

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

д.т.н., Дениса Михайловича Гордиенко на диссертационную работу Ковальского Федора Сергеевича «Методы снижения риска пожаро- и взрывоопасных производственных объектов с учётом вероятностно-экономического показателя безопасности контуров защит», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1 Пожарная безопасность (технические науки)

Актуальность темы диссертационной работы определяется необходимостью совершенствования методов обоснования безопасности опасных производственных объектов, на которых традиционный нормативный подход сам по себе уже не обеспечивает требуемой полноты инженерного анализа. Для современных пожаро- и взрывоопасных производств принципиальное значение имеет не только наличие систем защиты, но и подтверждение того, что их конфигурация является достаточной, непротиворечивой и технически оправданной. При отсутствии формализованного механизма такого выбора решения нередко принимаются по инерции проектной практики, что затрудняет оценку их реальной эффективности. В связи с этим особую актуальность приобретает разработка методов, позволяющих объединить результаты анализа опасностей, количественную оценку риска и экономическую оценку защитных мероприятий в рамках единой процедуры принятия решений. **Целью диссертационной работы** являлось обеспечение пожарной, промышленной и экономической безопасности опасных производственных объектов с учетом рентабельности затрат на меры защиты, соответствующих ожидаемому уровню риска на нефтехимических и химических производственных объектах.

Формальные признаки диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы из 101 наименования и 7 приложений. Общий объем работы составляет 226 страниц. Работа содержит 28 рисунков и 8 таблиц.

Новизна исследования и полученных результатов состоит в разработке риск-ориентированного подхода к выбору систем защиты опасных производственных объектов, основанного на совместном учете уровня риска, эффективности защитных мер и затрат на их реализацию; в предложении индекса экономической эффективности и поэтапной процедуры выбора защитных мер; а также в обосновании порядка совместного применения HAZOP и метода деревьев отказов для количественной оценки риска и

принятия решений по конфигурации системы защиты.

Теоретическая и практическая значимость результатов состоит в том, что они могут быть использованы при обосновании состава и достаточности защитных систем на опасных производственных объектах и при принятии проектных и эксплуатационных решений в области промышленной и пожарной безопасности. Теоретическая значимость работы связана с развитием подходов к количественному обоснованию выбора защитных мер с учетом уровня риска, эффективности и затрат на их реализацию.

Содержание диссертации.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены теоретические основы обеспечения пожарной и промышленной безопасности опасных производственных объектов на основе анализа риска. Проанализированы основные понятия управления рисками, методы идентификации опасностей, в том числе HAZOP, FMEA и HAZID, вероятностные методы оценки рисков, экономические аспекты систем безопасности и существующие подходы к оптимизации систем защиты. В этой же главе автором введен индекс вероятностно-экономического показателя безопасности контуров защиты как инструмент обоснования выбора защитных мер.

Вторая глава посвящена определению минимальных условий безопасной эксплуатации участка установки гидроочистки дизельных топлив. В главе приведено описание объекта исследования, представлены результаты HAZOP-анализа, выполнено определение допустимых критериев индивидуального, экологического и экономического риска, построены деревья отказов для критических сценариев и проведена оптимизация затрат на безопасность на основе предложенного показателя.

В третьей главе аналогичный подход применен к компрессору природного газа. Рассмотрены особенности объекта, выполнены HAZOP-анализ, определение допустимых критериев риска, построение деревьев отказов и выбор рациональной конфигурации защитных систем с учетом соотношения достигаемого снижения риска и затрат на безопасность.

В четвертой главе изложены ограничения предложенного метода. Автор рассматривает границы применимости комплексного подхода, основанного на использовании HAZOP, FTA/ETA, принципа ALARP и индекса экономической эффективности, и указывает на факторы, которые

необходимо учитывать при практической реализации разработанной методики.

В заключении приведены основные результаты диссертационного исследования и сформулированы выводы по работе в целом. **В приложениях** представлены материалы, подтверждающие и иллюстрирующие результаты исследования, включая технологические схемы объектов, рабочие таблицы HAZOP, деревья отказов, перечни вероятностей исходных событий, а также документы, связанные с программным обеспечением и внедрением результатов.

Достоверность результатов, полученных с использованием методов математической статистики, анализа опасности и работоспособности, вероятностных методов оценки риска, а также апробацией разработанного подхода в рамках НИР с подготовкой акта внедрения, не вызывает сомнений.

