



© С.В. Пискунова,  
Ю.А. Нифонтов, 2025



УДК 622.276.04:658.567.5(470+571)  
<https://doi.org/10.51890/2587-7399-2025-10-1-76-82>

# ПРЕДЛАГАЕМЫЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОРГАНИЗАЦИОННО- ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ЧАСТИ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ШЛАМОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН НА МОРСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ

**С.В. Пискунова<sup>1,\*</sup>, Ю.А. Нифонтов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Группа компаний «Газпром нефть», РФ, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, РФ, Санкт-Петербург

**Электронный адрес:** [piskunova.sofiya@yandex.ru](mailto:piskunova.sofiya@yandex.ru)

**Введение.** Проблема обеспечения экологической безопасности, связанная с образованием буровых отходов при разработке месторождений, актуальна во всём мире. Накопление больших объемов буровых отходов приводит к необходимости поиска альтернативных способов утилизации данного вида отходов. Одним из таких способов может выступать их преобразование во вторичный сырьевой ресурс.

**Цель.** Улучшение экологической обстановки, обеспечение экологической безопасности районов разработки морских месторождений углеводородов и акваторий портов посредством переработки буровых шламов.

**Материалы и методы.** Методика исследования образцов буровых шламов и грунтовых смесей по изучению химических, токсикологических и физико-механических свойств включала в себя комплекс теоретических, экспериментальных и стендовых исследований, в числе которых: гранулометрия, петрография, электронная микроскопия, биотестирование. Для обработки результатов исследований были применены математические и статистические методы.

**Результаты.** В работе предложена концептуальная технологическая схема подготовки твердых отходов бурения для использования в производстве строительных материалов. Основные технологические решения переработки ориентированы на получение продукции, используемой в качестве строительного материала «на местах»: для укрепления откосов внутри промысловых дорог и кустовых площадок, а также при малоэтажном строительстве, в том числе для ограждающих конструкций, подсобных зданий и т.п.

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено, что при подготовке шламов к утилизации значительно снижается объем транспортирования буровых отходов с возможностью утилизации как на платформе, так и на береговой базе в составе сырья для производства строительных материалов.

**Ключевые слова:** нефтегазовая промышленность, нефтяные месторождения, бурение, буровые шламы, буровые отходы, утилизация шламов, формование, экологическая безопасность, строительные материалы из отходов

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Пискунова С.В., Нифонтов Ю.А. Предлагаемые концептуальные организационно-технические решения в части утилизации буровых шламов при строительстве скважин на морских территориях. ПРО НЕФТЬ. Профессионально о нефти. 2025;10(1):76–82. <https://doi.org/10.51890/2587-7399-2025-10-1-76-82>

*Статья поступила в редакцию 15.08.2024*

*Принята к публикации 06.09.2024*

*Опубликована 31.03.2025*

CONCEPTUAL, ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SOLUTIONS PROPOSED CONCERNING  
DRILLING CUTTINGS DISPOSAL DURING THE WELL CONSTRUCTION IN OFFSHORE TERRITORIES

**Sofya V. Piskunova<sup>1,\*</sup>, Yuri A. Nifontov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Gazprom oil company group, RF, Saint Petersburg

<sup>2</sup>State Marine Technical University of Saint Petersburg, RF, Saint Petersburg

**E-mail:** [piskunova.sofiya@yandex.ru](mailto:piskunova.sofiya@yandex.ru)

**Introduction.** The problem of ensuring environmental safety associated with the formation of drilling waste during field development is relevant all over the world. The accumulation of large volumes of drilling waste leads to the need to find alternative ways to dispose of this type of waste. The accumulation of high drilling waste volumes leads to the necessity of searching for alternative waste disposal methods used in practice. Its transformation into a secondary raw material resource can be the one.

**Aim.** Improving the environmental situation, ensuring the environmental safety of the areas of development of offshore hydrocarbon deposits and the waters of ports through the processing of drilling sludge.

**Materials and methods.** The methodology of studying samples of drilling mud and soil mixtures for the study of chemical, toxicological and physico-mechanical properties included a complex of theoretical, experimental and

bench studies, including: granulometry, petrography, electron microscopy, biotesting. Mathematical and statistical methods were used to process the research results.

