

На правах рукописи



Махнёва Арина Николаевна

**ОЦЕНКА УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ
НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

2.6.18. Охрана труда, пожарная и промышленная безопасность

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени кандидата
технических наук

Иваново – 2023

Работа выполнена на кафедре «Промышленная безопасность и охрана труда» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

Научный руководитель: кандидат технических наук
Солодовников Александр Владимирович

Официальные оппоненты: **Мартынюк Василий Филиппович**
доктор технических наук, доцент,
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный университет нефти и
газа (национальный исследовательский
университет) имени И.М. Губкина», кафедра
промышленной безопасности и охраны
окружающей среды, профессор
Колесников Евгений Юрьевич
доктор технических наук, доцент,
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого», Высшая школа
техносферной безопасности инженерно-
строительного института, профессор

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический
университет»

Защита состоится 02 ноября 2023 г. в 14.00 на заседании диссертационного совета 04.2.005.01 на базе Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России по адресу: 153040, г. Иваново, пр. Строителей, д. 33, ауд. 1101.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России: <https://www.edufire37.ru/>.

Автореферат разослан «___» _____ 2023 года

Учёный секретарь
диссертационного совета 04.2.005.01,
кандидат технических наук, доцент

Колбашов Михаил Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Опасные производственные объекты нефтегазодобывающих производств с одной стороны являются ключевым элементом топливно-энергетического комплекса Российской Федерации, с другой стороны – выступают источником опасности. По состоянию на 31.12.2022 г. число поднадзорных опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств, внесённых в государственный реестр опасных производственных объектов, составляет порядка 8,3 тыс. объектов. К опасным производственным объектам нефтегазодобывающих производств относятся объекты бурения, добычи и обустройства месторождений углеводородного сырья (нефти, газа и газового конденсата) на суше и на море.

Вопросам обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств уделяется повышенное внимание, как со стороны нефтегазодобывающих предприятий, так и на государственном уровне, поскольку эксплуатация таких объектов связана с высоким риском возникновения аварий. Аварии на опасных производственных объектах нефтегазодобывающих производств отличаются внезапностью и быстротой распространения поражающих факторов. Потери в результате аварий на указанных объектах достаточно велики: так в 2021 г. ущерб от произошедших аварий составил 2123,85 млн руб., что почти в 15 раз больше чем в предыдущем 2020 г. Анализ аварийности на опасных производственных объектах нефтегазодобывающих производств позволил прийти к выводу, что корневой причиной возникновения аварий зачастую выступает несоблюдение требований промышленной безопасности.

В соответствии с Федеральным законом «О безопасности» одним из основных принципов обеспечения безопасности является приоритет предупредительных мер с целью её обеспечения. Ввиду чего, решение проблемы, связанной с трактовкой и соблюдением множества требований промышленной безопасности, автор работы видит в формировании и развитии современного, соответствующего требованиям времени и технологического развития методического подхода оценки соответствия¹ опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности, позволяющего определять уровень промышленной безопасности и управлять рисками в области промышленной безопасности.

Степень разработанности темы исследования. Решению вопросов в области регулирования и обеспечения промышленной безопасности посвящены труды следующих российских учёных и специалистов: Н.А. Махутова, В.И. Сидорова, А.С. Печёркина, Е.В. Кловач, И.А. Кручининой, М.В. Лисанова, А.В. Ферапонтова, К.В. Буйко, В.А. Ткаченко, А.И. Гражданкина, А.В. Солодовникова, М.Х. Хусниярова, Ю.В. Пантюховой и многих других. В работах указанных авторов рассмотрены вопросы разработки риск-ориентированных научно-методологических подходов,

¹Под оценкой соответствия, в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ, понимается прямое или косвенное определение соблюдения требований промышленной безопасности, предъявляемых к опасным производственным объектам.

исследования и разработки методов оценки уровня промышленной безопасности, оценки риска аварийных ситуаций и анализа опасностей.

Анализ возникновения аварийных ситуаций, оценка соответствия требованиям промышленной безопасности и определение уровня промышленной безопасности опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств, включая разработку рекомендаций по предупреждению аварий, становится актуальной задачей для нефтегазодобывающих предприятий.

Объектом исследования настоящей работы являются требования промышленной безопасности, регламентирующие эксплуатацию опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств. **Предметом исследования** выступает систематизация требований промышленной безопасности в целях осуществления оценки соответствия и определения уровня промышленной безопасности опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств.

Цель исследования: создание методики, позволяющей оценить уровень промышленной безопасности, а также управлять рисками при эксплуатации опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств.

Для достижения поставленной цели определены следующие **задачи:**

1. Выполнить научно-технический анализ аварийности на опасных производственных объектах нефтегазодобывающих производств: выявить закономерности между статистическими показателями аварийности, установить основные причины аварий.

2. Провести обзор и сопоставление известных работ, позволяющих оценить состояние и определить уровень промышленной безопасности опасных производственных объектов.

3. Обосновать критерии оценки и показатели результативности деятельности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты нефтегазодобывающих производств, в области промышленной безопасности, а также установить весовой коэффициент каждого показателя результативности при определении критерия оценки.

