



Нанотехнологии «интеллектуализации» учета энергоресурсов и подавления пожарно-энергетического вреда в инженерных системах жилых зданий. Часть 2

В.В.Белозеров^{1*}, И.В. Ворошилов², А.Н. Денисов³, М.А. Никулин⁴, С.Н. Олейников³

¹ Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

² ООО «Краснодарский компрессорный завод», г. Краснодар, Россия

³ Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, г. Москва, Россия

⁴ Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень, Россия

*Контакты: e-mail: safeting@mail.ru

РЕЗЮМЕ: Введение. В настоящее время и за рубежом, и в России участились случаи аварий, пожаров и взрывов в инженерных системах многоквартирных жилых зданий и индивидуальных жилых домов. При этом «создатели» автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) не озаботились решением задач безопасности инженерных систем, т.к. их целями явились исключительно коммерческие задачи – «цифровизация» учета потребления энергоресурсов и обнаружение их хищения. Именно поэтому в настоящей статье предпринята попытка «устранения беспорядка» в автоматизации инженерных систем жилого сектора. **Методы, модели и средства.** На основе анализа инженерных систем многоквартирных жилых зданий и индивидуальных жилых домов, в результате функционирования которых осуществляется не только доставка ресурсов жизнеобеспечения (газа, холодной и горячей воды, электроэнергии, связи и т.д.), но и возникает пожарно-энергетический и экологический вред, разработана методология «интеллектуализации» средств учета поставляемых ресурсов на предмет диагностики и подавления пожарно-энергетического вреда с помощью современных нанотехнологий и предотвращения таким образом аварий, взрывов и пожаров в жилом секторе. **Результаты и обсуждение.** Методология «интеллектуализации» построена на диалектическом единстве благ и вреда от потребляемых энергоресурсов (электроэнергии, бытового газа, горячей и холодной воды), а также осуществления системного синтеза нанотехнологий и средств «обнаружения и подавления» пожарно-энергетического вреда. Новизна исследования защищена патентами РФ. **Заключение.** Предлагаемый подход позволяет «устранить беспорядок перед автоматизацией» инженерных систем многоквартирных жилых зданий и индивидуальных жилых домов путем «интеллектуализации» приборов учета и оптимизации нанотехнологий подавления пожарно-энергетического вреда, приносящего социально-экономические потери.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: автоматизация, инженерные системы зданий, пожарно-энергетический вред, диагностика опасных факторов пожара и взрыва, электросчетчик-извещатель, компенсатор реактивной мощности, мембранный сепаратор воздуха, термомагнитный сепаратор воздуха.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Белозеров В.В., Ворошилов И.В., Денисов А.Н., Никулин М.А., Олейников С.И. Нанотехнологии «интеллектуализации» учета энергоресурсов и подавления пожарно-энергетического вреда в инженерных системах жилых зданий. Часть 2 // Нанотехнологии в строительстве. – 2021. – Том 13, № 3. – С. 171–180. – DOI: 10.15828/2075-8545-2021-13-3-171-180.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в России участились случаи взрывов природного газа в жилых домах. Так, по данным ОАО «Росгазификация», ежегодно в жилом секторе происходят порядка 200 различных инцидентов, связанных с использованием газа. При этом число

взрывов и социально-экономические потери от них возрастают (рис. 1), а «Ростехнадзор» возлагает вину за произошедшее на человеческий фактор, разделяя последствия на следующие категории – повреждение и обрушение зданий (уничтожение жилого фонда), гибель и травмы людей, материальный ущерб, психологическое воздействие на население, загрязнение

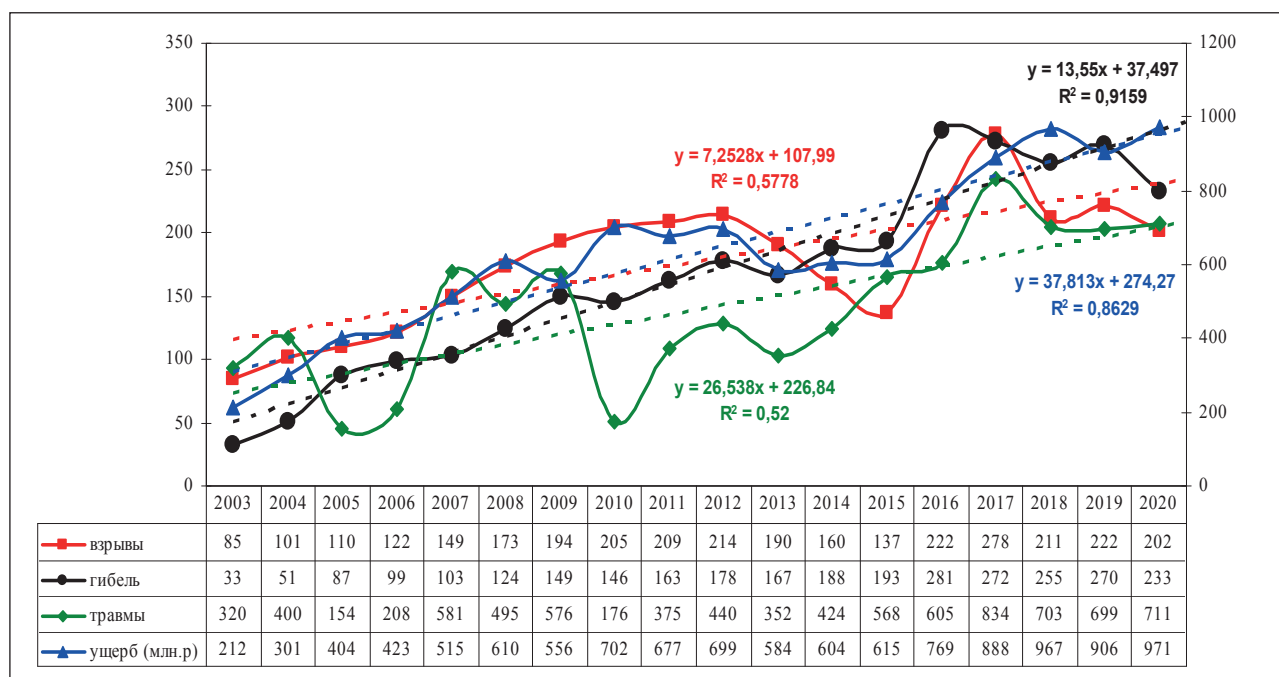


Рис. 1. Графики числа взрывов газа, травм, погибших и ущерба в жилом секторе России

окружающей среды. Эпицентры взрывов в подавляющем большинстве случаев находились внутри квартир. При этом около 80% пострадавших отравились продуктами горения и 20% — в результате взрывов газозвдушной смеси и пожаров [1].

