

УДК 504.06+574+663.1

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

© 2024 А.В. Васильев

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 11.12.2024

В настоящей статье проведён анализ существующих методов и технических решений по снижению негативного воздействия нефтесодержащих отходов на человека и биосферу, рассмотрены литературные источники по данной проблеме. Распространёнными методами снижения негативного воздействия нефтесодержащих отходов являются их сжигание, экстракция, перегонка, биодеструкция. Проведен обзор патентов и технических решений по снижению негативного воздействия нефтесодержащих отходов, применяемых в России и за рубежом, рассмотрены их достоинства и недостатки. Использование результатов исследований позволит выбирать наиболее подходящие методы переработки нефтесодержащих отходов и достигать значительного снижения их негативного воздействия на человека и окружающую среду.

Ключевые слова: нефтесодержащие отходы, негативное воздействие, снижение, методы, технические решения, анализ.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-6-157-163

EDN: LIUXSG

Работа выполнена при поддержке Губернского гранта Самарской области в области науки и техники

1. ВВЕДЕНИЕ

Разработка и эксплуатация нефтегазовых месторождений приводит к образованию высокоминерализованных пластовых вод нефтяных и газовых промыслов, содержащих различные вредные вещества (газ, нефть, соли и пр.), обладающих высокой токсичностью и оказывающих негативное воздействие на живые организмы и растительность. Образуются также и другие нефтесодержащие отходы (в том числе нефтешламы), представляющие собой разнородные по своему химическому, компонентному, фазовому составу и физико-химическим (физико-механическим) свойствам сложные многокомпонентные смеси веществ [1, 2, 10, 12, 15].

Основным компонентом нефтесодержащих отходов является нефть, представляющая собой смесь органических соединений сложного состава (более 450 различных веществ, в основном парафиновые, нафтеновые, ароматические углеводороды). При образовании нефтешламов в условиях окружающей среды легкие бензиновые фракции, как правило, испаряются, и в почве остается дизельная фракция более тяжелых соединений. Углеводородная составляющая нефти включает в себя также смолы, асфальтены и карбоиды.

*Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, директор Поволжского ресурсного центра инженерной экологии и химической технологии Самарского государственного технического университета.
E-mail: vasilyev.av@samgtu.ru*

Состав нефтешламов представлен обширным перечнем соотношений компонентов. Анализ литературных данных о ранее проведенных исследованиях нефтесодержащих отходов различных регионов России показывает, что они характеризуются широким диапазоном состава, однако имеют общую тенденцию физико-химических характеристик слоевых компонентов накопителей нефтесодержащих отходов.

Нефть и нефтепродукты оказывают многофакторное негативное воздействие на биосферу, в том числе на почвенный покров, водоемы, атмосферу. В результате воздействия нефтесодержащих отходов на окружающую среду наносится ущерб здоровью человека, происходит гибель и деградация различных организмов, растений и пр. [3-9, 11, 13, 14]. В связи с этим необходимо разработку методов и технических решений по снижению негативного воздействия нефтесодержащих отходов на человека и биосферу в целом.

Настоящая статья посвящена анализу методов и технических решений по снижению негативного воздействия нефтесодержащих отходов.

2. АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Проведенный автором анализ показал, что распространёнными методами снижения негативного воздействия нефтесодержащих отхо-

дов являются их сжигание, экстракция, перегонка, биодеструкция.

Сжигание нефтесодержащих отходов наиболее рационально использовать для отходов с большой зольностью. Сжигание не рекомендуется для переработки нефтесодержащих отходов с низкой зольностью. При переработке нефтесодержащих отходов методом сжигания обязательно наличие газоочистного оборудования. Также необходима его своевременная очистка. Кроме этого, следует учитывать, что наибольшую выгоду от переработки методом сжигания можно получить только при условии, что перерабатываемый отход содержит минимальное количество воды и механических примесей. С экологической точки зрения сжигание отходов не является рациональным методом, так как, создается дополнительная негативная нагрузка на окружающую среду.

