

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента доктора технических наук, доцента Корольченко  
Дмитрия Александровича на диссертационную работу Кудрявцева  
Александра Алексеевича «Методология формализации процедур анализа  
риска опасности и работоспособности человеко-машинных систем в  
нефтегазовой отрасли» на соискание ученой степени доктора технических  
наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность  
(технические науки)

Рассмотрев диссертацию и автореферат Кудрявцева Александра Алексеевича были определены следующие характеристики рассматриваемой работы.

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

В свете современных тенденций возрастает значимость решения вопросов, связанных с предотвращением возможных аварийных ситуаций и снижением технологических и экологических угроз на опасных производственных площадках. Ввиду сложности технологических процессов, распределенной структуры и множества компонентов таких объектов, требуется автоматизировать процедуру обнаружения пожароопасных участков и потенциальных источников опасности. Также необходимо учесть не только технологические характеристики, но и человеческий фактор. В связи с этим, создание метода для автоматизации процедуры анализа угроз и работоспособности с учетом человеческого фактора становится крайне актуальным и востребованным.

В настоящее время эффективная подготовка персонала является одним из наиболее перспективных резервов повышения уровня

промышленной безопасности нефтегазовых объектов. Внедрение современных технологий и микропроцессорной автоматики на нефтегазовых объектах требует от специалистов, управляющих и обслуживающих новую технику, все более высокого профессионального уровня. В настоящее время подготовку таких специалистов осуществляют на компьютерных тренажерных комплексах.

Методические подходы, призванные оценить и сопоставить требуемый и достижимый уровень моделирования в тренажерах, практически отсутствуют, за исключением общих требований «максимально точной имитации» процессов. Любой научно-обоснованный подход к проблеме упрощения процесса моделирования для тренажеров является очень важным научным результатом.

Существующие методики сравнения тренажеров по количеству моделируемых параметров, по степени соответствия интерфейса и условий рабочего места и т.д. не позволяют оценить важность реализованных функций для промышленной безопасности объектов. Следовательно, главное преимущество тренажеров – возможность совершать ошибки и учиться на них – практически не оценивается.

## **2. Оценка содержания и оформления диссертационной работы**

Содержание диссертации изложено достаточно грамотно, полно и доступно, оформление соответствует актуальным стандартам. Содержательный материал сосредоточен в основном тексте работы, состоящем из 262 страниц, практические и подтверждающие материалы помещены в приложения. Список литературы содержит 116 наименований.

Во введении определяется цель и задачи исследования, научная новизна и практическая ценность результатов, и общие данные об исследовании.

В первой главе обосновывается актуальность научных исследований для промышленной безопасности.

Во второй главе описываются подходы к построению математической модели технологического объекта. Приводится классификация ключевых индикаторов риска.

В третьей главе решается задача автоматизированной процедуры проведения анализа опасности и работоспособности опасного производственного объекта. Рассмотрен подход к автоматизированному формированию плана мероприятий по снижению рисков на ОПО.

В четвертой главе рассмотрена формализация процедур, связанных с человеческим фактором, формирование множества тренингов для подготовки оперативного персонала.

В пятой главе приводятся результаты внедрения предложенных методик, моделей и алгоритмов.

В заключении даются обоснованные выводы по результатам исследований.

Оформление работы соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Текст автореферата в полной мере отражает содержание диссертационного исследования.

### **3. Цель и научные задачи диссертационного исследования**

Цель исследования заключалась в разработке методических подходов к формализации процедур анализа опасности и работоспособности человеко-машинных систем для повышения уровня пожарной безопасности в нефтегазовой отрасли.

Для решения поставленной цели были сформулированы следующие основные задачи:

- разработка научно-методических основ создания цифровой модели опасных производственных объектов на этапе проектирования для автоматизации анализа опасности и работоспособности и формулирование общих требований;
- выделение и группировка основных показателей, которые позволяют спрогнозировать и оценить вероятность реализации риска (наступления рисковогого события), с привязкой к количественным показателям функционирования технологической системы и ее элементов, для формирования множества потенциальных рисков;
- на основе математических моделей технологических процессов разработка алгоритмов и методов анализа опасности и работоспособности для установок подготовки нефти;
- выявление методического подхода и алгоритмов к формированию плана мероприятий по сокращению рисков при проведении анализа опасности и работоспособности опасных производственных объектов;
- формирование требований к построению моделей прогнозирования аварийных ситуаций с учетом ресурсных ограничений, которые позволяют количественно оценивать влияние человеческого фактора;
- создание и научное обоснование концепции повышения пожарной безопасности нефтегазовых объектов на основе использования количественных оценок эффективности тренажерной подготовки персонала, для соответствия требованиям ПБ.

#### **4. Научная новизна и степень достоверности исследований**

Результаты диссертации обладают научной новизной в области пожарной и промышленной безопасности. В исследовании используется понятие «вероятного ущерба». Известным методом количественного прогноза этой величины является экспертная оценка, которая может быть уточнена по реальной статистике аварийности и ущерба. В работе изложены

обладающие научной новизной методы и подходы, последовательно уменьшающие эту величину.

Разработанная автором математическая модель для прогнозирования аварийных ситуаций по различным численным критериям адаптирована для создания различных тренажерных комплексов. Модель позволяет создать фундамент для оценки влияния человека на опасный промышленный объект.