Из ряда пожарно-технических экспертиз следует, что некоторые взрывы и пожары в жилом секторе возникали из-за утечки газа из внешних газопроводов путем натекания в квартиры первых и последних этажей и последующего взрыва/загорания от искробразования в электроустановочных изделиях [2].

Очевидным решением для предотвращения утечек бытового газа является установка на газовом вводе в квартиру / индивидуальный жилой дом счетчика учета потребления газа с электромагнитным клапаном (рис. 2), отключающим подачу газа в случае его утечки [3], а также дополнение электро-счетчика-извещателя-подавителя пожарно-электрического вреда (ЭСИП ПЭВ) датчиком на бытовой газ [4], чтобы обнаружить подобную утечку и предотвратить взрыв путем отключения электроэнергии в квартире / индивидуальном жилом доме с помощью блока компенсации реактивной мощности (БКРМ) ЭСИП ПЭВ (рис. 3), что превращает такое комплексирование в электро-газо-счетчик-извещатель-подавитель ПЭВ (ЭГСИП) [5].

Гранд-SPI (рис. 2) предназначен для коммерческого учета расходуемого природного газа индивидуальными потребителями и включает в себя [3]:

- преобразователь расхода газа — струйный генератор и пьезоэлемент;

- встроенный датчик температуры;
- встроенный датчик давления;
- аналого-цифровой блок;
- вычислительный блок;
- интерфейсный блок;
- элемент автономного питания;
- GSM/GPRS модем (в зависимости от исполнения);
- датчик утечки газа;
- запорный клапан (в зависимости от исполнения);
- корпус счетчика с присоединительными патрубками.

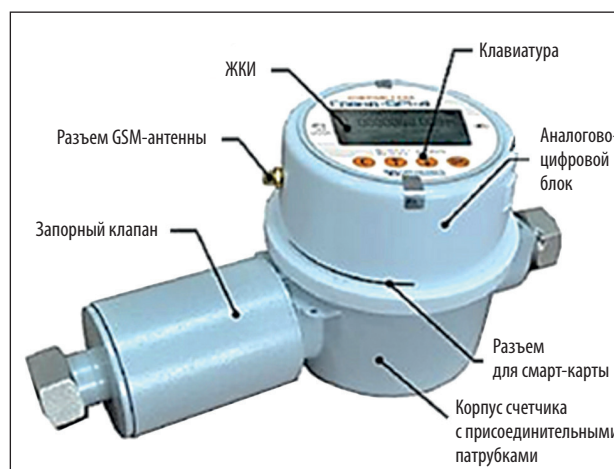


Рис. 2. Газовый счетчик Гранд-SPI с датчиком утечки и с электромагнитным клапаном

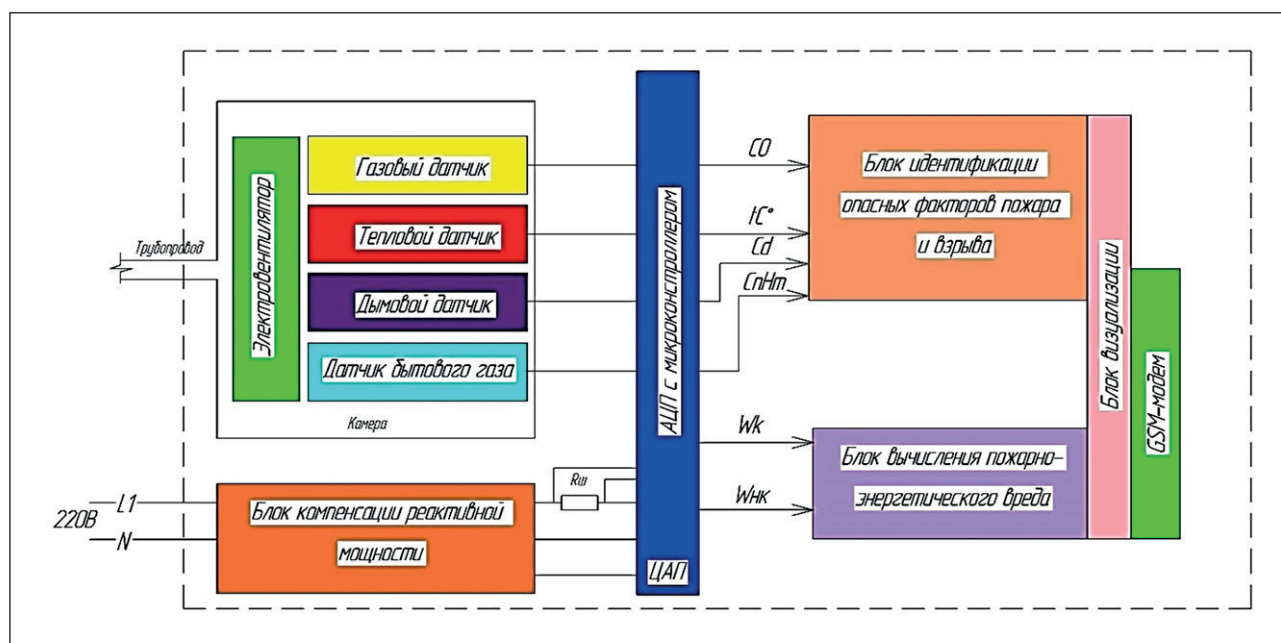


Рис. 3. Блок-схема ЭГСИ с БКРМ

Обмен данными газового счетчика и управление электромагнитным запорным клапаном с внешних устройств, с ЭГСИП ПЭВ в частности, может осуществляться посредством встроенного GSM-модема или проводами с технологического разъема [3].

