

Научная статья

УДК 622.276:614.849; DOI: 10.61260/1998-8990-2023-4-23-31

О ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ ВЗРЫВОПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

✉ Кузьмина Татьяна Анатольевна;

Романов Николай Николаевич;

Смирнов Алексей Сергеевич.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ kuzmina@igps.ru

Аннотация. Показано, что использование в процессе проверки состояния технологических трубопроводов разнообразных физических методов предполагает работу со значительной номенклатурой измерительных приборов и множественностью форматов документов. В процессе исследования была сформирована модель информационной поддержки жизненного цикла технологического трубопровода, основанная на концепции CALS, которая в рамках информационного пространства интегрированной информационной среды «Технологический трубопровод» может обеспечить единообразные способы эффективного взаимодействия работников контрольно-надзорных органов, персонала предприятия и специалистов экспертных организаций с учетом содержания актуальной нормативной базы. Для размещения ресурсов предлагается частная облачная инфраструктура в виде кластера MS Windows Server DataCenter под управлением Hyper-V. Разработаны и реализованы локальная схема информационного взаимодействия между предприятием, экспертной организацией и контрольно-надзорным органом, а также алгоритм загрузки технического отчета в базе данных интегрированной информационной среды.

Ключевые слова: технологический трубопровод, жизненный цикл трубопровода, горючая жидкость, легковоспламеняющаяся жидкость, интегрированная информационная среда, пожароопасность, пожарная безопасность

Для цитирования: Кузьмина Т.А., Романов Н.Н., Смирнов А.С. О повышении уровня взрывопожаробезопасности технологических трубопроводов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2023. № 4 (68). С. 23–31. DOI: 10.61260/1998-8990-2023-4-23-31.

Scientific article

ON IMPROVEMENT OF EXPLOSION AND FIRE SAFETY LEVEL OF PROCESS PIPELINES

✉ Kuzmina Tatyana A.;

Romanov Nikolay N.;

Smirnov Aleksey S.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ kuzmina@igps.ru

Abstract. It has been shown that the use of various physical methods in the process of examination of the state of process pipelines involves working with a significant range of measuring instruments and a variety of document formats. In the course of the study, a model of information support for the process pipeline life cycle was formed, based on the CALS concept, which, within the framework of the information space of the «Process Pipeline», can provide uniform methods of effective interaction between employees of control and supervisory bodies, enterprise personnel and specialists of expert organizations, taking into account the content

© Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2023

of the current regulatory framework. To host resources, a private cloud infrastructure is offered in the form of a cluster of MS Windows Server DataCenter running Hyper-V. The local scheme of information interaction between the enterprise, the expert organization and the control and supervisory body, as well as the algorithm for loading the technical report into the database, have been developed and implemented.

Keywords: process pipeline, pipeline life cycle, combustible liquid, flammable liquid, integrated information environment, fire danger, fire safety

For citation: Kuzmina T.A., Romanov N.N., Smirnov A.S. On improvement of explosion and fire safety level of process pipelines // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of risk management in the technosphere. 2023. № 4 (68). P. 23–31. DOI: 10.61260/1998-8990-2023-4-23-31.

Введение

Технологические системы транспортировки горючих (ГЖ), легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и газов, прежде всего углеводородов (УВ), на современных промышленных объектах относятся к сложным инженерно-техническим сооружениям, характеризующимся значительным объемом перекачки, существенными расстояниями между технологическими аппаратами и хранилищами и возможными внешними и внутренними воздействиями.

Аварийные выбросы ГЖ и ЛВЖ на технологических трубопроводах промышленных предприятий имеют взрывопожароопасный характер и могут развиваться в техногенную катастрофу. Несанкционированная утечка УВ через свищи технологического трубопровода обычно сопровождается формированием взрывопожароопасной газовой смеси.

Этим обусловлена вероятность возникновения аварийных ситуаций, вызванных нарушениями герметичности самих трубопроводов и запорно-коммуникационной арматуры, которые приведут к выбросам УВ с последующими пожарами и взрывами, следствием которых могут быть потери персонала, отрицательные изменения в экологии окружающей среды и существенные экономические потери [1, 2].