**Results.** In this paper, a conceptual technological scheme for the preparation of solid drilling waste to be used as a basis for the production of building materials is proposed as an option. The main technological solutions for processing are focused on obtaining products using as building materials «in the field» — to strengthen the slopes inside oil field roads and cluster pads, in low-rise construction including enclosing structures, ancillary buildings, etc.

**Conclusion.** This research determined that during the preparation of cuttings for disposal, the volume of transportation of drilling waste is significantly reduced leading to the possibility of its disposal both on the platform and on the coastal base as part of raw materials for the production of building materials.

**Keywords:** oil and gas industry, oil fields, drilling, drill cuttings, drilling waste, drill cuttings disposal, molding, environmental safety, construction materials using waste

**Conflict of interest:** the authors declare that there is no conflict of interest.

**For citation:** Piskunova S.V., Nifontov Yu.A. Conceptual, organizational and technical solutions proposed concerning drilling cuttings disposal during the well construction in offshore territories. PRONEFT. Professionally about oil. 2025;10(1):76–82. <https://doi.org/10.51890/2587-7399-2025-10-1-76-82>

*Manuscript received 15.08.2024*

*Accepted 06.09.2024*

*Published 31.03.2025*

## ВВЕДЕНИЕ

Значительная часть морских месторождений углеводородов характеризуются как сложные, прежде всего, расположенные в труднодоступных регионах с экстремальными природно-климатическими условиями. Разработка северных месторождений требует бережного отношения к местным природным экосистемам и использования эффективных методов утилизации отходов бурения. Этапы работ, связанные со строительством нефтяных и газовых скважин, сопровождаются извлечением значительного количества горных пород с образованием и накоплением отходов бурения — буровых шламов. Рациональное использование природных ресурсов, сведение к минимуму техногенного воздействия, оказываемого человеком, поиск путей воспроизводства природных ресурсов и недопущения необратимых последствий для природной среды выступают основополагающими факторами при разработке эффективных проектных решений.

## СВОЙСТВА БУРОВЫХ ШЛАМОВ И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Буровой шлам (далее — шлам) представляет собой обводненный продукт измельчения выбуренной горной породы в смеси с твердой фазой, обработанной химическими реагентами буровой промывочной жидкости, и флюидами, которые фильтруются из горизонтов с высоким пластовым давлением. Гранулометрический, минералогический и химический составы шлама могут меняться

в зависимости от типа горных пород, режима бурения, состава буровой промывочной жидкости, а также технологии и оборудования для отделения шлама. Шлам обладает сложным минералогическим составом. Основную его массу составляют полиминеральные гетерогенные частицы кварцсодержащих горных пород, в меньших количествах — карбонаты в виде кальцита, доломита, магнезита, в незначительных количествах — барит, гипс и глинистые компоненты в виде каолинита и монтмориллонита. Гранулометрический состав шлама изменяется в широких пределах, от +5 до -1 мм, при этом около 40 % общей массы представлено классом крупности -44 мкм.

В шламах может присутствовать некоторое количество нефти (при использовании буровых промывочных жидкостей на нефтяной основе). Шламы, выделенные из буровых промывочных жидкостей на водной основе, практически не содержат нефти. Влажность шламов варьируется в пределах 60–70 % [1].

При ведении буровых работ на суше данный вид отходов размещается преимущественно в резервуарах-отстойниках, шламобассейнах, открытых амбарах и т.п. Ошибки при эксплуатации, нарушения герметичности, несвоевременное обслуживание таких сооружений могут привести к существенным рискам, связанным с негативным воздействием на геосферу (атмосферный воздух, почву, подземные и поверхностные воды, живые организмы), вызванным загрязнением нефтепродуктами, химическими реагентами и минеральными солями.

