севера, способствующая проникновению холодных арктических масс; равнинный характер местности с большим количеством рек, озер и болот. Климат округа континентальный с быстрой сменой погодных условий, особенно в переходные периоды - от осени к зиме и от весны к лету, а также в течение суток. Зима суровая и продолжительная с устойчивым снежным покровом, лето короткое и сравнительно теплое, переходные сезоны (весна, осень) с поздними весенними и осенними ранними заморозками [Экология Ханты-Мансийского автономного округа, 1997. 288 с]. Преобладающее направление ветра летом - северное; в отличие от зимы, когда чаще наблюдается южный ветер. Зимой господствуют ветры южного и юго-западных

направлений, а летом - ветра с северной составляющей. Средняя скорость ветра 3-4 м/с, но временами она может увеличиваться до 20-25 м/с. Температурный режим: среднесуточная температура воздуха января - самого холодного месяца в году составляет -22°C , самого теплого (июля) 17°C . Абсолютный минимум температур приходится на декабрь-январь и составляет $-50 -55^{\circ}\text{C}$, максимум же регистрируется на отметке 32°C . Весна характеризуется поздними, а осень ранними заморозками. Первый осенний заморозок регистрируется в первой декаде сентября, а последний весенний - в начале июня. В среднем выпадает от 466 до 621 мм осадков в год, большая часть приходится на зимний период, при этом максимальные месячные значения приходятся на летние месяцы [по данным <http://www.ugrameteo.ru/>]

Высота снежного покрова от 50 до 80 см. В июле выпадает максимум осадков, около 15% годового количества. В зимнее время на территории округа атмосферное давление гораздо ниже, чем в пределах Азиатского антициклона. Вторжение воздушных масс с Атлантики сопровождается потеплением, снегопадами и оттепелями. Средние значения атмосферного давления в июле (754-756 мм) ниже, чем в Арктике, но выше, чем в Центральной Азии. Зимой на большей части территории маловетренная, и сухая погода. [Экология Ханты-Мансийского автономного округа, 1997. 288 с].

По характеру водного режима реки рассматриваемой территории относятся к типу рек с весенне-летнем половодьем и паводком в тёплое время года.

Почвенный покров не отличается большим разнообразием. На приречных дренированных участках под густой темнохвойной тайгой распространены подзолистые почвы. На водоразделах со слабым поверхностным и грунтовым стоком преобладают различные виды глеевых почв, которые в центральной части обычно сменяются болотными. Маломощные подзолистые почвы лёгкого механического состава характерны для областей распространения зандра; на них, как правило, произрастают боры-

ягельники. Для обской поймы характерно сложное сочетание аллювиальных, дерново-луговых и болотных почв. В горной (уральской) части распространены тундровые грубогумусные щепнистые почвы [Каретин, 1990, 283с].

В границах округа выделяются 3 подзоны тайги: северная, средняя и южная. Северная тайга характеризуется редкостойными лесами, различными типами болот и растительными сообществами пойм крупных рек. На водоразделах распространены лиственнично-елово-кедровые, лиственничные и еловые леса. Такие леса разрежены, отмечаются низкой биологической продуктивностью. Надпочвенный покров покрыт кустарничками и зелеными мхами. Местами появляются лишайники.

Заболоченность в среднем составляет 40%. Десятая часть территории занята плоскобугристыми комплексными болотами. В среднетаежной подзоне широко распространены темнохвойные и сосновые леса. Леса северной части подзоны напоминают северотаежные с участием лиственницы, с кустарничками и зелеными мхами в напочвенном покрове. От северотаежных они отличаются большей сомкнутостью, большей высотой древостоя, а значит, и продуктивностью. Древостои образуют ель и кедр, на богатых почвах к ним присоединяется пихта. Сосновые леса сменяют темнохвойные при усилении заболачивания и на песчаных речных террасах, гривах и увалах, где образуют великолепные боры-беломошники. Сосняки-брусничники часто представляют собой вторичные леса на месте сгоревшей темнохвойной тайги. Южная тайга представлена темнохвойными, сосновыми и мелколиственными (березовыми, осиновыми) лесами. Зональным типом являются высокопродуктивные кедрово-елово-пихтовые зеленомошные и мелкотравные леса с обильным подростом и разнообразным подлеском, в состав которого может входить липа. Сосняки разных типов встречаются небольшими участками среди болотных массивов или на песках. Березовые и осиновые леса преимущественно вторичные, возникшие в результате вырубок и пожаров. Особое место в структуре растительного покрова округа занимает растительность речных долин.

Растительность здесь разнообразна - от первичных группировок на молодых речных наносах до лесов из кедра, сосны, березы на высоких пойменных уровнях и на останцах речных террас. [Экология Ханты-Мансийского автономного округа, 1997. 288 с].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основным материалом для исследования послужили работы по супервайзингу выполнения восстановительных работ по рекультивации загрязненных земель ликвидации буровых шламовых амбаров и утилизации нефтешламов за 2017-2019 года.

2.1. ТЕХНОЛОГИИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НА ПРИМЕРЕ НЯГАНИ.

Согласно данным, взятым из работ по супервайзингу, утилизация нефтешламов производилась по следующим технологиям:

- ИМ-1
- ДСКМ
- Грунт минеральный сыпучий
- Минерально-шламовый грунт

ИМ-1. Основным итогом утилизации нефтешлама являлось получение изолирующего материала ИМ-1 согласно ТУ 5717-001-48855219-2004. Изготовление изолирующего материала ИМ-1 производят путем неоднократного перемешивания компонентов в пропорциях, определяемых согласно выбранному варианту ТУ 5717-001-48855219-2004.

В целом схема получения изолирующего материала ИМ-1 представляет собой последовательную цепь действий [Приложение 1]:

1. обезвоживание и сушка нефтешлама – это процесс выделения воды из нефтешлама. Сушка (аэрация) осуществляется методом перемешивания нефтешлама с целью доступа кислорода в толщу нефтешлама.

2. Перемешивание до однородной массы с песком

3. Внесение биопрепарата «Деворойл» и удобрения «Азофоска».

4. Внесение негашеной извести и перемешивание с негашеной известью.

5. Складирование полученного материала ИМ-1 в бурты и выдерживание на открытом воздухе для достижения состояния готовой продукции (ИМ-1).