Экстракция нефтепродуктов позволяет получить сразу два полезных продукта: собственно, нефтепродукты, которые можно использовать как добавку к товарной нефти, и твердый остаток, который можно использовать в строительстве. Стоит при этом учитывать, что экстрагировать нефтепродукты из отходов с небольшим процентом механических примесей может быть экономически невыгодно. Следовательно, данный метод наиболее выгодно использовать для переработки нефтесодержащих отходов с большим содержанием механических примесей, например, нефтезагрязненных грунтов. Экстракция нефтепродуктов из нефтесодержащих отходов с небольшим содержанием механических примесей не рекомендуется с точки зрения рентабельности.

Перегонка как метод переработки нефтесодержащих отходов обладает рядом преимуществ. Перегонка позволяет получить сразу два полезных продукта – смесь легких фракций и кубовый остаток, который может быть использован в качестве битума. Перегонка может использоваться для переработки нефтесодержащих отходов с небольшими значениями зольности и содержания механических примесей, переработка которых экстракцией и сжиганием нежелательна. При помощи перегонки можно перерабатывать малозольные отходы с небольшим содержанием механических примесей, переработка которых методами сжигания и экстракции нефтепродуктов нежелательна.

Следует отметить метод биодеструкции как перспективный для переработки нефтесодержащих отходов, переработка которых другими методами нежелательна. Возможно смешение нефтесодержащего отхода с грунтом с последующим внесением в смесь штаммов микроорганизмов, способных разлагать нефтепродукты, а также различных питательных добавок. Биодеструкция является наиболее простым методом переработки, а сам процесс не требует сложного аппаратного оформления и больших капитальных затрат. К недостаткам биодеструкции можно отнести необходимость использования большого количества грунта для смешения с нефтесодержащим отходом, большую длительность процесса, а также необходимость поддержания комфортных условий для жизнедеятельности микроорганизмов. Полученный после переработки грунт при правильно подобранном соотношении отхода и грунта для смешения не будет являться экологически опасным отходом, что позволит реализовать его.

Технологии переработки нефтесодержащих отходов (нефтешламов) по методам переработки можно разделить на следующие группы:

- термические - сжигание в открытых амбарах, печах различных типов, получение битуминозных остатков;

- физические - захоронение в специальных могильниках, разделение в центробежном поле, вакуумное фильтрование и фильтрование под давлением;

- химические - экстрагирование с помощью растворителей, отверждение с применением (цемент, жидкое стекло, глина) и органических (эпоксидные и полистирольные смолы, полиуретаны и др.) добавок;

- физико-химические - применение специально подобранных реагентов, изменяющих физико-химические свойства, с последующей обработкой на специальном оборудовании;

- биологические - микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическое разложение.

В технических условиях ТатНИПИнефть ТУ 0258-085-00147585-2003 для различных марок нефтешламов (в зависимости от состава и технологической принадлежности) даются рекомендуемые пути использования (табл. 1).

Система обработки и утилизации буровых шламов включает следующие основные этапы:

- Прогноз целесообразности обработки и утилизации шлама по составу базовых компонентов с использованием токсикологической группы показателей;

- Выбор технологической схемы обезвоживания в зависимости от фильтрационных свойств шлама;

- Контроль обезвоживания в контейнере по показателям фильтрационной группы;

- Контроль упрочнения шлама в контейнере по показателям геомеханической группы;

- Выбор направления использования шлама как рекультивационного материала.