Анализ статистических данных по авариям на технологических трубопроводах объектов нефтегазового комплекса, представленный в Ростехнадзоре [3], дает основание полагать, что подобные происшествия, обусловленные, как правило, проливами или выбросами ГЖ и ЛВЖ, имеют тенденцию перерастать в пожары, для которых характерно интенсивное тепловое воздействие продуктов горения на другое технологическое оборудование и транспортные средства. Подобные аварии часто имеют своим следствием существенный материальный ущерб для предприятия и даже человеческие жертвы среди персонала. Подобные аварии на технологических трубопроводах представляют высокую пожарную опасность и часто бывают вызваны нарушениями в процессе их подготовки к ремонтным работам, а также износом материалов, из которых были изготовлены собственно технологические трубопроводы и отдельные детали, входящие в детали обвязки типа прокладок на фланцевых соединениях, сальниковых уплотнителей. Указанные обстоятельства предполагают требования к проведению периодических обследований технического состояния технологических трубопроводов, что отражается в отечественной и зарубежной нормативной базе.

Методы исследования

В ходе проведения инспектирующих мероприятий по проверке состояния технологических трубопроводов используется широкий спектр физических полей (магнитных, электрических, акустических и др.), измерение характеристик которых позволяет решать поставленные задачи без нарушения герметичности трубопроводов и разрушения изолирующей оболочки.

К самым распространенным методам изучения состояния технологических трубопроводов относятся: метод сравнения расходов рабочей среды, метод сравнения градиентов расходов рабочей среды, метод детерминированного уменьшения давления рабочей среды, метод гидравлической локации утечки рабочей среды, корреляционно-аналитический метод, метод акустического источника, метод линейного баланса расходов рабочей жидкости, метод ударных волн Н.Е. Жуковского, метод отрицательных ударных волн, метод контроля тепловых полей, тепловизионный и расчетно-аналитический методы.

Например, если над технологическим трубопроводом располагается железобетонное перекрытие, что может существенным образом влиять на характеристики магнитного поля и ослаблять электромагнитные сигналы, то в патентных исследованиях [4, 5] предлагается сочетать амплитудный и фазовый методы. При использовании амплитудного метода измеряется величина затухания электромагнитного импульса по мере удаления на фиксированный шаг от источника сигнала, подаваемого на вход технологического трубопровода. Считая трубопровод длинной линией, в которой стальное тело трубопровода проводник, а диэлектрический слой изоляции обладает распределенной электрической емкостью, появляется возможность регистрировать характеристики образующейся стоячей электромагнитной волны.

Если искажения электромагнитного поля внешними воздействиями не дает возможность использовать амплитудный и фазовые методы, в работах [6, 7] предлагается применение микрофонного метода, включающего в себя генерацию низкочастотного (близкого к инфразвуку) акустического поля, характеристики которого дают возможность не только проводить трассологические исследования, но и определить локацию возможных утечек рабочей среды.

Совершенствование методов электро- и магнитометрических измерений в их сочетании дает возможность получить объективную информацию о развитии коррозионных процессов на внешней и внутренней поверхностях технологического трубопровода. В рамках проведения комплексного обследования использование метода измерения градиента напряжения постоянного тока (в отечественной литературе – ГНПТ, в зарубежных источниках – DCVG) ГНПТ позволяет произвести локализацию повреждений изоляционного покрытия трубопровода и оценку значимости (веса) повреждения, а также определить уровень коррозионного поражения стального тела технологического трубопровода [8].

Магнитометрические методы также позволяют исследовать состояние кольцевых сварных швов [9].

Применение метода контроля тепловых полей в условиях промышленных предприятий дает возможность с достаточной степенью точности находить зоны тепловых потерь, образующихся из-за нарушения теплоизоляции, и осуществлять трассировку технологических трубопроводов, которые производят перемещение теплоносителей или горячих продуктов без демонтажа перекрытия [10].

Таким образом, использование в процессе проверки состояния технологических трубопроводов разнообразных физических методов предполагает работу со значительной номенклатурой измерительных приборов. Процесс же документирования полученных в результате измерений данных, объективного характеризующих состояние исследуемого трубопровода, осложняется множественностью форматов документов.

