

## АННОТАЦИЯ

**диссертационной работы Уали Алмас Болатұлы на тему: «Разработка профилактических мероприятий по созданию безопасных условий труда для операторов производственных установок нефтеперерабатывающих производств с целью снижения рисков производственного травматизма и возникновения профессиональных заболеваний» представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D11210–«Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды»**

**Актуальность темы исследования.** Нефтеперерабатывающая промышленность, основными субъектами которой, являются нефтеперерабатывающие заводы, по видам своей деятельности отнесены к опасным производственным объектам, представляющих угрозу, как для работающего персонала, так и для окружающей среды, На НПЗ к основному рабочему персоналу относят операторов производственных установок, для создания безопасных условий труда которых, и посвящена диссертационная работа.

Работа операторов, связана, с использованием различного энергоемкого оборудования, аппаратов, работающих при высоких давлениях и температурах, являющиеся потенциальными источниками возможного возникновения происшествий и аварийных ситуаций, в которых они могут пострадать с получением травм, увечий, вплоть до смертельных случаев, а ведущее место, среди вредных производственных факторов, в последние годы, занимают тяжесть и напряженность труда.

В связи с этим, вопросы по снижению воздействия неблагоприятных производственных факторов, возникающих в процессе переработки нефти на профессиональное здоровье операторов, а также предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного характера, которые повышают риски возникновения производственного травматизма, на сегодняшний день **являются актуальными** в исследованиях по поиску эффективных способов совершенствования системы промышленной безопасности и охраны труда на НПЗ.

Исследователи отмечают, что изменившийся характер работ операторов производственных установок НПЗ, связанный с полной автоматизацией производства, с одной стороны снизил или исключил традиционные риски, с другой появились новые опасности и риски, причины которых, обусловлены, с так называемым «человеческим фактором», когда работник из-за недостаточного уровня подготовки в области охраны труда, неумения быстро принять оптимальные решения в аварийных ситуациях в условиях дефицита времени и психофизиологических перегрузок, становится виновником травматизма и чрезвычайных ситуаций на производстве.

Получение новых научных данных о влиянии факторов рабочей среды в условиях внедрения новых технологий, сложного оборудования,

автоматизации всех процессов, в несколько раз увеличивших объем получаемой информации, а значит, и возможных ошибок работника, ставит задачи разработки научно обоснованных рекомендаций и методик по снижению рисков травматизма и профессиональных заболеваний для операторов НПЗ, что и явилось основанием выбора темы диссертационной работы.

**Цель исследования** – разработка мероприятий по предупреждению рисков возникновения производственного травматизма и профессиональных заболеваний на рабочих местах операторов производственных установок НПЗ путем внедрения цифровых технологий и концепции риск менеджмента для создания безопасных условий труда.

**Задачи исследования:**

- анализ современного состояния системы промышленной безопасности и причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний рабочего персонала нефтеперерабатывающих производств;

- исследования технологических и технических особенностей процесса изомеризации с выявлением опасных и вредных производственных факторов рабочей среды цеха изомеризации с блоком КЦА-1 ТОО «ПКОП»;

- исследования по влиянию психологических и психофизиологических факторов рабочей среды на риски возникновения травматизма и аварий;

- проведение комплексной оценки условий труда операторов производственных установок цеха изомеризации с применением метода поверочного листа;

- разработка методики создания человеко-машинного интерфейса для программного обеспечения (ПО) системы поддержки деятельности операторов производственных установок цеха изомеризации в аварийных ситуациях;

- разработка методики оценки психофизического состояния оператора производственных установок на рабочем месте с применением нейронных сетей;

**Объект исследования:** производственные установки цеха изомеризации с блоком КЦА-1 ТОО «ПетроКазахстанОйл Продакс».

**Предмет исследования:** планы ликвидации аварий и условия труда на рабочих местах операторов.

**Методы исследований.** При выполнении исследований применены: методы сопоставительного анализа при определении и выборе объектов ПБ и ОТ на установках НПЗ, системный подход при сборе и обработке экспериментальных данных, концепция паттернов проектирования человеко-машинных интерфейсов, методы прогнозирования и причинно-следственных связей, методология глубоких нейронных сетей для оценки психофизического состояния оператора установок, метод поверочного листа для выявления опасностей на рабочих местах, методы надежности технических систем, риск-менеджмент. Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с использованием прикладных программ: Statistika 8.0 и Microsoft Excel 2010.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- потенциальными источниками возникновения аварийных ситуаций цеха изомеризации ТОО «ПКОП»;

- модель прогнозирования превышения ПДК веществ в воздухе на территории и санитарно-защитных зонах ТОО «ПКОП»;

- методика оценки уровня рисков опасных и вредных факторов рабочей среды операторов установок цеха изомеризации с рекомендациями по подготовке опросных листов, организации опроса и ранжирования полученных результатов;

- методика оценки утомляемости операторов производственных установок в процессе выполнения ими рабочих функций на основе применения технологии распознавания психоэмоционального состояния работников;

- методика разработки интерактивного приложения для обучения рабочего персонала действиям в аварийных ситуациях по Плану ликвидации аварий, на примере цеха изомеризации ТОО «ПКОП».