Сопутствующими проблемами, помимо рисков возникновения негативного воздействия

на окружающую природную среду, являются отчуждение больших территорий под временное хранение и систематические большие затраты на хранение отходов, затруднения при транспортировке без предварительной подготовки (осушки). При бурении на морских месторождениях со стационарных или плавучих буровых установок для размещения и накопления шламов используются контейнеры, которые после

---

**НАКОПЛЕНИЕ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ БУРОВЫХ ОТХОДОВ ПРИВОДИТ К НЕОБХОДИМОСТИ ПОИСКА АЛЬТЕРНАТИВНОГО СПОСОБА ИХ УТИЛИЗАЦИИ. ДЛЯ ЭТОГО ПРЕДЛОЖЕНА КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДГОТОВКИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.**

заполнения накапливаются на верхней палубе установки в течение всего автономного периода работы объекта. И в итоге после отправки шламов на берег они транспортируются на близлежащий полигон размещения промышленных отходов, где они продолжают накапливаться, а проблема утилизации остается нерешенной. Усложняет ситуацию тот фактор, что в большей части регионов морских месторождений, в частности в регионах с суровыми природно-климатическими условиями, отсутствуют подготовленные к приему и размещению промышленных отходов III–IV классов опасности полигоны. Это, в свою очередь, порождает еще и сложную и дорогостоящую логистическую схему перемещения буровых отходов на доступные полигоны. Отмечены случаи, когда расстояние транспортировки отходов бурения до полигона, имеющего лицензию на обращение с отходами, может достигать (в одну сторону) 500–1000 км (и более) и располагаться в другом субъекте РФ [2].

Временное размещение буровых шламов на полигонах промышленных отходов порождает еще и отсроченную проблему — необходимость ликвидации полигонов с извлечением содержимого для утилизации и рекультивации нарушенных земель [3]. В связи с запретом сброса любого вида отходов в водные объекты в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации и сложностью организационно-технических решений при транспортировании шламов высокой степени обводнения для последующего размещения на полигонах промышленных отходов предлагается техническое решение, заключающееся в предварительном осветлении

гравитационным методом содержащихся в шламах вод [4].

В качестве перспективного метода обращения с шламами предлагается их использование как вторичного материального ресурса — сырья для производства строительных материалов с возможным применением «на местах» — в районах ведения буровых работ.

---

**ТВЕРДЫЕ БУРОВЫЕ ОТХОДЫ — ВТОРИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ**

В современных условиях строительная отрасль испытывает дефицит природных материалов, вследствие чего интерес к вторичным сырьевым ресурсам возрастает.

Стратегия развития промышленности строительных материалов РФ включает программу поддержки участников рынка, занимающихся производством строительных материалов и утилизирующих промышленные отходы, что говорит о заинтересованности данной проблемой и на государственном уровне [5]. Таким образом, производство строительных материалов является отраслью, которая может вносить значительный вклад в переработку отходов во вторичные ресурсы.

Поэтому актуальной задачей, способствующей улучшению экологической обстановки при нефтедобыче, является обоснование и разработка технологии утилизации шламов посредством их вовлечения в производство вторичных материальных ресурсов.

Основные трудности, встречающиеся на пути организации производственного цикла по переработке рассматриваемого вида отходов, в первую очередь связаны с более сложной технологией переработки (чем простое складирование), обусловленной необходимостью учитывать различие состава и свойств отходов, а также частичную утрату первоначальных характеристик, разный химический состав. Перечисленные причины требуют применения дополнительных технологических схем переработки, связанных с разделением, сортировкой, обезвоживанием, измельчением, очисткой, формованием и т.д.

Вместе с тем указанные обстоятельства не являются преградой для разработки технологических процессов, позволяющих использовать в качестве сырья или добавок вторичные материальные ресурсы, полученные при переработке буровых шламов.

Предлагаемая технология позволяет утилизировать мелкодисперсные отходы не только путем смешения основной массы отходов с незначительным количеством связующего вещества, но и в качестве добавки к ранее апробированным строительным смесям.

Технологии формования, применяемые в рамках рассматриваемой технологии, находят широкое применение в практике утилизации твердых сыпучих отходов в качестве подготовительной или самостоятельной операции [6].

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Особенностью предлагаемого технологического процесса по утилизации бурового шлама является последовательность операций, технологическая схема переработки бурового шлама и подбор соответствующего оборудования для производства строительных материалов (рис. 1).

