

УДК 614.8

**МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕДЕНИЯ РАБОТ
ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРА В РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ**

**METHODS TO IMPROVE SAFETY WORKS
ON FIRE EXTINGUISHING IN RESERVOIR PARKS**

**С.А. Имамутдинов, И.И. Бадрутдинова, А.Н. Хамитова,
И.А. Хайретдинов, А.Н. Степанов**

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация**

**Salavat A. Imamutdinov, Izida I. Badrutdinova, Alina N. Khamitova,
Inur A. Khairetdinov, Aleksey N. Stepanov**

**Ufa State Petroleum Technological University,
Ufa, Russian Federation**

e-mail: b.ilzida99@mail.ru, khamitova.alya@mail.ru

Аннотация. Будучи одной из самых опасных, нефтяная отрасль является определяющей во всех сферах деятельности людей. Вследствие этого одной из главных задач всех стран считается повышение безопасности условий жизнедеятельности человека, а также сохранение состояния окружающей природной среды. Несмотря на установленные нормы и правила проведения работ, аварии и инциденты на объектах нефтяной отрасли все же происходят и приводят к значительным экологическим и человеческим жертвам.

На основе вышесказанного, в настоящее время требуется создание инновационных средств и систем, позволяющих предотвратить развитие и распространение пожара, а также сохранить и обеспечить здоровье

персонала, участвующего в проведении операций по ликвидации аварийных ситуаций.

Рассмотрены методы по применению роботизированных средств, позволяющих мгновенно среагировать на возникновение пожара на опасных объектах, принять определенные меры по снижению воздействия очага пожара и дальнейшего его распространения. Также разработан метод локализации пожара в резервуарах, который заключается в использовании факельного зонта, нацеленного на формирование направленного движения горящих масс. Можно утверждать, что тушение пожаров в резервуарных парках с использованием новейших инновационных средств противопожарной защиты является актуальной задачей для дальнейшего развития научных подходов к тактике тушения пожаров.

Abstract. Being one of the most dangerous, the oil industry is decisive in all areas of human activity. As a result, one of the main tasks of all countries is to improve the safety of human living conditions, as well as preserve the state of the environment. Despite the established norms and rules for work, accidents and incidents at oil facilities still occur and lead to significant environmental and human losses.

Based on the above, it is now required to create innovative tools and systems to prevent the development and spread of fire, as well as to preserve and ensure the health of personnel involved in emergency response operations.

Methods for the use of robotic tools that can instantly react to the occurrence of a fire at hazardous facilities, take certain measures to reduce the impact of the fire and its further spread are considered. Also there developed a method of localization of fire in tanks, which is to use a flare umbrella, aimed at the formation of directional movement of burning masses. It can be argued that the extinguishing of fires in tank farms using the latest innovative means of fire protection is an important task for the further development of scientific approaches to fire extinguishing tactics.

Ключевые слова: резервуарный парк, тушение пожаров, робототехническое средство, пожарная безопасность, статистика аварийности, методы повышения безопасности, многофункциональный пожарный робот MVF-5, использование факельного зонта

Key words: tank farm, fire fighting, robotic equipment, fire safety, accident statistics, methods for safety improving, multifunctional fireman robot MVF-5, using torch umbrella

Введение

Согласно Энергетической стратегии России на период до 2030 года запланированы поэтапное увеличение добычи нефти до 535 млн т/год за счет освоения нефтяных месторождений и развитие энергетической инфраструктуры Арктических районов страны, Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Повышение добычи нефти приводит к необходимости расширения резервуарных парков, при этом сохранение работоспособных состояний существующих на данный момент резервуаров играет не менее важную роль в обеспечении промышленной безопасности. В [1] отмечается важное значение поддержания надежности и работоспособного состояния зданий, сооружений, оборудования, поскольку износ основных фондов нефтеперерабатывающей промышленности достигает 80 %. Данные сведения указывают на необходимость повышения промышленной безопасности на опасных производственных объектах, проведения аварийно-ремонтных работ, а также обеспечения пожаровзрывобезопасности в период их проведения.

Статистические данные об авариях на резервуарных парках Неотъемлемой частью нефтебаз и нефтеперерабатывающих заводов

являются резервуарные парки, поэтому рассмотрим данные объекты подробнее.

Резервуарный парк – это комплекс взаимосвязанных резервуаров, которые обеспечивают равномерную загрузку магистральных трубопроводов, компенсируя при этом сезонные колебания в потреблении нефти [2]. Кроме этого, строительство резервуарных парков обеспечивает необходимый запас нефтепродуктов и приводит к повышению надежности систем нефтеснабжения.