Среди существующих методов разделения нефтешламов с целью утилизации (центрифугирования, экстракции, гравитационного уплот-

Таблица 1 - Классификация методов переработки нефтешламов и пути использования продуктов переработки

| Марка нефтешлама | Технологический процесс образования нефтешлама | Рекомендуемые пути использования |
|------------------|---|---|
| Марка А | донные осадки резервуаров | получение углеводородов, смазки неотвественных механизмов цепей, форм при изготовлении бетонных плит на домостроительных комбинатах и заводах ЖБК, на обогатительных фабриках в качестве профилактических средств для предотвращения смерзания угля и для предохранения от ветровой эрозии при его перевозке, сжигание в качестве печного топлива |
| Марка Б-1 | отработанный буровой раствор | использование в производстве кирпича |
| Марка Б-2 | | использование в производстве керамзита |
| Марка В | нефтешламы, образующиеся при ремонте скважин и авариях на нефтепроводах | после переработки для получения строительного битума, асфальтобетонной смеси или, после отверждения, для использования при сооружении дорог, посыпки льда, изготовления облицовочного материала для различных хранилищ |
| Марка Г-1 | нефтешламы нефтеперерабатывающей промышленности | получение битума |
| Марка Г-2 | | получение сернистого газа, сернокислого аммония и высокосернистого кокса |
| Марка Д | нефтешламы, образующиеся в процессе мойки труб на трубных базах | получение парафина |

нения, вакуумфльтрации, фильтрпрессования, замораживания и др.) наиболее перспективным, по мнению автора, является центрифугирование с использованием флокулянтов.

Центрифугированием можно достичь эффекта извлечения нефтепродуктов на 85%, механических примесей - на 95%. При реагентной обработке нефтешламов изменяются их свойства: повышается водоотдача, облегчается выделение нефтепродуктов.

3. ОБЗОР ПАТЕНТОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Рассмотрим некоторые наиболее эффективные технические решения по снижению негативного воздействия нефтесодержащих отходов, применяемые в России и за рубежом.

Компанией ACS 530 (США) разработана мобильная система обработки и очистки гряземаслонептяных отходов MTU 530. Установка смонтирована на базе автомобильной платформы, способна разделять нефтешламы на различные

фазы - нефть, вода, твердые вещества - за счет центрифугирования нагретого нефтешлама. Вода пригодна для последующей биологической очистки; отделенная нефть может быть использована в технических целях; обезвоженный осадок - для производства строительных материалов. Установка применялась в России для устранения последствий аварии нефтепровода в Республике Коми. Производительность установки - 10 м³/ч по исходному нефтешламу (при концентрации нефти до 65%).

Компанией KHD Humboldt Wedag AG (Германия) предложена технология разделения нефтешламов на фазы с последующим сжиганием шлама. Установка снабжена устройством для забора нефтешлама, виброситом для отделения основной массы твердых частиц, трехфазной центрифугой, сепаратором для доочистки фугата с центрифуги, печью. Производительность установки - до 15 м³/ч по исходному нефтешламу.

В АНК «Башнефть» на нефтешламовых амбарах «Самсык» в НГДУ «Октябрьскнефть» применялась технология, заключающаяся в растворении, нагреве с обработкой химическими реагентами для отделения отстоя воды и меха-

нических примесей. Полученная нефть направлялась на дальнейшую переработку.

В НГДУ «Туймазынефть» с 1995 г. внедрена и успешно используется установка фирмы «Татойлгаз», основанная на технологии фирмы «Майкен» (Германия). Технология заключается в нагреве нефтешлама, обработке деэмульгаторами, разрушении эмульсии в декантаторе с предварительным отделением воды и механических примесей. Доведение до требуемого качества товарной нефти осуществляется на второй стадии - в испарителе и трехфазном сепараторе.

Загрязненный буровой шлам целесообразно отмывать от нефти горячей водой и паром, водным раствором ПАВ на основе этоксилатов. Буровой шлам обезвреживается на центрифуге. Образовавшаяся водная фаза, содержащая нефтеуглеводороды, очищается на установках.

Известен способ утилизации отходов бурения скважин (патент РФ на изобретение №2213121), который содержит рекультивацию шламового амбара, включающую освобождение амбара от жидкой фазы отработанного бурового раствора, ликвидацию текучести его коагуляционных сгустков, засыпку оставшихся отходов бурения минеральным грунтом, планировку территории. Перед освобождением шламового амбара определяют концентрации загрязняющих веществ в отработанном буровом растворе, доводят содержание загрязняющих веществ в растворе до значений ниже предельно допустимых концентраций. Освобождение производят путем выпуска жидкой фазы через проем обвалования шламового амбара.

