

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента профессора, доктора технических наук **Никифорова Александра Леонидовича** на диссертацию **Кудрявцева Александра Алексеевича** на тему: «Методология формализации процедур анализа риска опасности и работоспособности человеко-машинных систем в нефтегазовой отрасли», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

### **1. Актуальность темы диссертации, соответствие паспорту специальности**

Идентификация опасностей при расчете рисков предполагает использование некоторого количества методов оценки. Основные трудности использования качественных и количественных методов связаны с точностью, полнотой собранной информации и затратами времени на их получение и обработку. При оценке прогнозов предпочтительным является использование количественных методов, что связано с их высокой точностью. Однако реальные системы нефтегазовой отрасли являются человеко-машинными, а учет человеческого фактора и в количественных, и, тем более, в качественных методах имеет серьезные методические трудности.

Идея, заложенная в работе, заключается в объективной оценке уровня риска, обусловленного компетенциями персонала, путем генерации недостающей статистики по потенциальным взаимодействиям в человеко-машинной системе на тренажере, как на стендовых испытаниях. При этом система должна строиться на базе математической модели технологического объекта, что позволяет наиболее реалистично отображать протекающие динамические процессы как в статических, так и в переходных (динамических) режимах. Таким образом, тренажер позволяет имитировать в комплексе поведение реальных объектов автоматики, алгоритмов управления, задавать нештатные ситуации, агрегатные и стационарные защиты, отказ оборудования и т.д.

Вопросы, посвященные повышению уровня пожарной и промышленной безопасности, являются актуальными.

Проведенные исследования соответствуют паспорту специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки), а именно (полностью или частично) пунктам:

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.

## **2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их новизна**

В диссертационной работе сделано 6 общих выводов.

**Вывод первый** касается разработанных методов создания цифровой модели потенциально опасных производственных объектов на стадии проектирования, а также анализа их функциональности и безопасности. Данные принципы учитывают влияние человеческого фактора на установки подготовки нефти.

**Второй вывод** касается предложенной классификации ключевых индикаторов риска для объектов подготовки нефти, предназначенная для систем, моделирующих технологические процессы в реальном времени. Эта классификация позволяет установить числовые границы штатного и не штатного функционирования оборудования и отдельных элементов.

**Третий пункт выводов** касается разработанного методического подхода и алгоритма определения ключевых индикаторов риска, на основе математической модели технологического объекта, позволяющий выявлять их отклонения в автоматическом режиме. Такой подход позволяет охватывать все типовые и возможные нештатные режимы, вводить всевозможные отклонения и фиксировать выходы ключевых индикаторов риска за пределы по каждому параметру каждого элемента.

**В четвертом пункте выводов** описан метод автоматического составления плана мероприятий по снижению рисков на основе ключевых индикаторов риска. Этот метод помогает определить экономический эффект от проведения каждого из мероприятий и сравнить его с затратами на реализацию. Кроме того, он позволяет рассматривать все доступные мероприятия как единую систему, в которой каждое следующее действие приносит дополнительный эффект при условии, что затраты на него не превышают полученного дохода.

**В пятом пункте выводов** описана предложенная методика оценки готовности персонала к действиям в чрезвычайных ситуациях. Эта оценка



выражается в виде баллов, характеризующих возможный ущерб при неправильных действиях. Также предложен метод определения эффективности обучения как изменения этой оценки. Описан метод формирования оптимального набора обучающих программ на основе сортировки их по эффективности и выбора наиболее результативных с учетом общих ограничений по ресурсам в контексте общей системы мер по обеспечению пожарной безопасности.

**Шестой пункт выводов** касается предложенной концепции совершенствования методики оценки готовности и квалификации персонала на основе использования тренажеров. Эта концепция позволяет рассчитать состав и длительность обучающего курса с учетом ограничений его продолжительности в рамках учебного заведения, а также разработать курс дополнительного дистанционного обучения как разницу между оптимальным и максимально возможным курсами, с учетом времени, затраченного на тренинги и их повторение.

Таким образом, все научные положения и выводы, изложенные в диссертации, следует считать обоснованными, достоверными и имеющими новизну. Общие выводы по диссертации в полной мере отражают положения, выносимые на защиту.

### **3. Научные результаты, их ценность**

**Введение** содержит актуальность темы исследования, цель и основные задачи, научную новизну и практическую значимость. Приводятся выносимые на защиту положения.

**В первой главе** проведен анализ показателей, определяющих состояние пожарной безопасности в России. Установлено, что одним из главных препятствий на пути к решению данной проблемы является недостаточное внимание специалистов в области безопасности к вопросам предотвращения аварийных ситуаций на опасных производственных объектах. В связи с развитием современных технологий возникает потребность в автоматизации процесса анализа функционирования и безопасности таких объектов. При проведении такого анализа необходимо оценивать не только технические аспекты объекта, но и эффективность взаимодействия человека и машины.

