

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Санкт-Петербургского  
университета ГПС МЧС России  
генерал-лейтенант внутренней службы,  
д.т.н., доцент



Б.В. Гавкалюк

2023 г.

## ОТЗЫВ

**ведущей организации – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева»**  
**на диссертационную работу Кудрявцева Александра Алексеевича на тему «Методология формализации процедур анализа риска опасности и работоспособности человеко-машинных систем в нефтегазовой отрасли», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)**

### **1. Актуальность темы исследования**

Актуальность диссертационного исследования обоснована тем, что в последнее время все большее значение приобретает решение задач, связанных с предупреждением возможных аварийных ситуаций и минимизацией технологических и экологических рисков на опасных производственных объектах (ОПО). Учитывая технологическую сложность, распределённость и наличие большого количества составных элементов ОПО, необходимо автоматизировать процесс выявления пожароопасных мест ОПО и потенциальных условий возникновения опасности. Так-же необходимо учитывать не только технологические особенности ОПО, но и влияние человеческого фактора. Соответственно, разработка методического подхода для автоматизации процесса анализа опасности и работоспособности, с учетом влияния человеческого фактора является весьма востребованной и актуальной.

### **2. Оценка структуры и содержания диссертации и автореферата**

Структура диссертации и автореферата отвечает требованиям ГОСТ

Р 7.0.11.-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Содержание автореферата в полной мере отражает содержание диссертационной работы. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 116 наименований и четырех приложений, изложена на 345 страницах машинописного текста, содержит 131 рисунок и 12 таблиц. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации, все научные результаты которой опубликованы в 24 печатных работах, 17 из которых, в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, а также автором получено 23 свидетельства об официальной регистрации программы для ЭВМ.

**В первой главе** приведен литературный обзор применения систем моделирования в процессе управления рисками. Рассмотрен отечественный и зарубежный опыт исследований в области проектирования опасных производственных объектов. Приведен краткий обзор процесса управления рисками. Это позволило автору сделать выводы о наличии актуальных проблем в области автоматизации процесса анализа опасности и работоспособности ОПО с применением математических моделей с учетом влияния человеческого фактора.

**Во второй главе** представлены и разъяснены научные и теоретические принципы подхода к увеличению степени защиты от пожара (ПЗ) на нефтегазовых предприятиях через применение математических моделей на этапе планирования для определения ключевых показателей риска. Использование математических моделей позволяет точно определить угрозы в современных сложных процессах, применяемых в промышленности.

**В третьей главе** рассмотрена процедура подготовки информации для инженерных методов анализа опасности и работоспособности. Предложен алгоритм автоматического определения отклонений ключевых индикаторов риска на математической модели технологического объекта. Предложена методика автоматического формирования плана мероприятий по парированию выявленных рисков, с ранжированием его по степени затрат.

**Четвертая глава** посвящена формализации мероприятий, связанных с человеческим фактором. Количественную оценку влияния человеческого фактора, автор предлагает проводить путем построения модели «Объект-Специалист», где в качестве объекта выступает тренажер, а в качестве специалиста выступает информационная модель готовности. Оценка влияния человеческого фактора предлагается проводить с помощью единичных тренингов. Совокупность индивидуальных результатов по всем видам единичных тренингов дает объективную модель обучаемого и может служить как мерой объективной оценки готовности специалиста, так и основой для формирования индивидуальных

планов подготовки.

**В пятой главе** приведены результаты экспериментальных исследований процесса тренажерной подготовки, результаты автоматического определения ключевых индикаторов риска при проектировании систем.

**В заключении** представлены основные научные результаты и выводы по диссертационной работе.

### **3. Соответствие темы и содержания диссертации паспорту научной специальности**

Представленная диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к научной специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки). Тема и содержание диссертационной работы соответствует пунктам паспорта специальности:

п.12. - Разработка научных основ создания систем, методов и технических средств обнаружения, предупреждения и ликвидации аварий, пожаров и взрывов;

п. 14. - Исследование условий, разработка и совершенствование методов оценки и способов снижения пожарных рисков на объектах защиты и прилегающих к ним территориях.

### **4. Научная новизна исследования и полученных результатов, выводов, сформулированных в диссертации**

Основные результаты диссертационной работы, обладающие научной новизной по сравнению с работами других авторов и применяемыми методиками:

1) Предложена математическая модель с численно определенными ключевыми индикаторами риска, адаптированная под задачи построения тренажеров и систем подготовки оперативного персонала с применением оптимального множества тренингов.

2) Разработан алгоритм автоматизированного определения нарушения ключевым индикатором риска допустимого граничного параметра, с ранжированием по степени потенциального ущерба, на основе математической модели объекта.

3) Разработана новая классификация последствий превышения ключевыми индикаторами риска нормативных граничных параметров на математической модели технологического объекта.