Кроме того, существует необходимость решения нескольких проблем организационного плана:

- значительные временные затраты на создание и текущее сопровождение деловой и технической документации;
- вероятность появления неточностей и некорректностей в содержании формируемых документов из-за перегруженности исполнителей;

- субъективность в оценке специалистами результатов проведения инспектирующих мероприятий по обследованию состояния технологического трубопровода вследствие лагун в информационном обеспечении;
- недостаточность информации, полученной в ходе обследования, для формирования плановых ремонтно-диагностических мероприятий технологических трубопроводов;
- избыточное дублирование информации, связанной с техническим состоянием технологических трубопроводов в различных источниках;
- организационные и технологические затруднения в проведении инспектирующих мероприятий, возникающие у специалистов вследствие недостаточного информационного обеспечения;
- иногда наблюдаемая недостаточная компетентность специалистов, обслуживающих технологические трубопроводы.

Тексты действующих стандартов, нормативов и других руководящих документов при наличии соответствующей адресной базы можно найти в глобальной сети Internet, данные о результатах ранее проведенных ремонтно-профилактических работ обычно фиксируются в соответствующих журналах предприятия, теплофизические свойства обрабатываемых продуктов и материалов присутствуют в разнообразных справочных пособиях, например в работах [11, 12]. Однако возможные проблемы с доступом в сеть Internet, отсутствие технической документации по средствам контроля на русском языке, различия в интерфейсах применяемых программных продуктов, неудовлетворительное состояние изометрических схем, отсутствие специализированного инструментария обработки результатов проведенных измерений и проведения необходимых расчетов могут затруднить процедуру исследования состояния технологического трубопровода.

Эти обстоятельства обуславливают актуальность формирования автоматизированной системы информационной поддержки процедуры экспертизы состояния технологического трубопровода, которая была бы обязательным компонентом системы управления жизненным циклом (ЖЦ) трубопровода и позволяла бы:

- поиск и нахождение в стандартах, технических нормативах, директивных документах информационных фрагментов, обобщающих сведения о материалах и комплектующих изделиях, применяемых в данном виде технологических трубопроводов, а также технические описания и инструкции по эксплуатации используемых технических средств контроля;
- трансляцию необходимой информации из локальной сети предприятия, связанной с реальным расположением технологических трубопроводов, их текущим техническим состоянием, ранее проводимых ремонтно-профилактических работах, возможных авариях, результатами ранее проводимых инспектирующих мероприятий;
- осуществление доступа к базам данных (БД) теплофизических свойств обрабатываемых продуктов, а также материалов, используемых для изготовления трубопровода, фитингов и другой сопутствующей арматуры;
- автоматическое формирование документов, включая спецификацию технологического трубопровода, данные по отбраковочной толщине его стенок и скорости протекания коррозионных процессов, а также результаты исследования текущего состояния трубопровода;
- сохранение в SQL-БД бланков наиболее востребованных документов;
- наполнение информационной модели системы управления ЖЦ технологического трубопровода объективными материалами, полученными в ходе проведения инспектирующих мероприятий.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе исследования была сформирована модель интегрированной информационной среды (ИИС), которая должна обеспечить в ходе проведения инспектирующих мероприятий единообразные способы эффективного взаимодействия контрольно-надзорных органов, персонала предприятия и специалистов экспертных организаций на базе актуальной нормативной документации. В этом случае, чем дольше и чаще применяется ИИС, сформированная в соответствии с CALS, тем больший массив информации накапливается в ИИС в виде чертежей схем, исполнительной документации по результатам проверок, текущей документации и др. Кроме того, появляется возможность организовать автоматизированный обмен данными между производственными предприятиями, эксплуатирующими технологические трубопроводы, проектными и экспертными организациями, а также контрольно-надзорными органами, осуществляющими соответствующие инспектирующие функции (рис. 1).