**Во второй главе** предложены и обоснованы теоретические принципы повышения уровня пожарной безопасности на нефтегазовых объектах с использованием математических моделей на этапе проектирования. Применение таких моделей позволяет более точно определить потенциальные

угрозы в сложных современных промышленных процессах. Для сокращения времени разработки и повышения эффективности тренажеров в масштабах всей отрасли был адаптирован ряд методик определения параметров тренажеров, сводя ряд процедур к решению задачи линейного программирования. Разработана и предложена классификация ключевых показателей риска для наиболее важных технологических узлов оборудования на установках по подготовке нефти.

**В третьей главе** рассмотрена процедура сбора информации для применения инженерных методов анализа функционирования и безопасности объектов. Большинство объектов нефтегазовой отрасли предполагают наличие персонала, управляющего оборудованием и осуществляющего его техническое обслуживание. Поэтому вероятность реализации рисков и величина ущерба в значительной степени зависят от человеческого фактора. Однако вопрос его количественного измерения, необходимого для цифровизации процессов анализа опасности и работоспособности, и его улучшения упирается в отсутствие надежных критериев оценки. В работе формализованы процедуры, предшествующие применению инженерных методов анализа опасности и работоспособности. Они позволяют предоставить экспертам наиболее важную информацию в сжатом виде и освободить их ограниченные ресурсы от рутинных операций и малозначимых операций в ущерб более важным. Для этого, прежде всего, все риски и меры по их снижению следует привести к единому стандарту.

**В четвертой главе** работы формализованы меры, связанные с влиянием человеческого фактора. Предложена модель готовности специалиста к выполнению производственных задач и на ее основе разработана методология оценки эффективности тренажерной подготовки.

**В пятой главе** представлены результаты экспериментальных исследований процесса обучения на тренажерах, а также результаты автоматического определения ключевых показателей риска при проектировании систем.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 24-х печатных работах, в том числе в 17 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, в 2-х статьях – в изданиях, входящих в базу данных Scopus, получено 26 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.



#### **4. Теоретическая и практическая значимость диссертации**

Теоретическая значимость диссертации заключается в том, что результаты, полученные автором в результате исследования, дополняют имеющиеся, теоретические представления в части автоматизированного определения потенциальных рисков на промышленном объекте с учетом человеческого фактора.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что результаты, полученные автором в ходе исследования, применяют в производстве ряда отечественных компаний. А на основе предложенных математических моделей построен ряд тренажерных комплексов, применяемых как в нефтегазовых компаниях, так и в учебных заведениях.

#### **5. Замечания и вопросы по диссертации**

- Если функция количества ошибок (вероятность ошибки) по ходу обучения быстро убывающая, то почему функция эффективности прямой оценки рисков стремится к некоторому значению при увеличении времени обучения?

- Почему именно эти параметры попали в классификацию ключевых индикаторов риска, и соотнесены в представленные группы?

- Не представлено обоснование экономической оценки эффективности применения разработки, что, несомненно, повысило бы значимость диссертации.

- Выводы по некоторым главам и общие выводы и рекомендации требуют более тщательной формулировки и последовательности изложения.

#### **6. Заключение**

Вместе с тем возникшие вопросы и замечания по представленной диссертации не носят критического характера и ни в коей мере не умаляют ее значимости, новизны и актуальности. Диссертация Кудрявцева Александра Алексеевича является законченной научно-квалификационной работой, все защищаемые положения диссертации прошли апробацию на международных конференциях, по теме исследования опубликовано 24 научных труда, из них в изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (перечень ВАК) – 17, в международных реферативных базах данных и системах цитирования Scopus – 2, получено 26 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

Диссертация «Методология формализации процедур анализа риска опасности и работоспособности человеко-машинных систем в нефтегазовой отрасли», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки), полностью соответствует требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор – Кудрявцев Александр Алексеевич – заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Официальный оппонент:  
 Доктор технических наук  
 по специальности 05.19.02 –  
 Технология и первичная обработка  
 текстильных материалов и сырья,  
 ст.н.с., профессор кафедры пожарной  
 безопасности объектов защиты (в составе  
 учебно-научного комплекса  
 «Государственный надзор») ФГБОУ ВО  
 «Ивановская пожарно-спасательная  
 академия ГПС МЧС России»  
 19.01.2024 г.



Никифоров  
 Александр Леонидович

Подпись Никифорова Александра Леонидовича заверяю:  
 Ученый секретарь ученого совета  
 Ивановской пожарно-спасательной  
 академии ГПС МЧС России,  
 кандидат исторических наук  
 19.01.2024 г.



Кокурин Алексей Константинович

Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Адрес: 153040, г. Иваново, проспект Строителей, д. 33.

Тел./факс: (4932) 93-08-18.

Сайт: <http://www.edufire37.ru>.

Телефон: 8(4932) 26-37-09. Адрес электронной почты: [anikiforoff@list.ru](mailto:anikiforoff@list.ru)