4) Предложена методика выбора парирующих мероприятий в зависимости от ресурсных ограничений, позволяющий варьировать планы мероприятий по соотношению эффект/затраты.

5) Разработана методика количественной оценки влияния человеческого фактора на человеко-машинную систему и способы парирования его негативного влияния на уровень пожарной безопасности.

## **5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертационного исследования автора**

Теоретическая значимость работы заключается в разработанном методологическом обеспечении основ автоматизированного определения превышений ключевых индикаторов риска для ОПО, включая риски человеко-машинных коммуникаций, с учетом оптимизации затрачиваемых ресурсов по времени анализа рисков и средств на снижение рисков.

Практическое значение результатов работы заключается в следующем:

- разработанная методика автоматизированного определения превышений ключевых индикаторов рисков, применяется в ряде Российских компаний при проведении процедур анализа опасности для ОПО.

- результаты диссертационной работы используются в учебном процессе целого ряда Российских учебных заведений.

- с использованием результатов диссертационной работы разработаны и внедрены в производство различные тренажерные комплексы.

## **6. Личный вклад соискателя в получении результатов исследования**

Вклад соискателя состоит в разработке:

- математической модели включающей в себя ключевые индикаторы риска с численными критериями, адаптированной под задачи построения тренажеров и систем подготовки оперативного персонала;

- алгоритма автоматизированного определения нарушения ключевыми индикаторами риска допустимого граничного параметра, с ранжированием по степени потенциального ущерба;

- новой классификации последствий превышения ключевыми индикаторами риска нормативных граничных параметров и соотнесения комплекса последствий с ранжированием их по ресурсным затратам;

- метода выбора парирующих мероприятий в зависимости от множества вариантов ресурсных ограничений, позволяющий варьировать планы мероприятий по соотношению эффект/затраты;

- методики количественной оценки влияния человеческого фактора на исследуемую человеко-машинную систему и способы парирования его негативного влияния на уровень пожарной безопасности с формированием оптимального множества тренингов.

## **7. Степень достоверности полученных результатов и выводов**

Достоверность результатов основывается на использовании при построении моделей и обработке результатов известных в литературе математических методов, экспериментальные данные достаточно информативны и наглядны. В работе присутствует достаточное количество статистической информации,

полученной в процессе научно-производственной деятельности диссертанта.

Используемые в диссертации термины и определения, обозначения и единицы измерения соответствуют действующим отраслевым и федеральным нормативным документам.

### **8. Рекомендации по использованию полученных результатов**

Предлагаемую автором методику анализа опасности и работоспособности человеко-машинных систем предлагается применять:

- при планировании мероприятий, направленных на обеспечение безопасности ОПО в рамках разработки проектной документации;
- при разработке специальных технических условий на проектирование и строительство ОПО;
- при обосновании безопасности опасных производственных объектов.

Предлагаемые автором математические модели предлагается применять при построении компьютерных тренажерных комплексов опасных промышленных объектов, направленные на обучение оперативного персонала.

Методику количественной оценки влияния человеческого фактора на человеко-машинную систему целесообразно применять при формировании планов и курсов обучения производственного персонала.

### **9. Замечания по работе**

1. недостаточно внимания уделено вопросам подробного рассмотрения процедуры экспертного оценивания, особенно с учетом того факта, что эксперты привлекаются как для анализа количественных данных (веса тренингов), так и для формирования структуры тренинга в виде дерева отказов;

2. недостаточно освещены вопросы выбора и распределения критериев ключевых индикаторов риска для математической модели;

3. интерактивная процедура уточнения параметров системы трубопроводов не содержит указаний об этапах вычислений, в частности, неясно, что делать, если промежуточные результаты неудовлетворительны.

Высказанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертации, ее научную ценность и практическую значимость.

### **10. Заключение**

Диссертационная работа Кудрявцева А.А. на тему «Методология формализации процедур анализа риска опасности и работоспособности человеко-машинных систем в нефтегазовой отрасли» отвечает критериям п.п. 9-14 Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 28.08.2017 г.) «О порядке присуждения ученых степеней» (вместе с «Положением о присуждении ученых степеней»), предъявляемым к докторским диссертациям. Диссертация Кудрявцева А.А. является завершенной научно-квалификационной

работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические, организационные и методические решения, позволяющие производить в автоматизированном режиме АОР, а также оценивать степень подготовленности оперативного персонала на ОПО.

Соискатель Кудрявцев Александр Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Пожарная безопасность технологических процессов и производств» ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России", протокол № 11/2 от 27 ноября 2023 г.

Отзыв подготовил:

Профессор кафедры «Пожарная безопасность технологических процессов и производств»,  
доктор технических наук (05.26.03)

Гафур Халафович Самигуллин



Ведущая организация:

Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

196105, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149

Телефон: +7 (812) 645-20-15

адрес электронной почты: pr@igps.ru

кафедра «Пожарная безопасность технологических процессов и производств»