Резервуарные парки являются пожаровзрывоопасными объектами по ряду причин, связанных с хранением больших количеств легковоспламеняющихся горючих жидкостей и необходимостью строгого контроля за их поведением. Возможны различного рода утечки и разливы нефтепродуктов, выделение паров и образование взрывоопасных паровоздушных смесей. Также к причинам аварий на резервуарах можно отнести нарушение технологий производства, несоблюдение требований и правил противопожарного режима и другие.

В ряде публикаций отмечается, что до 2000-х гг. основные причины аварий на резервуарах были связаны с недопустимо большими и неравномерными осадками грунтового основания, некачественным выполнением сварочных швов, что приводило к расхождению стенок резервуаров [3]. Начиная с 2000-х гг. основными причинами аварий являются нарушения правил пожарной безопасности при эксплуатации и при проведении работ по очистке резервуара.

На сегодняшний день актуальными являются вопросы повышения уровня обеспечения пожарной опасности объектов нефтегазовой промышленности. Согласно официальным данным [4, 5], количество пожаров, численность погибших и травмированных людей при авариях на резервуарных парках существенно снижается (рисунок 1). Это обусловлено применением более модернизированного оборудования для тушения пожаров, повышением безопасности ведения работ в резервуарах

и т.д. Однако, несмотря на положительную динамику результатов, дальнейшее снижение возникновения пожаров и предотвращения гибели людей остается одной из важнейших задач промышленной безопасности.

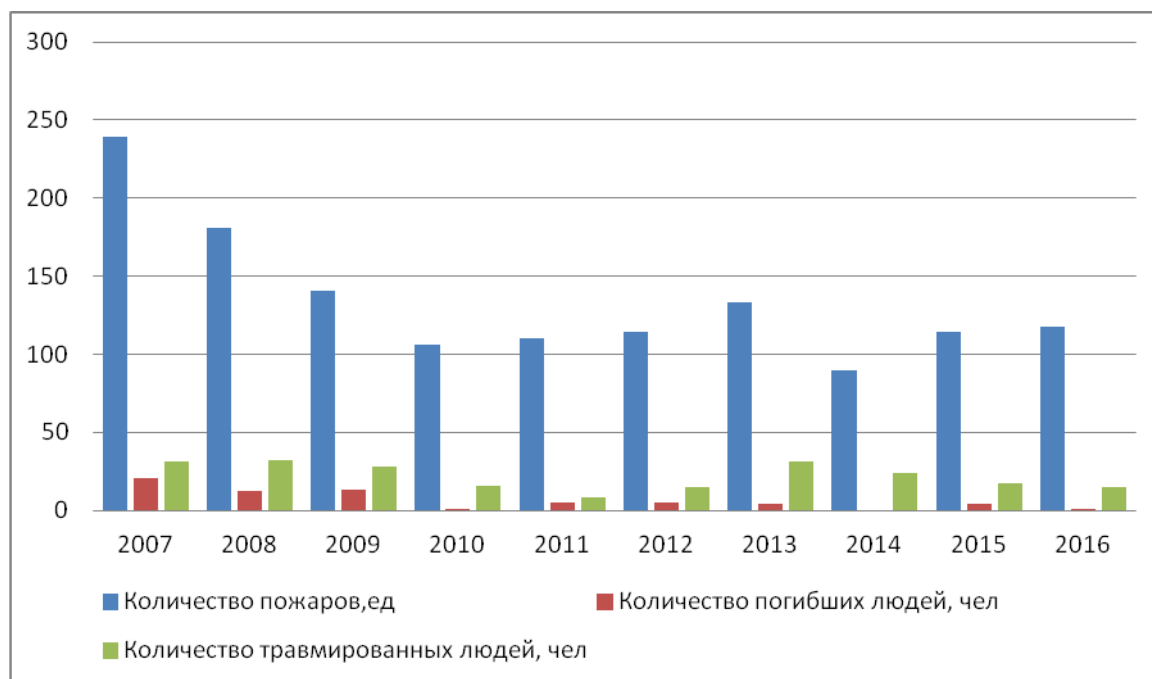


Рисунок 1. Статистические данные о пожарах, происходящих на нефтяных резервуарах период времени 2008-2015 годов

Также следует отметить, что при дальнейшем повышении объемов добычи нефти и ее переработки тенденция развития пожаров, а, следовательно, и человеческих жертв, может резко увеличиться.