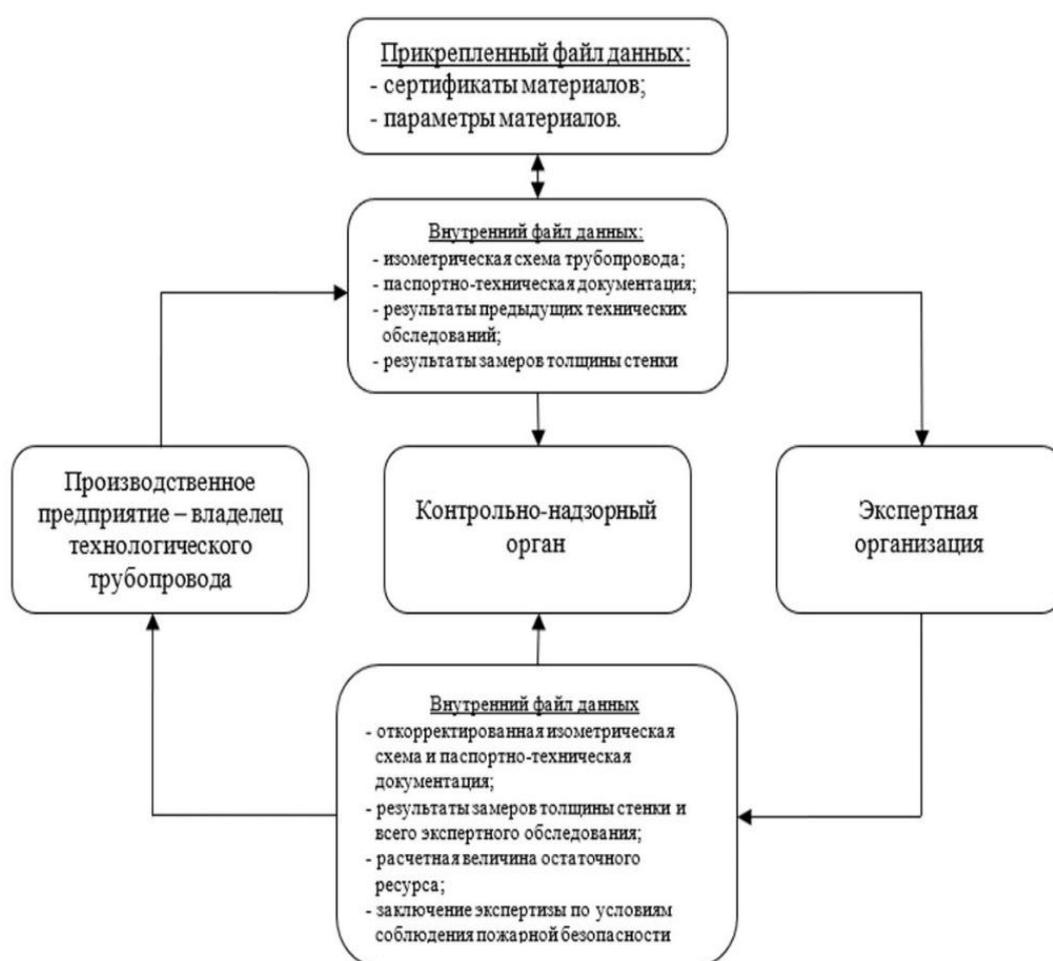


Рис. 1. Локальная схема информационного взаимодействия между предприятием, экспертной организацией и контрольно-надзорным органом

Унификация некоторых нормативных документов и стандартизация статистических отчетов дала возможность упростить представление данных в эксплуатирующие организации и контрольно-надзорные органы по результатам экспертизы состояния технологических трубопроводов, что существенно упростило процедуру их загрузки в SQL-БД (рис. 2).

