
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 681.5.013

А. В. Федоров¹, К. К. Оспанов², С. К. Байжанова²

¹*Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, Россия*

²*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики
Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ В ЕДИНУЮ АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Аннотация. Автономное исполнение системы противоаварийной автоматической защиты и автоматизированной системы управления противопожарной защитой на нефтеперерабатывающих предприятиях не позволяют обеспечить взаимодействия для комплексного и автоматического реагирования на аварийные ситуации, связанные с выбросами, пожаром и взрывом. В этой связи необходимо рассмотреть требования норм и правил, а также технические возможности обеспечения информационной интеграции данных систем.

Ключевые слова: аварийная загазованность, пожар, взрыв, система управления, автоматизированная система, противопожарная защита, технологический процесс, противоаварийная автоматическая защита.

Нефтеперерабатывающие предприятия (НП), производство на которых является потенциально пожаровзрывоопасным оснащаются системами контроля и управления, противоаварийной и противопожарной защитами. С развитием микропроцессорной и вычислительной техники данные системы представляют собой программно-аппаратные комплексы, объединяющие технические средства сбора, обработки, преобразования информации с предоставлением оперативному персоналу, а также управление исполнительными устройствами соответствующих подсистем.

Управление технологическим процессом производства на НП выполняется при помощи автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП). В данной системе основными подсистемами являются распределительная система управления (PCY) и система противоаварийной автоматической защиты (СПАЗ). Контроль и управление технологическим процессом производства выполняет PCY, состоящая из территориально распределенных элементов ввода, вывода и обработки данных, управления процессом работы технологической установки. СПАЗ выполняет функцию подстраховки, а именно автоматического переключения технологического процесса в безопасное состояние при превышении установленного

значения одного или нескольких контролируемых параметров, которое может привести к аварии. Обеспечение противопожарной защиты процесса производства осуществляется автоматизированной системой управления противопожарной защитой (АСУ ПЗ) которая обеспечивает взаимодействие всех имеющихся на объекте технических средств защиты от пожара. Данные системы выполняют функции согласно предназначения и в большинстве случаев их связи выполняются независимо. Выполнение иных функций рассматриваемыми системами запрещается. Однако требования нормативной документации по проектированию систем защиты и существующей практикой комплексной автоматизации предусматривается взаимодействие рассматриваемых систем для обеспечения своевременного реагирования на опасные ситуации, а также надежной и безопасной эксплуатации технологического процесса производства. Рассмотрим возможность построения единой АСУ ТП из трех независимых подсистем – РСУ, СПАЗ, АСУ ПЗ.

Подсистемы АСУ ТП и АСУ ПЗ предусматривают применение однотипных программно-технических средств (станции оператора, серверы, сетевое оборудование и линии связи, программируемые логические контроллеры, программное обеспечение) [1] а также строятся по принципу трехуровневой иерархической структуры, где нулевым уровнем является «полевой», первым уровнем управления является «контроллерный» и вторым уровнем управления является «системный» [2].

Структура АСУ ПЗ включает в себя систему пожарной сигнализации (СПС), систему оповещения и эвакуации (СОУЭ), автоматические установки пожаротушения (АУПТ) [3], а также существуют примеры включения в структуру системы газового контроля (СГС).

Полевой уровень АСУ ПЗ предполагает размещение источников информации в виде датчиков контроля загазованности, пожарных извещателей, а также исполнительных устройств СОУЭ и АУПТ. Для связи используются кабельные шлейфы. Датчики, извещатели выполняются во взрывозащищенном исполнении [4], при подключениях используют барьеры искрозащиты, специальные модули защиты от короткого замыкания, размыкающие шлейф при обнаружении короткого замыкания.