По статистическим сведениям Федеральной службы государственной статистики и Министерства энергетики Российской Федерации, темпы добычи нефти в России с каждым годом возрастают. Это приводит к необходимости создания новых объектов транспортировки, переработки и хранения нефти и нефтепродуктов. Однако усовершенствование существующих нефтяных парков существенно отстает от темпов добычи нефти, что ведет к устареванию резервуарных парков и повышению количества аварий и инцидентов [6].

Это подтверждается данными, представленными Ростехнадзором, что одними из основных проблем предприятий отрасли являются устаревание

производственных объектов и несвоевременная замена оборудования, отработавшего свой нормативный срок.

Одним из важнейших элементов обеспечения безопасности резервуаров является предотвращение возникновения пожаров. Так, на территории резервуарного парка устанавливаются системы пожаротушения, включающие систему пожарной сигнализации, систему газового, пенного и водяного пожаротушения, систему противодымной защиты, систему контроля предельных уровней налива.

Возгорание одного резервуара может привести к мгновенному распространению пожара на другие объекты и охватить весь резервуарный парк в целом. Такое каскадное развитие пожара связано с тем, что пожары, возникающие на данных объектах, мгновенно захватывают большие территории, что обуславливает сложность их локализации и тушения.

В результате возникает необходимость в разработке модернизированных средств пожаротушения, применения инновационных оборудования, позволяющего своевременно предотвращать развитие очага пожара.

Модернизация пожарного оборудования влечет за собой повышение мощности силовых установок, уровня защиты от опасных факторов пожара, производительности насосных установок. Однако на данный момент ресурсы, необходимые для повышения надежности средств пожаротушения, в техническом плане уже исчерпаны, поэтому следует разрабатывать мероприятия с целью создания более благоприятных условий работы «человека-оператора» [7]. Эти мероприятия должны быть разработаны таким образом, чтобы не было никаких препятствий для управления техникой. Также хотелось бы отметить, что по мере усовершенствования технических средств пожаротушения должна увеличиваться скорость реакции «человека-оператора».

Основной задачей пожарно-спасательных подразделений является устранение процесса горения за определенное время. Для пожаров,

возникающих в резервуарных парках, успешное тушение пожара обуславливается достижением определенных условий, а именно сумма прямого ущерба от пожара и стоимости работ должна быть меньше стоимости сохраненного имущества, а время на подготовку и осуществление пенной атаки не должно превышать 1 ч [8]. Математически это выражается следующей системой:

$$Y_{m.n.}(\tau) = \begin{cases} [C_{pm}(\tau) + Y_{np}(\tau)] < \sum_{i=1}^n C_{ui}(\tau) \\ \tau_m^{ПА} \leq 1 \text{ час} \end{cases}, \quad (1)$$

где $C_{pm}(\tau)$ – стоимость мероприятий по ликвидации пожара, млн руб.;

$Y_{np}(\tau)$ – прямой ущерб от пожара, млн руб.;

$C_{ni}(\tau)$ – стоимость имущества i -го типа в зоне воздействия опасных факторов пожара, млн руб.;

$\tau_m^{ПА}$ – время проведения пенной атаки, ч.

Анализ произошедших аварий на опасных производственных объектах свидетельствует о внедрении новых технических средств, благодаря которым будет обеспечено эффективное тушение крупных пожаров без воздействия поражающих факторов как на окружающую среду, так и на людей в целом.

Инновационные методы тушения пожара на резервуарных парках

В работе [9] приводится метод повышения уровня пожарной безопасности, который заключается в применении специализированных робототехнических средств (РТС), благодаря которым можно увеличить тактическое маневрирование пожарных структур, в связи с возможностью работы в задымленных, загазованных помещениях, а также в местах, связанных с повышенной опасностью.

Согласно [10], робототехническое средство представляет собой автоматизированное самодвижущееся техническое устройство, которое

обеспечивает выполнение определенных запрограммированных операций без непосредственного участия человека.

С целью организации управления РТС при пожарах необходимо проводить следующие мероприятия: разработка инфраструктуры управления действиями РТС; определение и проведение соответствующих вычислений для составления тактики, состава и порядка взаимодействия группировки; задание функций, обеспечивающих реагирование на изменение условий пожара; обеспечение регистрации получаемой информации средствами центрального управления и т.д.