Известен также способ обезвреживания бурового шлама (патент РФ на изобретение №2541957), который включает прием бурового шлама с желобной линии буровой установки или после выбросит центральной системы гидроциклонной очистки со шнекового транспортера буровой установки, подготовку к обезвреживанию - переработке бурового шлама, подготовку растворов реагентов для обезвреживания и обезвреживание бурового шлама, смешивание последнего с реагентами и введение с одновременным перемешиванием нейтрализующего и капсулирующего состава, коагулянта и флокулянта в буровой шлам в последовательно соединенных реакторах для «созревания» перед обезвреживанием. Затем проводят обезвреживание бурового шлама на камерном пресс-фильтре или ленточных пресс-фильтрах и очистку фильтрата с последующим вторичным использованием обезвреженного бурового шлама.

Известен способ утилизации отходов бурения скважин, описанный в патенте РФ на изобретение №2392256. Способ включает отделение бурового шлама от бурового раствора, циркули-

рующего в процессе бурения, и складирование буровых шламов в шламовые амбары. Буровой шлам перерабатывают в шламовый полупродукт, в который включают в качестве модификатора композитной смеси гумино-минеральный концентрат, а территории всех грунтовых выработок для размещения обезвреживаемых продуктов бурения возвращают в земельный оборот. Шламовые амбары устраивают в виде нескольких временных оперативных параллельно расположенных амбаров, в каждый из которых направляют шлам от бурения различных слоев горных пород, которые поочередно подвергаются проходке при помощи бурового инструмента. Устраивают технологический пост по приготовлению товарного продукта в виде нескольких параллельных бассейнов, в каждом из которых организуют поочередное вызревание мелиоранта.

Недостатком данного способа является увеличение вскрытых нарушенных территорий на обустройство нескольких земляных буровых амбаров, т.е. в процессе борьбы за восстановление загрязненных территорий еще более увеличиваются размеры нарушенных территорий на обустройство земляных амбаров, бассейнов, ям и т.д. для складирования и последующего вызревания буровых шламов, вернее их субстанций. И, несмотря на то, что планируется временная занятость этих рабочих территорий для очистки и обработки шламов, однако время этих воздействий может значительно затянуться по разным причинам - климатическим, финансовым, организационным (нехватка в достаточном количестве дополнительных реагентов, поскольку необходимо обрабатывать и сами амбары-сооружения, восстанавливать и возвращать их в земельный оборот).

Способ утилизации отработанных буровых шламов (патент РФ на изобретение №2486166) включает подготовку площадки переработки, сбор, экскавацию и доставку нефтезагрязненных грунтов на площадку переработки, подготовку нефтезагрязненного грунта, внесение гумино-минерального комплекса и обеспечение процессов биоструктуризации нефтезагрязненных грунтов. Способ обезвреживания отработанных буровых шламов включает известкование, реагентную коагуляцию, внесение флокулянтов и гумино-минерального комплекса, поэтапную выемку бурового шлама на буферный слой с настилкой шлама слоем не более 8-10 см, высушивание бурового шлама, складирование в бурты для последующей утилизации. Гумино-минеральный комплекс получен в процессе низкотемпературной механохимической экстракции гуминовых кислот измельчением бурого угля в диспергаторе со смешиванием измельченного бурого угля со щелочью.

Недостатком этого способа является отсутствие гарантированной качественной обработки всего объема бурового шлама, содержащегося в шламовом амбаре, без исключения - в каждой его части, в углах, на дне и т.д., причем как в достаточной степени химической обработки реагентами, так и в достаточной степени механического перемешивания как по времени длительности, так и по интенсивности, избегая не промешанных участков в том или ином сегменте шламового амбара.

