

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Дервянова Максима Юрьевича «Методология системного анализа и оптимизации сложно-структурированного комплекса переработки нефтесодержащих отходов в нефтегазовой промышленности», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

Актуальность темы

На современном этапе развития нефтяной промышленности невозможно полностью исключить ее отрицательное воздействие на окружающую среду. При этом значительный вклад в загрязнение экосистем вносят нефтесодержащие отходы (НСО), которые образуются на всех этапах добычи, транспортировки и переработки нефти, при очистке сточных вод, содержащих нефтепродукты, очистке резервуаров и другого оборудования и т.д., что обусловлено как несовершенством технического оснащения и самого технологического процесса, так и человеческим фактором. Потери нефти, содержащейся в отходах, по экспертным оценкам составляют примерно 3% от ее годовой добычи. Кроме того, крупнотоннажные НСО занимают обширные территории, ухудшают ландшафт, служат источником вторичного загрязнения почв, воздуха, поверхностных, подземных вод и представляют угрозу для здоровья человека.

В настоящее время в условиях все более ужесточающихся требований природоохранного законодательства и правил лицензирования и землеотвода, задача эффективной переработки НСО и ликвидации хранилищ, в которых накапливаются такие отходы, по-прежнему остается актуальной. С одной стороны, это связано с высокой устойчивостью НСО к разрушению, особенностями их состава и свойств, которые постоянно меняются под воздействием погодных условий и процессов, протекающих в них. С другой стороны, предприятия нефтегазовой промышленности при обращении с НСО должны всячески содействовать минимизации их количества, обеспечивать

С отзывом ознакомлен Дервянов М.Ю.
[Подпись] 20.11.2024г.

Вход. №	8/11
№	20 11.2024

возможность применения наиболее рациональных способов утилизации или обезвреживания отходов, разрабатывать собственные экономически доступные и технически осуществимые технологии для вовлечения отходов в ресурсооборот.

Актуальным является также применение НСО в качестве недостающего в стране сырья для получения полезных продуктов, остро необходимых в условиях санкций, например, получение игольчатого кокса из НСО, для которого недостаточно сырья в стране.

Принимая во внимание указанные причины, становится очевидным, что цель диссертационной работы Дервянова М.Ю., связанная с разработкой теоретических и системно-методических основ для решения важных проблем повышения эффективности функционирования системы переработки НСО в нефтегазовой промышленности по критериям ресурсо- и энергосбережения, экономической эффективности и экологической безопасности является актуальной.

Научная новизна основных результатов и выводов диссертации

Главным научным результатом диссертации можно считать разработанную автором новую методологию решения актуальной проблемы переработки НСО, обеспечивающую значительное улучшение показателей качества работы промышленных комплексов в нефтегазовой отрасли и снижение их экологического воздействия на окружающую среду. Оригинальность методологии заключается в интеграции методов системного анализа и оптимизации на основе использования метода Data Envelopment Analysis (DEA), который впервые применяется для обоснованного принятия управленческих решений на стратегическом и оперативном уровне в рассматриваемой предметной области.

Диссертационная работа содержит все необходимые составляющие паспорта специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

1. Содержит системный анализ сложного интегрированного объекта управления, а именно хранилище нефтесодержащих отходов и технологических установок для их переработки.

2. Содержит постановку и решение комплексной задачи управления и оптимизации по различным актуальным критериям и ограничениям ресурсо-энергосбережения и экологической безопасности.

3. Содержит статистическую обработку информации о входных и выходных характеристиках сложного объекта управления.

4. Формирование гибкого алгоритмического и программного обеспечения, настраиваемого на различные цели и критерии управления, на характеристики хранилищ нефтесодержащих отходов и технологических установок их переработки, а также содержащие эргономические интерфейсы для пользователей, принимающих решения по управлению данным классом объекта.

В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

1. Разработана оригинальная методика системного анализа и оптимизации комплекса переработки отходов, в котором хранилища НСО и технологии их переработки являются элементами единой системы, определяющими ключевые свойства и структурные закономерности ее функционирования. Методика включает теоретически обоснованные последовательные этапы разработки моделей для определения оценок эффективности, многофакторного анализа, оптимизации и принятия решений, на каждом из которых математический аппарат DEA метода впервые используется в задачах управления переработкой отходов в нефтегазовой промышленности.