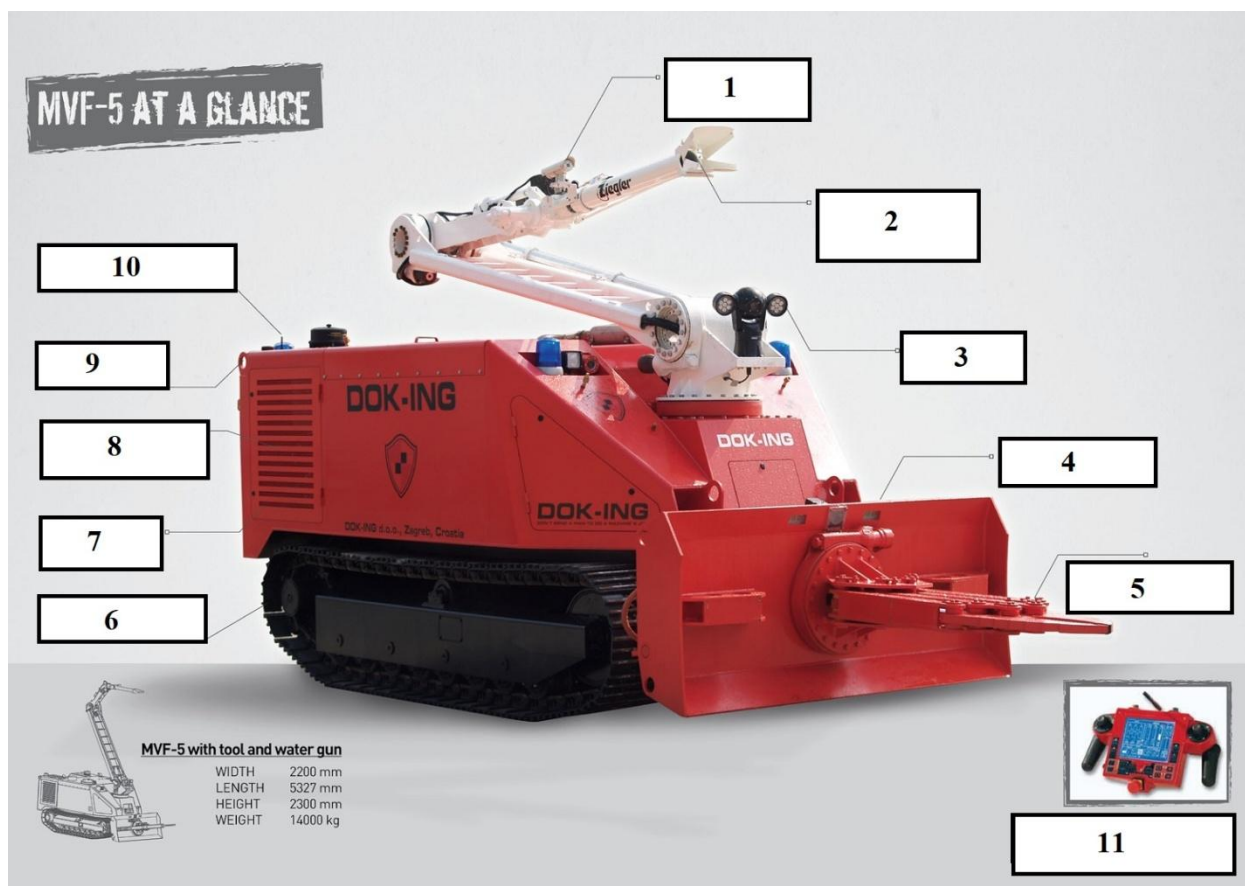
Благодаря использованию РТС в работах по локализации и ликвидации аварий на опасных производственных объектах возможно применение огнетушащих веществ в помещениях или на открытых площадках, в которых выделяются токсичные вещества, снижение воздействия высоких температур на оборудование, установки, здания и сооружения и другие действия, которые человек не способен выполнить без вреда своему здоровью.

Одной из робототехнических систем, созданных в наше время, является многофункциональный пожарный робот MVF-5, разработанный Хорватской производственной компанией DOK-ING, который предназначен для тушения пожаров в опасных для жизни условиях и труднодоступных местах. Схема установки данной роботизированной машины представлена на рисунке 2 [11].

Система эксплуатируется на безопасном расстоянии путем использования технологии дистанционного управления. MVF-5 позволяет увеличить возможности пожарных при тушении пожаров на объектах с высокой опасностью.

Данная роботизированная система оснащена средствами пожаротушения, емкостями для хранения воды и пены объемами 1800 и 600 л соответственно. MVF-5 может тушить пожары водой, пеной, либо их сочетанием, достигая цели на расстоянии до 55 м [12]. Спереди

устанавливается гидравлическое устройство со встроенными ножами, благодаря которому робот может удалять опасные объекты, попадать в труднодоступные места, расчищать путь к горящему объекту и др.