В патенте на изобретение RU2678141C1 2019 г. «Способ утилизации отработанного бурового шлама скважин» осуществляется отделение бурового шлама от бурового раствора и выгрузку бурового шлама в шламовый амбар, формируют разделительную металлическую арматуру ячеистого типа внутри шламового амбара в виде вертикально ориентированных ячеек без дна для возможности последующего отдельного порционного химико-технологического воздействия на буровой шлам в каждой из ячеек сначала дестабилизацией коллоидной системы введением сульфата железа в количестве порядка 1-3% от общей массы бурового шлама до визуально заметного разжижения массы и равномерного структурообразования, затем проведением абсорбции полученной массы путем введения вермикулита вспученного в количестве порядка 1% от общей массы бурового шлама и завершают воздействие введением гуминовых кислот в количестве порядка 1% от общей массы бурового шлама, при этом химико-технологическое воздействие: дестабилизацию, абсорбцию и введение гуминовых кислот, осуществляют при постоянном перемешивании со скоростью порядка 30-60 оборотов в минуту и времени в пределах порядка 30-60 минут на каждой из названных операций и контролируют значимые параметры до достижения значений ниже предельно допустимых концентраций, освобождают шламовый амбар от металлической арматуры, добавляют грунт с восстанавливаемых территорий.

Одним из способов обезвреживания шлама может служить его солидификация. Такая технология позволяет получить на основе обезвреженного отхода достаточно прочный материал.

Возможно обезвреживание нефтезагрязненного бурового шлама микробиологическим способом.

Предварительно обезвреженный буровой шлам может использоваться в производстве строительных материалов - кирпича, керамзита, мелкогазобетонных строительных изделий и т.п., а также в качестве исходного сырья для получения грунтовых смесей, материалов для отсыпки внутрипромысловых дорог и буровых площадок.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведён анализ существующих методов и технических решений по снижению негативного воздействия нефтесодержащих отходов на человека и биосферу, рассмотрены литературные источники по данной проблеме.

Проведенный автором анализ показал, что распространенными методами снижения негативного воздействия нефтесодержащих отходов являются их сжигание, экстракция, перегонка, биодеструкция.

Проведен обзор патентов и технических решений по снижению негативного воздействия нефтесодержащих отходов, применяемых в России и за рубежом, рассмотрены их достоинства и недостатки.

Можно сделать вывод, что нефтедобывающим предприятиям для улучшения экологической ситуации и для снижения экологического ущерба следует осуществлять переработку нефтесодержащих шламов комплексными методами, основанными на их последующем вовлечении в производственные циклы, в том числе для получения строительных и иных материалов.

Использование результатов исследований позволит выбирать наиболее подходящие методы переработки нефтесодержащих отходов и достигать значительного снижения их негативного воздействия на человека и окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашихмина, Т.Я. Комплексный экологический мониторинг регионов / Т.Я. Ашихмина, В.М. Сюткин. – Киров: Изд-во ВятГУ, 1997. – 286 с.
2. Васильев, А.В. Анализ и оценка загрязнения биосферы при воздействии нефтесодержащих отходов: Монография / А.В. Васильев. – Самара: Издательство СамНЦ РАН, 2022. – 106 с., обл.
3. Васильев, А.В. Анализ источников загрязнения биосферы нефтепродуктами и особенности оценки их экологического воздействия / А.В. Васильев // Научный журнал «Академический вестник ЭЛПИТ». – 2022 – Т. 7. – № 2(20). – С.15-20.
4. Васильев, А.В. Особенности оценки рисков негативного воздействия на биосферу отходов, возникающих при разработке нефтегазовых месторождений / А.В. Васильев // Научный журнал «Академический вестник ЭЛПИТ». – 2022 – Т. 7. – № 3(21). – С.12-20.
5. Васильев, А.В. Особенности мониторинга негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу / А.В. Васильев // Известия Самарского научного центра РАН. – 2022. – Т. 24. – № 2. – С. 113-120.
6. Васильев, А.В. Подходы к определению токсичности нефтесодержащих отходов с использованием биоиндикации и биотестирования / А.В. Васильев // Известия Самарского научного центра РАН. – 2022. – Т. 24. – № 5. – С. 36-43.