### **Основные результаты исследований:**

- выявлены технические и технологические особенности промышленной безопасности и виды аварийных ситуаций на газоопасных, взрывоопасных и пожароопасных местах процессов изомеризации с идентификацией мест возникновения потенциальных аварийных ситуаций;

- проведена статистическая обработка производственных данных по ПДК опасных химических элементов в атмосферном воздухе на территории ТОО «ПКОП» с сопоставительным анализом данных независимого мониторинга РГП «КАЗГИДРОМЕТ» с построением трассировочной модели зависимости динамики переменных по выбросам для прогнозирования рисков влияния на окружающую среду;

- разработана методика проектирования человеко-машинных интерфейсов с формированием информационной системы поддержки оператора производственных установок цеха изомеризации при аварийных ситуациях (получено положительное решение на получение патента на полезную модель «Способ поддержки оператора производственных установок нефтеперерабатывающих заводов при действиях в аварийных ситуациях» (от 02.10.2024 г. по заявке №2024/0016.2).

- разработано интерактивное приложение для обучения операторов цеха изомеризации действиям по ПЛА. Результаты исследований прошли опытную опробацию на ТОО «ПКОП» с получением Акта внедрения в производство (№ 197 от 21.10.2024 года)

- проведена комплексная оценка уровня рисков опасных и вредных факторов рабочей среды операторов производственных установок цеха изомеризации с применением метода проверочного листа;

- получены новые научные данные о влиянии психоэмоциональных факторов на работоспособность операторов производственных установок

при возникновении внештатных ситуаций в процессе работы с использованием методологии глубоких нейронных сетей.

**Обоснование новизны и важности полученных результатов:**

- идентифицированы места возникновения потенциальных аварийных ситуаций на рабочих местах операторов производственных установок цеха изомеризации с формированием реестра опасностей.

- выявлено, что наибольшими рисками для операторов на рабочих местах являются психологические нагрузки, которые обусловлены увеличением тревожных и стрессовых состояний у работников из-за возросшей интенсивности труда, большого объема информации, которую необходимо быстро переработать и оперативно принять решения, чтобы не допустить аварийные и другие чрезвычайные ситуации;

- установлено, что применение методологии глубоких нейронных сетей для распознавания психоэмоционального состояния оператора на рабочем месте может решать проблемы возникновения внештатных ситуаций из-за неправильных действий и ошибочных решений, обусловленных снижением концентрации и усталостью работника. Установлено, что снижение концентрации и развитие утомляемости операторов, работающих 12 часовой дневной график смен, происходит ближе к окончанию смены, а в ночных сменах снижение внимания совпадает с биологическими ритмами организма, когда наступает время глубокого сна, между 2 и 5 часами ночи.

- предложена методика оценки психофизического состояния оператора производственных установок на рабочем месте с применением нейронных сетей

- разработанное интерактивное приложение позволяет облегчить, как процесс обучения, так и действия оператора по алгоритму ликвидации потенциальных аварийных ситуаций ПЛА на практике, а, простота ее установки на все электронные носители - доступность любого места и времени проверки знаний. По результатам опытной апробации на предприятии, установлено, что время, затрачиваемое оператором на ликвидацию аварий при использовании разработанного ПО в среднем на 15% меньше, чем при работе с планом, распечатанным на бумаге, и на 30% меньше по сравнению с выполнением плана работ на память.

**Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в получении новых научных данных о влиянии факторов рабочей среды в условиях внедрения инновационных технологий, сложного оборудования, автоматизации всех процессов на нефтеперерабатывающих предприятиях, увеличивших интенсивность и напряженность труда, а значит, и возможные ошибки операторов установок, которые могут стать причинами производственного травматизма, увечий и несчастных случаев, рисков аварийных и чрезвычайных ситуаций на производстве.