АСУ ТП предполагает размещение датчиков, измерительных приборов и исполнительных устройств контрольно-измерительных приборов (КИП и А) РСУ и СПАЗ. Устройства данного уровня соединяются в промышленную сеть (полевую шину) [5]. В большей степени линии связи выполняют из медной витой пары с организацией стандартов и протоколов промышленной сети. Среди наиболее распространенных протоколов промышленной сети можно отметить Modbus, Profibus и Ethernet [6]. Также для обеспечения самодиагностики полевых устройств обеспечивается поддержка протоколов Foundation Fieldbus или HART [7].

Для опасных производственных объектов, имеющих в составе технологические блоки I и II категорий взрывоопасности, требования п. 234-235 Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (Общие правила взрывобезопасности), определяют применение в РСУ и СПАЗ собственных датчиков измерения технологических параметров, исполнительных устройств, а также построение линий связи отдельно и независимо друг от друга. Необходимо отметить, что нарушения или изменения в одной системе

не должны влиять на работоспособность другой, а также для обеспечения надежности и эксплуатационной готовности применяется резервирование источников информации и исполнительных устройств.

Однако требования п. 6.1.1. СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты» предусматривают взаимодействие СПС входящая в состав АСУ ПЗ с другими системами противопожарной защиты, АСУ ТП, СПАЗ, а также требования п. 7.1.3. ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная» предусматривают обеспечение выдачи иницирующих сигналов от СПС в АСУ ТП и СПАЗ.

Контроллерный уровень современных АСУ ПЗ строится с применением программно-логических контроллеров (ПЛК) с поддержкой соответствующих интерфейсов (Ethernet, RS-485) и протоколов передачи данных (Modbus RTU, Modbus TCP, OPC).

Преимуществом применения в АСУ ПЗ ПЛК является возможность программирования, быстрая настройка и изменения конфигурации, масштабируемость при модернизации. Математическая и логическая обработка поступающей в ПЛК информации от извещателей, датчиков, исполнительных устройств и органов управления позволяют разрабатывать программные алгоритмы обработки сигналов, позволяющие решить задачи исключения ложных срабатываний, обеспечить диагностику технических средств АСУ ПЗ [1].

Для применения ПЛК для АСУ ПЗ на территории Российской Федерации необходимо прохождение сертификации соответствия требованиям ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная» и ТР ЕАЭС 043/2017 «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения». На сегодняшний день можно выделить следующие сертифицированные ПЛК для использования в АСУ ПЗ – REGUL R500, ЭМИКОН, СПАРК», «ПожПГ-А» и др.

Построение РСУ и СПАЗ выполняется с использованием промышленных ПЛК. Для опасных производственных объектов существует требование использования отказоустойчивой АСУ, которая выполняется по принципу резервирования (дублирование, троирование). В этом случае применяемые ПЛК являются равноправными и при выходе из строя одного работоспособность других сохраняется с возможностью горячей замены вышедших из строя модулей. Резервирование предполагается как РСУ, так и СПАЗ. Программирование ПЛК выполняется с использованием стандартизированных языков МЭК (IEC) стандарта IEC61131-3 «Контроллеры программируемые» [8, 9].

Связь ПЛК с устройствами полевого уровня выполняется через полевую шину, взаимосвязь между ПЛК для организации единой сети выполняется через индустриальный Ethernet (RS-485, Modbus RTU).

Для обеспечения интеграции контроллеры АСУ ПЗ и контроллеры подсистем АСУ ТП соединяются через каналы передачи данных, например, через Modbus TCP. Обеспечение надежности соединения играет важную роль и в этом случае требования к резервированию распространяются и на интерфейсы передачи данных между АСУ ПЗ и АСУ ТП [2].