В ходе работ при необходимости проводится промежуточный контроль спустя 1-2 недели после начала внесения негашеной извести. Также отбираются пробы на определение класса опасности (после просушки готовой продукции).

6. Вывоз готовой на место складирования /использования продукции ИМ-1.

Шламы нефтяные представляют собой смесь различных механических примесей (как минерального, так и органического происхождения), нефтепродуктов и воды.

Обезвоживание - технологический процесс, при котором производится выделение воды из нефтешлама. Для ускорения процесса обезвоживания экскаватор при перемешивании нефтешлама формирует приямки, в которых накапливаются дренажные воды. Дренажные воды перекачиваются в амбар для жидких отходов при помощи мотопомпы. Предусматривается снижение влажности с 40-90% до 30-50%.

Сушка (аэрация) осуществляется методом перемешивания нефтешлама экскаватором с целью доступа кислорода в толщу нефтешлама. Этот процесс осуществляется для ускорения обезвоживания нефтешлама. После просушивания нефтешламов до необходимой влажности (30-50 %) производится следующий этап обработки.

Согласно лабораторным исследованиям, обезвоженные до 34 % влажности нефтешламы имеют плотность 1,1 – 1,4, т/м³ и их объем составляет 35-70 % от объема, исходного обводненного нефтешлама.

Перемешивание нефтешлама до достижения однородной массы осуществляется экскаватором с одновременным добавлением песка. Количество вносимого песка определяется по Технологической карте и является подготовкой к внесению негашёной извести. В результате

перемешивания нефтешлама с песком до состояния однородной массы повышается эффективность использования негашёной извести в процессе нейтрализации нефтепродуктов.

Обработанный нефтешлам неоднократно перемешивают с негашёной известью. Количество вносимой негашёной извести определяется по Технологической карте в количестве, предусмотренном ТУ в зависимости от объема партии утилизированного нефтешлама.

В течение всего процесса ведется дополнительное внесение негашёной извести до указанного в технологической карте объема.

Внесение негашёной извести и перемешивание с нефтешламом производится экскаватором до достижения однородной массы.

Допускается одновременное внесение песка и негашёной извести в нефтешлам и их дальнейшее перемешивание.

Методика перемешивания, обезвоженного нефтешлама с негашёной известью:

- Обустройство бурта, обезвоженного нефтешлама для проведения замешивания;
- В борт обезвоженного нефтешлама с помощью тяжелой строительной техники (экскаватора) перемещаются мешки с негашёной известью и известь равномерно рассыпается по поверхности обезвоженного нефтешлама;
- Экскаватор перемешивает негашёную известь с обезвоженным нефтешламом до получения готового материала.

Существует 4 варианта рецептуры (таблица 1).

Сводная таблица отходов и материалов ИМ-1 (составлена автором на основании [ТУ 5717-001-48855219-2004])

Наименование производственных отходов и инертных материалов	Код по ФККО	Содержание компонента в изолирующем материале (ИМ-1), массовая доля в %			
		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
1. Нефтяной шлам (отходы нефтедобычи и нефтепереработки)	546 000 00 00 00 3-4	40 – 50	40 – 60	5 – 20	–
2. Известковые материалы (известняк в мелкокусковой форме, негашеная известь, шлам химводоочистки ТЭЦ)	941 000 00 00 00 4	25 – 30	–	2 – 10	–
3. Отходы бурения (буровой шлам)	341 000 00 00 00 4	–	–	78 – 85	70 - 100
4. Инертные материалы (глинистые породы, песок отложений морей и океанов)	–	25 – 30	40 – 60	–	0 – 30
5. Биопрепараты (Деворойл, Дейстройл, Олеворин, Бациспецин)		–	Согласно паспортным данным		

Для приготовления изолирующего материала ИМ-1 был применен 1 вариант рецептуры.

ДСКМ. Дорожно-строительный композиционный материал (ДСКМ) – материал, получаемый при утилизации буровых шламов путем смешения с песчаным грунтом и обработки минеральным гидравлическим вяжущим с малыми добавками активных веществ и сорбентов [Дорожно-строительный композиционный материал, 2014г, 26 с.].

Данный материал предназначен для строительства земляного полотна, дополнительных слоев оснований и покрытий автомобильных дорог I-V категорий и устройства дорожных одежд на внутрипромысловых дорогах IV-V категорий, для сооружения насыпных оснований и грунтовых обвалований строительных и производственных площадок нефтегазовых месторождений в I-V дорожно-климатических зонах, а также для засыпки и рекультивации шламовых амбаров, шламонакопителей, полигонов отходов и искусственных земляных выемок и др. объектов размещения отходов.

Утилизация бурового шлама, в соответствии с технологией производства работ выполняется в теле шламового амбара.

Экскаватором на поверхность шлама наносится слой песка, поверх песка цемент и смесь многократно перемешивается экскаватором. Ширина полосы перемешивания зависит от длины стрелы экскаватора.

Внесение реагентов и выполнение работ по утилизации бурового шлама происходит, начиная с края шламового амбара, к которому имеется свободный проезд.

При перемешивании компонентов (производстве ДСКМ) не допускается механическое воздействие, нарушающее целостность подстилающих (изолирующих) слоев шламового амбара.

Положительным результатом утилизации бурового шлама является документальное подтверждение факта получения продукта 4-5 класса опасности и его соответствия требованиям ТУ 5745-014-73157003-2014, полученное в результате лабораторных исследований. [Приложение 2]

Завоз грунта для отсыпки амбара производится автосамосвалами. Для засыпки амбара сначала используется грунт обвалования, смещаемый экскаватором в амбар методом надвига, а затем привозной песчаный грунт. Разборка обваловки амбара и работы по засыпке амбара местным грунтом предшествуют завозу песка, поэтому объем завозимого песка может быть скорректирован в меньшую сторону по факту проведения засыпки амбара. При засыпке земельного участка, нарушенного в связи с созданием бурового шламового амбара (шламонакопителя), первоочередно используется грунт обваловки, после этого – привозной стандартизированный грунт для засыпки. Если грунт обваловки представлен торфом, то сначала амбар засыпается привозным стандартизированным грунтом для засыпки, а затем перемещается торф обваловки.

В таблице 3 представлено соотношение бурового шлама к вносимым компонентам.