4. Разработать информационно-аналитическую систему, представляющую собой базу данных для хранения и анализа данных о нарушениях и несоответствиях, выявляемых при эксплуатации опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств и позволяющую автоматизировать расчёт уровня промышленной безопасности объекта.

5. Осуществить апробацию разработанной методики на опасных производственных объектах нефтегазодобывающих производств месторождений углеводородного сырья.

Научная новизна исследования:

1. Впервые предложен и научно обоснован методический подход оценки соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности, учитывающий особенности эксплуатации указанных объектов и включающий оценку уровня промышленной

безопасности, а также механизм управления рисками в области промышленной безопасности по отношению к частоте аварийности и степени нарушений лицензионных требований при эксплуатации объектов.

2. Предложена концепция информационно-аналитической системы, необходимой для хранения и анализа данных о нарушениях и несоответствиях, выявляемых при эксплуатации опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств и оценки уровня промышленной безопасности объектов.

Теоретическая значимость работы:

1. Осуществлён анализ известных работ, используемых при оценке состояния промышленной безопасности опасных производственных объектов, позволивший определить необходимость разработки методики, сочетающей в себе следующие параметры: описание последовательности работ по сбору информации об опасном производственном объекте; наличие критериев оценки, согласованных с законодательством в области промышленной безопасности; учёт рисков в области промышленной безопасности; определение результирующего показателя, характеризующего состояние промышленной безопасности опасного производственного объекта; учёт основных направлений промышленной безопасности; возможность применения на опасных производственных объектах нефтегазодобывающих производств.

2. Развитие методического подхода оценки соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности, позволяющего определять уровень промышленной безопасности и управлять рисками в области промышленной безопасности, путём разработки: ключевых критериев оценки деятельности организаций в области промышленной безопасности (k_1-k_{22}); перечня обязательных показателей результативности деятельности в области промышленной безопасности (q_1-q_{144}), заключающих в себе правовые, техногенные и профессиональные риски и позволяющих определять значения критериев оценки; «объектограммы безопасности» – инструмента визуализации расчётных значений критериев оценки; системного показателя соответствия опасного производственного объекта требованиям промышленной безопасности (Ξ) – обобщённого показателя, в соответствии с которым определяется уровень промышленной безопасности; «кривой безопасности» – графической интерпретации результатов оценки соответствия; классификатора рекомендаций, направленных на повышение безопасности эксплуатируемых объектов.

3. Разработана база данных для хранения и анализа информации о нарушениях и несоответствиях, выявляемых при эксплуатации опасных производственных объектов и включающая в себя следующие модули: модуль с данными о проверках, авариях и инцидентах; расчётный модуль, позволяющий автоматизировать расчёт уровня промышленной безопасности; графический модуль, предназначенный для визуализации результатов проведённой оценки соответствия.

Практическая значимость работы состоит в разработке методики, которая может использоваться при проведении аудитов промышленной безопасности; комплексном обследовании фактического состояния опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств; предлицензионном аудите соблюдения требований промышленной безопасности; оценке эксплуатационной готовности производственных объектов нефтегазодобывающих производств; техническом расследовании причин аварий и инцидентов на объектах нефтегазодобывающих производств.

На основе разработанной методики проведены аудиты промышленной безопасности на объектах, эксплуатируемых следующими нефтегазодобывающими предприятиями на территории 84-х месторождений углеводородного сырья: ООО «Башнефть-Добыча», ООО «Лукойл-Коми», ООО «Саханефть», ООО «Иркутская нефтяная компания», ООО «Инк-Нефтегазгеология». Дана оценка уровня промышленной безопасности эксплуатируемым опасным производственным объектам нефтегазодобывающих производств с учётом выявленных нарушений и несоответствий. Выполнена оценка эксплуатационной готовности производственных объектов нефтегазодобывающих производств ООО «ОЙЛТИМ Инжиниринг» (предлицензионный аудит), эксплуатируемых на Воронцовском газонефтяном месторождении. Подготовлены технические отчёты по результатам расследования причин аварий на объектах ПАО «Уфаоргсинтез» (дата аварии: 25.01.2021 г.) и ООО «Башнефть-Добыча» (дата аварии: 01.07.2022 г.).

Результаты диссертационного исследования внедрены в учебный процесс Тюменского индустриального университета.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационное исследование соответствует паспорту специальности 2.6.18. Охрана труда, пожарная и промышленная безопасность, а именно: п. 1. в части «Научное обоснование принципов и способов обеспечения промышленной и пожарной безопасности на производственных объектах»; п. 2 в части «Исследование условий и разработка методов прогнозирования и управления риском для обеспечения безопасности производственных объектов».

Методология и методы исследования. При решении поставленных задач, наряду с общенаучными методами анализа и синтеза, применялись специальные методы: математическая статистика, факторный анализ, системный подход и метод экспертных оценок.

Нормативную базу исследования составили действующие в России нормативные правовые акты, устанавливающие требования промышленной безопасности к эксплуатации опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств.

Эмпирическую основу работы составили: официальные данные ежегодных отчётов о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору; сведения об авариях, произошедших на опасных производственных объектах нефтегазодобывающих производств, взятые из официальных источников; сведения о производственном контроле за соблюдением

требований промышленной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств; результаты проведённых аудитов промышленной безопасности и комплексных обследований фактического состояния опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств; результаты проведённых расследований причин аварий и инцидентов и др.