СПАЗ должна соответствовать требуемому уровню полноты безопасности (УПБ), определяемым по стандартам серии МЭК 61508 «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью», определяемым на основании анализа опасности и

работоспособности контуров безопасности с учетом риска, возникающего при отказе контура безопасности. Однако в п. 234 Общих правил взрывобезопасности предусматривается что для обеспечения, требуемого УПБ в качестве дополнительных источников информации допускается использование датчиков других подсистем АСУ ТП, в нашем случае аналогичными датчиками оснащена РСУ. А также п. 235 Общих правил взрывобезопасности предусмотрено, что при дополнительном обосновании возможно применение СПАЗ исполнительных устройств других подсистем АСУ ТП, однако в этом случае исполнительное устройство должно быть обеспечено двумя блоками воздействующим на исполнительный механизм, один связан с СПАЗ, другой с РСУ, сигналы от СПАЗ должны быть в приоритете перед другими сигналами от АСУ ТП.

Следовательно, взаимодействие РСУ и СПАЗ выполняется на контроллерном уровне для получения более достоверной информации с использованием полученной информации от аналогичных датчиков системы управления и создания алгоритмов на базе логического контура 2оо3 (срабатывание двух из трех датчиков одного параметра). Данное решение считается надежным и экономически выгодным.

Взаимодействие АСУ ПЗ и СПАЗ на данном уровне можно организовать путем передачи извещений о пожаре через «сухие контакты» [2], а также возможно предусмотреть алгоритмы и контуры безопасности СПАЗ инициируемые от сигналов АСУ ПЗ. В данном случае для взаимодействия АСУ ПЗ и СПАЗ возможным вариантом связи предлагается соединение модуля вывода АСУ ПЗ с модулем ввода СПАЗ через коммутатор сети АСУ ПЗ. На рисунке 1 представлена блок-схема подключения рассматриваемых модулей.