Сводная таблица отходов и материалов ДСКМ (составлена автором на основании [ТУ 5745-014-73157003-2014])

Наименование компонента	Песок	Цемент	ГКЖ
Количество, % от объема БШ	10	10	0,04

Грунт минеральный сыпучий. Грунт минеральный сыпучий, согласно техническим условиям – продукт, получаемый в результате обжига нефтесодержащего отхода (нефтешлам, нефтезагрязненный грунт) [Технические условия. Грунт минеральный сыпучий для земляных работ, 2009г., 16 с.].

Грунт производится в результате высокотемпературного окисления при рабочей температуре от 600 до 900 С°, оптимальный режим работы установок – 600-700 С°. Данная технология позволяет снизить в отходах содержание нефтесодержащих продуктов до значений, исключающих их последующее отрицательное влияние на окружающую среду и здоровье человека.

Данный метод включает в себя следующие технологические операции:

- Доставка и установка необходимого оборудования, техники и персонала;
- Сооружение временной базы на месте оказания услуг;
- Завоз НЗГ в карты временного накопления;
- Утилизация НЗГ методом термической обработки с получением вторичной продукции - «Грунт минеральный сыпучий для земляных работ»[Приложение 2]
- Отбор проб вторичной продукции на соответствие нормам и требованиям природоохранного законодательства (ТУ, ГОСТ, территориальный норматив остаточного содержания нефтепродуктов);
- Сдача результатов выполнения услуг.

Минерально-шламовый грунт. Минерально-шламовый грунт, или *Смесь МШГ* – продукт утилизации буровых шламов, получаемый путем смешивания бурового шлама с инертным материалом (песок, грунт) и стабилизатором

грунтов [Технические условия. Минерально-шламовый грунт «Смесь МШГ» , 2016 г, 18 с.] [Приложение 4]. Стабилизатор грунтов служит в данном случае для ионного замещения пленочной воды, а так же кристаллизуется в пустотах [О технологии стабилизации грунтов...]. В результате утилизации, в зависимости от пропорций используемых компонентов, образуются разные марки МШГ (Таблица 3).

Таблица 3

Сводная таблица отходов и материалов МШГ [ТУ 5711-002-48739364-2009]

Марки смеси	Компонентный состав			
	Отходы от бурения скважин и добычи нефти и газа, м ³	Инертный материал, м ³	Стабилизатор грунтов	Техническая вода, м ³ (при необходимости)
«Смесь МШГ» М1	1	0,5	100	0,1
«Смесь МШГ» М2	1	1-2	200	0,1

«Смесь МШГ» М1 используется при засыпке и рекультивации шламовых амбаров, шламонакопителей, полигонов ТКО и других объектов накопления и размещения отходов, тогда как «Смесь МШГ» М2 может использоваться при строительстве автомобильных дорог и обваловок.

Температурные условия при производстве могут быть от -55 до +55 С°.

2.2. МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ

Для выбора оптимальной технологии была использована методика комплексной экспертной оценки [Методы сравнительного анализа, 2008, 81с.]. Для анализа технологий утилизации отходов производства и потребления

приняты три группы критериев, разработанных на основании следующих документов:

1. ГОСТ Р 57677-2017 Ресурсосбережение. Обращение с отходами.

Ликвидация отходов недропользования.

2. Федеральный закон от 04.05.2011 N 99-ФЗ (ред. от 18.02.2020) "О

лицензировании отдельных видов деятельности"

3. Технологические условия применяемых технологий

Критерии оценки утилизации отходов бурения

Технологические:

Возможность круглогодичной реализации технологии. Данный критерий отвечает за возможность круглогодичной работы по утилизации отходов бурения. За «0» принята невозможность работы круглый год, за «1» – возможность круглогодичной работы.

Мобильность технологических комплексов по утилизации отходов. В данном критерии оценивалась мобильность технологических комплексов при утилизации отходов. За «0» принята невозможность быстрого (до 1 недели) развертывания комплекса по утилизации отходов.

Потребность в материалах для реализации технологии. Данный критерий показывает, нужны ли материалы при реализации технологии. За «0» принята невозможность применения технологии без материалов, за «0,5» – возможность работать без применения материалов, «1» – отсутствие необходимости в материалах.

Потребность в топливе для реализации технологии. Требуется ли топливо для реализации технологии? «0» – да, «1» – нет.

Потребность в энергоресурсах для реализации технологии. Нужны ли энергоресурсы для применения технологии? «0» – да, «1» – нет.

Потребность в воде для реализации технологии. Требуется ли вода для успешной реализации технологии? За «0» принято обязательным наличие воды,

за «0,5» – возможность работать без воды, «1» – отсутствие необходимости водных ресурсов.

Необходимость предварительной подготовки отходов для реализации технологии. За «0» принята необходимость подготовки отходов, за «0,5» – возможная необходимость подготовки отходов, «1» – возможность без подготовки приступать к работам.

Наличие площади, требуемой для реализации технологии. «0» – да, «1» – нет.

Простота эксплуатации и обслуживания технологического оборудования. За «0» приняты сложные технологические процессы, за «0,5» – средняя простота эксплуатации и обслуживания, «1» – высокая простота.

Необходимость создания специальных условий для хранения реагентов. «0» – да, «1» – нет.

Продолжительность подготовительного этапа при реализации технологии. За «0» принята необходимость подготовки отходов, обустройства площадки, за «0,5» – возможная необходимость подготовки отходов, «1» – возможность без подготовки приступать к работам.

Таблица для оценки технологических критериев будет выглядеть следующим образом:

Таблица 4

Анализ технологий утилизации по технологическим критериям (*составлено автором*)

Исследуемый критерий	Технология			
	ИМ-1	ДСКМ	Грунт минеральный сыпучий	Минерально-шламовый грунт
1	2	3	4	5
Возможность круглогодичной реализации технологии				
Мобильность технологических комплексов по переработке отходов				
Потребность в материалах для реализации технологии				

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
Потребность в топливе для реализации технологии				
Потребность в энергоресурсах для реализации технологии				
Потребность в воде для реализации технологии				
Необходимость предварительной подготовки отходов для реализации технологии				
Наличие площади, требуемой для реализации технологии				
Простота эксплуатации и обслуживания технологического оборудования				
Необходимость создания специальных условий для хранения реагентов				
Продолжительность подготовительного этапа при реализации технологии				

Организационно-правовые:

Законодательные ограничения на применение технологии. «0» – да, «1» – нет.