- 1 – видеосистема с термической камерой; 2 – система гашения огня;
 3 – видеосистема с вращательной камерой; 4 – отвал бульдозера;
 5 – вращательный захват; 6 – гусеничный ход; 7 – корпус машины;
 8 – пожарный насос среднего давления; 9 – пункты подъема;
 10 – антенна дистанционного управления; 11 – дистанционное управление

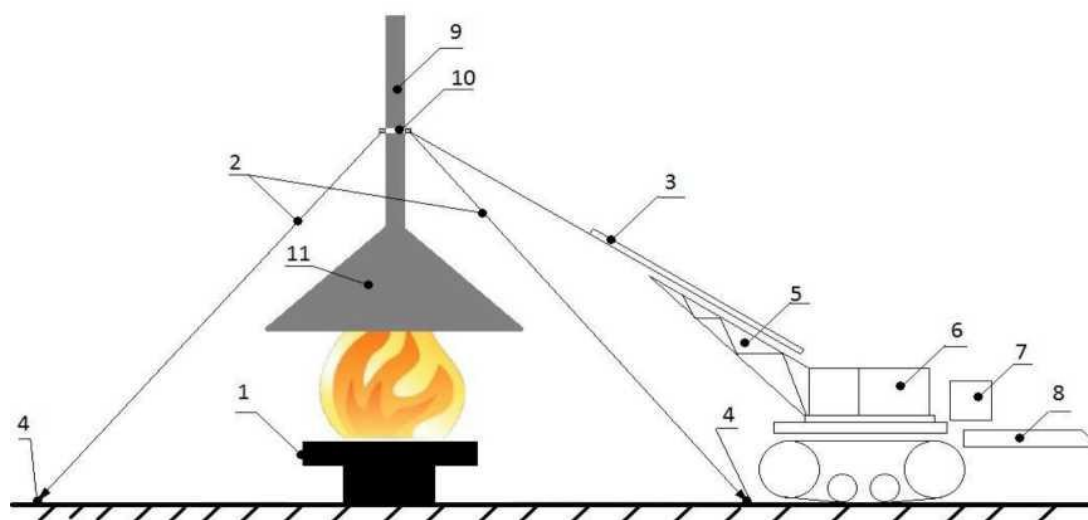
Рисунок 2. Схема установки многофункционального пожарного робота MVF-5

Дистанционное управление системой MVF-5 может осуществляться на расстоянии до 1500 м. Оператор имеет доступ к полному контролю движения данного оборудования благодаря наличию видеосистемы, состоящей из шести камер высокого разрешения, а также водонепроницаемых камер. Одной из камер высокого разрешения является

тепловизионная камера, которая позволяет MVF-5 работать в условиях ограниченной видимости. Водонепроницаемая камера позволяет оператору управлять системой во время различных эксплуатационных режимов.

Рассмотрим еще один пример локализации пожара на резервуарах, который позволит повысить эффективность пожаротушения благодаря применению факельного зонта. Факельный зонт, схема установки которого представлена на рисунке 3, формирует направленное движение горящих масс.

В зоне возникновения очага пожара располагают водометы, после чего выдвигают факельную трубу. Поскольку язык пламени не имеет однонаправленного характера, необходимо установить на нижнем конце трубы конусообразный зонт. Необходимо отметить, что очаг пожара можно направить в сторону конусообразного зонта только в том случае, когда факельная труба имеет вертикальное положение. Это возможно, если труба будет находиться на механической стреле гусеничной тележки [13].



- 1 – фланец; 2 – оттяжки; 3 – телескопическая стрела; 4 – якорь;
 5 – стрела; 6 – гусеничная тележка; 7 – контргруз; 8 – труба толкателя;
 9 – труба; 10 – стопорное кольцо; 11 – зонт

Рисунок 3. Схема установки факельной трубы

После выполнения операций по установке факельного зонта и направления пламени в ее сторону, производятся мероприятия по установке трубы на трех якорях с помощью оттяжек. Якоря должны быть размещены вокруг очага пожара так, чтобы угол между осью факельной трубы и двумя якорями в горизонтальной плоскости составлял 120° .