В этом случае появляется возможность определения уже пожарно-энергетического вреда с размерностью Мдж по формуле [5]:

$$\text{ПЭВ} = k_{\text{Дж}} \cdot (P_{\text{Д}} \cdot W_{\text{Д}} + P_{\text{НД}} \cdot W_{\text{НД}}) + q_{\text{Г}} \cdot P_{\text{Г}} \cdot W_{\text{Г}}, \quad (1)$$

где ПЭВ – пожарно-энергетический вред за время t , $k_{\text{Дж}}$ – коэффициент перевода киловатт/час в Джо-

ули (3,6 МДж); $q_{\text{Г}}$ – теплотворная способность газа (35 МДж/м³); $P_{\text{Г}}$ – вероятность пожара от газовых приборов; $W_{\text{Г}}$ – объем потребляемого газа, $P_{\text{Д}}$ – вероятность пожара от электроприборов при качественной электроэнергии; $W_{\text{Д}}$ – объем качественной электроэнергии, потребленной электроприборами; $P_{\text{НД}}$ – вероятность пожара от электроприборов при некачественной электроэнергии; $W_{\text{НД}}$ – объем некачественной электроэнергии, потребленной электроприборами.

Однако ЭГСИП ПЭВ не сможет защитить квартиру или индивидуальный жилой дом от пожара и взрыва, если они возникли не от электроприборов и собственной утечки газа, а, например, от неосто-

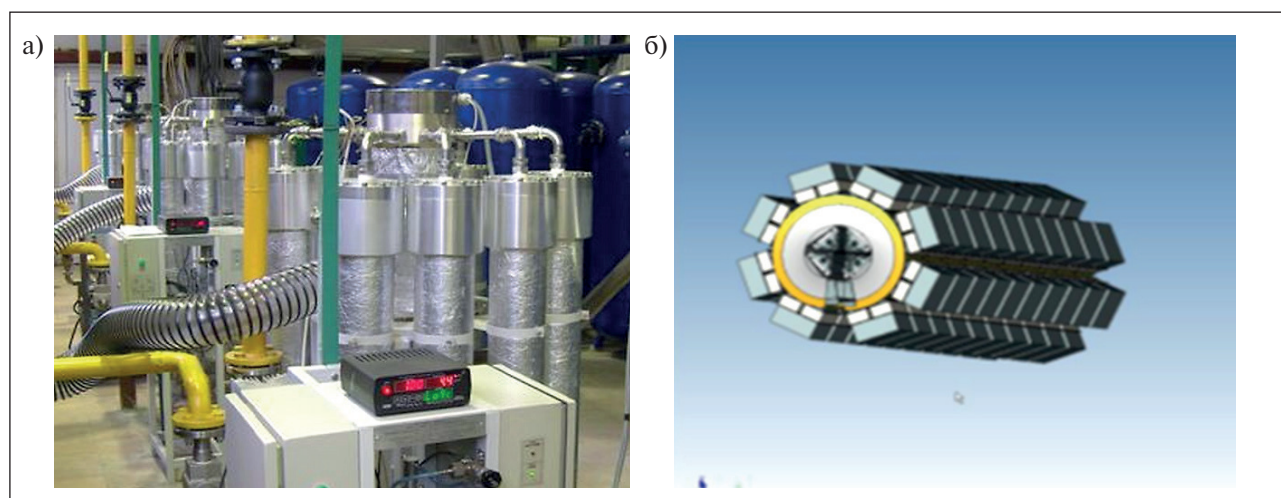


Рис. 4. Мембранный сепаратор воздуха («а») и термомагнитный сепаратор воздуха («б»)

рожного обращения с огнем или тлеющего окурка, а также от утечки бытового газа извне (внешнего газопровода, соседней квартиры и т.д.). Только применение установок газового пожаротушения (а не воды!), которые понижают концентрацию кислорода в защищаемых помещениях, позволяет подавить возгорание без повреждения мебели, приборов и предметов быта [6].

Поэтому возникла идея использовать трубопровод аспирационной системы для подачи азота в защищаемые помещения, например, путем стыковки ЭГСИП ПЭВ с мембранным (рис. 4 «а») сепаратором воздуха (МСВ) или термоманитным (рис. 4 «б») сепаратором воздуха (ТМСВ), т.к. такое комплексирование позволит осуществить полное подавление определяемого ПЭВ и обнаруженных опасных факторов пожара и взрыва (ОФПВ) без нанесения ущерба приборам и предметам быта, что и было защищено патентами РФ [7, 8].

Таким образом, окончательной задачей в «устранении беспорядка» при автоматизации жизнеобеспечения жилого сектора, является комплексирование ЭГСИП ПЭВ с нанотехнологиями газоразделения воздуха и с «интеллектуальными» счетчиками горячей и холодной воды [9] в локальную автоматизированную микросистему диагностики и учета потребляемых энергоресурсов в жилом секторе [5], в т.ч. с подавлением возникающих при этом коммунальных аварий, а также ПЭВ и ОФПВ с помощью электро-газо-водо-счетчика-извещателя-подавителя (ЭГВСИП).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Системный синтез оптимальной модели ЭГВСИП привел к следующим очевидным решениям.

Во-первых, в качестве счетчиков горячей и холодной воды были выбраны приборы «Гранд СВ ТЛМ» (рис. 5), предназначенные для измерений объемов холодной питьевой и горячей воды по стандартам (СанПиН 2.1.4.1074-01 и СанПиН 2.1.4.2496-09), имеющие [9]:

- проточную измерительную камеру с крыльчаткой и датчиком температуры;
- аналого-цифровой блок с жидкокристаллическим индикатором (ЖКИ), клавиатурой, импульсным входом/выходом и GSM каналом связи;
- внешний запорный клапан (с управлением через интерфейсы: MODBUSRTU, GSM, GPRS, Bluetooth).

Во-вторых, такое комплексирование потребовало введения в ЭГВСИП (рис. 6) более мощного контроллера (3) с модулями (3.1–3.3) и портами ввода-вывода (3.4–3.10).