Положения, выносимые на защиту:

1. Теоретическое обоснование необходимости разработки методики оценки соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности.

2. Обоснование критериев оценки деятельности нефтегазодобывающих предприятий в области промышленной безопасности.

3. Методика оценки соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности, позволяющая оценить уровень промышленной безопасности объекта.

4. Результаты апробации разработанной методики на опасных производственных объектах нефтегазодобывающих производств месторождений углеводородного сырья.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов диссертационной работы обеспечена общеприменимыми методами исследования, широким охватом прикладных исследований на предприятиях нефтегазодобывающей промышленности.

Основные положения диссертационной работы обсуждались на конференциях и научно-технических мероприятиях: III Научно-техническая конференция – ООО «ИНК» (г. Иркутск, 2018 г.); Национальная с международным участием научно-практическая конференция студентов, аспирантов, молодых учёных и специалистов «Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе», посвящённая 10-летию института промышленных технологий и инжиниринга (г. Тюмень, 2018 г.); Национальная с международным участием научно-практическая конференция студентов, аспирантов, учёных и специалистов «Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе», посвящённая 20-летию создания кафедры Электроэнергетики (г. Тюмень, 2019 г.); Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Новые технологии – нефтегазовому региону» (г. Тюмень, 2020 г.); Международная научно-техническая конференция «Транспорт и хранение углеводородного сырья» (г. Тюмень, 2021 г.); VII Международная научно-практическая конференция молодых учёных и студентов «Инструменты, механизмы и технологии современного инновационного развития» (г. Актобе, 2022 г.); Международная научно-практическая конференция «Научная территория: технологии и инновации» (г. Тюмень, 2022 г.), заседаниях и семинарах кафедр «Промышленная безопасность и охрана труда» (УГНТУ, г. Уфа), «Техносферная безопасность» (ТИУ, г. Тюмень).

Диссертационная работа выполнялась в рамках гранта некоммерческой организации «Благотворительный фонд «ЛУКОЙЛ», тема исследований «Теоретические и практические аспекты проведения оценки соответствия объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности (2021-2022 г.), а также при поддержке ПАО «Транснефть» (2022- 2023 г.).

Публикации. Основные результаты исследований опубликованы в 20 работах, в том числе: 5 статья в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК; 1 статьи в журнале, входящем в международную базу цитирования Web of Science. Получено свидетельство о государственной регистрации базы данных «Оценка соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности».

Структура и объём диссертации. Работа состоит из введения, 3 глав, заключения, списка литературы из 146 наименований и 6 приложений. Основная часть диссертации содержит 145 страниц машинописного текста, в число которых входят 35 рисунков и 23 таблицы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, приведено описание предметной области, сформулированы цель и задачи работы, обоснована научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, обозначены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние промышленной безопасности опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств» осуществлён анализ аварийности при эксплуатации опасных производственных объектов (ОПО) нефтегазодобывающих производств (НГДП); описана правовая основа обеспечения безопасной эксплуатации указанных объектов; выполнено сопоставление известных работ, посвящённых оценке состояния промышленной безопасности ОПО; обозначены предпосылки к разработке методики, позволяющей оценить уровень промышленной безопасности опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств.

Первая часть диссертационного исследования заключается в анализе официальных статистических данных по аварийности на ОПО НГДП за период с 2004 по 2021 гг., полученных из ежегодных отчётов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзора) и данных Федеральной службы государственной статистики. Целью исследования являлось выявление зависимостей, связанных с прогнозированием аварий при эксплуатации опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств. В рамках исследования был проведён анализ следующих показателей: величина ущерба от аварий; количество нарушений в области промышленной безопасности, выявленных по результатам проведённых проверок; степень изношенности основных фондов и др. Для выявления зависимостей между указанными показателями и аварийностью на ОПО НГДП был определён коэффициент детерминации (R^2).

Анализ известных работ, посвящённых оценке состояния промышленной безопасности ОПО, позволил утверждать о необходимости развития методологии оценки состояния промышленной безопасности опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств.

Выполнено распределение технических и организационных причин аварий на ОПО НГДП за период с 2011 по 2021 гг. по пунктам нормативных правовых актов в области промышленной безопасности, требования которых были нарушены. Выполненное распределение обозначило основные направления промышленной безопасности, не соблюдение которых может привести к аварии. Анализ нормативных правовых актов, регламентирующих безопасную эксплуатацию ОПО НГДП позволил дополнить перечень выявленных направлений промышленной безопасности. Таким образом был сформирован перечень ключевых критериев оценки деятельности организаций в области промышленной безопасности (k_1 - k_{22}) (рисунок 1).

Во второй главе «Разработка методики оценки соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности» приводится описание процесса разработки методики, а также её основных положений.



Рисунок 1 – Перечень критериев оценки деятельности организаций в области промышленной безопасности (k_1 - k_{22})

Ключевым фактором в определении наиболее эффективного подхода при разработке методики послужило отсутствие статистической информации об инцидентах, предпосылках к инцидентам, а также отклонений в системе управления промышленной безопасностью на ОПО НГДП. Ввиду чего был выбран подход, основанный на экспертных оценках.