Весь процесс условно можно поделить на два блока операций: 1-й — по подготовке бурового шлама ко вторичному использованию

и 2-й — по приготовлению шихты для последующего формования самого изделия. Как один из вариантов, технология переработки твердых отходов бурения может быть реализована таким образом, что подготовительные операции проводятся на платформе, а завершающие — на суше. В этом случае блок операций на платформе заканчивается операцией сушки бурового шлама, после чего он транспортируется на сушу, где процесс переработки завершается. Снижение объемов буровых шламов за счет обезвоживания упрощает их транспортировку. Согласно предлагаемой технологической схеме, твердые буровые отходы в виде пастообразной массы влажностью 60–70 % пульповыми насосами закачиваются в агитаторы с механическим перемешиванием емкостью 40–50 м<sup>3</sup>, в которых шлам репульпируется (перемешивается), чтобы поддерживать

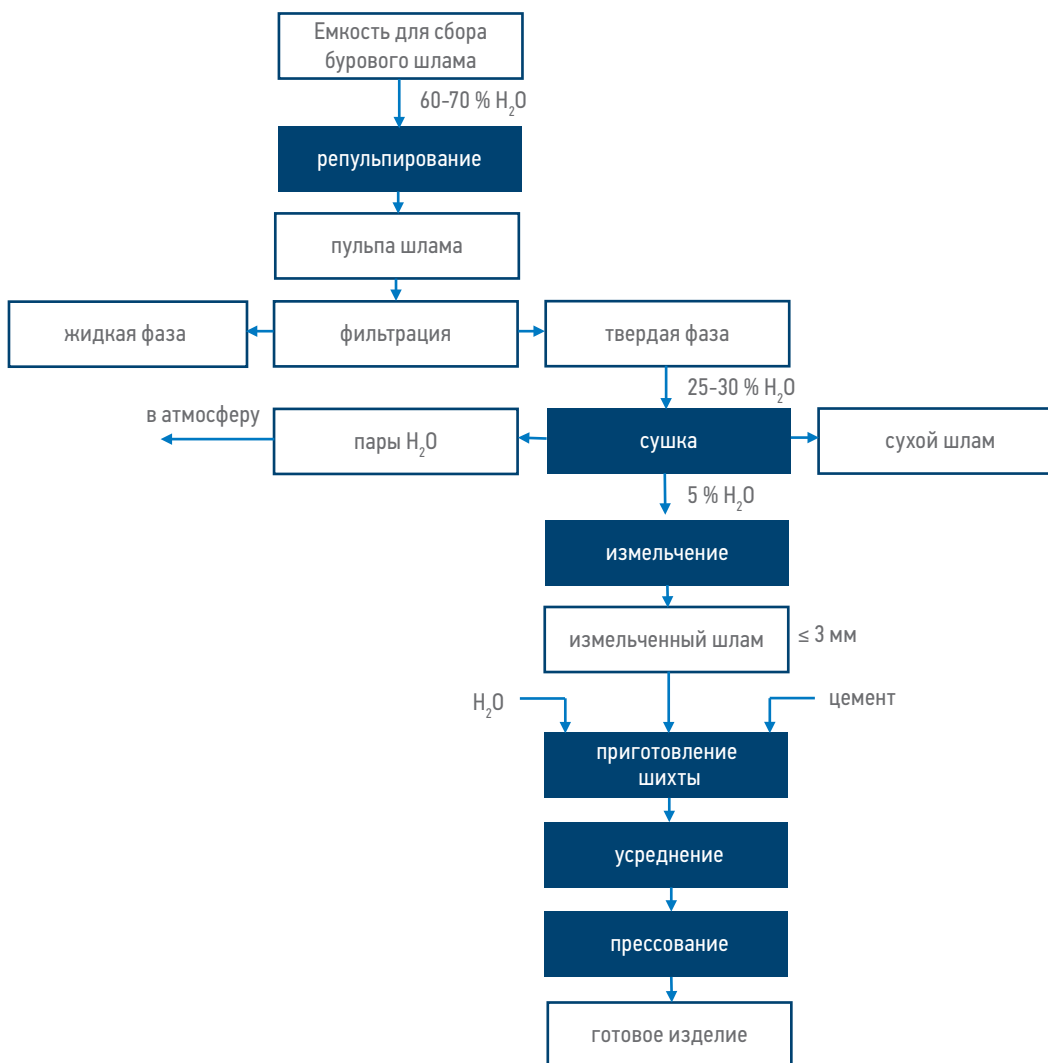


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема переработки твердых отходов бурения для использования в производстве строительных материалов. Составлено авторами

Fig. 1. A basic technological scheme for the processing of solid drilling waste for use in the production of building materials. Compiled by the authors

пульпу во взвешенном состоянии и исключить её расслоение.