В-третьих, ЭГВСИП с помощью внешнего блока сепарации воздуха (БСВ) легко унифицируется, т.к. состоит только из трубопроводов и электромагнитных клапанов [6]:

- под квартиры в высотных жилых зданиях, где нет газоснабжения и трехфазное электропитание квартир, а МСВ с дополнительными электромагнитными клапанами и блоком запуска его электрокомпрессора, включая дизель резерва (рис. 7 «а»), устанавливается на техническом этаже (рис. 7 «б») или в подвале с соответствующей «разводкой» азотного и воздушного трубопроводов по квартирам параллельно с трубами водоснабжения (рис. 7 «в»),
- под квартиры в многоквартирных жилых зданиях, где используется газоснабжение и однофазное электроснабжение и может использоваться МСВ аналогично высотным зданиям или ТМСВ, который устанавливается рядом с ЭГВСИП в при-

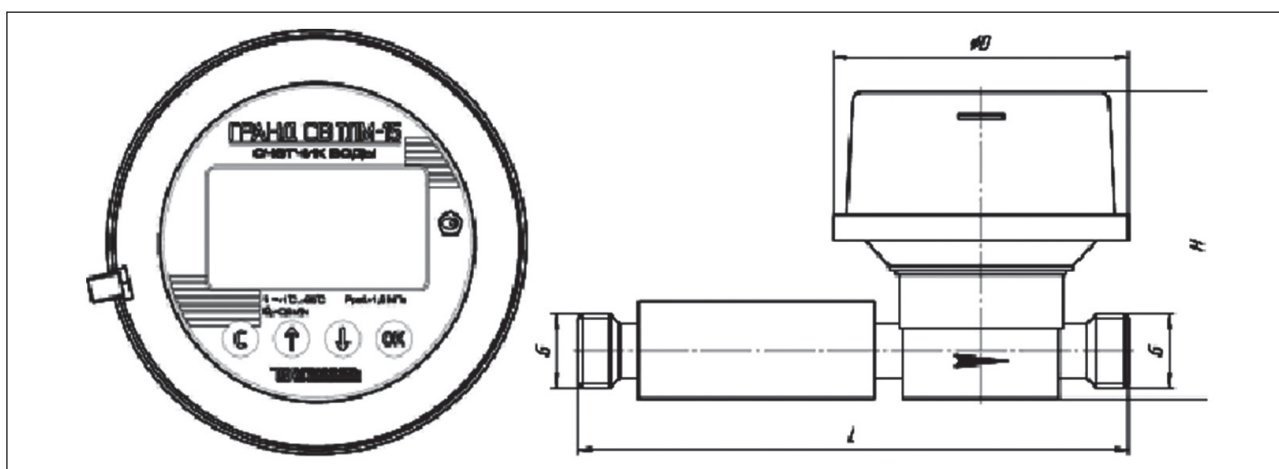


Рис. 5. Счетчики холодной и горячей воды с электромагнитными запорными клапанами

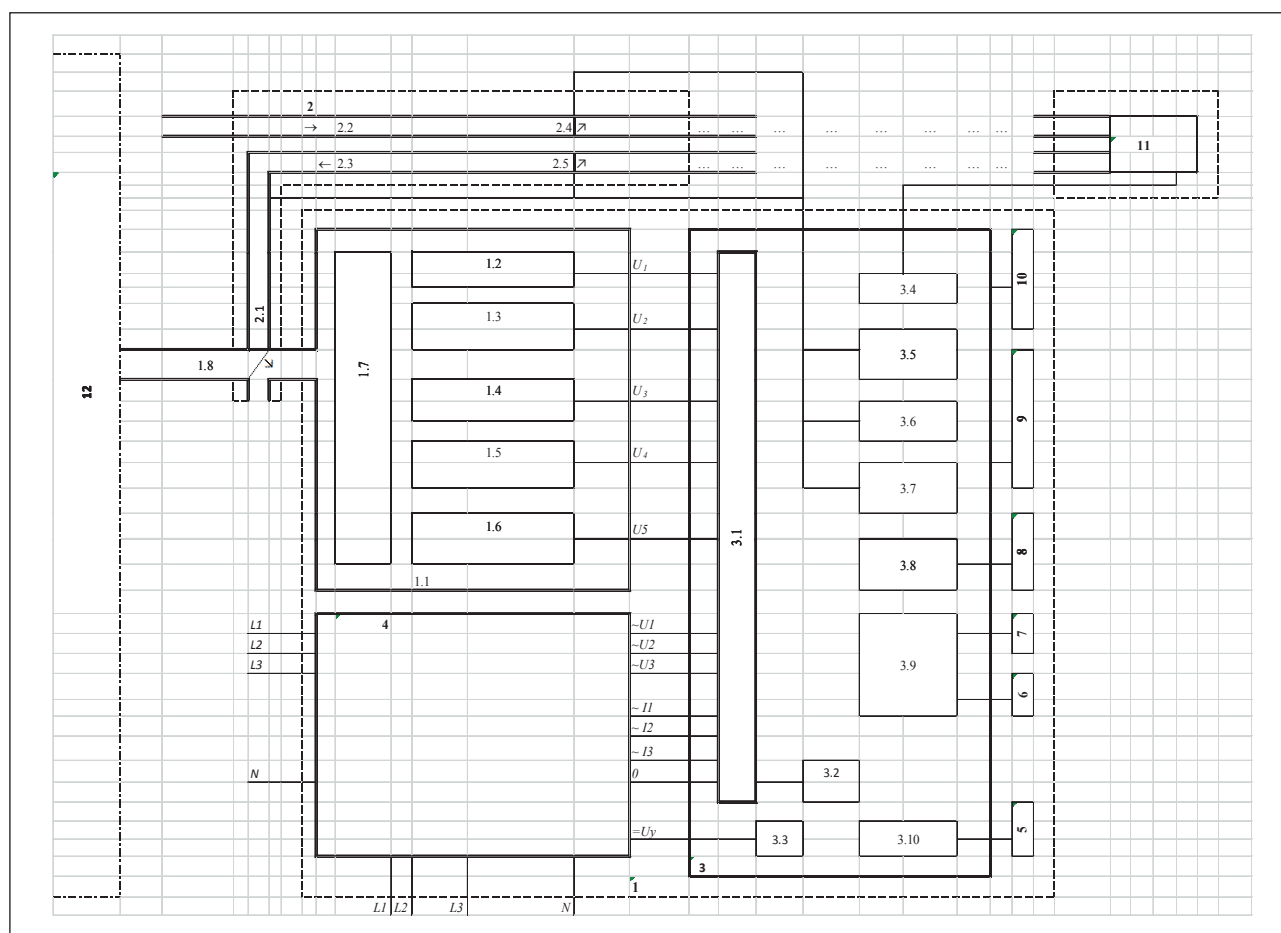


Рис.6. Блок схема ЭГВСИП

хожей, т.к. алгоритмы его функционирования и работы БСВ остаются неизменными,

- под индивидуальный жилой дом (рис. 8), где может быть использован ТМСВ и/или МСВ.