Алгоритм процедура экспертной оценки, составленный для настоящего исследования, включал количественное оценивание и экспертную классификацию. Расчётные значения показателей обобщения, согласованности и достоверности, полученные в результате экспертного опроса, были приняты и использованы при дальнейшей разработке ключевых положений методики.

Предложен и описан процесс оценки соответствия ОПО НГДП требованиям промышленной безопасности (оценки соответствия) (рисунок 2), положенный в основу разработанной методики.

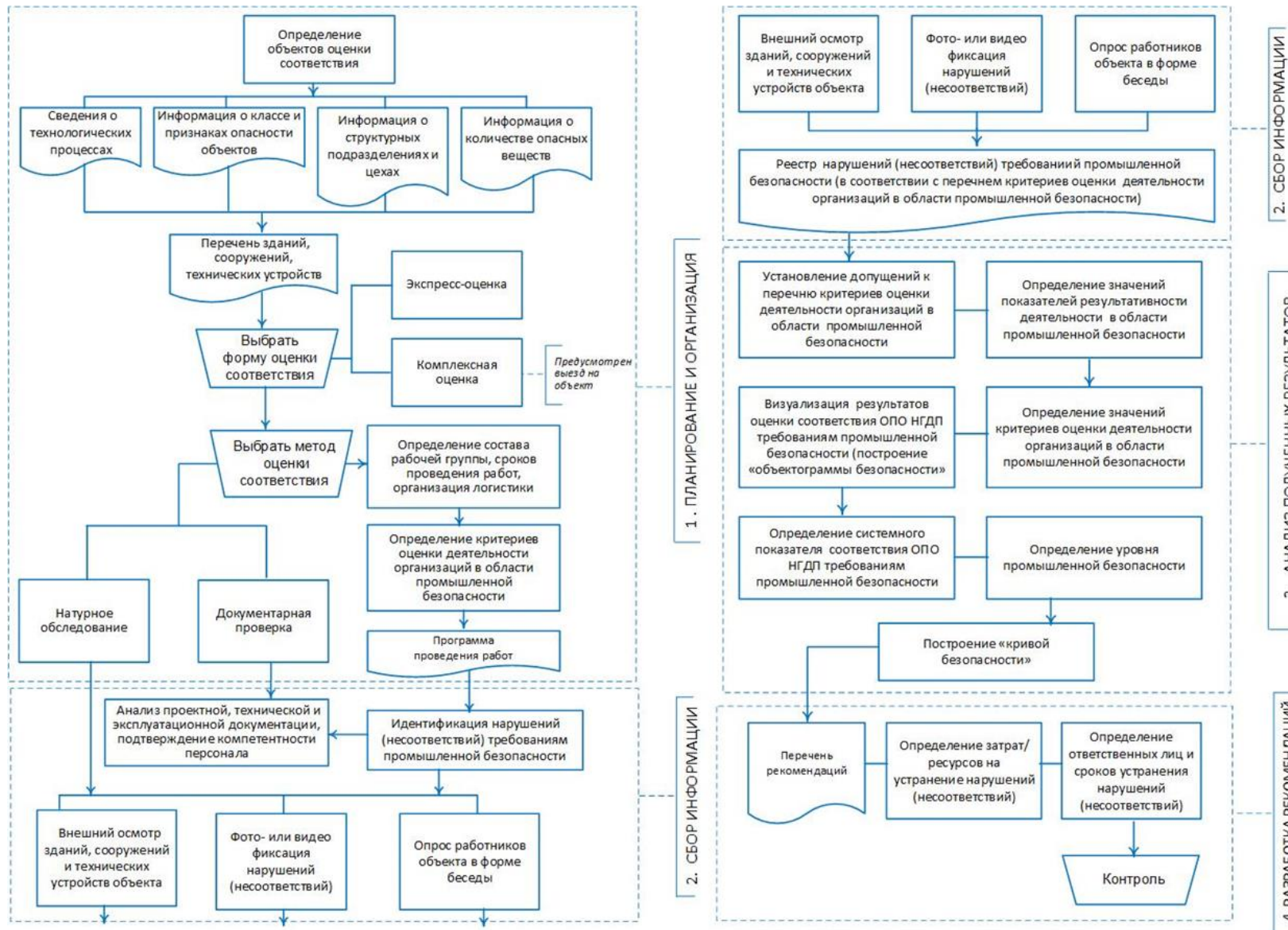


Рисунок 2 – Алгоритм процесса оценки соответствия ОПО НГДП требованиям промышленной безопасности

Все выявленные в процессе оценки соответствия нарушения (несоответствия) требований промышленной безопасности классифицируются в соответствии с предложенным перечнем критериев оценки деятельности организаций в области промышленной безопасности (k_1-k_{22}) (критериев оценки) (рисунок 1)². При этом, каждый критерий оценки включает в себя ряд обязательных и вариативных показателей результативности деятельности в области промышленной безопасности (q_1-q_{144}) (показателей результативности). Значения обязательных показателей результативности, в соответствии с методикой, определяются в долях, таким образом каждый показатель результативности может принимать значение от 0 до 1 ($q_i = 0...1$). В свою очередь, значение каждого критерия оценки (k_i) определяется по формуле 1, при этом: $k_{1max} = k_{2max} \dots = k_{22max} = const$.