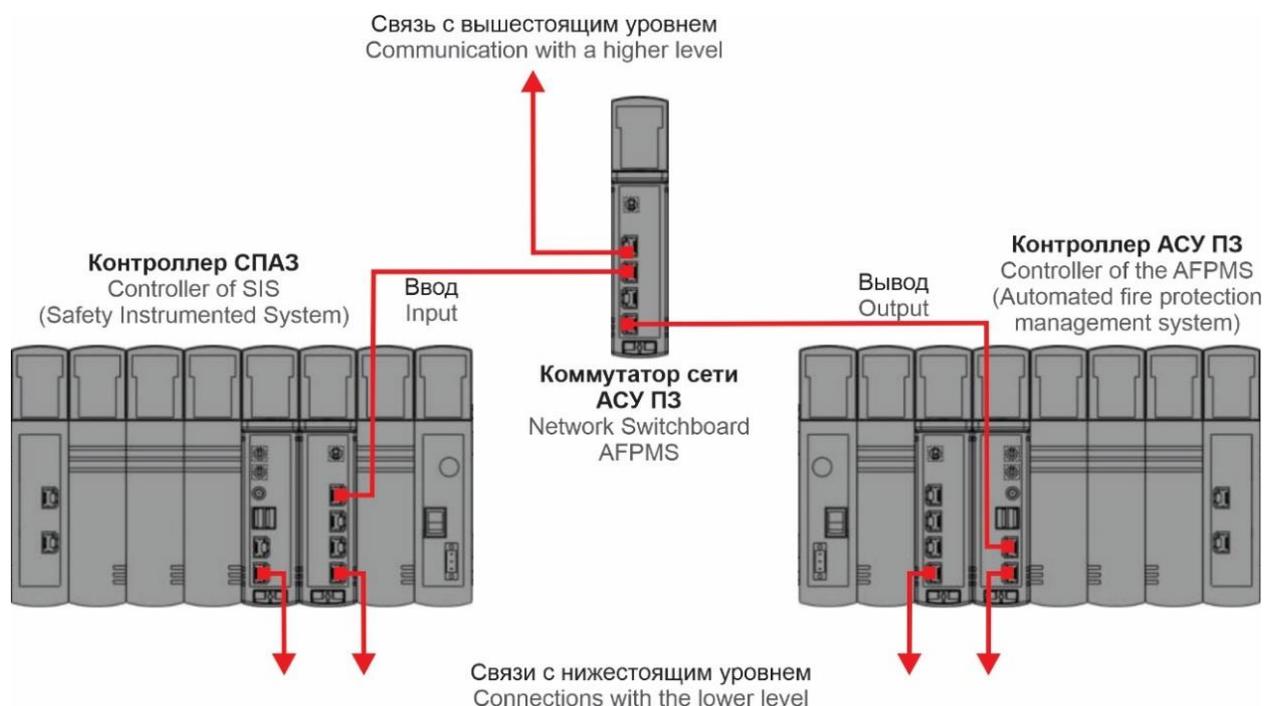


Рисунок 1 – Блок-схема подключения модуля вывода контроллера АСУ ПЗ к модулю ввода контроллера СПАЗ

Системный уровень в АСУ ПЗ предусматривает автоматизированные рабочие места оператора и инженеров АСУ ПЗ. Для связи с уровнем управления зачастую используется сеть Ethernet (RS-485, Modbus), которая позволяет получить резервированное межуровневое соединение [1].

Системный уровень АСУ ТП предусматривает автоматизированные рабочие места оператора, инженеров PCY и СПАЗ. Обмен данными осуществляется по каналам Ethernet (RS-485, Modbus). Системный уровень АСУ ТП строится с использованием специального программного обеспечения SCADA (Supervisory control and data acquisition – Диспетчерский контроль и сбор данных) системы. Программный пакет SCADA системы позволяет осуществлять сбор данных, их обработку и предоставление информации оператору в удобном виде в режиме реального времени, реализация алгоритмов автоматического контроля и управления, аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями, подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса.