Надежность технологического процесса и промышленный опыт применения технологии. «0» – да, «1» – нет

Наличие типовых проектов для реализации технологии «0» – да, «1» – нет

Наличие патента на применение технологии «0» – да, «1» – нет

Таблица для оценки технологических критериев будет выглядеть следующим образом:

Таблица5

Анализ технологий утилизации по организационно-правовым критериям
(составлено автором)

Критерий	ИМ-1	ДСКМ	Грунт минеральный сыпучий	Минерально-шламовый грунт
1	2	3	4	5
законодательные ограничения на применение технологии;				

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
надежность технологического процесса и промышленный опыт применения технологии;				
наличие типовых проектов для реализации технологии				
наличие патента на применение технологии				

Экологические:

Воздействие на окружающую среду «0» – да, «1» – нет

Образование сточных вод при штатной работе «0» – да, «1» – нет

Образование отходов при штатной работе «0» – да, «1» – нет

Вероятность возникновения аварийных ситуаций «0» – да, «1» – нет

Воздействие технологии на атмосферу при штатной работе «0» – да, «1» – нет

Воздействие технологии на подготовительном этапе «0» – да, «1» – нет

Таблица 6

Анализ технологий утилизации по экологическим критериям (*составлено автором*)

Критерий	ИМ-1	ДСКМ	Грунт минеральный сыпучий	Минерально-шламовый грунт
1	2	3	4	5
воздействие на окружающую среду				
образование сточных вод при штатной работе				
образование отходов при штатной работе				
вероятность возникновения аварийных ситуаций				
воздействие технологии на атмосферу при штатной работе				
воздействие технологии на подготовительном этапе				

Данная методика позволяет наглядно увидеть плюсы и минусы используемых технологий, однако, для большей достоверности проводимого

исследования, был так же использован SWOT-анализ. SWOT-анализ – метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды а разделения их на четыре категории:

S – Сильные стороны (Strengths) – преимущества технологии;

W – Слабые стороны (Weaknesses) - недостатки технологии;

O – Возможности (Opportunities) - факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества для технологии;

T – Угрозы (Threats) - факторы, которые могут потенциально ухудшить условия реализации технологии.

Первые два фактора являются «внутренними», т.е. относятся именно к состоянию технологии, два последних – к факторам внешней среды.

Преимущества SWOT-анализа заключаются в том, что можно наглядно увидеть положительные и отрицательные стороны используемых технологий, выявить риски и разработать планы по предупреждению рисков[по данным <https://www.e-executive.ru/wiki/index.php/SWOT-анализ>].

2.3. КАЧЕСТВЕННО- И КОЛИЧЕСТВЕННО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Качественно- и количественно-химический анализ применяются для определения соответствия исследуемой пробы [Качественный и количественный...].

Целью качественного анализа является идентификация компонентов и определение качественного состава веществ или их смесей.

Целью количественного анализа является определение количественного содержания составных частей вещества.

При химико-аналитическом контроле в рамках супервайзинга ПВР проводят количественный химический анализ (КХА) - это экспериментальное определение содержания массовой или объемной доли одного или нескольких компонентов в пробе физическими, химическими и физико-химическими методами.

Главной особенностью количественного химического анализа является то, что происходит измерение состава многокомпонентных систем.

Измерение состава затруднено эффектами взаимного влияния компонентов, что определяет сложность процедуры химического анализа. Характерным для анализа как измерительного процесса является то, что определяемый компонент, распределенный в матрице пробы, химически связан с компонентами матрицы.

На результаты КХА оказывают влияние качество отбора проб (методика, условия хранения).

Таблица 7

Исследуемые параметры у применяемых технологий (*составлено автором на основании ТУ технологий*)

№	Технология	Исследуемый параметр
1	2	3
1	ДСКМ	Предел прочности на сжатие, Мпа
		Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа
		Морозостойкость
		Суммарная удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг
		класс опасности
2	Грунт минеральный сыпучий	Соответствие ТУ (физико-механические свойства)
		Содержание нефтепродуктов
3	Минерально-шламовый грунт	Влажность и плотность
		Суммарная удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг
4	ИМ-1	Коэффициент фильтрации, м/сут
		Коэффициент уплотнения
		Коэффициент морозостойкости
		Класс опасности

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Данные результатов исследования получены на основе отчетов по супервайзингу за 2017 и 2018 года. Работы проводились на 17 производственных объектах, за данный период были отобраны 8 проб на площадке по производству ИМ-1, 12 проб ДСКМ на 12 шламовых амбарах, 14 проб технологии Грунт минеральный сыпучий и 3 пробы Минерально-шламовый грунт на трех шламовых амбарах.

Анализ КХА показал [Приложение б], что Минерально-шламовый грунт на двух шламовых амбарах из трёх превысил показатели по влажности. ИМ-1 из восьми партий только по четырем соответствует заданным показателям, остальные имели превышение по коэффициенту фильтрации.

Результаты КХА по технологиям Грунт минеральный сыпучий и ДСКМ нарушений не выявил.

3.1.1. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ

В результате проведения комплексной экспертной оценки по двадцати одному различному критерию был дан анализ четырех технологий. Рассматривались три группы критериев применения технологии: технологический, организационно-правовой и экологический. Для ранжировки использовалась балльная система, с ранжированием от нуля до одного. Таблицы и методика оценки технологий представлены в пункте 2.2.

По результатам проведенной экспертизы, технология ИМ-1 набрала 6,5 баллов, ДСКМ – 11 баллов, Грунт минеральный сыпучий – 7 баллов, МШГ – 10,5 баллов [Приложение 5]. Из критериев, которые характерны всем технологиям, можно отметить:

1. Потребность в топливе для реализации технологии.
2. Воздействие на окружающую среду.
3. Образование отходов при штатной работе.
4. Вероятность возникновения аварийных ситуаций.
5. Воздействие технологии на атмосферу при штатной работе.
6. Отсутствие необходимости создания специальных условий для хранения реагентов.

Так же, условно можно считать, что ни одна технология не требует воды для получения продукта. В технологии минерально-шламового грунта данный момент прописан, но из-за обводненности большинства амбаров вода не применяется.