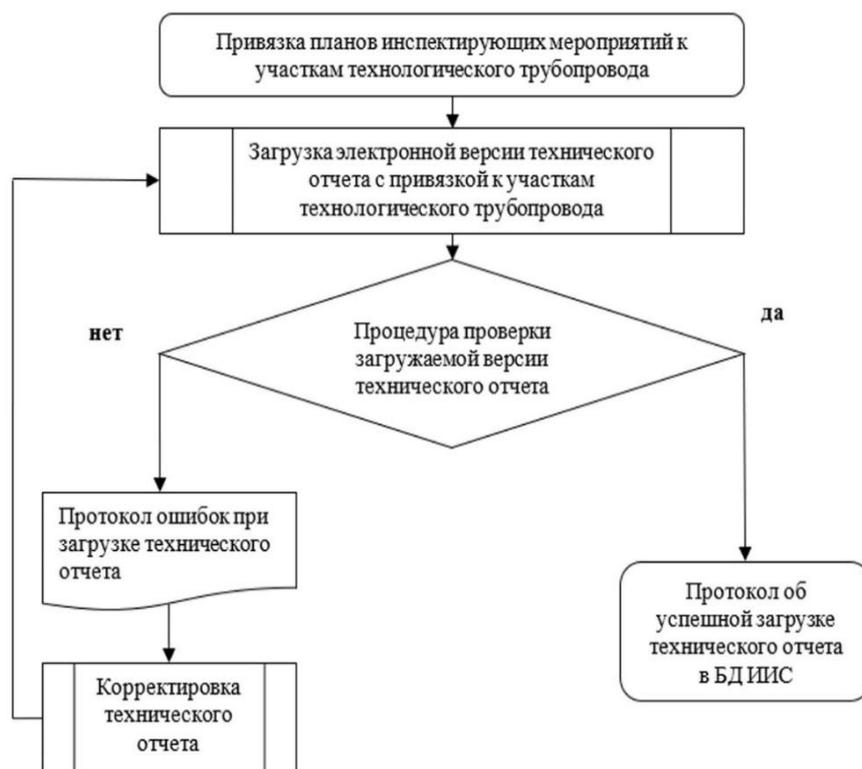


Рис. 2. Алгоритм загрузки технического отчета в SQL-БД ИИС

Реализация ИИС возможна с использованием ресурса автоматизированной системы предприятия, система управления базами данных (СУБД) которой, как правило, выполняется на основе программно-аппаратных решений Oracle. Но наиболее полно выше сформулированным требованиям удовлетворяет ИИС «Инфотех», активно используемой подразделениями ПАО «Газпром».

В ходе реализации β -версии проекта ИИС «Технологический трубопровод» была использована платформа MS, содержащая необходимые в данном случае программные решения.

Совместно со средствами управления облачными ресурсами Windows Server Hyper-V они дают возможность использовать такие полезные возможности частного облака, как:

- возможность дополнительного выделения ресурсов или переадресацию нагрузки на менее задействованные узлы кластера как проявление эластичности ИИС;
- планирование доступа к ресурсам ИИС отдельных пользователей, прежде всего блокирование возможности внесения несанкционированных корректировок о результатах проведения инспектирующих мероприятий по экспертизе технологических трубопроводов;
- высокая надежность и доступность со стороны пользователя, когда возможный сбой на одном из узлов кластера приводит к автоматическому переключению виртуальных машин на другие доступные узлы.

В случае необходимости пользователь формирует на портале самообслуживания ИИС в среде System Center Service Manager запрос на предоставление ресурса информационной поддержки контрольно-надзорных процедур или среды его разработки. На базе такого запроса System Center Orchestrator обеспечивает в случае необходимости соответствующее конфигурирование средств информационной поддержки контрольно-надзорных процедур с доступом к выбранной БД. Это позволяет сформировать виртуальную машину с размещением на web-сервере MS Internet Information Services ИИС «Технологический трубопровод» и соответствующей БД. По окончании контрольно-надзорных процедур возможности портала самообслуживания позволяют удалить образованную ранее

виртуальную среду. Возможности администратора ИИС предполагают доступ к функциям, связанным с контролем состояния облачных ресурсов и готовности соответствующего оборудования.

У пользователя ИИС «Технологический трубопровод» существует возможность доступа к записям в БД по конкретному технологическому трубопроводу.

Кроме того, ИИС позволяет реализовать следующие функции:

- просмотр и редактирование записей в БД по проведенным ремонтам или испытаниям технологического трубопровода и других контрольно-ревизионным процедурам;
- определение остаточного ресурса вероятностно-статистическим методом на основании замеров толщины стенки в реперных точках.