Из-за повышенного содержания влаги шлам перед сушкой подвергается дополнительному обезвоживанию с применением процесса фильтрации.

В промышленных условиях для удаления избыточной влаги из твердой фазы при фильтрации различных пульп и суспензий применяют центрифуги или автоматизированные камерные фильтр-прессы с площадью фильтрации от 50–100 м<sup>2</sup>. Основным преимуществом фильтр-пресса является возможность получения осадков с минимальным содержанием влаги — 15–25 %.

Важной характеристикой на данном этапе переработки выступает содержание глинистых включений в исходном материале, большое содержание которых может затруднить процесс фильтрации.

Жидкая фаза, образующаяся в результате фильтрования, может быть использована для технологических нужд при бурении скважин. Твердая фаза — отфильтрованный шлам влажностью 25–30 % далее подвергается сушке при температуре 100–120 °С.

Для сушки увлажненных материалов применяются ленточные сушилки различных марок. Хорошо зарекомендовали себя паровые четырехленточные сушилки периодического действия и пятиленточные сушилки непрерывного действия. Они имеют корпус из металла, в котором друг под другом располагаются 4–5 сетчатых конвейерных лент из коррозионностойкой стали. Влажность шлама на выходе из сушилки оставляет ≤ 5 %.

При выборе оборудования всей технологической линии следует разрабатывать индивидуальный проект ленточной сушилки с учетом всех специфических факторов, в особенности, допустимых габаритных размеров. При необходимости сушилки могут изготавливаться в двух, трех и более уровнях.

В процессе сушки происходит окомкование шлама, поэтому необходимо его измельчение — это первая стадия второго блока операций. Измельчение твердых материалов (горных пород, строительных и различных промышленных отходов) до требуемой крупности осуществляется с применением специального технологического оборудования — дробилок, мельниц. Для измельчения сухого шлама целесообразно применять стержневые мельницы, поскольку исходный шлам по гранулометрическому составу представляет собой мелкодисперсный материал (фракционный состав варьируется в зависимости от типа и диаметра породоразрушающего инструмента,

механических свойств породы, режима бурения). Кроме того, указанные измельчители широко применяются для сухого измельчения отходов углеобогащения в технологических линиях заводов по производству строительного кирпича способом жесткого формования и полусухого прессования [7].

В случае наличия в буровых шламах органических примесей, превышающих допустимые значения, установленные для сухих строительных смесей соответствующими стандартами и иными нормативными документами [8], процесс сушки может быть заменен обжигом.

Экологическую опасность буровых шламов определяет прежде всего наличие токсичных компонентов, которые могут попадать в выбуренную породу с остатками бурового раствора.

Учитывая это, нефтяные компании практически исключают применение в буровых растворах токсичных компонентов, а используют для этих целей глинистые буровые растворы с биоразлагаемыми полимерами типа крахмала.

Таким образом, целесообразность включения обжига в технологическую линию определяется исходя из наличия и концентрации загрязняющих веществ в буровых шламах.

### **РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ БУРОВОГО ШЛАМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КИРПИЧА**

После сушки измельченный шлам поступает на операцию шихтования с добавлением связующего и воды.

В процессе приготовления шихты практический интерес представляла возможность исследовать тампонажный цемент марки М-600 для приготовления смеси, пригодной для получения строительного кирпича, поскольку данный цемент используется на добычных платформах. В лабораторных условиях использовался близкий по качеству цемент марки М-500 [8].

Проведены исследования двух составов, различающихся по процентному соотношению измельченного бурового шлама и цемента марки М-500. Полученная сухая смесь увлажнялась за счет добавления воды.

В результате выполненных исследований разработана рецептура сырьевой смеси и технология ее приготовления на основе бурового шлама для получения строительного кирпича посредством применения метода проходного прессования

высококонцентрированных полидисперсных композиций, которая включает следующие ингредиенты (табл. 1).

Соотношения компонентов в заявляемом материале установлены экспериментально, пределы которых варьируются в зависимости от влажности бурового шлама, входящего в состав буровых отходов, от местонахождения объектов разработки и т.п.

Для перемешивания компонентов шихты целесообразно применять растворосмеситель, например, циклический передвижной принудительного действия с четырьмя резиновыми лопастями, которые находятся на горизонтальном валу, расположенном внутри барабана РН-150.2. Готовая шихта далее поступает на операцию прессования.