Учитывая, что при осуществлении основных производственных процессов на ОПО НГДП имеются правовые (R_n), техногенные (R_{mex}) и профессиональные риски ($R_{проф}$), то весовой коэффициент (w_i) предложено устанавливать в соответствии с формулой 2.

$$k_i = \sum_i q_i \cdot w_i.$$

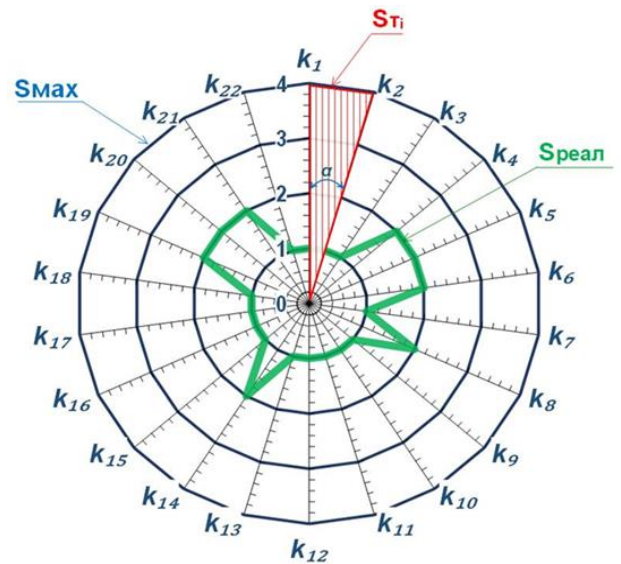
$$(1) \quad \frac{w_{R_{\Pi}}}{w_{R_{\text{тех}}}} = \frac{w_{R_{\Pi}}}{w_{R_{\text{проф}}}} = \frac{1}{2}. \quad (2)$$

Предлагается использовать инструмент «объектограмма безопасности» для визуализации результатов оценки соответствия (рисунок 3). Введено понятие – системный показатель соответствия ОПО НГДП требованиям промышленной безопасности (системный показатель) (Θ), характеризующий уровень промышленной безопасности (формула 3,4).

$$\Theta = \frac{S_{\text{реал}}}{S_{\text{max}}},$$

где $S_{\text{реал}} / S_{\text{max}}$ – площадь многоугольника объектограммы безопасности, образованного фактическими значениями критериев оценки $k_i, k_{i+1} /$ максимально возможными значениями критериев оценки ($k_i, k_{i+1} = 4$).

Предложена альтернатива определения значения системного показателя – взвешенная арифметическая средняя:



$k_1, k_2, k_3 \dots k_{22}$ – значения критериев оценки
Рисунок 3 – Общий вид «объектограммы безопасности»

$$(3) \quad S_{\text{реал}/\text{max}} = \sum_{i=1}^{22} S_{Ti}, \quad (4)$$

где $\sum_{i=1}^{22} S_{Ti}$ – площадь треугольников, образованных значениями критериев оценки k_i, k_{i+1} , вписанных в окружность.

² ТУ – техническое устройство, ТР ТС – технический регламент Таможенного союза, СУПБ – система управления промышленной безопасностью, ПБ – промышленная безопасность, ПМЛА – план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий, ПАСС – профессиональная аварийно-спасательная служба, ОПО – опасный производственный объект.

$$\mathcal{E}' = \frac{\sum_{i=1}^{22} k_i}{\sum_{i=1}^{144} w_i} \quad (5)$$

В соответствии с полученным значением системного показателя (таблица 1) определяется уровень промышленной безопасности ($У_{ПБ}$) ОПО НГДП, результаты оценки соответствия наносятся на «кривую безопасности».

Таблица 1 – Шкала уровней промышленной безопасности

\mathcal{E}/\mathcal{E}'	$У_{ПБ}$	Характеристика
$0 \leq \mathcal{E} < 0,0625$ $0 \leq \mathcal{E}' < 1$	0	Требования нормативных правовых актов (НПА) в области промышленной безопасности (ПБ), предусмотренные законодательством РФ не соблюдены.
$0,0625 \leq \mathcal{E} < 0,25$ $1 \leq \mathcal{E}' < 2$	1	Фрагментарное соблюдение требований НПА в области ПБ, предусмотренных законодательством РФ.
$0,25 \leq \mathcal{E} < 0,5625$ $2 \leq \mathcal{E}' < 3$	2	Требования НПА в области ПБ, предусмотренные законодательством РФ безопасности соблюдены. Рекомендуется обеспечить соблюдение внутренних нормативно-методических документов (ВНМД).
$0,5625 \leq \mathcal{E} < 1$ $3 \leq \mathcal{E}' < 4$	3	Требования НПА в области ПБ, предусмотренные законодательством РФ соблюдены. Требования ВНМД соблюдены, могут иметься незначительные отклонения.
$\mathcal{E}=1$ $\mathcal{E}'=4$	4	Требования НПА в области ПБ, предусмотренные законодательством РФ соблюдены. Требования ВНМД соблюдены в полной мере. Стремление к постоянному совершенствованию.

Управление рисками в области промышленной безопасности в работе заключается в расстановке приоритетов при реализации рекомендаций по предложенным критериям оценки. При этом управление рисками предлагается осуществлять по отношению к частоте аварийности, а также степени нарушения лицензионных требований.