ИМ-1. По результатам проведенного исследования технология ИМ-1 набрала 6,5 баллов из 21 возможных [Приложение 5]. Данный результат обусловлен рядом ограничивающих факторов:

1. Невозможность ведения круглогодичной работы. Согласно ТУ, процесс обезвоживания бурового шлама проводится путем криогенной обработки в зимнее время, что не позволяет применять технологию круглый год
2. Мобильность технологических комплексов. Для реализации технологии необходимо обустраивать площадку для обезвоживания.
3. Потребность в материалах для реализации технологии. Для реализации технологии необходимы песок, известковые материалы, биопрепараты.
4. Необходимость предварительной подготовки отходов для реализации технологии. Для реализации технологии требуется процесс обезвоживания отходов.
5. Наличие площади, требуемой для реализации технологии. Для реализации технологии необходимо обустраивать площадку для обезвоживания.

6. Продолжительность подготовительного этапа при реализации технологии. В подготовительный этап входит процесс обустройства площадки, обезвоживание бурового шлама.

7. Воздействие технологии на подготовительном этапе. В процессе обезвоживания бурового шлама в атмосферу выделяются загрязняющие вещества, так же выбросы производит техника.

Из достоинств можно выделить отсутствие потребности в энергоресурсах, потребности в воде для реализации технологии, относительную простоту эксплуатации и обслуживания технологического оборудования, так как не требуется эксплуатация установок и реализация технологии может быть произведена только за счет эксплуатации техники, отсутствие образования сточных вод при штатной работе.

ДСКМ. По результатам проведенного исследования технология ИМ-1 набрала 11 баллов из 21 возможных [Приложение 5]. Ограничивающими критериями для технологии являются

1. Потребность в материалах для реализации технологии. Для реализации технологии необходимы песок, цемент, гидрофобизирующая жидкость.

2. Образование сточных вод при штатной работе. В процессе работ при осушении амбара вследствие обводненности либо осадков может образовываться достаточное количество воды, которую требуется откачивать.

Из достоинств можно выделить возможность круглогодичной реализации технологии, мобильность технологических комплексов по переработке отходов, отсутствие потребности в энергоресурсах, потребности в воде для реализации технологии, относительную простоту эксплуатации и обслуживания технологического оборудования, так как не требуется эксплуатация установок и реализация технологии может быть произведена только за счет эксплуатации техники, отсутствие необходимости предварительной подготовки отходов для реализации технологии. Так же для реализации технологии не требуется

создание производственных площадок и специальных условий для хранения реагентов. Половину балла данная технология получила за критерий «Продолжительность подготовительного этапа при реализации технологии», так как шламовые амбары могут быть обводнены, вследствие чего требуется откачка.

ДСКМ оказывает минимальное воздействие технологии на подготовительном этапе на окружающую среду, так как не требуется создание производственных комплексов по утилизации.

Грунт минеральный сыпучий. По результатам проведенного исследования технология набрала 8 баллов из 21 возможных [Приложение 5]. Данный результат обусловлен рядом ограничивающих факторов

1. Мобильность технологических комплексов по переработке отходов. Реализация технологии требует создания комплекса по утилизации отходов, создания амбаров для временного накопления отходов.

2. Потребность в материалах для реализации технологии. Данный критерий имеет условное ограничение, так как материалы для реализации нужны в случае превышения содержания нефтепродуктов в нефтесодержащих отходах.

3. Потребность в энергоресурсах для реализации технологии. Установки УЗГ-1М требуют наличия сети 380В для работы.

4. Наличие площади, требуемой для реализации технологии. Требуется создание технологической площадки.

5. Простота эксплуатации и обслуживания технологического оборудования.

6. Продолжительность подготовительного этапа при реализации технологии. За данный критерий данная технология получила ноль баллов вследствие создания комплекса по утилизации отходов, создания амбаров для временного накопления отходов.

7. Воздействие технологии на подготовительном этапе. Воздействие на окружающую среду оказывается посредством монтажа технологических установок, сооружения амбаров для временного накопления отходов.

Достоинства данной технологии согласно проведенного исследования заключаются в следующем:

1. Отсутствие образования сточных вод.
2. Отсутствие потребности в материалах (песке), если результаты химического анализа нефтесодержащих отходов .
3. Возможность круглогодичной реализации технологии.

Минерально-шламовый грунт. По результатам проведенного исследования технология набрала 11 баллов из 21 возможных [Приложение 5]. Данный результат обусловлен рядом ограничивающих факторов:

1. Потребность в материалах для реализации технологии. Для реализации технологии требуется песок и стабилизатор грунтов.
2. Образование сточных вод при штатной работе. Образование сточных вод при штатной работе. В процессе работ при осушении амбара вследствие обводненности либо осадков может образовываться достаточное количество воды, которую требуется откачивать.

Достоинства данной технологии идентичны технологии ДСКМ. Половина балла за критерий «Потребность в воде для реализации технологии» снята за возможную необходимость использования воды, согласно ТУ, однако на практике вода не нужна.

3.1.2. РЕЗУЛЬТАТЫ SWOT-АНАЛИЗА

SWOT-Анализ проводился для каждой из четырех технологий, были составлены таблицы, которые представлены далее.

SWOT-анализ технологии ИМ-1 (составлена автором)

S – Сильные стороны (Strengths) – преимущества технологии	W – Слабые стороны (Weaknesses) – недостатки технологии
1. Получение конечного продукта (использование готового продукта как строительный материал);	1. Обязательный контроль качества продукта; 2. Необходимость проведения
S – Сильные стороны (Strengths) – преимущества технологии	W – Слабые стороны (Weaknesses) – недостатки технологии
2. Возможность реализации безамбарного бурения; 3. Отсутствие временного размещения отходов бурения 4. Отсутствие необходимости транспортировать отходы на дальние расстояния. 5. Отсутствие образования сточных вод	мониторинга на объектах, для на объектах, для строительства которых использовался продукт; 3. Потребность в реагентах; 4. Сложность в доставке реагентов; 5. Выбросы в окружающую среду (от технологических машин и перевалки сыпучих материалов) 6. Необходимость в площадях для устройства площадок дозревания. 7. Невозможность работы круглогодично
W – Возможности (Opportunities) - факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества для технологии	T – Угрозы (Threats) - факторы, которые могут потенциально ухудшить условия реализации технологии
1. Удаленность объектов образования отходов от централизованных узлов по их переработке; 2. Образование разных видов отходов бурения; 3. Ужесточение законодательства в области накопления и размещения отходов;	1. Отсутствие спроса на продукт; 2. Изменение свойств продукта в результате воздействия факторов окружающей среды, приводящее к нежелательным последствиям; 3. Ограничение возможного срока доставки необходимого количества реагентов;