Унификация позволяет выпускать и устанавливать специфицированные ЭГВСИП:

- с газовым счетчиком,
- с одним или несколькими водяными счетчиками,
- с БКРМ для трехфазного и/или однофазного электроснабжения,
- с ТМСВ для квартир и небольших индивидуальных домов,
- с МСВ для многоквартирных и высотных жилых домов.

Таким образом, структура и алгоритмы работы ЭГВСИП, описание которых приведены ниже, не зависят от его спецификации.

На входе в БСВ (2), который питается от ЭГВСИП (1) и его аккумулятора (9), установлены электромагнитные клапаны (2.4, 2.5), через которые подключаются трубопроводы (2.2, 2.3), идущие по стоякам здания рядом с трубами водоснабжения и водоотведения от МСВ (11), устанавливаемого

в помещении технического этажа/подвала и включаемого контроллером (3) через порт ввода-вывода (3.4) при обнаружении ОФПВ в защищаемых помещениях (12) с помощью ЭГВСИП (1).

Одновременно через БКРМ (4) отключается электроэнергия в квартире/доме и «переключается» камера (1.1) с электроventильатором (1.7) и датчиками (1.2–1.6) с помощью электромагнитного клапана (2.1) на обнаружение ОФПВ в помещении, где установлен ЭГВСИП, а также включается оповещение жильцов об эвакуации через жидкокристаллический индикатор с пьезомодулем (ЖКИП) (10).

Из воздуха, высасываемого БСВ (2) из помещения, где он установлен, через воздушный канал (2.2) МСВ (11) отделяет кислород, который выводится или в вентиляционную систему, или наружу здания, а сепарированный азот возвращается обратно через азотный канал (2.3) и трубопроводы аспирационной системы (1.8), чем обеспечивается быстрое понижение концентрации кислорода в защищаемых помещениях (12) до уровня, при котором горение или взрыв невозможны, причем ЭГВСИП (1) продолжает регистрацию ОФПВ, т.к. камера (1.1) оста-

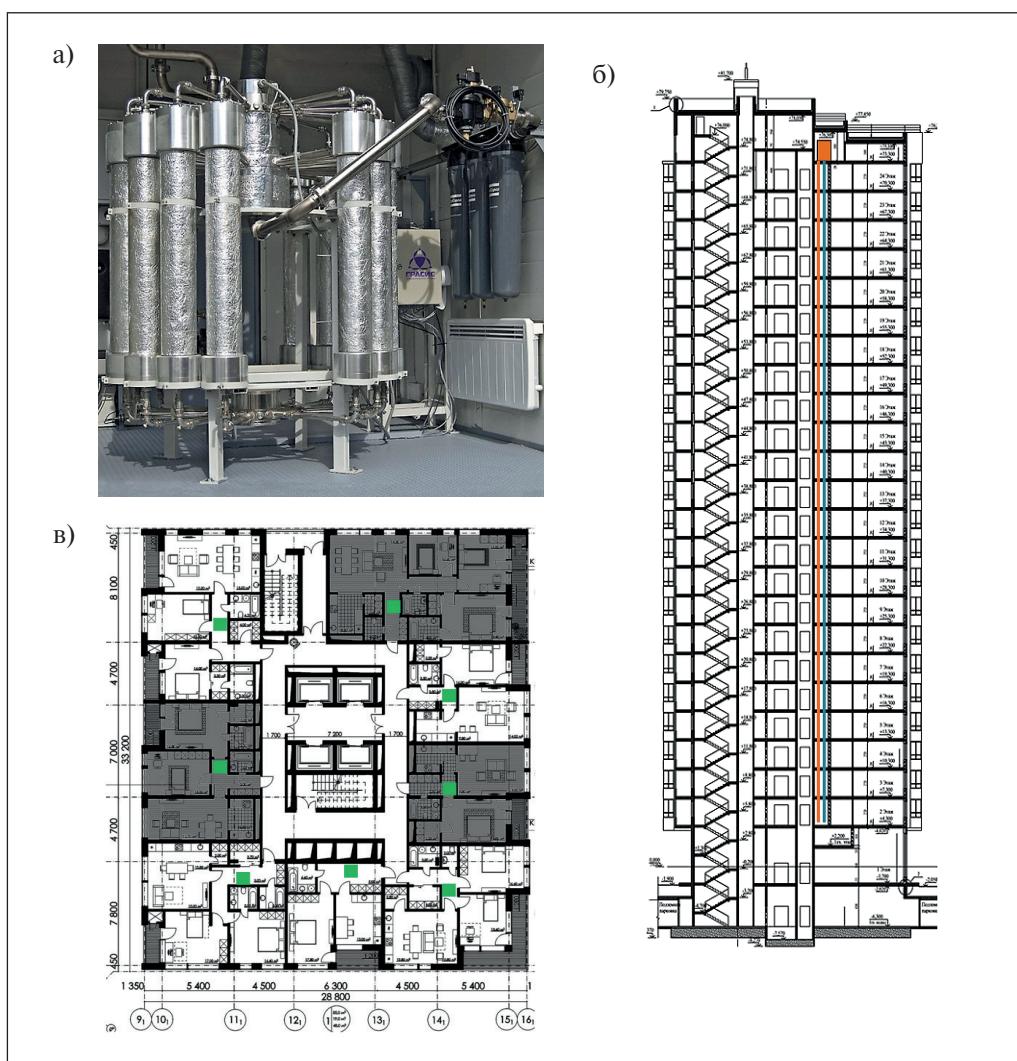


Рис. 7. МСВ на техническом этаже (а), разрез высотки с азотным и воздушным трубопроводами (б), планировка этажа с ЭГВСИП (в)

ется подключенной с помощью электромагнитного клапана (2.1) к части трубопровода аспирационной системы (1.7), регистрируя и записывая в память значения от датчиков температуры (1.2), задымленности (1.3), концентрации окиси углерода (1.4), бытового газа (1.5) и кислорода (1.6) в помещении (как правило, в прихожей у входной двери), где установлен ЭГВСИП, для сравнения и идентификации как возникающих изменений в защищаемых помещениях (при отсутствии ОФПВ), так и момента окончания процесса подавления ОФПВ, при котором контроллер отключает МСВ [5,6].