Дополнение и редактирование БД ИИС «Технологический трубопровод» соответствующей паспортно-технической информации происходит через диалоговые окна. Для создания и редактирования изометрических схем технологических трубопроводов в ИИС применяется специализированный графический редактор, загрузка которого происходит обращением к соответствующему разделу меню. Синхронно с обращением к графическому редактору ИИС происходит загрузка из БД предприятия всех накопленных ранее записей по конкретному технологическому трубопроводу.

Заключение

Опыт освоения β -версии ИИС «Технологический трубопровод» преподавателями профильных кафедр, а также слушателями института развития Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России дает основание полагать, что специалисты, хорошо владеющие предметной областью, начинают эффективно использовать информационные возможности ИИС даже на начальной стадии знакомства с ней. Экспертный опрос показал, что основные ожидания специалистов от широкого использования предлагаемой ИИС в информационном сопровождении инспектирующих мероприятий по проверке состояния технологических трубопроводов связаны с:

- повышением оперативности доступа контрольно-надзорных органов к паспортно-технической документации, сохраняемой в БД предприятия;
- увеличением эффективности инспектирующих мероприятий и, как следствие, повышением уровня безопасности при эксплуатации технологических трубопроводов.

Список источников

1. Анализ статистических данных по аварийности в системах газоснабжения / Е.С. Аралов [и др.] // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2019. № 1 (14). С. 9–14.
2. Колосов А.И., Кузнецова Г.А., Гнездилова О.А. Управление работой аварийно-восстановительных служб газораспределительной организации // Научный журнал строительства и архитектуры. 2018. № 1 (49). С. 29–36.
3. Уроки, извлеченные из аварий Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (годовые) // Ростехнадзор. URL: <http://www.gosnadzor.ru/industrial/oil/lessons/> (дата обращения: 12.10.2022).
4. Long feature vertical or horizontal electrical conductor detection methodology using phase coherent electromagnetic instrumentation: patent 5066917 United States, IPC G 01 V 13/00, G 01 V 3/30 / Larry G. Stolarczyk; claimer and patent holder Stolar, Inc. № US 07/466,494; claim. 17.01.90; publ. 19.11.91.
5. Apparatus for locating buried conductors using phase-shifted signals: patent 5471143 United States, IPC G 01 V 3/10. / Ziyad H. Doany; claimer and patent holder Minnesota Mining And Manufacturing Co. № US 08/011,383; claim. 29.01.93; publ. 28.11.95.
6. Crandall Irling B. Theory of vibrating systems and sound. Lenald, 2017. P. 125–129.

7. Муфтаров В.З., Ездин И.П. Применение акустико-резонансной диагностики при обследовании трубопроводов // XII Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 125-летию Т.С. Мальцева: сб. статей. 2020. С. 59–62.

8. Leeds J.M., Leeds S.S. Operators misled by mislabeled aboveground survey methods // Pipeline and gas journal. 2004. P. 15–26.

9. Савченков С.В., Мусонов В.В., Гуськов С.С. Экспериментальные исследования изменения магнитного поля трубопровода в зонах поверхностных дефектов // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2012. № 5. С. 38–42.

10. Козлов Е.Е. Рекомендации по тепловизионному контролю // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2015. № 5–6. С. 12–18.

11. Справочно-вычислительный модуль – пожарная теплофизика: свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU2020613155 / Н.Н. Романов, А.А. Кузьмин, А.А. Пермяков. № 2020612037; заявл. 26.02.2020; зарег. 11.03.2020.

12. Средство ведения систематизированного электронного каталога данных по теплофизическим и физико-химическим свойствам веществ и материалов: свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU2022669674 / Тумановский А.А., Кузьмина Т.А., Воронцова А.А., Пермяков А.А. № 2022669004; заявл. 17.10.2022; зарег. 24.10.2022.

References

1. Analiz statisticheskikh dannykh po avarijnosti v sistemah gazosnabzheniya / E.S. Aralov [i dr.] // Gradostroitel'stvo. Infrastruktura. Kommunikacii. 2019. № 1 (14). S. 9–14.