2. На основе метода DEA разработаны новые модели для определения оценок эффективности сложно-структурированных комплексов переработки НСО, ориентированные на задачи многофакторного анализа и оптимизации. Оригинальность моделей состоит в возможности объективного количественного анализа сложных многостадийных процессов переработки отходов, учитывающего многообразные взаимосвязи между технико-экономическими,

технологическими, ресурсными, логистическими, энергетическими и экологическими параметрами.

3. Впервые разработаны методы и алгоритмы решения задач многофакторного анализа системы комплексной переработки НСО, оригинальность которых заключается в получении качественной и количественной оценки её функциональных и масштабных характеристик на основе ряда ключевых критериев: ресурсной ценности и ресурсного потенциала, экологической безопасности, эффективности использования ресурсов и энергии, а также общей эффективности системы.

4. Впервые предложен оригинальный подход к оптимизации систем комплексной переработки НСО в нефтегазовой отрасли, в котором комбинация "хранилище-технологическая установка" рассматривается как центральный объект сравнения. Это позволило разработать и теоретически обосновать новые алгоритмы и процедуры решения задач оптимизации, направленные на достижение максимальной эффективности и экологической безопасности технологических процессов переработки отходов.

5. Разработано новое программное обеспечение, предназначенное для апробации и реализации разработанных методик системного анализа, алгоритмов многофакторного анализа и оптимизации сложно-структурированных систем комплексной переработки НСО нефтегазовой промышленности.

6. Разработан новый алгоритм выбора и принятия управленческих решений в системе переработки НСО, оригинальность которого заключается в возможности проведения всестороннего анализа оперативной ситуации, прогнозирования последствий различных управленческих действий и выбора оптимальных стратегий управления на основе комплексной оценки текущего состояния производственных процессов и доступных ресурсов.

Новизна каждого из указанных пунктов, а также полученных результатов и выводов является обоснованной.

Диссертационная работа соответствует пунктам паспорта научной специальности 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, а именно: 1) Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта. 2) Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта. 3) Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта. 4) Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта. 5) Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений,
выводов, рекомендаций и заключений**

Достоверность и обоснованность научных результатов, выводов и рекомендаций, приведенных в диссертационной работе, подтверждается корректным применением методов системного анализа, математического моделирования, математического программирования, DEA-метода, методов анализа и обработки данных.

Справедливость выводов и обоснованность полученных в работе научных результатов подтверждается их использованием при:

- выполнении проектов РФФИ (№20-08-00353, №20-08-00240, 2020-2022 гг.); проектов в рамках ФЦП (№14.577.21.0209, 2016-2018 гг.; №05.607.21.0311, 2019-2020 гг.); государственных заданий Минобрнауки РФ (№10.3260.2017/ПЧ, 2017-2019 гг.; №AAAA-A12-2110800012-0 2022-2024 гг.);

- внедрении разработанных методов и алгоритмов решения задач многофакторного анализа и оптимизации, специализированного программного

обеспечения и алгоритма поддержки принятия управленческих решений по переработке НСО в ООО «Самарская Битумная Компания» (г. Самара), ООО «Экоинтех» (г. Нефтеюганск, ХМАО), ООО «ТрансОйл» (г. Нижний Новгород), ООО «Отрадное» (г. Отрадный, Самарская обл.);

- применении программного обеспечения в ИПУСС РАН - СамНЦ РАН и ООО «Технологические покрытия».

Значимость для науки и производства полученных автором результатов

Научная значимость полученных автором результатов заключается в новом подходе к системному многофакторному анализу и оптимизации сложно-структурированного комплекса переработки НСО на основе метода DEA, включающему последовательный учёт критериев ресурсного потенциала, ресурсо- и энергосбережения, экологической безопасности и комплексной эффективности на разных стадиях решения соответствующих задач математического программирования. Потенциальная ценность предлагаемого подхода определяется возможностью его использования для решения широкого круга задач многофакторного анализа и многокритериальной оптимизации сложных систем, что в свою очередь обеспечивает возможность получения научно-обоснованных результатов в удобной для практического использования форме.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанные методика системного анализа, проблемно-ориентированные модели для определения оценок эффективности, методы, алгоритмы и процедуры многофакторного анализа, оптимизации, выбора и принятия решений, программное обеспечение могут быть использованы отдельно или совместно для решения конкретных задач по переработке нефти, НСО и техногенных отходов, а также для совершенствования технологий производства дорожного битума, водорода и продуктов на его основе в различных регионах РФ. Результаты работы используются на практике в ООО «Самарская Битумная Компания» (г. Самара),

ООО «Экоинтех» (г. Нефтеюганск, ХМАО), ООО «ТрансОйл» (г. Нижний Новгород), ООО «Отрадное» (г. Отрадный, Самарская обл.), ИПУСС РАН - СамНЦ РАН (г. Самара), ООО «Технологические покрытия» (г. Самара).

Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа, изложенная на 300 страницах основного машинописного текста, содержит 73 рисунка и 63 таблицы.

Во введении обоснована актуальность исследования, сформулирована научная новизна, а также представлены положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации выполнен обзор литературы по теме исследования. Проведен системный анализ проблем переработки НСО нефтегазовой промышленности. Предложены классификация НСО по источникам образования и классификация методов и технологий переработки НСО. Приведена содержательная постановка задачи диссертационного исследования и обоснован выбор объекта исследования, представляющего сложно-структурированный комплекс переработки (КП) НСО, который должен рассматриваться как единая система, обладающая основными системообразующими свойствами.

Во второй главе представлена научно-обоснованная постановка задачи многофакторного анализа и оптимизации КП НСО. Представлены разработанные базы данных хранилищ НСО и технологий переработки. Описан и апробирован разработанный алгоритм анализа качества информации о НСО и технологиях их комплексной переработки, позволяющий получить обобщенные количественные оценки, которые характеризуют достаточность, актуальность, точность и достоверность анализируемых данных. Предложена новая методика системного анализа и оптимизации КП НСО в нефтегазовой промышленности.

В третьей главе диссертации приводятся научно-обоснованная постановка задачи многофакторного анализа и описание DEA-метода. Представлены и обоснованы разработанные проблемно-ориентированные модели для

определения многофакторных оценок эффективности хранилищ НСО и комбинаций «хранилище НСО – технология переработки, характеризующих ресурсную ценность, ресурсный потенциал, экологическую безопасность, ресурсо- и энергоэффективность, комплексную эффективность процесса переработки НСО, в зависимости от решаемой задачи многофакторного анализа. Описаны и апробированы разработанные методы и алгоритмы решения задач многофакторного анализа сложно-структурированной системы переработки НСО для количественной и качественной оценки её функциональных и масштабных характеристик.

В четвертой главе сформулирована постановка задачи оптимизации в форме целочисленной задачи линейного программирования, в которой выявление наилучших комбинаций «хранилище НСО – технология переработки» в КП НСО осуществляется по величине относительных оценок эффективности, определяемых в результате решения задач многофакторного анализа в условиях заданных ограничений. Представлены и апробированы разработанные алгоритмы и процедуры решения задач оптимизации для получения оптимальных последовательностей переработки НСО в хранилищах по разнородным и комплексным критериям эффективности с учётом оперативных и стратегических управленческих решений. Предложена и апробирована методика определения оценок эффективности на основе искусственных нейронных сетей для упрощения вычислительных процедур решения задач многофакторного анализа. Представлены информационная структура, описание основных модулей, процедур и визуальных форм, методическое руководство для разработанного специализированного программного обеспечения, предназначенного для апробации и реализации методик системного анализа, алгоритмов анализа качества данных, многофакторного анализа и оптимизации КП НСО.

В пятой главе приведено описание разработанного алгоритма выбора и принятия управленческих решений в сложно-структурированной системе переработки НСО для повышения эффективности управления в нефтегазовой

промышленности на оперативном и стратегическом уровнях. Предложена в общем виде архитектура экспертной системы для выработки управленческих решений в процессе функционированием КП НСО нефтегазовой промышленности, основанная на предлагаемых в диссертации подходах и полученных результатах. Представлен разработанный и апробированный алгоритм технико-экономического обоснования предлагаемых оптимальных решений по переработке НСО в системе, позволяющий определить экономический эффект от их реализации. Предложены рекомендации по практическому использованию полученных результатов в промышленности.

В заключении приведены основные результаты и выводы диссертационного исследования.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы могут быть использованы на предприятиях нефтегазовой промышленности Российской Федерации, в организациях, предоставляющих услуги по обезвреживанию и утилизации НСО, (ООО «Эконадзор», ХМАО, г.Сургут; ООО «Экоцифры», г. Санкт-Петербург; ГК "ЭкоАрхитектура", г. Москва (деятельность по всей стране); ФГУП «Росморпорт», г. Москва (деятельность по всей стране); АО "Управление по обращению с отходами", г. Южно-Сахалинск; ООО "Анадырская транспортная компания", ЧАО, г. Анадырь; ООО "УТИЛИЗИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ "ОМЕГА", г. Екатеринбург; ООО «ЭкоПресс», г. Киров; ООО «СИМБИРСКПРОМОТХОДЫ», г. Нарьян-Мар и др.), а также в учебном процессе технических университетов по направлениям подготовки в области системного анализа и управления, промышленной экологии, ресурсо- и энергосбережения.