Применение GSM-радиомодема (5), подключаемого через порт ввода-вывода (3.10), позволяет реализовать передачу данных о потреблении вычисленных контроллером (3) «качественных ресурсов», регистрируемых АЦП (3.2) с коммутатором каналов (3.1) или получаемых от внешних счетчиков, а именно:

- электроэнергии соответствующей ПКЭ,
- горячей воды по счетчику (6) со «справедливой оплатой» в соответствии с фактическим диапазоном температуры, подключенного через порт ввода-вывода (3.9),
- холодной воды по счетчику (7) через тот же порт ввода-вывода (3.9),
- бытового газа по счетчику газа (8), подключенного через порт ввода-вывода (3.8).

Передача данных осуществляется контроллером (3) в соответствующие снабжающие организации или/и управляющие компании через GSM-радиомодем (5), подключаемый через порт ввода-вывода (3.10).

Контроллер (3) через ЖКИП-модуль (10) и GSM-радиомодем (5) реализует следующие типы тревожных сигналов и алгоритмы их функционирования:

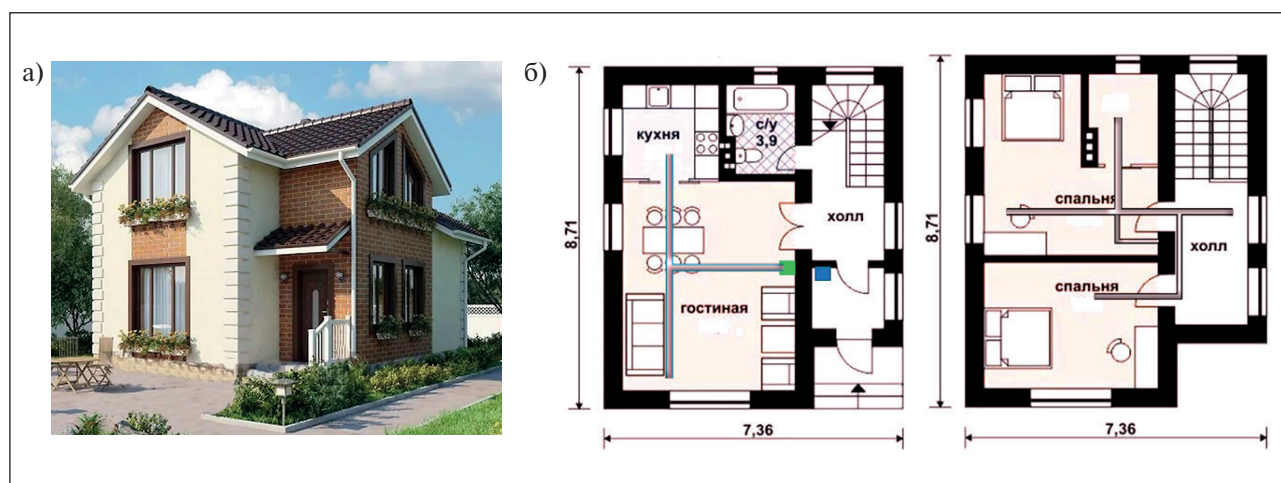


Рис.8. Индивидуальный жилой дом (а) и планировки этажей с ЭГВСИП и ТМСВ (б, в)

- звуковые и светодиодные мигающие сигналы оповещения по видам ОФПВ или аварии в месте расположения ЭГВСИП (утечка бытового газа, пожароопасный диапазон потребления электроэнергии, отключение электроэнергии, воды и т.д.), которые можно отключить кнопкой «сброс оповещения», если кто-то из лиц, находящихся в защищаемых помещениях, смог принять меры по ликвидации ОФПВ или аварии, при этом SMS-сообщение владельцу защищаемых помещений и управляющей компании будет отправлено в обязательном порядке;
- звуковые и светодиодные мигающие сигналы оповещения по видам ОФПВ в месте расположения ЭГВСИП и передачу SMS-сообщения с сохранением квитанции его доставки в памяти при отсутствии через установленный интервал времени «сброса оповещения» (отсутствия лиц в защищаемых помещениях или недостаточностью принятых мер после первого «сброса»), при утечке бытового газа — в газоаварийную службу и владельца, в управляющую компанию и владельца, при пожароугрожаемом диапазоне потребления/отключения электроэнергии — в энергонадзор, в энергосбытовую организацию, в управляющую компанию и владельца, при пожаре (загорание плюс эвакуация) — в пожарную охрану, в управляющую компанию и владельца.

Легко видеть, что использование ТМСВ вместо МСВ в квартире или в индивидуальном жилом доме происходит аналогичным образом [6].

Принципиальным отличием применения ЭГВСИП при этом является наличие в нем датчика кислорода, что позволяет контролировать его концентрацию как при отсутствии ОФПВ, так и после их обнаружения и включения МСВ или ТМСВ для их подавления [4, 10].

Представляются перспективными дальнейшие исследования и эксперименты по дополнению ЭГВСИП сенсором на углекислый газ, который также входит в ОФП (табл. 1), но не столько для их обнаружения [4], сколько для мониторинга среды обитания в квартире/индивидуальном жилом доме на предмет создания оптимальных условий жизнедеятельности, включая контроль и управление отоплением [13, 14], а также вентиляцией и кондиционированием воздуха с учетом энергосбережения и самоорганизации безопасной жизнедеятельности [12, 15].