Данное устройство позволяет регулировать размеры и формы пламени, что обусловлено тем, что существует возможность поднятия центра пламени, а в дальнейшем и горячих участков [14]. Для того чтобы выполнить такого рода операции, необходимо увеличить силу тяги вытяжной трубы. Изменение характера очага пожара позволит установить безопасные условия для проведения пожарными службами аварийно-спасательных работ.

Сила тяги вытяжного зонта зависит от размеров факельной трубы и уровня ее подвески. Необходимо отметить, что сила тяги оказывает существенное влияние на интенсивность излучения приземного участка пламени. В результате вышесказанного, существует возможность регулирования данных параметров, а в дальнейшем и изменения величины мощности теплового потока пожара.

Таким образом, установка факельного зонта над очагом пожара в резервуарах позволит управлять как очагом пожара, так и языками пламени, что существенно влияет на время локализации и ликвидации пожара объекта. Использование данного устройства обеспечит снижение опасных зон при пожарах в резервуарах, что приводит к повышению безопасности при проведении работ по тушению работ на опасном объекте.

Использование таких систем автоматического тушения пожара позволит снизить время проведения операций по локализации очага, способствует осуществлению различных видов работ, которые не могут выполняться непосредственно аварийно-спасательными службами [15]. Робототехнические средства, а также автоматические устройства

значительно активизируют наступательные действия пожарных подразделений за счет повышенной степени защищенности от воздействия опасных факторов пожара, возможности наиболее точного управления оборудованием для тушения пожара и др.

Несмотря даже на все положительные стороны применения роботизированных средств и систем, позволяющих управлять пламенем при тушении пожаров на опасных производственных объектах, существуют определенные факторы, препятствующие развитию данных систем в аварийно-спасательных службах России. Данные факторы связаны с недостаточной оснащенностью спасательных формирований и подразделений ФПС МЧС данными системами, необходимостью дополнительной подготовки и обучения специалистов по применению робототехники, недостаточной проработкой «жизненного цикла» данных систем в России и др.

Вывод

Анализ аварийности и статистики возникновения пожаров в резервуарных парках показывает, что применение имеющихся на вооружении на данный момент технических средств недостаточно для успешного тушения пожара. Несмотря на снижение уровня травматизма и количества пожаров в резервуарных парках, аварии все же имеют место быть. Дальнейшее повышение уровня добычи нефти может отрицательно сказаться на статистических данных по численности пострадавших людей, если не принять соответствующие меры. Эффективным решением в данной ситуации является комплексное использование специализированных робототехнических средств, таких как MVF-5, а также применение устройства с использованием факельного зонта, позволяющего снизить тепловое воздействие пламени и проводить дальнейшие работы по устранению причин и последствий пожара. Данные системы могут использоваться аварийно-спасательными службами при

тушении пожаров на объектах нефтяной и газовой отрасли, в частности в резервуарных парках.

Список использованной литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 №1715-р «Об энергетической стратегии России на период до 2030 года».

2. Устюжанина А.Ю., Ганиева А.А., Шарафутдинов А.А. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций на предприятиях нефтехимии с применением геоинформационных технологий // Современные технологии в нефтегазовом деле: сб. тр. по матер. Междунар. науч.-техн. конф. / УГНТУ. Уфа, 2016. С. 442-447.

3. Шарафутдинов А.А., Габбасова А.И., Передерей О.И. Решение пожарно-тактических задач с использованием компьютерных тренажерных систем // Актуальные проблемы науки и техники: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. / УГНТУ. Уфа, 2015. С. 209-210.

4. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: статистич. Сборник / Под общ. ред. А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2015. 124 с.

5. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: статистич. Сборник / Под общ. ред. Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2016. 124 с.

6. Шарафутдинов А.А., Хасанова А.Ф. Применение учебно-тренировочного комплекса для оптимизации действий персонала при возникновении пожара // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2015. Т. 2. № 1 (4). С. 319-323.

7. Устюжанина А.Ю., Галкина А.А., Фукалов Д.С., Шарафутдинов А.А., Хайретдинов И.А., Хафизов И.Ф. Разработка и создание веб-приложения по моделированию чрезвычайных ситуаций на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2017. Вып. 1 (107). С. 210-218.

8. Кабирова Э.Р., Кормакова Д.С., Шарафутдинов А.А. Автоматизация системы обучения персонала пожарно-техническому минимуму и основам безопасности производства на объектах нефтепереработки // Актуальные проблемы науки и техники: сб. тр. по матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. / УГНТУ. Уфа, 2015. С. 206-208.

9. Власов К.С. Модели и алгоритмы поддержки управления тушением пожаров в резервуарных парках на основе применения робототехнических средств: автореф. ... канд. техн. наук. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2016. 24 с.