SWOT-анализ технологии ДСКМ (составлена автором)

S – Сильные стороны (Strengths) – преимущества технологии	W – Слабые стороны (Weaknesses) – недостатки технологии
<ol style="list-style-type: none"> 1. Получение конечного продукта (использование готового продукта как строительный материал); 2. Высокая скорость утилизации отходов; 3. Отсутствие необходимости транспортировать отходы на дальние расстояния. 4. Возможность работы в теле амбара и при безамбарном бурении 5. Возможность работы круглогодично 6. Для реализации технологии не требуются технологические установки, только автотранспорт 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обязательный контроль качества продукта; 2. Выбросы в окружающую среду (от технологических машин и перевалки сыпучих материалов); 3. Сложность в доставке реагентов 4. Обводненность шламовых амбаров может создать трудности в реализации технологии
<p>О – Возможности (Opportunities) - факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества для технологии</p>	<p>Т – Угрозы (Threats) - факторы, которые могут потенциально ухудшить условия реализации технологии.</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Невозможность использовать иные технологии 2. Удаленность объектов образования отходов от централизованных узлов по их переработке; 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Отсутствие спроса на продукт; 6. Ограничение возможного срока доставки необходимого количества реагентов. 7. Изменение свойств продукта в результате воздействия факторов окружающей среды, приводящее к нежелательным последствиям (загрязнение окружающей среды токсичными веществами, утрата прочностных характеристик и т.п.);

Таблица 10

SWOT-анализ технологии Грунт минеральный сыпучий (составлена автором)

S – Сильные стороны (Strengths) – преимущества технологии	W – Слабые стороны (Weaknesses) - недостатки технологии
<ol style="list-style-type: none"> 1. Получение конечного продукта (использование готового продукта как строительный материал); 2. Возможность утилизации широкого 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обязательный контроль качества продукта; 2. Выбросы в окружающую среду (от технологических машин и перевалки
S – Сильные стороны (Strengths) – преимущества технологии	W – Слабые стороны (Weaknesses) - недостатки технологии
<p>спектра отходов (буровые шламы, избыточные буровые растворы, нефтесодержащие отходы);</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Возможность утилизировать нефтесодержащие отходы с различным содержанием нефтепродуктов 4. Высокая производительность оборудования; 5. Химический анализ проб готового продукта не выявил нарушений 6. Возможность работы круглогодично 7. Отсутствие потребности в реагентах 8. Возможность утилизации отходов без внесения в них инертных компонентов (при условии, что содержание нефтепродуктов не превышает значение, установленное в ТУ) 	<p>сыпучих материалов, от термической обработки нефтесодержащих отходов);</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Низкая мобильность технологических установок 4. Работники должны иметь необходимую подготовку и квалификацию для работы на установках 5. необходимость транспортировать отходы на дальние расстояния 6. дополнительные затраты на подготовительные работы 7. большой расход топлива установками
O – Возможности (Opportunities) - факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества для технологии	T – Угрозы (Threats) - факторы, которые могут потенциально ухудшить условия реализации технологии
<ol style="list-style-type: none"> 1. Невозможность использовать иные технологии 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие спроса на продукт; 2. Изменение свойств продукта в результате

Продолжение таблицы 10

О – Возможности (Opportunities) - факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества для технологии	Т – Угрозы (Threats) - факторы, которые могут потенциально ухудшить условия реализации технологии
1. Удаленность объектов образования отходов от централизованных узлов по их переработке;	<p>воздействия факторов окружающей среды, приводящее к нежелательным последствиям (загрязнение окружающей среды токсичными веществами, изменение механических свойств продукта и т.п.);</p> <p>3. Удаленность объектов образования отходов от централизованных узлов по их переработке</p>

Таблица 11

SWOT-анализ технологии Минерально-шламовый грунт *(составлена автором)*

S – Сильные стороны (Strengths) – преимущества технологии	W – Слабые стороны (Weaknesses) - недостатки технологии
<p>1. Получение конечного продукта (использование готового продукта как строительный материал);</p> <p>2. Высокая скорость утилизации отходов;</p> <p>3. Отсутствие необходимости транспортировать отходы на дальние расстояния.</p> <p>4. Возможность работы в теле амбара</p> <p>5. Возможность работы круглогодично</p> <p>6. Для реализации технологии не требуются технологические установки, только автотранспорт</p> <p>7. Низкие затраты на реагенты и инертный материал по сравнению с остальными технологиями</p>	<p>1. Обязательный контроль качества продукта;</p> <p>2. Выбросы в окружающую среду (от технологических машин и перевалки сыпучих материалов);</p> <p>3. Сложность в доставке реагентов</p> <p>4. Обводненность шламовых амбаров может создать трудности в реализации технологии</p> <p>5. На выходе вследствие большого объема вносимого песка получается большой объем продукта</p>

W – Возможности (Opportunities) - факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества для технологии;	Т – Угрозы (Threats) - факторы, которые могут потенциально ухудшить условия реализации технологии
их переработке; 3. Низкие затраты на реагенты и инертный материал по сравнению с остальными технологиями	1. Отсутствие спроса на продукт; 2. Изменение свойств продукта в результате воздействия факторов окружающей среды, приводящее к нежелательным последствиям (загрязнение окружающей среды токсичными веществами, утрата прочностных характеристик и т.п.); 3. Ограничение возможного срока доставки необходимого количества реагентов

3.2. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На основании проведенного исследования и полученных данных, можно говорить о том, что технологию ИМ-1 применять нежелательно. Прежде всего, ограничивающими факторами выступают невозможность круглогодичной реализации технологии и неудовлетворительные анализы КХА.

Технологию МШГ (Минерально-шламовый грунт) можно считать условно пригодной. В результате проведения комплексной оценки данная технология набрала 11 баллов. В актив этой технологии можно записать низкую себестоимость завозимых материалов, так как для производства технологии нужен только песок и стабилизатор грунтов, отсутствие потребности в технологически сложных процессах и высокую мобильность технологического комплекса по утилизации отходов.