7. Васильев, А.В. Анализ особенностей и практические результаты экологического мониторинга за загрязнения почвы нефтесодержащими отходами / А.В. Васильев, Д.Е. Быков, А.А. Пименов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014 – Т. 16. – №1(6). – С.1705-1708.
8. Васильев, А.В. Методика экспериментальных исследований нефтесодержащих отходов с повышенной радиоактивностью как объекта экологического риска / А.В. Васильев, В.В. Ермаков, Д.Е. Щербаков // Известия Самарского научного центра РАН. – 2023. – Т. 25. № 4. – С. 171-178.
9. Васильев, А.В. Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке / А.В. Васильев, О.В. Тупицына // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 5. – С. 308-313.
10. Жаров, О.А. Современные методы переработки нефтешламов / О.А. Жаров, В.Л. Лавров // Экология производства. – 2004. – №5. – С. 43-51.
11. Карташев, А.Г. Влияние нефтезагрязнений на почвенных беспозвоночных животных / А.Г. Карташев, Т.В. Смолина. – Томск: В-Спектр, 2011. – 146 с.
12. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / . – М.: МГУ, 1998. – 346 с.
13. Шешнев, А.В. Загрязнение нефтепродуктами вод волгоградского водохранилища и почв в районе ливквидированного цементного завода (г. Вольск Саратовской области) / А.В. Шешнев // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2016. – №5. – С. 420-426.
14. Vasilyev A.V. Experience, Results and Problems of Ecological Monitoring of Oil Containing Waste. Proceedings of the 2018 IEEE International Conference “Management of Municipal Waste as an Important Factor of Sustainable Urban Development” (WASTE’2018), October, 4-6, 2018, Saint-Petersburg; edition of Saint-Petersburg State Electrical Technical University “LETI”, 2018, pp. 82-85.
15. Vasilyev A.V. Classification and reduction of negative impact of waste of oil-gas industry. Proc. of the International Scientific Conference (XIV International Forum) World Heritage and Degradation. Smart Design, Planning and Technologies “Le vie dei Mercanti”, June 16th – 18th 2016, Naples-Capri, Italy. – Fabbrica della Conoscenza series, Edition of La scuola di Pitagora, Naples, Italy. – pp.101-107.

ANALYSIS OF METHODS AND TECHNICAL SOLUTIONS OF THE REDUCTION OF NEGATIVE IMPACT OF OIL CONTAINING WASTE

© 2024 A.V.Vasilyev

Samara State Technical University, Samara, Russia

In this paper analysis of existing methods and technical solutions of reduction of negative impact of oil containing waste to the humans and to biosphere has been carried out, existing literature sources on this issue have been considered. Widely used methods of reduction of negative impact of oil containing waste are it burning, extraction, distillation, biological destruction. Review of patents and of technical solutions on the problem of reduction of negative impact of oil containing waste used in Russia and abroad have been considered, it advantages and disadvantages have been considered. Using of results of research will allow us to select the most appropriate methods of treatment of oil containing waste and to reach significant reduction of it negative impact of oil containing waste to the humans and to biosphere.
Key words: oil containing waste, negative impact, reduction, methods, technical solutions, analysis.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-6-157-163