С использованием новой классификации ключевых индикаторов риска в работе разработан автоматический алгоритм определения нарушений граничных значений моделируемых параметров, позволяющий выявить потенциально «слабые места».

Предложенный автором метод выбора мероприятий по минимизации рисков, позволяет экономически определять эффективность технических решений на промышленном объекте.

Разработанная методика количественной оценки влияния человеческого фактора в человеко-машинной системе позволяет прогнозировать план подготовки оперативного персонала с учетом критериев пожарной и промышленной безопасности.

## **5. Теоретическая значимость**

Теоретическая значимость диссертации заключается в методологическом обеспечении разработанных научных основ автоматизированного определения превышений ключевых индикаторов риска позволяют рассчитывать, ранжировать и собирать в единое целое оптимальное множество рисков, возникающих из геометрических, топологических, технологических связей ОПО, включая риски человеко-машинных коммуникаций, с учетом оптимизации затрачиваемых ресурсов по времени анализа рисков и средств на снижение рисков. Теоретические результаты подтверждены экспериментально, с помощью имитационного моделирования, а также внедрением разработанных методик и концепций в

производственный процесс различных организаций. В части влияния человеческого фактора объем данных достаточен, содержит статистически значимые сведения о большом количестве обученных, сопоставленные с данными за несколько лет о снижении аварийности по вине персонала в крупных предприятиях.

#### **6. Значимость результатов для развития отрасли науки и практики**

Результаты данной работы могут быть полезными для дальнейших исследований. Предложенный подход к автоматическому анализу технологических объектов на предмет промышленной безопасности позволяет более широко и объективно рассмотреть потенциальный риск пожарной и промышленной безопасности.

Возможность экспериментального исследования процесса тренажерной подготовки может быть основой для улучшения всего процесса подготовки персонала. Система оценки тех или иных решений может быть использована, при исследовании эргономики рабочих мест и научно обоснованного разграничения функций операторов и автоматики. Например, часть тренингов может быть трудновыполнимой по причине неисследованной или неоправданной сложности функций по диагностике и принятию решений.

Практическое внедрение результатов в процесс обучения специалистов позволит снизить влияние человеческого фактора на промышленную безопасность объектов не только нефтегазового сектора, но и других отраслей, характеризующихся сложностью, неоднородностью процессов различной степени опасности.

## **7. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Обоснованность результатов, выдвинутых соискателем, основывается на фундаментальных положениях промышленной безопасности, системного анализа и математической статистики. Научные выводы согласованы с результатами внедрения. Работу характеризует системный подход к решению проблемы снижения риска и аварийности технологических процессов. Последовательно исследуются причины и предлагаются способы решения проблем, связанных с низкой степенью охвата на тренажерах необходимых тем и вопросов, с эргономическим и дидактическим несовершенством тренажеров, с несовершенством самого процесса тренинга по причине, прежде всего, ограниченного времени на подготовку.

**8. Основные результаты работы опубликованы** в 24 печатных работах, 17 из которых в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации по соответствующей научной специальности. Выдано 26 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ. Содержание и количество публикаций свидетельствует о достаточной полноте освещения результатов диссертационной работы.

### **Замечания и рекомендации по диссертации.**

1. Недостаточно освещены вопросы построения математической модели. В частности, не отражены этапы создания математических моделей в части устранения влияния человеческого фактора и построения тренажеров.

2. Не четко отражены вопросы определения величины потенциального ущерба от наступления моделируемого риска. Количество элементов в рассматриваемой системе весьма велико, и не понятно, как

оценивать ущерб, возникший в результате аварии на схожих элементах, но приводящий к разному урону.

3. Нет указаний на конкретное применение заявленных методик при моделировании конкретных объектов, указаний на точность итоговых решений.

4. Нет оценок, в какой мере по отдельности влияет на процесс проектирования упрощение процесса моделирования и снижение требований к количеству моделируемых режимов и качеству моделирования, диктуемому только требованиями выполнимости тренингов.

### **Заключение**

Работа отвечает требованиям п.п. 9-14, 13, 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 является законченной работой, имеющей важное методическое значение, в которой на основании выполненных автором исследований предложено новое, научно обоснованное техническое решение, как-то автоматизированное определение ключевых индикаторов риска позволяющее рассчитывать, ранжировать и собирать в единое целое множество рисков, включая риски человеко-машинных коммуникаций, с учетом оптимизации затрачиваемых ресурсов по времени анализа и средств на снижение рисков. В работе приведены научные результаты, позволяющие их квалифицировать как обладающие новизной и практической ценностью. Полученные автором результаты являются достоверными, выводы и заключения обоснованы. Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов. Она написана логично, грамотно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.



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

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой Комплексной безопасности в строительстве

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский

государственный строительный университет»

доктор технических наук (специальность 05.26.03 — Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль строительство)),

доцент

Д.А. Корольченко

«15» января 2024 года

Подпись Корольченко Дмитрия Александровича, заверяю:

«16» января 2024 года



Начальник отдела  
Кадрового делопроиз-  
водства УРП  
А.В. ПИНЕГИН

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)

Адрес: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26.

Телефон: +7(495)781-80-07, факс +7(499)183-44-38

Адрес электронной почты: [kai.v@mgsu.ru](mailto:kai.v@mgsu.ru), [mgsu.ru](http://mgsu.ru)