При этом, данная технология имеет ряд существенных недостатков. Производство технологии сопровождается образованием сточных вод. Также, согласно данным проведенных химико-аналитических исследований проб готового продукта были выявлены превышения по влажности у двух отобранных образцов из трех. Беря во внимание то, что на территории

Октябрьского района достаточное количество обводненных амбаров в, либо амбаров с высокой влажностью шлама, а так же климатические условия с обильными осадками в летний период, применение данной технологии не может быть рекомендовано.

Можно добавить, что данная технология при применении рецептуры «Смесь МШГ М2» за счет высокой доли песка в конечном продукте увеличивает его объем на 100% и более, в зависимости от принятой документации, но, вероятно, сможет снизить влажность готового продукта. При этом, стоит учитывать, вырастет количество выбросов в атмосферу, так как потребуется завозить больше песка.

Данную технологию можно рекомендовать при условии снижения обводненности шламовых амбаров, либо при увеличении доли песка в технологии.

Технология Грунт минеральный сыпучий в комплексной экспертной оценке набрала 7 баллов из 21 возможных. Баллы были снижены за отсутствие мобильности установок, потребность в энергетических ресурсах, потребности в создании производственной площадки.

Есть ярко выраженные негативные качества данной технологии. В первую очередь, большее количество выбросов загрязняющих веществ при утилизации отходов, нежели чем у остальных технологий. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ осуществляет транспорт при доставке буровых шламов. Так же отмечен большой расход топлива, чем при применении других технологий, так как печи работают на дизельном топливе. Для обеспечения работы установок требуется сооружать склады ГСМ, что так же может негативно сказаться на состоянии окружающей среды в случае разлива топлива.

Из положительных качеств можно отметить отсутствие необходимости вносить дополнительные компоненты при утилизации бурового шлама,

отсутствие образования сточных вод, высокую эффективность оборудования, «всеядность» установок по утилизации.

Не смотря на высокую эффективность данной технологии, возможность утилизировать разнообразные нефтесодержащие отходы на одной установке, результаты КХА, где все 14 проб соответствуют требуемым показателям, всё же рекомендована она быть не может вследствие высокого негативного воздействия на окружающую среду.

Наиболее эффективным методом утилизации буровых отходов в рамках данного исследования принята технология ДСКМ. В результате комплексной экспертной оценки технология набрала 11 баллов. В преимущества можно отнести высокую мобильность технологического комплекса по утилизации отходов, минимальное воздействие на окружающую среду, где выбросы производятся только от автотранспорта и строительной техники, отсутствие необходимости для производственных площадок, отсутствие сложных технических комплексов. Также нельзя не упомянуть о том, что все 12 отобранных проб соответствуют Техническим Условиям.

Производство технологии сопровождается образованием сточных вод. Преимуществом перед технологией МШГ является отсутствие значительного роста объема полученного продукта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате произведенного исследования были изучены основные методы утилизации буровых отходов. Методы делятся на три главных направления: химические, физические и биологические. Химические методы включают в себя такие технологии, как солидификация или отверждение, капсулирование, и физико-химические способы. Физические методы состоят термического способа, отстаивания, фильтрации и метода заполнения. Биологический метод рекультивации подразделяется рекультивацию с помощью микроорганизмов и рекультивацию при помощи растений. Стоит отметить, что наилучших результатов можно добиться при комбинировании направлений рекультивации.

Были определены критерии оценки исследуемых технологий. Для выбора оптимальной технологии была использована методика комплексной экспертной оценки. В ходе исследования для анализа технологий утилизации отходов были выбраны такие группы критериев: *технологические*, которые позволяют оценить технологию с точки зрения производства работ, *организационно-правовые*, позволяющие оценить организационно-правовые аспекты технологий и *экологические*, с помощью которых была дана оценка влияния технологий на окружающую среду. Так же, для более уточнения результатов исследования был использован SWOT-анализ. С помощью SWOT-анализа можно дать четкое представление о ситуации.

По результатам проведенной комплексной экспертной оценки было установлено, что наиболее эффективной технологией в рамках данного исследования является технология ДСКМ, так как при её выполнении технологические комплексы имеют большую мобильность, высокая скорость работ, сопровождается выбросами в атмосферу только от автотранспорта и строительной техники, а так же положительными результатами КХА.

Использование технологии МШГ так же возможно, при условии, что будет решен вопрос с повышенной влажностью проб путем снижения обводнения шламовых амбаров, а так же использовании рецептуры «Смесь МШГ-М2», что поможет снизить влажность готового продукта. Данная технология имеет преимущество перед ДСКМ за счет стоимости материалов для реализации.

Технологию ИМ-1 согласно исследованию не рекомендуется применять по причине неудовлетворительных анализов КХА и невозможности круглогодичного применения. Технология грунт минеральный сыпучий, не смотря на удовлетворительные анализы КХА, возможность утилизировать разные виды нефтесодержащих отходов так же нельзя рекомендовать по причине большей нагрузки на окружающую среду, чем остальные технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лёзин В.А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа. Справочное пособие. Изд-во «Вектор-Бук», Тюмень, 1999. – 160 с
2. Экология Ханты-Мансийского автономного округа / Под ред. В.В.Плотникова. Тюмень, 1997. 288 с
3. Каретин Л. Н. Почвы Тюменской области. Сибирское отделение, Институт проблем освоения Севера, Институт почвоведения и агрохимии. - Новосибирск: Наука: Сибирское отделение, 1990. – 283 с.
4. Методы сравнительного анализа. Учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008 – 81 с.;
5. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993)
6. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 (ред. от 27.12.2019)
7. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.1999 (ред. от 26.07.2019)
8. Федеральный Закон «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ от 24.06.1998 (ред. от 07.04.2020)
9. Федеральный закон «О лицензировании отдельных видов деятельности» № 99-ФЗ от 04.05.2011 (ред. от 18.02.2020)
10. Барахнина В.Б. Комплексный подход в обезвреживании отходов бурения "Экологический вестник России" , №8, 2011г.
11. Минимизация отходов при бурении нефтяных и газовых скважин // Защита от коррозии и охрана окружающей среды: Зарубежный опыт. 1997. № 8. С. 28–36.