Поскольку оценка соответствия связана с большими объемами хранения, анализа и визуализации данных, разработана база данных (рисунок 4).

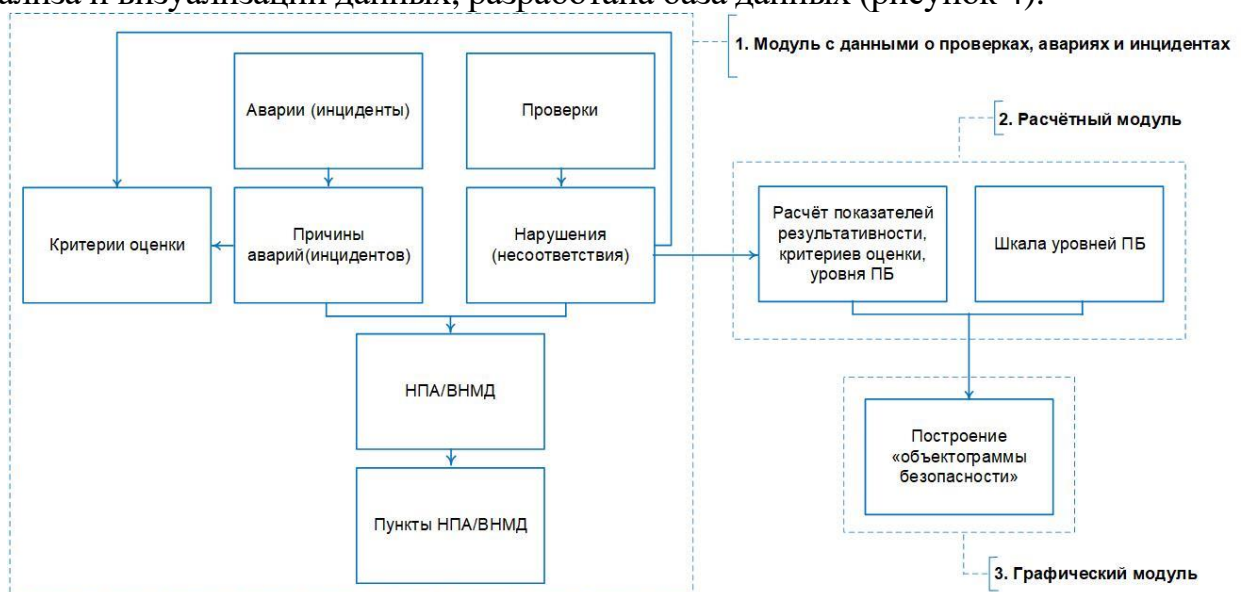


Рисунок 4 – Концептуальная структура базы данных «Оценка соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности»

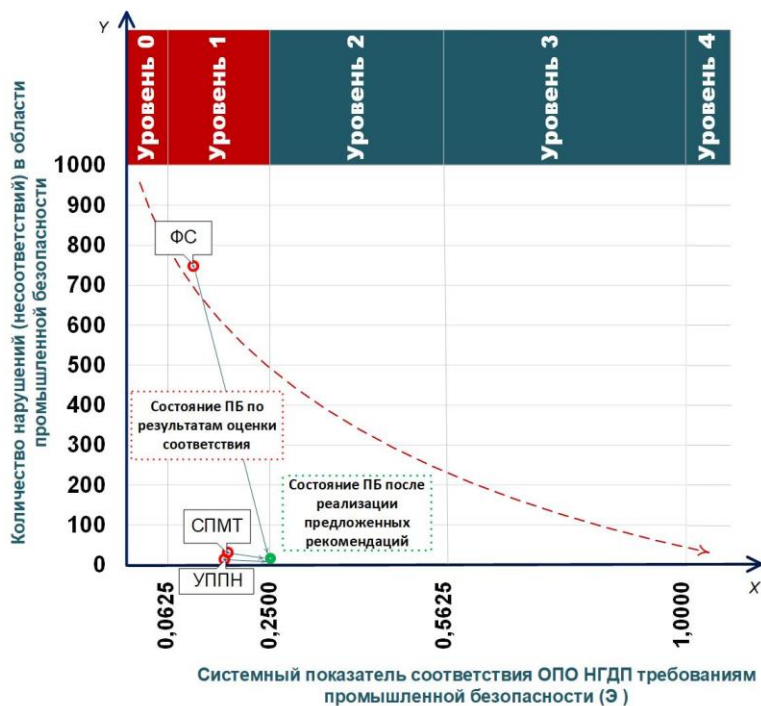


Рисунок 5 – Изменение уровня промышленной безопасности исследуемых ОПО НГДП, нанесенное на «кривую безопасности»

(межпромысловых трубопроводов) (СПМТ); участок предварительной подготовки нефти (УППН).