Завершающим элементом технологической линии производства является формирование шихты с применением шнекового пресса.

В данном конкретном случае выбор пресса обусловлен его главными (определяющими в рамках данного исследования) преимуществами, такими как: компактные размеры; безопасность; надежность; оптимальная цена; простая конструкция; несложное управление.

На выходе из пресса в рамках предлагаемого решения можно получать готовые изделия заданного сечения, прочность которых может составлять 125–150 кг/см<sup>2</sup>, что соответствует аналогичным характеристикам строительных кирпичей марок М100, М150 [9].

**Таблица 1. Рецептура сырьевой смеси**  
**Table 1. The formulation of the raw mixture**

| Ингредиент   | Доля в составе композиции, % (масс.) |
|--------------|--------------------------------------|
| Шлам         | 85–90                                |
| Цемент М-500 | 10–15                                |
| Вода         | 0,1 кг/кг шлама                      |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предложенная технология будет способствовать снижению остроты проблемы утилизации твердых отходов бурения и дальнейшему их применению в производстве строительных материалов: кирпича, блоков, тротуарной плитки. Это в свою очередь повлияет на снижение количества накопленных отходов бурения, что положительно скажется как на отдельных экосистемах, так и на природном балансе в целом, а также сократит потребление природных ресурсов, вовлекаемых в производство строительных материалов.

Кроме того, реализация буровых шламов в качестве вторичного ресурса «на местах» позволит отдельным компаниям существенно экономить на подобных материалах, услугах по их транспортировке, на оплате за размещение и хранение буровых шламов, а также создать условия для последующей рекультивации земель и шламовых амбаров.

## Список литературы

1. Руданов Л.В. Технологический регламент на проведение работ по приготовлению и применению техногенных грунтов «ЯХОНТ» на основе шлама бурового (выбуренной породы) / Л.В. Руданова // ПНИПУ. — 2019. — С. 8.
2. Безродный Ю.Г. Современные проблемы обращения с отходами бурения скважин на суше // Проектирование и разработка нефтегазовых месторождений: научно-технический журнал. — 2020. — № 1. — С. 34–43.
3. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 (ред. от 07.03.2019) «О проведении рекультивации и консервации земель» (вместе с «Правилами проведения рекультивации и консервации земель») [Электронный ресурс]. — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ; Федеральный закон «О континентальном шельфе Российской Федерации» от 30.11.1995 № 187-ФЗ; Федеральный закон «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» от 31.07.1998 № 155-ФЗ; Закон Российской Федерации «О недрах» от 21.02.1992 N 2395-1. [Электронный ресурс]. — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. О Стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства Российской Федерации от 10.05.2016 № 868-р (ред. от 23.11.2016). — Доступ из справ.-правовой системы «Техэксперт».
6. Пискунова С.В. Зола тепловых электростанций — сырьевая база для производства строительных материалов / С.В. Пискунова, В.М. Пискунов // Международный журнал. Народное хозяйство Республики Коми. — 2015. — № 3–4. — С. 35–38.
7. ОАО «Волгоцеммаш» [Электронный ресурс] // Мельница стержневая 3,2 x 5,0 м СММ-216.1. — Режим доступа: URL: <http://zavod-vcn.ru/product.php#othod> (дата обращения: 20.08.2021).
8. ГОСТ 31357-2007 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия»: межгосударственный стандарт: введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 апреля 2008 г. N 74-ст в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2009 г. / разработан государственным образовательным учреждением высшего профессионального образования «СанктПетербургский государственный архитектурно-строительный университет» (СПбГАСУ) при участии фирмы «Максит», компании «Вакер Хеми Рус» (технический центр), АНО «Стандартинжинвест». — М.: Стандартинформ, 2008. — 9 с.
9. Пискунова С.В. Разработка технико-технологических решений по вторичному использованию буровых шламов на морских платформах арктического региона / С.В. Пискунова, Ю.А. Нифонтов // «Морские интеллектуальные технологии», научный журнал. — 2020. — Т. 2. — № 2. — С. 65–70.