Замечания по диссертации

1. В главе 3 таблицы 3.1.-3.8. приведены результаты статистической обработки информации о входных и выходных характеристиках хранилищ нефтесодержащих отходов, однако не показано каким образом они получены, какие статистические методы, оценки и критерии использовались для этих целей.

2. В диссертационной работе представлено достаточно полное и подробное описание интерфейсов разработанного программного обеспечения, но не определен класс пользователей системы и соответственно какие рекомендации (их состав, значения) получает пользователь.

3. В главе 5 автор приводит «общую архитектуру экспертной системы», однако не обосновывает структуры моделей баз знаний, баз данных, тип алгоритма или машины вывода, не ясно кто является лицом, принимающим решения (ЛПР) и инженером по знаниям, а также не ясно каким образом проверяется достоверность знаний экспертов.

4. Необходимо уточнить, каким образом в разработанной методике системного анализа и оптимизации, методах и алгоритмах многофакторного анализа и принятия решений учитываются возможные динамические изменения компонентного состава отходов в хранилищах, стоимости электрической энергии, топлива и ресурсов для установок по переработке отходов и на какой временной интервал планируются оперативные и стратегические решения в разработанном алгоритме выбора и принятия управленческих решений в КП НСО.

5. Несмотря на представленные в диссертации богатые результаты апробации разработанных подходов, в разделе 3.5 не приведены исходные данные для расчёта входных и выходных параметров моделей для определения оценок эффективности, представленных в разделе 3.3.

6. Желательно уточнить, как права собственности на хранилища отходов и установок по переработке, а также государственное регулирование при обращении с нефтесодержащими отходами (штрафы, экологические ограничения и пр.) могут повлиять на структуры баз данных, разработанную

методологию системного анализа и оптимизации КП НСО в нефтегазовой промышленности.

7. В диссертации приведен сложный программный комплекс для реализации поставленных задач управления, включая базы данных, DEA- метод, ПО Matlab; интерфейсы производственного персонала, однако для оценки его работоспособности не ясно каким образом осуществлялась интеграция всех модулей программного обеспечения, какие инструменты и языки программирования использовались, в том числе отечественные среды и каким образом будет адаптировано разработанное программное обеспечение в условиях санкций.

Приведенные замечания не снижают теоретической и практической значимости выполненных исследований Деревяновым М.Ю., а полученные в диссертации результаты соответствуют поставленным целям.

Общая характеристика работы

Несмотря на указанные замечания, диссертационная работа выполнена на хорошем научно-техническом уровне и содержит новые научные результаты в области системного анализа и оптимизации комплексов переработки нефтесодержащих отходов в нефтегазовой промышленности.

Результаты работы прошли апробацию на многочисленных конференциях и были опубликованы в 9 журналах из перечня ВАК, в 5 журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science, и в 16 других изданиях различного уровня. Получены 7 свидетельств государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

В виду актуальности темы исследования, соответствия результатов поставленным целям, научной новизны и практической значимости работы, а также личного вклада автора диссертация полностью соответствует требованиям пп. 9-11, 13,14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в последней

редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

Считаю, что автор диссертации «Методология системного анализа и оптимизации сложно-структурированного комплекса переработки нефтесодержащих отходов в нефтегазовой промышленности» Деревянов Максим Юрьевич полностью заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Системы автоматизированного проектирования и управления», руководитель Лаборатории мирового уровня «Энергоресурсоэффективные комбинированные технологии переработки отходов 3-5 классов опасности», главный научный сотрудник ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)».

Докторская диссертация защищена в 1997 году по специальности 05.13.07 - Автоматизация технологических процессов и производств (в том числе по отраслям).

Т. Чистякова

Тамара Балабековна Чистякова

«07» ноября 2024 г.

Адрес основного места работы:

190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 24-26/49 литера А
Телефон: +7 (812) 494-93-54

Подпись *Чистякова*
Начальник отдела