10. Методические рекомендации по тактике применения наземных робототехнических средств при тушении пожаров. М.: ВНИИПО, 2015. 39 с.

11. Sharafutdinov A.A., Khafizov F.Sh., Gazizov A.M., Khafizov I.F. Evaluation of the mobile simulator for fire protection training // CEUR Workshop Proceedings Ser. «CSASE 2018 – Proceedings of the Annual Scientific International Conference on Computer Systems, Applications and Software Engineering». 2018.

12. Шарафутдинов А.А., Хафизов Ф.Ш., Кудрявцев А.А., Каримов Р.Р. Применение автоматизированной системы связи и оперативного управления подразделениями пожарной охраны государственной противопожарной службы при тушении крупных пожаров // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2015. № 1. С. 345-363.

13. Хафизов И.Ф., Кудрявцев А.А., Шевченко Д.И., Шарафутдинов А.А. Модель обучаемого в имитационных тренажерных комплексах для обучения оперативного персонала объектов нефтегазового сектора // Современные технологии в нефтегазовом деле: сб. тр. по матер. Междунар. науч.-техн. конф. / УГНТУ. Уфа, 2016. С. 369-374.

14. Шарафутдинов А.А., Хафизов И.Ф., Рамазанова Л.А. Разработка тренингов для тренажерного комплекса по обучению диспетчерского состава пожарной охраны // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2015. № 5. С. 136-141.

15. Шарафутдинов А.А., Хафизов И.Ф., Кудрявцев А.А., Зубов В.С. Подготовка личного состава пожарной охраны с помощью ситуационных тренингов // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2015. № 4. С. 131-136.

References

1. *Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 13.11.2009 №1715-r «Ob ehnergeticheskoy strategii Rossii na period do 2030 goda»* [Order of the Government of the Russian Federation of 13.11.2009 № 1715-R «About the Energy Strategy of Russia for the Period up to 2030»]. [in Russian].

2. Ustyuzhanina A.U. *Prognozirovanie chrezvychajnyh situacij na predpriyatiyah neftekhimii s primeneniem geoinformacionnyh tekhnologij* [Forecasting of Emergency Situations at the Enterprises of the Petrochemical Industry with Application of Geoinformation Technologies]. *Sbornik trudov po materialam mezhdunardnoi nauchno-prakticheskoi konerentsii «Sovremennye tekhnologii v neftegazovom dele»* [Materials of the International Scientific Practical Conference «Modern Technologies in the Oil and Gas Business»]. Ufa, UGNTU Publ., 2016, pp. 442-447. [in Russian].

3. Sharafutdinov A.A. *Reshenie pozharnotakticheskikh zadach s ispol'zovaniem komp'yuternykh trenazhernykh sistem* [Solution of Fire-Tactical Tasks with the Use of Computer Simulator Systems]. *Materalny Mezhdunardnoi nauchno-tekhnicheskoi konerentsii «Aktual'nye problemy nauki i tekhniki»* [Materials of the International Scientific Technical Conference «Actual Problems of Science and Technology»]. Ufa, UGNTU Publ., 2015, pp. 209-210. [in Russian].

4. *Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2015 godu: statisticheskiy sbornik*. Pod obshchey redaktsiyey A.V. Matyushina [Fires and Fire Safety in 2015: statistical Collection. Under the General editorship of A.V. Matyushin]. Moscow, VNIPO, 2015, 124 p. [in Russian].

5. *Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2016 godu: statisticheskiy sbornik*. Pod obshchey redaktsiyey D.M. Gordienko [Fires and Fire Safety in 2016: statistical Collection. Under the General Editorship of D.M. Gordienko]. Moscow, VNIPO, 2016, 124 p. [in Russian].

6. Sharafutdinov A.A. Primenenie uchebno-trenirovochnogo kompleksa dlya optimizatsii deystviy personala pri vozniknovenii pozhara [Application of the Training Complex for the Optimization of the Personnel Actions in Case of Fire]. *Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidatsii posledstviy chrezvychaynykh situatsiy – Problems of Safety in Liquidation of Consequences of Emergency Situations*, 2015, Vol. 2, No 1 (4), pp. 319-323. [in Russian].

7. Ustyuzhanina A.U. Razrabotka i sozdanie veb-prilozheniya po modelirovaniyu chrezvychajnykh situatsiy na opasnykh proizvodstvennykh obektah neftegazovogo kompleksa [Development and Creation of Web Application by Simulation of Emergency Situations at Hazardous Production Facilities of Oil and Gas Complex]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefti i nefteproduktov – Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Petroleum Products*, 2017, Issue 1 (107), pp. 210-218. [in Russian].