По разработанной методике определён уровень промышленной безопасности исследуемых ОПО НГДП. После устранения выявленных нарушений проведена повторная оценка соответствия и определение уровня промышленной безопасности. В соответствии с «кривой безопасности» (рисунок 5) видно, что уровень промышленной безопасности исследуемых объектов стал соответствовать значению 2 ($U_{ПБ} = 2$), что свидетельствует о соблюдении требований промышленной безопасности при их эксплуатации. Результаты проверок Ростехнадзора подтвердили результаты повторно проведённой оценки соответствия, а именно: нарушений при эксплуатации исследуемых ОПО инспекторами Ростехнадзора не выявлено.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Научно-технический анализ аварийности на опасных производственных объектах нефтегазодобывающих производств позволил установить основные проблемы, связанные с рисками аварий на указанных объектах: рост непроизводительных затрат, связанных с причинением вреда в результате аварий; несоблюдение требований промышленной безопасности при эксплуатации объектов; высокая изношенность основных фондов. Линейный регрессионный анализ не выявил зависимости между аварийностью и величиной ущерба от аварий, количеством нарушений в области промышленной безопасности, степенью изношенности основных фондов, что свидетельствует о невозможности

В третьей главе «Оценка соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств» описан опыт применения методики на предприятиях нефтегазодобычи. За период 2016-2020 гг. методика была апробирована на 153-х ОПО НГДП, расположенных на территории 84-х месторождений углеводородного сырья.

Рассмотрены результаты оценки соответствия с применением разработанной методики на следующих объектах добычи, сбора и подготовки углеводородного сырья: фонд скважин (ФС); система промысловых

прогнозирования аварий ($R^2 < 0,5$). Распределение причин аварий на опасных производственных объектах нефтегазодобывающих производств за период с 2011 по 2021 гг. позволило установить: большинство причин аварий носят организационный характер (58 %), основными причинами аварий выступают несоблюдения требований к процедурам эксплуатации объектов контроля и ведения работ (35 %).

2. Сопоставление известных работ, используемых при оценке состояния и определении уровня промышленной безопасности опасных производственных объектов, позволило установить, что на сегодняшний день нет известной методики, сочетающей в себе следующие параметры: описание последовательности работ по сбору информации об опасном производственном объекте; наличие критериев оценки, согласованных с законодательством в области промышленной безопасности; учёт рисков в области промышленной безопасности; определение результирующего показателя, характеризующего состояние промышленной безопасности опасного производственного объекта; учёт всех направлений промышленной безопасности; возможность применения на опасных производственных объектах нефтегазодобывающих производств.

3. Распределение причин аварий на опасных производственных объектах нефтегазодобывающих производств за период с 2011 по 2021 гг. по пунктам нормативных правовых актов в области промышленной безопасности, требования которых были нарушены, а также анализ требований указанных актов позволил обозначить 22 ключевых критерия оценки и 144 показателя результативности деятельности организаций в области промышленной безопасности.

4. Обобщённое мнение экспертов процедуры количественного оценивания подтвердило достаточность предложенного перечня из 22-х критериев оценки для оценки состояния промышленной безопасности опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств. Обобщённое мнение экспертов процедуры экспертной классификации, заключавшейся в распределении 144-х показателей результативности по типу риска ($R_{\text{н}}$, $R_{\text{мех}}$, $R_{\text{проф}}$), с целью определения весовых коэффициентов, подтвердило гипотезу автора диссертационной работы о распределении указанных показателей. Управление рисками в области промышленной безопасности по обозначенным критериям оценки рекомендуется осуществлять по отношению к частоте аварийности в следующем порядке приоритетов: 1) «Эксплуатация объектов»; 2) «Производственный контроль»; 3) «Штат работников»; 4) прочие критерии оценки.

5. Разработана концепция информационно-аналитической системы, необходимой для хранения и анализа данных о несоответствиях и нарушениях, выявляемых при эксплуатации опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств, включающая в себя следующие модули: модуль с данными о проверках, авариях и инцидентах; расчётный модуль, позволяющий определить уровень промышленной безопасности; графический модуль, предназначенный для визуализации результатов оценки соответствия.

6. Осуществлена оценка соответствия и определены уровни промышленной безопасности по разработанной методике для следующих опасных производственных

объектов нефтегазодобывающих производств: фонд скважин, система промысловых (межпромысловых) трубопроводов, участок предварительной подготовки нефти. Установлено, что организации, эксплуатирующие указанные объекты, соблюдают требования нормативных правовых актов в области промышленной безопасности фрагментарно ($V_{ПБ} = 1$). Повторная оценка соответствия, проведенная после реализации предложенных рекомендаций (в соответствии с разработанным классификатором), показала соблюдение требований промышленной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств ($V_{ПБ} = 2$). Таким образом, установлено, что предложенный методический подход позволяет эффективно выявлять, структурировать и осуществлять устранение нарушений по основным направлениям промышленной безопасности.

Рекомендуется дальнейшее использование методики на исследуемых объектах с целью определения динамики изменения уровней промышленной безопасности во времени.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК:

1. Солодовников, А.В. Особенности проведения оценки соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности [Электронный ресурс] / А.В. Солодовников, **А.Н. Махнёва** // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». – 2019. – № 1. – С. 13-28. – URL : <http://ogbus.ru/article/view/9704/0>.

2. Фатхутдинов, Р.И. Анализ причин и последствий аварийности на объектах нефтегазодобычи за 2003-2019 гг. / Р.И. Фатхутдинов, **А.Н. Махнёва** // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 3 (131) – С. 91-104.

3. Солодовников, А.В. К методологическим вопросам оценки соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности / А.В. Солодовников, В.В. Шабанова, **А.Н. Махнёва** // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 6 (134). – С. 126-136.