2. Kolosov A.I., Kuznecova G.A., Gnezdilova O.A. Upravlenie rabotoj avarijno-voosstanovitel'nykh sluzhnb gazoraspredeitel'noj organizacii // Nauchnyj zhurnal stroitel'stva i arhitektury. 2018. № 1 (49). S. 29–36.

3. Uroki, izvlechennye iz avarij Federal'noj sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru (godovye) // Rostekhnadzor. URL: <http://www.gosnadzor.ru/industrial/oil/lessons/> (data obrashcheniya: 12.10.2022).

4. Long feature vertical or horizontal electrical conductor detection methodology using phase coherent electromagnetic instrumentation: patent 5066917 United States, IPC G 01 V 13/00, G 01 V 3/30 / Larry G. Stolarczyk; claimer and patent holder Stolar, Inc. № US 07/466,494; claim. 17.01.90; publ. 19.11.91.

5. Apparatus for locating buried conductors using phase-shifted signals: patent 5471143 United States, IPC G 01 V 3/10. / Ziyad H. Doany; claimer and patent holder Minnesota Mining And Manufacturing Co. № US 08/011,383; claim. 29.01.93; publ. 28.11.95.

6. Crandall Irling B. Theory of vibrating systems and sound. Lenald, 2017. P. 125–129.

7. Muftarov V.Z., Ezdin I.P. Primenenie akustiko-rezonansnoj diagnostiki pri obsledovanii truboprovodov // XII Vseros. (nac.) nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh, posvyashch. 125-letiyu T.S. Mal'ceva: sb. statej. 2020. S. 59–62.

8. Leeds J.M., Leeds S.S. Operators misled by mislabeled aboveground survey methods // Pipeline and gas journal. 2004. P. 15–26.

9. Savchenkov S.V., Musonov V.V., Gus'kov S.S. Eksperimental'nye issledovaniya izmeneniya magnitnogo polya truboprovoda v zonah poverhnostnykh defektov // Truboprovodnyj transport: teoriya i praktika. 2012. № 5. S. 38–42.

10. Kozlov E.E. Rekomendacii po teplovizionnomu kontrolyu // Elektrooborudovanie: ekspluatatsiya i remont. 2015. № 5–6. S. 12–18.

11. Spravochno-vychislitel'nyj modul' – pozharnaya teplofizika: svidetel'stvo o registracii programmy dlya EVM RU2020613155 / N.N. Romanov, A.A. Kuz'min, A.A. Permyakov. № 2020612037; zayavl. 26.02.2020; zareg. 11.03.2020.

12. Sredstvo vedeniya sistematizirovannogo elektronnoho kataloga dannykh po teplofizicheskim i fiziko-himicheskim svojstvam veshchestv i materialov: svidetel'stvo o registracii programmy dlya EVM RU2022669674 / Tumanovskij A.A., Kuz'mina T.A., Voroncova A.A., Permyakov A.A. № 2022669004; zayavl. 17.10.2022; zareg. 24.10.2022.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 20.09.2023; одобрена после рецензирования: 25.10.2023; принята к публикации: 27.10.2023

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 20.09.2023; approved after review: 25.10.2023; accepted for publication: 27.10.2023

Сведения об авторах:

Кузьмина Татьяна Анатольевна, доцент кафедры надзорной деятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат педагогических наук, e-mail: kuzmina@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3573-785X>, SPIN-код: 2511-0787

Романов Николай Николаевич, доцент кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, доцент, e-mail: nik57nik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8254-9424>, SPIN-код: 4828-4313

Смирнов Алексей Сергеевич, первый заместитель начальника Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), доктор технических наук, профессор, e-mail: sas@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1661-9089>, SPIN-код: 1677-1402

Information about the authors:

Kuzmina Tatyana A., associate professor at the department of supervisory activities of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of sciences in pedagogy, e-mail: kuzmina@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3573-785X>, SPIN: 2511-0787

Romanov Nikolay N., associate professor at the department of physical and technical fundamentals of fire safety of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of sciences in technology, docent, e-mail: nik57nik@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8254-9424>, SPIN: 4828-4313

Smirnov Alexey S., first deputy head of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), doctor of technical sciences, professor, e-mail: sas@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1661-9089>, SPIN: 1677-1402