8. Kabirova E.R. Avtomatizatsiya sistemy obucheniya personala pozharnotekhnicheskomu minimumu i osnovam bezopasnosti proizvodstva na ob'ektakh neftepererabotki [Automated System of Personnel Training, Fire Prevention and the Basics of Industrial Safety at the Refining Facilities]. Sbornik trudov po materialam VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktualnye problemy nauki i tekhniki» [Collection of Scientific Works on the Materials of the VIII International Scientific Conference «Actual Problems of Science and Technology»]. Ufa, UGNTU Publ., 2015, pp. 206-208. [in Russian].

9. Vlasov K.S. *Modeli i algoritmy podderzhki upravleniya tusheniem pozharov v rezervuarnykh parkah na osnove primeneniya robototekhnicheskikh sredstv: autoref. dis. kand. tech. nauk* [Models and Algorithms of Support of Management of Fire Extinguishing in Tank Parks on the Basis of Application of Robotic Means: Cand. Tekhn. Sci. Autoref. Diss.]. Moscow, FGBU VNIPO of EMERCOM of Russia, 2016. 24 p. [in Russian].

10. *Metodicheskie rekomendatsii po taktike primeneniya nazemnykh robototekhnicheskikh sredstv pri tushenii pozharov* [Guidelines Tactics and the Use of Ground-Based Robotic Vehicles for Fire Extinguishing]. Moscow, VNIIP, 2015. 39 p. [in Russian].

11. Sharafutdinov A.A. *Evaluation of the Mobile Simulator for Fire Protection Training. CEUR Workshop Proceedings. Ser. «CSASE 2018 – Proceedings of the Annual Scientific International Conference on Computer Systems, Applications and Software Engineering»*, 2018.

12. Sharafutdinov A.A. *Primenenie avtomatizirovannoj sistemy svyazi i operativnogo upravleniya podrazdeleniyami pozharnoj ohrany gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby pri tushenii krupnykh pozharov* [Application of the Automated System of Communication and Operational Management of fire Departments of State Fire Service to Extinguish the Major Fires]. *Ehlektronnyj nauchnyj zhurnal «Neftegazovoe delo» – Electronic Scientific Journal «Oil and Gas Business»*, 2015. No. 1, pp. 345-363[in Russian].

13. Khafizov I.F. *Model' obuchaemogo v imitacionnykh trenazhernykh kompleksah dlya obucheniya operativnogo personala ob"ektov neftegazovogo sektora* [Model in the Simulation and Training Complexes for Training of the Operational Staff of Oil and Gas Fields]. *Sbornik trudov po materialam mezhdunardnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii «Sovremennye tekhnologii v neftegazovom dele»* [Materials of the International Scientific Technical Conference «Modern Technologies in the Oil and Gas Business»]. Ufa, UGNTU Publ., 2016, pp. 369-374 [in Russian].

14. Sharafutdinov A.A. Razrabotka treningov dlya trenazhernogo kompleksa po obucheniyu dispetcherskogo sostava pozharnoy okhrany [Development of Trainings for the Training Complex for Training of the Dispatcher of Fire Protection]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz –News of Higher Educational Institutions. Oil and Gas*, 2015, No. 5, pp. 136-141. [in Russian].

15. Sharafutdinov A.A. Podgotovka lichnogo sostava pozharnoy okhrany s pomoshch'yu situatsionnykh treningov [Training of Personnel and Fire Protection through Situational Training]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz – News of Higher Educational Institutions. Oil and Gas*, 2015, No. 4, pp. 131-136. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Имамутдинов Салават Адипович, доцент кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Salavat A. Imamutdinov, Assistant Professor of Fire and Industrial Safety Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

Бадртдинова Ильзида Илсуровна, студент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Ilzida I. Badrtdinova, Student of Industrial Safety and Labor Protection Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: b.ilzida99@mail.ru

Хамитова Алина Наилевна, студент кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Alina N. Khamitova, Student of Industrial Safety and Labor Protection Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: khamitova.alya@mail.ru

Хайретдинов Ильнур Альфритович, аспирант кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Ilnur A. Khairetdinov, Post-Graduate Student of Fire and Industrial Safety Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

Степанов Алексей Николаевич, студент кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Aleksey N. Stepanov, Student of Fire and Industrial Safety Department, USPTU, Ufa, Russian Federation