EDN: LIUXSG

REFERENCES

1. Ashihmina, T.Ya. Kompleksnyj ekologicheskij monitoring regionov / T.Ya. Ashihmina, V.M. Syutkin. – Kirov: Izd-vo VyatGGU, 1997. – 286 s.
2. Vasil'ev, A.V. Analiz i ocenka zagryazneniya biosfery pri vozdejstvii neftesoderzhashchih othodov: Monografiya / A.V. Vasil'ev. – Samara: Izdatel'stvo SamNC RAN, 2022. – 106 s., obl.
3. Vasil'ev, A.V. Analiz istochnikov zagryazneniya biosfery nefteproduktami i osobennosti ocenki ih ekologicheskogo vozdejstviya / A.V. Vasil'ev // Nauchnyj zhurnal \»Akademicheskij vestnik ELPIT\». – 2022 – Т. 7. – № 2(20). – С.15-20.
4. Vasil'ev, A.V. Osobennosti ocenki riskov negativnogo vozdejstviya na biosferu othodov, vznikayushchih pri razrabotke neftegazovyh mestorozhdenij / A.V. Vasil'ev // Nauchnyj zhurnal \»Akademicheskij vestnik ELPIT\». – 2022 – Т. 7. – № 3(21). – С.12-20.
5. Vasil'ev, A.V. Osobennosti monitoringa negativnogo vozdejstviya neftesoderzhashchih othodov na biosferu / A.V. Vasil'ev // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2022. – Т. 24. – № 2. – С. 113-120.
6. Vasil'ev, A.V. Podhody k opredeleniyu toksichnosti neftesoderzhashchih othodov s ispol'zovaniem bioindikacii i biotestirovaniya / A.V. Vasil'ev // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2022. – Т. 24. – № 5. – С. 36-43.
7. Vasil'ev, A.V. Analiz osobennostej i prakticheskie rezul'taty ekologicheskogo monitoringa zagryazneniya pochvy neftesoderzhashchimi othodami / A.V. Vasil'ev, D.E. Bykov, A.A. Pimenov // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2014 – Т. 16. – №1(6). – С.1705-1708.
8. Vasil'ev, A.V. Metodika eksperimental'nyh issledovanij neftesoderzhashchih othodov s povyshennoj radioaktivnost'yu kak ob'ekta ekologicheskogo

- riska / A.V. Vasil'ev, V.V. Ermakov, D.E. Shcherbakov // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN.* – 2023. – T. 25. № 4. – S. 171-178.
9. Vasil'ev, A.V. Ekologicheskoe vozdejstvie burovnyh shlamov i podhody k ih pererabotke / A.V. Vasil'ev, O.V. Tupicyna // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk.* – 2014. – T. 16. – № 5. – S. 308-313.
 10. Zharov, O.A. Sovremennye metody pererabotki nefteshlamov / O.A. Zharov, V.L. Lavrov // *Ekologiya proizvodstva.* – 2004. – №5. – S. 43-51.
 11. Kartashev, A.G., Vliyanie neftezagryaznenij na pochvennyh bespozvonochnyh zhivotnyh / A.G. Kartashev, T.V. Smolina. – Tomsk: V-Spektr, 2011. – 146 s.
 12. Solnceva N.P. Dobycha nefti i geohimiya prirodnyh landshaftov / . – M.: MGU, 1998. – 346 s.
 13. Sheshnev, A.V. Zagryaznenie nefteproduktami vod volgogradskogo vodohranilishcha i pochv v rajone likvidirovannogo cementnogo zavoda (g. Vol'sk Saratovskoj oblasti) / A.V. Sheshnev // *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya. Gidrogeologiya. Geokriologiya.* – 2016. – № 5. – S. 420-426.
 14. Vasilyev A.V. Experience, Results and Problems of Ecological Monitoring of Oil Containing Waste. Proceedings of the 2018 IEEE International Conference \»Management of Municipal Waste as an Important Factor of Sustainable Urban Development\» (WASTE'2018), October, 4-6, 2018, Saint-Petersburg; edition of Saint-Petersburg State Electrical Technical University "LETI", 2018, pp. 82-85.
 15. Vasilyev A.V. Classification and reduction of negative impact of waste of oil-gas industry. Proc. of the International Scientific Conference (XIV International Forum) World Heritage and Degradation. Smart Design, Planning and Technologies \»Le vie dei Mercanti\», June 16th – 18th 2016, Naples-Capri, Italy. – Fabbrica della Conoscenza series, Edition of La scuola di Pitagora, Naples, Italy. - pp.101-107.