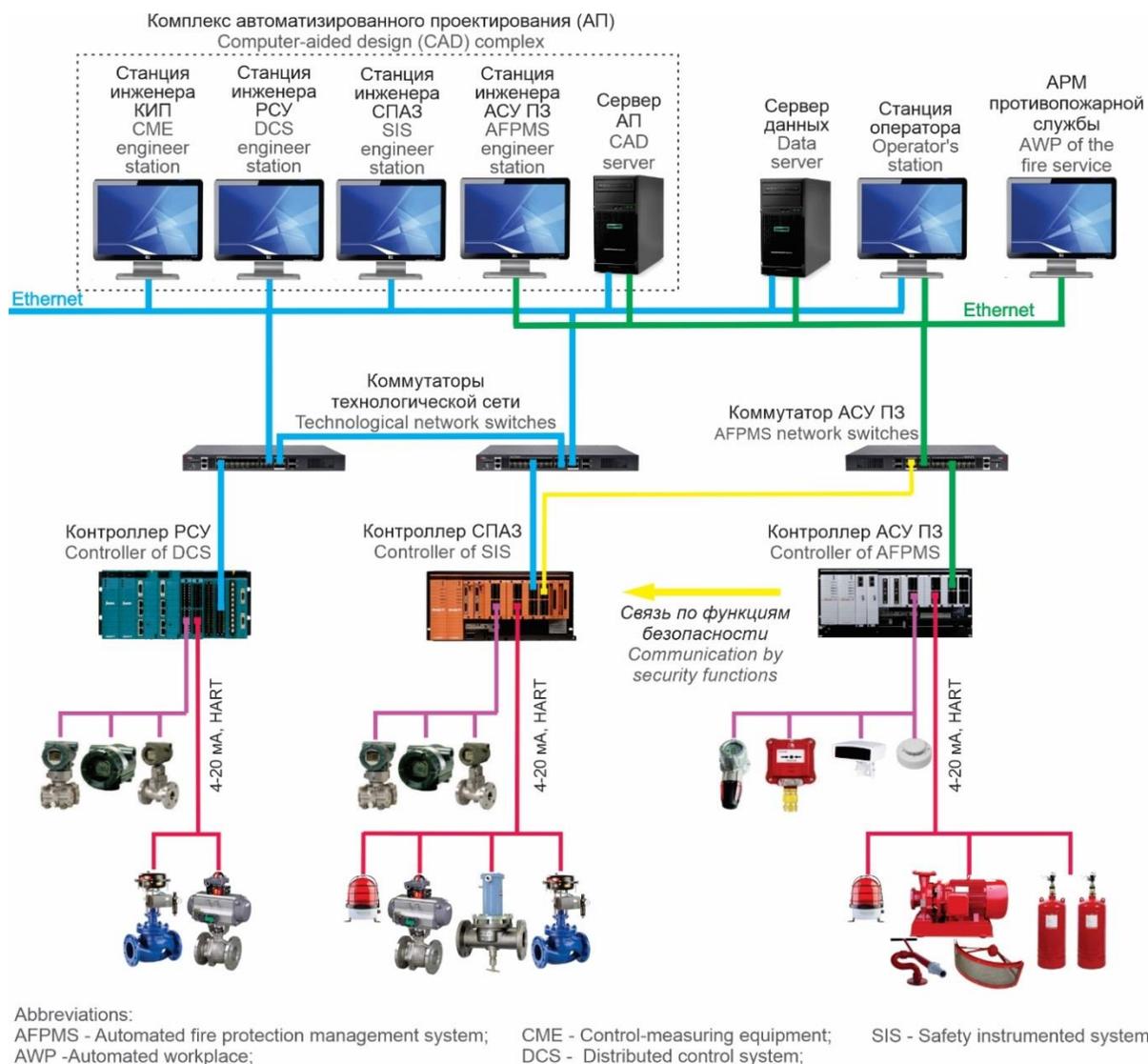


Рисунок 2 – Схема информационных связей единой автоматизированной системы управления

Интеграцию в единый уровень управления подсистемами АСУ ТП можно реализовать на базе SCADA системы как технологические АРМ и рабочие места операторов АСУ ПЗ [2]. Подключение оборудования к SCADA системе предполагает применение технологии OPC UA (Open Platform Communications United Architecture – Открытая платформа коммуникаций Объединенная архитектура) обеспечивающая универсальную кроссплатформенную совместимость и единый интерфейс для обмена данными и управления различными устройствами. На рисунке 2 представлена схема информационных связей единой АСУ.

На основе представленной в статье информации следует сделать выводы о том, что в АСУ ТП существует тесная связь между подсистемами РСУ, СПАЗ, АСУ ПЗ на техническом, информационном уровнях и возможна интеграция в единую АСУ. Интеграция РСУ и АСУ ПЗ реализуется на системном уровне для контроля за состоянием автоматической противопожарной защиты объекта, а также управлением с локальной панели оператора. Интеграция СПАЗ и АСУ ПЗ реализуется на контроллерном уровне для связи по функциям безопасности при возникновении аварийной ситуации. Необходимо отметить, что нормативными требованиями предусмотрены условия взаимодействия РСУ, СПАЗ и АСУ ПЗ.

Интеграция РСУ, СПАЗ и АСУ ПЗ в единую АСУ позволит обеспечить информативность, автоматическое и дистанционное управление противоаварийными и противопожарными устройствами интегрируемой системы, что в свою очередь обеспечит автоматическое реагирование и оперативное управление аварийной ситуацией на нефтеперерабатывающем предприятии. Также следует отметить возможность предусмотреть при проектировании дополнительные контуры безопасности СПАЗ, инициируемые по сигналам от АСУ ПЗ, а также реализацию функции контроля и диагностики устройств АСУ ПЗ с выдачей сигналов в SCADA систему.