Основные положения диссертации отражены в 6 публикациях в рецензируемых изданиях, из которых 3 статьи опубликованы в изданиях, индексируемых в Scopus, Chemical Abstracts и GeoRef.

В рамках НИР проведена апробация разработанного подхода с подготовкой акта внедрения.

Оформление диссертации.

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011. Текст автореферата соответствует тексту, изложенному в диссертации.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Результаты и выводы диссертации могут быть использованы ОПО химической и нефтяной промышленности.

Общие замечания по диссертации:

1. Автором показана работоспособность предложенного подхода на двух конкретных объектах – участке установки гидроочистки дизельных топлив и компрессоре природного газа. Вместе с тем выводы о практической применимости метода сформулированы достаточно широко, в том числе применительно к проектным организациям и службам промышленной безопасности в целом. С учетом того, что апробация выполнена на ограниченном числе объектов близкого отраслевого профиля, такие обобщения представляются несколько опережающими объем фактически представленного материала. Для усиления работы целесообразно было бы либо сузить соответствующие формулировки, либо дополнительно подтвердить их примером из иной группы опасных производственных

объектов.

2. В теоретической части диссертации (страница 17) обоснованно подчеркивается высокая чувствительность оценок риска к качеству исходных данных и прямо указывается на необходимость сопровождать расчеты анализом чувствительности. Аналогичные ограничения отмечены и в заключительной части работы. Однако в прикладных главах итоговые решения (страницы 72-73, 89-90) представлены преимущественно в виде точечных значений риска и выбранных конфигураций защитных мер, без развернутого сценарного или параметрического анализа устойчивости полученных результатов. Вследствие этого вопрос о том, насколько стабилен предлагаемый выбор при изменении исходных вероятностей отказов, стоимости контуров и параметров последствий, раскрыт не в полной мере.

3. Отдельные экономические критерии, положенные в основу выбора допустимого уровня риска, выглядят в значительной степени эвристическими и потому требуют более жесткого обоснования. Так, в разделе, посвященном экономическому риску (страницы 47 и 83), допустимые значения выводятся через допущение о банкротстве предприятия при определенном уровне ущерба и через предположение о наступлении внешних причин банкротства «раз в сто лет». Подобная логика в целом понятна как предварительная примерная оценка, однако в тексте диссертации ей недостает более подробного обоснования источников этих предпосылок, проверки их применимости и анализа влияния на конечный выбор защитных мер.

Технические замечания по диссертации:

4. Имеются вопросы к полноте и корректности представления формул в разделе, посвященном методу деревьев отказов (страницы 24-25). В частности, запись для логического элемента «исключающее ИЛИ» в представленном виде сведена к сумме вероятностей, а формула для события типа М из N требует дополнительной проверки и уточнения обозначений. Даже если автором использовались корректные расчетные соотношения, их оформление в тексте в нынешнем виде затрудняет восприятие и не всегда позволяет однозначно интерпретировать запись.

5. В работе не везде выдержано единообразие математической и числовой записи. В разных разделах используются различные способы представления численных значений риска, ущерба и затрат. Это замечание относится прежде всего к оформлению текста, однако для диссертации расчетного характера единообразие записи имеет принципиальное значение, поскольку влияет на читаемость и проверяемость результатов.

6. Научный стиль изложения в ряде фрагментов недостаточно последователен. Наряду с корректными аналитическими разделами встречаются обороты публицистического или разговорного характера, например «бюджет на безопасность утверждают быстрее», «мусор на входе». В целом текст выиграл бы от дополнительной стилистической правки в сторону более нейтрального академического изложения.

Все приведенные замечания носят рекомендательный характер и не снижают высокой оценки диссертации.

Основные выводы и рекомендации диссертационного исследования достаточно обоснованы.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Заключение.

Диссертация Ковальского Федора Сергеевича на тему «Методы снижения риска пожаро- и взрывоопасных производственных объектов с учётом вероятностно-экономического показателя безопасности контуров защит» отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД.

Ковальский Федор Сергеевич заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1 Пожарная безопасность (технические науки).

Заместитель генерального
директора, руководитель органа
по сертификации Общества с
ограниченной ответственностью
«ИНТЕХСЕРТ-ПОЖАРНАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ»

Доктор технических наук



Д.М. Гордиенко

28.04.2026