## References

1. Rudakov, L.V. *Technological regulations for the preparation and application of technogenic soils "Yakhont" based on drilling sludge (drilled rock)* / L.V. Rudakova. PNIPU. 2019, p. 8. (In Russ.)
2. Bezrodny Yu.G. Modern problems of waste management of drilling wells on land / Yu.G. Bezrodny. *Design and development of oil and gas fields: scientific and technical journal*. 2020, no. 1, pp. 34–43. (In Russ.)
3. Decree of the Government of the Russian Federation No. 800 dated 07/07/2018 (ed. dated 07/03/2019) "On land reclamation and conservation" (together with the "Rules for land reclamation and conservation") [Electronic resource]. Access from the ConsultantPlus legal reference system.
4. "Water Code of the Russian Federation" dated 06.03.2006 No. 74-FZ; Federal Law "On the Continental Shelf of the Russian Federation" dated 11/30/1995 No. 187-FZ; Federal Law "On Internal Sea Waters, Territorial Sea and Adjacent Zone of the Russian Federation" dated 07/31/1998 No. 155-FZ; Law of the Russian Federation "On Subsoil" dated 02/21/1992 No. 2395-1. [electronic resource]. Access from the ConsultantPlus legal reference system.
5. On the Strategy for the development of the building materials industry for the period up to 2020 and further prospects up to 2030 [Electronic resource]; Decree of the Government of the Russian Federation dated 05/10/2016 No. 868-r (ed. dated 11/23/2016). Access from the Techexpert legal reference system.
6. Piskunova S.V. Ash of thermal power plants — a raw material base for the production of building materials / S.V. Piskunova, V.M. Piskunov. *International Journal. The national economy of the Komi Republic*. 2015, no. 3–4, pp. 35–38. (In Russ.)
7. JSC Volgotsemmash [Electronic resource]. Rod mill 3.2\*5.0 m SMM-216.1. Access mode: URL: <http://zavod-vcn.ru/product.php#othod>. (Date of application: 08/20/2021).
8. GOST 31357-2007 «Dry construction mixtures based on cement binder. General technical conditions»: interstate standard: put into effect by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated April 2, 2008 No. 74-st as the national standard of the Russian Federation from January 1, 2009 / developed by the state educational institution of higher professional education «St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering» (SPbGASU) with the participation of the company «Maksit», the company Vaker Chemi Rus (technical center), ANO «Standartinvest». Moscow: Standartinform, 2008. 9 p. (In Russ.)
9. Piskunova S.V. Development of technical and technological solutions for the secondary use of drilling sludge on offshore platforms in the Arctic region / S.V. Piskunova, Yu.A. Nifontov. «*Marine intelligent technologies*», scientific journal. 2020, vol. 2, no. 2, pp. 65–70. (In Russ.)

## ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

**С.В. Пискунова** — разработал концепцию исследования, провел эксперимент, подготовил текст и рисунки. Согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

**Ю.А. Нифонтов** — проводил экспертное сопровождение работы. Согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

**Sofya V. Piskunova** — developed the article concept, realized an experiment. Accepted the responsibility for all aspects of the work.

**Yuri A. Nifontov** — preparation the supervision of experiment. Accepted the responsibility for all aspects of the work.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Софья Владимировна Пискунова\*** — руководитель направления, Группа компаний «Газпром нефть», выпускник аспирантуры кафедры промышленной и экологической безопасности объектов судовой энергетики, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет 190121, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3.  
e-mail: [piskunova.sofiya@yandex.ru](mailto:piskunova.sofiya@yandex.ru).

**Юрий Аркадьевич Нифонтов** — доктор технических наук, профессор, горный инженер, заведующий кафедрой промышленной и экологической безопасности объектов судовой энергетики, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

**Sofya V. Piskunova\*** — Head of the direction, Gazprom нефть company group, graduate of the Postgraduate Department of Industrial and Environmental Safety of Marine Energy Facilities, Saint Petersburg State Maritime Technical University 3, Lotsmanskaya str., 190121, Saint Petersburg, Russia.  
e-mail: [piskunova.sofiya@yandex.ru](mailto:piskunova.sofiya@yandex.ru)

**Yuri A. Nifontov** — Dr. Sci. (Tech.), Professor, Mining Engineer, Head of the Department of Industrial and Environmental Safety of Marine Energy Facilities, Saint Petersburg State Maritime Technical University.

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author