Список литературы

1. Лелека В. И., Ткачук М.Ю., Гвоздырев А.В. Автоматизация пожаротушения и охранно-технологических функций. Интеграция на базе промышленных контроллеров // Системы безопасности. – 2011. – № 4.
2. Левин С. Н. Интеграция систем противопожарной защиты с АСУ ТП / С. Н. Левин // Алгоритм безопасности. – 2016. – № 4. – С. 12-14.
3. Каймонов О. С., Макаренко А. А. Автоматизированные системы пожарной безопасности для предприятий нефтеперерабатывающего комплекса // Перспективы развития информационных технологий. – 2014. – № 18. – С. 163-168.
4. Мокеев М. В., Перебейнос М. А. Взрывозащищенное оборудование ЗАО НПК "ЭТАЛОН" // Территория Нефтегаз. – 2011. – № 5. – С. 26-29.
5. Sauter T. The Three Generations of Field-Level Networks—Evolution and Compatibility Issues // IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2010. – № 57(11). – P. 3585-3595. DOI:10.1109/TIE.2010.2062473.
6. Евдокимов Д. А., Ярыш Р. Ф. Modbus – протокол передачи данных // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XVII Международной научно-практической конференции: в 2 ч., Пенза, 05 февраля 2021 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2021. – С. 66-68.
7. Kafoori K. E., Motamedi S. A., Ziaei A. Foundation Fieldbus H1 physical layer diagnosis improvement // Conference: AFRICON. – 2009. DOI:10.1109/AFRCON.2009.5308122.

8. Черкасов А. С. Использование языков МЭК 61131-3 для программирования логических контроллеров // Символ науки: международный научный журнал. – 2020. – № 1. – С. 34-37.
9. Оспанов, К. К. Аналитический обзор систем противоаварийной и противопожарной защиты технологического процесса гидроочистки дизельного топлива / К. К. Оспанов, А. В. Федоров, С. К. Байжанова // Наука и образование в гражданской защите. – 2022. – № 3. – С. 64-69.

References

1. Leleka V. I., Tkachuk M.YU., Gvozdyrev A.V. Avtomatizaciya pozharotusheniya i ohranno-tekhnologicheskikh funkcij. Integraciya na baze promyshlennykh kontrollerov // Sistemy bezopasnosti. – 2011. – № 4.
2. Levin S. N. Integraciya sistem protivopozharnoj zashchity s ASU TP / S. N. Levin // Algoritm bezopasnosti. – 2016. – № 4. – S. 12-14.
3. Kajmonov O. S., Makarenko A. A. Avtomatizirovannye sistemy pozharnoj bezopasnosti dlya predpriyatij neftepererabatyvayushchego kompleksa // Perspektivy razvitiya informacionnykh tekhnologij. – 2014. – № 18. – S. 163-168.
4. Mokeev M. V., Perebejnos M. A. Vzryvozashchishchennoe oborudovanie ZAO NPK "ETALON" // Territoriya Neftegaz. – 2011. – № 5. – S. 26-29.
5. Sauter T. The Three Generations of Field-Level Networks—Evolution and Compatibility Issues // IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2010. – № 57(11). – R. 3585-3595. DOI:10.1109/TIE.2010.2062473.
6. Evdokimov D. A., Yarysh R. F. Modbus - protokol peredachi dannyh // Sovremennaya nauka: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii: sbornik statej XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 2 ch., Penza, 05 fevralya 2021 goda. – Penza: "Nauka i Prosveshchenie" (IP Gulyaev G.YU.), 2021. – S. 66-68.
7. Kafoori K. E., Motamedi S. A., Ziaei A. Foundation Fieldbus H1 physical layer diagnosis improvement // Conference: AFRICON. – 2009. DOI:10.1109/AFRCON.2009.5308122.
8. CHERKASOV A. S. Ispol'zovanie yazykov MEK 61131-3 dlya programmirovaniya logicheskikh kontrollerov // Simvol nauki: mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal. – 2020. – № 1. – S. 34-37.
9. Ospanov, K. K. Analiticheskij obzor sistem protivopozharnoj i protivopozharnoj zashchity tekhnologicheskogo processa gidroochistki dizel'nogo topliva / K. K. Ospanov, A. V. Fedorov, S. K. Bajzhanova // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2022. – № 3. – S. 64-69.