С точки зрения эффективности использования МСВ [16], в т.ч. мобильных мембранных установок различной производительности [17], представляется интересной практика ООО «Краснодарского компрессорного завода» [18] по оказанию услуг по применению атмосферного азота предприятиям и организациям угледобывающей [19] и нефтегазовой отраслей [20], в т.ч. на труднодоступных объектах [21].

Дело в том, что и за рубежом, и в нашей стране для противопожарной защиты различных объектов, в т.ч. многоквартирных и высотных жилых зданий, используют так называемые сухотрубы, которые представляют собой систему противопожарного водоснабжения, устанавливаемую для больших площадей и где уместно держать водопровод пустым в целях экономии из-за технических возможностей или если огнетушащий состав может замерзнуть, приведя к разрывам труб, что позволяет быстро, без прокладки рукавных линий подать воду от прибывшего пожарного автомобиля. При этом в обязательном порядке сухотрубы устанавливаются [22, 23]:

- в многоэтажных жилых домах высотой от 36 до 50 м или до 75 м с пожарными кранами в шкафах на каждом этаже;

- в многофункциональных зданиях высотой до 50 м с пожарными кранами (библиотеки, административные строения, гостиницы, больницы);
- с запорными вентилями на чердаках и лестничных пространствах в двухэтажных постройках V степени огнестойкости с 4-мя и более квартирами.

Принимая во внимание тенденцию строительства высотных жилых зданий с группировкой их в микрорайоны (рис. 9), возникает идея:

— во-первых, вместо установки в каждом доме МСВ вывести «воздушный» и «азотный» трубопроводы на фасад здания, как это делается для сухотрубов [23];

— во-вторых, укомплектовать пожарные части, которые охраняют такие микрорайоны, мобильными азотными установками (рис. 10), чтобы за счет раннего и достоверного обнаружения ОФП [10] при соизмеримых временах «запуска МСВ» и следования боевого расчета к объекту пожара в микрорайоне

сэкономить единовременные и текущие затраты на монтаж и эксплуатацию «десятков МСВ» в зданиях микрорайона.

Следует отметить, что ООО «Краснодарский компрессорный завод» совместно с Донским государственным техническим университетом в рамках Постановления Правительства РФ № 218 разработал в 2013 году проект постановления на производство сепараторов воздуха и выпуск стационарных и мобильных средств противопожарной защиты на их основе, который, однако, не нашел поддержки в указанном конкурсе [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате системного анализа проблем безопасной жизнедеятельности в жилом секторе (в квартирах жилых зданий, в индивидуальных жилых домах) городов и населенных пунктов регионов России выявлены принципиальные недостатки в организа-



Рис. 9. Микрорайон Левенцовский



Рис. 10. Азотная станция ТГА-5/10 (а) и пожарный автомобиль ККЗ (б)

ции и автоматизации учета потребляемых энерго-ресурсов (электроэнергии, газа, горячей и холодной воды) в жилом секторе.

На основе разработанного вероятностно-физического подхода в возникновении пожарно-энергетического вреда в жилом секторе при потреблении электроэнергии и газа осуществлен последовательный системный синтез способа и средств диагностики пожарно-энергетического вреда с нанотехнологиями его подавления с помощью электро-газо-счетчика-извещателя-подавителя (блока компенсации реактивной мощности и блока сепарации воздуха), которые совместно с мембранным или терромагнитным сепараторами воздуха обеспечивают пожаровзрывозащиту квартиры/индивидуального жилого дома.

Осуществлена оптимизация и автоматизация учета горячей и холодной воды, в результате которых разработана модель универсального электро-газоводосчетчика-извещателя-подавителя (ЭГВСИП)

и схема его применения в квартирах многоэтажных жилых зданий и индивидуальных жилых домах.

Предлагаемый подход, по мнению авторов, призван «устранить беспорядок» в функционировании инженерных систем в многоквартирных зданиях и индивидуальных жилых домах, а также осуществить оптимальную автоматизацию жизнеобеспечения жилого сектора, независимо от структур ресурсоснабжающих/управляющих компаний и территориальных аварийных и надзорных служб.

Разработанный метод и ЭГВСИП позволяют в кратчайшие сроки реализовать его внедрение с помощью реинвестиционной модели системы адаптивного пожарно-энергетического налогообложения физических лиц в жилом секторе [6, 10, 11].

Проведенные исследования показали, что предлагаемый подход может быть реализован на объектах торговли, здравоохранения, образования, науки и культуры [2, 12, 24].