12. Ягафарова, Г.Г. Утилизация экологически опасных буровых отходов/
Г.Г. Ягафарова, В.Б. Барахнина / Нефтегазовое дело. – 2006. – № 2. –
С.48–61
13. Двадненко М.В., Привалова Н.М. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОД ОТ
ЗАГРЯЗНЕНИЙ НЕФТЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ //
Международный журнал экспериментального образования. – 2017. – №
3-1. – С. 90-91
14. Перфилов В. А., Лукина И. Г. Легкие термостойкие материалы с
использованием отходов нефтегазодобычи и трубного производства.
Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2013.
Вып.2(27)
15. Идрисов Р.Х., Масагутов Р.Ф. АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ / Технические науки - от
теории к практике: сб. ст. по матер. XLVIII-XLIX междунар. науч.-
практ. конф. № 7-8(44). – Новосибирск: СибАК, 2015.
16. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. Екатеринбург:
Изд-во ПОЛИГРАФИСТ, 2007.– 503 с
17. Романков П.Г., Курочкина М.И. Гидромеханические процессы
химической технологии. Л.:Химия, 1982.– 288 с.)
18. Лагутенко М.А. Направления совершенствования технологии
термического обезвреживания нефтесодержащих отходов. КубГАУ,
№93(09), 2013
19. Жумаев К. К. Выбор метода обезвреживания и очистки нефтяных
шламов [Текст] / К. К. Жумаев, Л. Н. Орипова // Молодой ученый. —
2014. — №1. — С. 84-85.
20. Ротарь О.В. и др. Биологическая рекультивация нефтезагрязненных
грунтов. Международный научно-исследовательский журнал – 2013 –
июль

21. Малышкин М.М., Пашкевич М.А. – Повышение экологической безопасности при разработке нефтегазовых месторождений// Горные науки и технологии – 2010 - №1
22. Малиновская Л.Н., Перевалов С. Н. // Экологически безопасный и экономически эффективный способ обезвреживания высокоминерализованных отходов бурения// Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе , 2014, февраль, №2, стр. 34-37
23. Ежелев Захар Сергеевич. Свойства и режимы рекультивированных после разливов нефти почв Усинского района республики Коми: диссертация кандидата биологических наук: 06.01.03 / Ежелев Захар Сергеевич; [Место защиты: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова"], 2015.- 142 с.
24. ТУ 5745-014-73157003-2014. Технические условия. Дорожно-строительный композиционный материал - 2014г. – 26с
25. ТУ 5711-002-48739364-2009. Технические условия. Грунт минеральный сыпучий для земляных работ, 2009г.- 16 с.
26. ТУ 5711-001-0154378348-2016. Технические условия. Минерально-шламовый грунт «Смесь МШГ» - 2016 г. – 18 с
27. ТУ 5717-001-48855219-2004 . Технические условия. Изолирующий материал ИМ-1, – 2014 – 33с.
28. ГОСТ 17.5.1.01-83 – Охрана природы (ССОП). Рекультивация земель
29. ГОСТ Р 57677-2017 – Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация отходов недропользования.
30. О технологии стабилизации грунтов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.superroads.ru/technology.html>
31. SWOT-Анализ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.e-executive.ru/wiki/index.php/SWOT-анализ>

32. Качественный и количественный химический анализ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.chemical-analysis.ru/kolichestvennyi-analiz/kachestvennyi-i-kolichestvennyi-analiz.htm>
33. Климатическая характеристика Ханты-Мансийского автономного округа – Югры [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ugrameteo.ru/>

Этапы получения Материала ИМ-1

Рис. 1.1. - Сушка бурового шлама (*фото автора*)Рис. 1.2. – Внесение компонентов (*фото автора*)Рис. 1.3. – Отгрузка готового продукта с целью вывоза его для созревания (*фото автора*)

Этапы получения ДСКМ



Рис. 2.1. – Откачка жидкой фазы (фото автора)



Рис. 2.2. – Внесение песка (фото автора)



Рис. 2.3.– Внесение цемента и ГКЖ (фото автора)

Утилизация нефтесодержащих отходов



Рис. 3.1. – утилизация нефтесодержащих отходов (фото автора)

Процесс производства МШГ



Рис. 4.1 – внесение компонентов в буровой шлам (*фото автора*)

Сводные таблицы комплексной экспертной оценки

Таблица 12

Анализ технологий утилизации по технологическим критериям (составлено автором)

Исследуемый критерий	Технология			
	ИМ-1	ДСКМ	Грунт минеральный сыпучий	Минерально-шламовый грунт
Возможность круглогодичной реализации технологии	0	1	1	1
Мобильность технологических комплексов по переработке отходов	0	1	0	1
Потребность в материалах для реализации технологии	0	0	0,5	0
Потребность в топливе для реализации технологии	0	0	0	0
Потребность в энергоресурсах для реализации технологии	1	1	0	1
Потребность в воде для реализации технологии	1	1	1	1
Необходимость предварительной подготовки отходов для реализации технологии	0	1	0,5	1
Наличие площади, требуемой для реализации технологии	0	1	0	1
Простота эксплуатации и обслуживания технологического оборудования	0,5	0,5	0	0,5
Необходимость создания специальных условий для хранения реагентов	1	1	1	1
Продолжительность подготовительного этапа при реализации технологии	0	0,5	0	0,5

Таблица 13

Анализ технологий утилизации по организационно-правовым критериям
(составлено автором)

Критерий	ИМ-1	ДСКМ	Грунт минеральный сыпучий	Минерально- шламовый грунт
законодательные ограничения на применение технологии;	0	0	0	0
надежность технологического процесса и промышленный опыт применения технологии;	1	1	1	1
наличие типовых проектов для реализации технологии	1	1	1	1
наличие патента на применение технологии	0	0	0	0

Таблица 14

Анализ технологий утилизации по экологическим критериям (составлено автором)

Критерий	ИМ-1	ДСКМ	Грунт минеральный сыпучий	Минерально- шламовый грунт
воздействие на окружающую среду	0	0	0	0
образование сточных вод при штатной работе	1	0	1	0
образование отходов при штатной работе	0	0	0	0
вероятность возникновения аварийных ситуаций	0	0	0	0
воздействие технологии на атмосферу при штатной работе	0	0	0	0
воздействие технологии на подготовительном этапе	0	1	0	1

Данные про проведенным химических анализов продуктов(составлено автором)

Технология	Анализируемая среда	Количество протоколов/количество несоответствий
ИМ-1	Материал ИМ-1	8/4
ДСКМ	Дорожно-строительный композиционный материал	12/0
ГМС	Грунт минеральный сыпучий	14/0
МШГ	Минерально-шламовый грунт	3/2