А. В. Федоров¹, К. К. Оспанов², С. К. Байжанова²

¹*Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет академиясы, Мәскеу, Ресей*

²*Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы, Көкшетау, Қазақстан*

МҰНАЙ ӨНДЕУ КӘСПОРЫНДАРЫНДАҒЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТІ БАСҚАРУДЫҢ БІРЫҢҒАЙ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІНЕ ӨРТТЕН ҚОРҒАУ ЖҮЙЕЛЕРІН ИНТЕГРАЦИЯЛАУ

Аңдатпа. Мұнай өндеу кәсіпорындарында аварияға қарсы автоматты қорғау жүйесі және өртке қарсы қорғауды басқарудың автоматтандырылған жүйесі дербес орындауына байланысты, өртке және жарылысқа байланысты авариялық жағдайларға кешенді және автоматты ден қою үшін өзара іс-қимылды қамтамасыз етуге мүмкіндік бермейді. Осыған байланысты нормалар мен ережелердің талаптарын, сондай-ақ осы жүйелердің ақпараттық интеграциясын қамтамасыз етудің техникалық мүмкіндіктерін қарастыру қажет.

Түйінді сөздер: авариялық газдану, өрт, жарылыс, басқару жүйесі, автоматтандырылған жүйе, өрттен қорғау, технологиялық процесс аварияға қарсы автоматты қорғау.

A.V. Fedorov¹, K. K. Ospanov², S. K. Baizhanova²

¹*Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation*

²*Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan*

INTEGRATION OF FIRE PROTECTION SYSTEMS INTO A SINGLE AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEM AT OIL REFINERIES

Abstract. The autonomous design of the automatic emergency protection system and the automated fire protection management system at oil refineries do not allow for interaction for a comprehensive and automatic response to emergency situations related to emissions, fire and explosion. In this regard, it is necessary to consider the requirements of norms and rules, as well as the technical possibilities of ensuring the information integration of these systems.

Key words: emergency gas contamination, fire, explosion, control system, automated system, fire protection, technological process emergency automatic protection.

Сведения об авторах / Авторлар туралы мәлімет / Information about the authors

Андрей Владимирович Федоров – техника ғылымдарының докторы, профессор, Ресей ТЖМ Мемлекеттік өртке қарсы қызмет Академиясының өрт автоматикасы кафедрасының профессоры. Ресей Федерациясы, Мәскеу, Борис Галушкин көшесі, 4. E-mail: fedorov-ppa@yandex.ru

Кайрат Кельденұлы Оспанов – Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясының өрттің алдын алу кафедрасының доценті. Қазақстан, Көкшетау, Ақан Сері к-сі, 136. E-mail: kairat_ospanov90@bk.ru

Салтанат Канатқызы Байжанова – Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғаныс академиясының әлеуметтік-гуманитарлық пәндер, тілдер және психологиялық дайындық кафедрасының аға оқытушысы. Қазақстан, Көкшетау, Ақан Сері к-сі, 136. E-mail: baizhanovas@gmail.com

Федоров Андрей Владимирович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пожарной автоматики Академии Государственной противопожарной службы МЧС России. Российская Федерация, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4. E-mail: fedorov-ppa@yandex.ru

Оспанов Кайрат Кельденович – доцент кафедры пожарной профилактики Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136. E-mail: kairat_ospanov90@bk.ru

Байжанова Салтанат Канатовна – старший преподаватель кафедры социально-гуманитарных дисциплин, языков и психологической подготовки Академии гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серэ, 136. E-mail: baizhanovas@gmail.com

Andrey V. Fedorov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of Fire Automation; Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia. 4 Borisa Galushkina St., Moscow, Russia. E-mail: fedorov-ppa@yandex.ru

Kairat K. Ospanov – Associate Professor of the Department of Fire Prevention of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. 136 Akan Sere str., Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: kairat_ospanov90@bk.ru

Saltanat K. Baizhanova – senior lecturer of the Department of Social and Humanitarian Disciplines, Languages and Psychological Training of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. 136 Akan Sere str., Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: baizhanovas@gmail.com