Статья «Нанотехнологии «интеллектуализации» учета энергоресурсов и подавления пожарно-энергетического вреда в инженерных системах жилых зданий. Часть 1» опубликована в журнале «Нанотехнологии в строительстве» 2021, Том 13, № 2. DOI: [10.15828/2075-8545-2021-13-2-95-107](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2021-13-2-95-107).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корнеев В. Взрывы бытового газа в жилых домах в России в 2016 году. Досье // ТАСС: информационное агентство России. — 2016. — URL: <http://tass.ru/info/3727196>.
2. Белозеров В.В. О когнитивной модели управления безопасностью объектов с массовым пребыванием людей (по результатам экспертизы пожара рынка «Тургеневский») // Вопросы безопасности. — 2018. — № 5. — С. 35–62. — DOI: [10.25136/2409-7543.2018.5.27485](https://doi.org/10.25136/2409-7543.2018.5.27485).
3. Счетчики газа Гранд-SPI // Руководство по эксплуатации: ТУАС.407299.002 РЭ. — Ростов н/Д: ООО «Турбулентность Дон», 2015. — 24 с.
4. Белозеров В.В., Белозеров Вл.В., Долаков Т.Б., Никулин М.А., Олейников С.И. Нанотехнологии «интеллектуализации» учета энергоресурсов и подавления пожарно-энергетического вреда в инженерных системах жилых зданий. Часть 1 // Нанотехнологии в строительстве. — 2021. — Том 13, № 2. — С. 95–107. — DOI: [10.15828/2075-8545-2021-13-2-95-107](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2021-13-2-95-107).
5. Долаков Т.Б., Олейников С.Н. Модель автоматизированной микросистемы учета энергоресурсов и пожаровзрывозащиты жилого сектора // Электроника и электротехника. — 2018. — № 2. — С. 48–72. — DOI: [10.7256/2453-8884.2018.2.26131](https://doi.org/10.7256/2453-8884.2018.2.26131).
6. Синергетика безопасности жизнедеятельности в жилом секторе: монография / В.В. Белозеров, Т.Б. Долаков, С.Н. Олейников, А.В. Периков. — М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. — 186 с. — DOI: [10.17513/pr.283](https://doi.org/10.17513/pr.283).
7. Ворошилов И.В., Мальцев Г.И., Кошаков А.Ю. Генератор азота // Патент РФ на изобретение № 2450857 от 24.08.2010.
8. Белозеров В.В., Босый С.И., Видецких Ю.А., Новакович А.А., Пирогов М.Г., Толмачев Г.Н. Способ терромагнитной сепарации воздуха и устройство для его осуществления // Патент РФ № 2428242 от 10.09.2011.
9. Счетчик воды // Гранд СВ ТЛМ: руководство по эксплуатации ТУАС.407212.001 РЭ. — Ростов н/Д: ООО «Турбулентность Дон», 2012. — 20 с.
10. Белозеров В.В., Денисов А.Н., Долаков Т.Б., Ворошилов И.В., Никулин М.А., Олейников С.Н., Белозеров Вл.В. Способ раннего и достоверного обнаружения опасных факторов пожара с подавлением пожарно-электрического вреда в жилых помещениях // Заявка на изобретение № 2021112049 от 27.04.2021.

11. Белозеров В.В., Олейников С.Н. К вопросу об адаптивном пожарно-энергетическом налоге в обеспечении пожарной безопасности // Совершенствование теории и методологии финансов и налогообложения: мат-лы междунар. научно-практ. конф. Приволжский НИЦ. — Йошкар-Ола: «Коллоквиум». — 2012. — С. 106–111.
12. Белозеров В.В. Синергетика безопасной жизнедеятельности. — Ростов н/Д: Изд. ЮФУ, 2015. — 420 с.
13. Белозеров В.В., Долаков Т.Б., Белозеров В.В. О безопасности и перспективах электрообогрева в индивидуальных жилых домах // Современные наукоемкие технологии. — 2017. — № 11. — С. 7–13.
14. Белозеров В.В., Серяченко М.В. Модель локальной автоматизированной системы управления тепловодоснабжением в жилом секторе // Актуальные проблемы науки и техники. 2020: мат-лы национальной научно-практической конференции / Отв. редактор Н.А. Шевченко. — Ростов н/Д: ДГТУ, 2020. — С. 27–28.
15. Белозеров В.В. "Интеллектуальная" система вентиляции и кондиционирования воздуха в квартирах многоквартирных зданий и в индивидуальных жилых домах с нанотехнологиями защиты от пожаров и взрывов // Нанотехнологии в строительстве. — 2019. — Т. 11, № 6. — С. 650–666. — DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-6-650-666.
16. Ворошилов И.В., Мельник А.В., Шулейкин П.Б. Азот высокого давления для повышения нефтеотдачи пласта: станции ТГА нового поколения ставят рекорды энергоэффективности // Нефть. Газ. Новации. — 2020. — № 10(239). — С. 41–46.
17. Ворошилов И.В., Анисимов К.В., Шулейкин П.Б. Применение азотных компрессорных станций ТЕГАС в нефтедобывающей промышленности // Сфера. Нефть и Газ. — 2018. — № 6 (68). — С. 92–94.
18. Ворошилов И.В., Калужная Ю.С. ТЕГАС: Аренда компрессорных станций — устоявшийся тренд // Бурение и нефть. — 2014. — № 9. — С. 79–80.
19. Ворошилов И.В., Владыкин Д.В. Перспективные способы добычи метана из угольных пластов, обеспечение безопасности труда шахтеров // Уголь. — 2008. — № 6 (986). — С. 22–23.
20. Ворошилов И.В., Копачев Д.Н., Калужная Ю.С. Применение компрессорной и газоразделительной техники «ТЕГАС» в нефтесервисе // Бурение и нефть. — 2014. — № 5. — С. 59–60.
21. Ворошилов И.В. Передвижные азотные компрессорные станции ТГА — оперативное обеспечение труднодоступных объектов сжатым азотом // Экспозиция Нефть Газ. — 2012. — № 4 (22). — С. 74–75.
22. СП 8.13130 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности» / Утв. Приказом МЧС России от 30.03.2020 № 225.
23. СП 10.13130 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования» / Утв. Приказом МЧС России от 27.07.2020 № 559.
24. Ворошилов И.В., Месхи Б.Ч., Прилуцкий А.И. Разработка и постановка на производство сепараторов воздуха и выпуск средств противопожарной защиты на их основе (проект № 2013-218-04-023) // Электроника и электротехника. — 2016. — № 1. — С. 21–71. — DOI: 10.7256/2453-8884.2016.1.21034.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Белозеров Валерий Владимирович, д.т.н., доцент, профессор кафедры «Системы автоматизированного контроля» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6999-7804>, e-mail: safeting@mail.ru

Ворошилов Игорь Валерьевич, к.ф.-м.н., генеральный директор ООО «Краснодарский компрессорный завод», г. Краснодар, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6546-1700>, e-mail: gendir@kkzav.ru

Денисов Алексей Николаевич, д.т.н., профессор кафедры пожарной тактики ФГБОУ ВО «Академия ГПС» МЧС России, г. Москва, Россия, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2594-9389>, e-mail: dan_aleks@mail.ru

Никулин Михаил Александрович, старший преподаватель кафедры «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7756-3456>, e-mail: pojar_2003@mail.ru

Олейников Сергей Николаевич, к.т.н., зам. начальника факультета подготовки научно-педагогических кадров, Академия ГПС МЧС России, г. Москва, Россия, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7449-2464>, e-mail: osn-fire@bk.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию: 15.03.2021.

Статья поступила в редакцию после рецензирования: 04.04.2021.

Статья принята к публикации: 08.04.2021.