4. Климова, И.В. Опыт проведения технического расследования аварии на опасном производственном объекте нефтепродуктообеспечения / И.В. Климова, Н.В. Сазанова, **А.Н. Махнёва** // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 1 (46). – С. 93-102.

5. **Махнёва, А.Н.** Опыт проведения оценки соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 2 (47) – С. 85-92.

Статья в журнале, входящем в международную базу цитирования Web of Science:

6. Солодовников, А.В. Анализ динамики воздействия техногенной нагрузки на территорию Западной Сибири / А.В. Солодовников, **А.Н. Махнёва** // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2018. – № 2. – С. 93-100.

Статьи, материалы конференций:

7. Солодовников, А.В. О нарушениях требований промбезопасности при эксплуатации объектов добычи и обустройства месторождений углеводородного сырья / А.В. Солодовников, А.А. Хизбуллина, **А.Н. Махнёва** // Промышленность и безопасность. – 2017. – № 5 (115). – С. 40-45.

8. **Махнёва, А.Н.** НПА по вопросам, отнесенным к компетенции Ростехнадзора / **А.Н. Махнёва, А.В. Солодовников**, // Трубопроводная арматура и оборудование. – 2017. – № 3 (90). – С. 32-33.

9. Солодовников, А.В. К некоторым вопросам безопасности при осуществлении деятельности нефтегазодобывающих производств / А.В. Солодовников, **А.Н. Махнёва** // Нефть и газ Западной Сибири : материалы Международной научно-технической конференции (02-03 ноября 2017 г.) / отв. ред. П.В. Евтин. – Тюмень : ТИУ, 2017. – Т. 1. – С. 302-304.

10. Солодовников, А.В. Причинно-следственный анализ аварий и несчастных случаев на объектах нефтегазодобычи / А.В. Солодовников, **А.Н. Махнёва** // Технологии нефти и газа. – 2018. – № 2 (115). – С. 54-58.

11. **Махнёва, А.Н.** Правовые риски при организации эксплуатации объектов нефтегазодобычи в Российской Федерации / **А.Н. Махнёва**, А.В. Солодовников // Новые технологии в газовой промышленности (газ, нефть, энергетика) : тезисы докладов XIII Всероссийской конференция молодых учёных, специалистов и студентов (22-25 октября 2019 г.). – Москва : Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, 2019. – С. 518-519.

12. Солодовников, А.В. К особенностям проведения оценки соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности / А.В. Солодовников, **А.Н. Махнёва** // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе : материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, учёных и специалистов, посвященной 20-летию создания кафедры электроэнергетики (18-20 декабря 2019 г.) : в 2 т. Том 2 / отв. ред. А. Н. Халин. – Тюмень : ТИУ, 2019. – С. 178-180.

13. Solodovnikov, A. Justification of the organizational model of partnership in oil production / A. Solodovnikov, D. Musina, **A. Makhneva** // Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development : II International Scientific Conference GCPMED. – 2019. – P. 633-639.

14. Солодовников, А.В. Информатизация процесса оценки соответствия опасных производственных объектов требованиям промышленной безопасности / А.В. Солодовников, **А.Н. Махнёва** // Нефтегаз. Ежемесячное информационно-аналитическое издание. Совместный проект национального нефтегазового форума и выставки «Нефтегаз». – 2021. – № 19 (26). – С. 16-19.

15. Солодовников, А.В. Управление рисками в области промышленной безопасности: нормативное регулирование, рекомендуемые методы / А.В. Солодовников, **А.Н. Махнёва**, О. А. Судницина // Промышленная безопасность. Разъяснения. Вопросы и ответы. – 2021. – № 4 (7). – С. 11-20.

16. Солодовников, А.В. Об информатизации процесса оценки соответствия опасных производственных объектов требованиям промышленной безопасности / А.В. Солодовников, **А.Н. Махнёва** // Нефтегазовый терминал. Выпуск 21 : материалы международной научно-технической конференции «Транспорт и хранение углеводородного сырья» (29-30 апреля 2021 г.) / под общ. ред. С. Ю. Подорожникова. – Тюмень: ТИУ, 2022. – С. 192-195.

Учебные и учебно-методические пособия:

17. Солодовников, А.В. Основы промышленной безопасности : учебное пособие / А.В. Солодовников, Ю.В. Сивков, **А.Н. Махнёва** – Тюмень, ТИУ, 2020. – 139 с.

18. Солодовников, А.В. Требования промышленной безопасности при эксплуатации объектов нефтегазового комплекса : учебное пособие / А.В. Солодовников, Ю.В. Сивков, **А.Н. Махнёва** – Тюмень, ТИУ, 2020. – 124 с.

19. Солодовников, А.В. Методика оценки соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности : учебно-методическое пособие / А.В. Солодовников, **А.Н. Махнёва** // – Тюмень, ТИУ, 2022. – 50 с.

20. ***Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022623355.*** Оценка соответствия опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств требованиям промышленной безопасности. Правообладатель: **Махнёва А.Н.** Авторы : **Махнёва А.Н.**, Солодовников А.В. Заявка № 2022623283 от 22.11.2022 г. Дата государственной регистрации в Реестре баз данных 12.12. 2022 г.