В работе обосновано применение цифровых технологий для улучшения системы промышленной безопасности и охраны здоровья рабочего персонала, посредством разработки компьютерного приложения по обучению операторов в интерактивном режиме предупреждению и

ликвидации аварийных ситуаций в процессе их потенциального возникновения в технологической схеме изомеризации. Эффективность использования такого инструмента подтверждена результатами опытных испытаний среди операторов цеха изомеризации, которая показала, что скорость принятия решений и правильность выполнения алгоритма действий позволяет не допустить аварийную ситуацию и/или ликвидировать ее до наступления критической ситуации.

Современный математический аппарат, применяемый в биомедицинских исследованиях, авиационной отрасли, кибернетики, информатики, нейробиологии и психологии по автоматическому распознаванию эмоций по изображению лица с применением методологии глубоких нейронных сетей был впервые использован нами при разработке методики оценки психофизического состояния оператора производственных установок НПЗ на рабочем месте. Результаты оценки помогут в формировании мероприятий по снижению рисков производственного травматизма и возникновения профессиональных заболеваний у операторов производственных установок, обусловленных психологическими и эмоциональными источниками стресса путем улучшения физиологии труда на рабочих местах, изменений в режиме труда и отдыха, выявления стрессоустойчивости у работников, оптимизации продолжительности рабочей смены.

**Соответствие направлениям развития науки или государственным программам.** Диссертационная работа выполнена на кафедре «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Южно-Казахстанского университета им.М. Ауэзова и связана с научным проектом **AP22688058** №85/ЖГ-5-24-26 от 20.06.2024 года КН МНиВО Республики Казахстан «Жас ғалым» на 2024-2026 годы.

**Личный вклад докторанта в подготовку каждой публикации:** Результаты исследований опубликованы в 12 научных статьях, в том числе 1 статья в международном журнале, включенного в базу Scopus, 1 статья на международно-практической конференции, индексируемой в Web of Science, 3 научные публикации, в журналах рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНиВО РК, 7 – в материалах конференций и научных изданиях Республики Казахстан.

По результатам исследований получено положительное решение от 02.10.2024 г. по заявке №2024/0016.2 на выдачу патента на полезную модель «Способ поддержки оператора производственных установок нефтеперерабатывающих заводов при действиях в аварийных ситуациях».

1. Статья “Estimation of the interrelation between the pilot state and the quality index of piloting» в журнале «Aerospace Systems» - непосредственное участие в экспериментах по исследованию эмоционального состояния по изображению лица, сопоставительный анализ данных, обработка полученных результатов, перевод на английский язык.

2. Статья «Применение современных информационных технологий для повышения эффективности действий операторов производственных установок в аварийных ситуациях» в журнале «Нефть и газ» - обработка и

обсуждение результатов экспериментов, проведенных на рабочих местах операторов установки цеха изомеризации ТОО «ПКОП», оформление по требованиям журнала, подача через информационную базу журнала, исправление замечаний рецензентов, повторная подача.

3. Статья «Методика разработки человеко-машинного интерфейса в системе поддержки оператора производственных установок при действиях в аварийных ситуациях» в журнале «Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение» - подготовка исходных данных, полученных по результатам экспериментов создания человеко-машинного интерфейса, статистическая обработка результатов, построение графиков и таблиц, оформление по требованиям журнала, подача через информационную базу журнала, исправление замечаний рецензентов.

4. Статья «Рекомендации по оценке уровня рисков опасных и вредных факторов рабочей среды операторов технологических установок нефтеперерабатывающих заводов» в журнале «Университет Еңбектері - Труды Университета: Раздел «Геотехнологии. Безопасность жизнедеятельности» Карагандинского технического университет имени Абылкаса Сагинова» - подготовка исходных данных, полученных по результатам оценки уровня рисков рабочей среды операторов установок, обработка и обсуждение результатов, оформление по требованиям журнала, подача через информационную базу журнала, исправление замечаний рецензентов

5. Статья “Investigation of changes in the operator's state by analyzing the characteristics of blinking» в сборнике Международной конференции IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, индексируемой в Web of Science - непосредственное участие в экспериментах по исследованиям эмоционального состояния оператора по изображению лица, сопоставительный анализ данных, обработка и обсуждение полученных результатов.

6. Положительное решение на выдачу Патента на полезную модель «Способ поддержки оператора производственных установок нефтеперерабатывающих заводов при действиях в аварийных ситуациях» - поиск и анализ аналогов и прототипа, получение экспериментальных данных.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из 5 разделов, включающих введение, обзор научно-технической литературы и патентов, объекты и методы исследования, экспериментальная часть, результаты и обсуждения проведенных исследований, заключения, списка использованных источников и приложений. Основное содержание изложено на 181 страницах, включает 34 таблиц, 57 рисунков, 12 формул и 142 источников литературы отечественных и зарубежных авторов, 6 Приложений.