

UDC 699.8 + 53.09

**Author:** PERIKOV Artem Valeryevich, Adjunct of the Faculty of Research and Educational Personnel Training, State Academy of Fire Personnel, Emercom of Russia; Boris Galushkin St. 4, Moscow, Russia, 129366, 344000, perikoff91@yandex.ru

---

## SYSTEM ANALYSIS AND NANOTECHNOLOGIES OF SAFETY IN THE ENGINEERING SYSTEMS OF RESIDENTIAL HIGH-RISE BUILDINGS

---

### EXTENDED ABSTRACT:

The author considers existing solutions for scientific, technical and social and economic problems in the area of engineering systems in residential buildings (energy, heating and water supply systems). The aim of the solutions is to provide safety living in such buildings. The application of nanotechnologies that can meet the safety requirements recommended by GOST 12.1.004 has been modelled.

Apart of innovative materials and design solutions the result of the research is the model of local automated microsystems of diagnostics and control of engineering systems by means of the nanotechnologies of safety that prevent accidents and the fires in residential high-rise buildings which can be used both in individual and in any apartment houses.

Totally new method for «self-organization» of engineering systems, in particular integration of power, heat, water and gas counters with «safe» consumption processes control facilities for the mentioned resources has been offered.

**Keywords:** safety nanotechnologies, aspiration, air separation, life support, suppression of dangerous factors of the fire and explosion, engineering system, the local automated microsystem.

DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-114-130](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-114-130)



**MACHINE-READABLE INFORMATION ON CC-LICENSES (HTML-CODE) IN METADATA OF THE PAPER**

```
<a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/"></a><br /><span xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://purl.org/dc/dcmitype/Text" property="dct:title" rel="dct:type">System analysis and nanotechnologies of safety in the engineering systems of residential high-rise buildings. </span> by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2018, Vol. 10, no. 2, pp. 114–130. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-114-130. (In Russian)." property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Perikov A.V. </a> is licensed under a <a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">Creative Commons Attribution 4.0 International License</a>. <br />Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-2-2018/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-2-2018/</a>. <br />Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="perikoff91@yandex.ru" rel="cc:morePermissions">perikoff91@yandex.ru</a>.
```

**References:**

1. Mnogofunktsional'nye kompleksy v regionakh Rossii: obzor kompanii GVA Sawyer [Multifunctional complex in Russian regions: GVA Sawyer's review]. Available online: <http://zдание.info/2393/2467/news/2410> (Accessed 20.01.2018). (In Russian).
2. «AVATRI NAUKA I TEKHNOLOGIYA» – inzhiniringovaya kompaniya osushchestvlyayushchaya vnedrenie i sistemnyuyu integratsiyu peredovykh intellektual'nykh sistem na razlichnykh ob'ektakh stroitel'stva [Avatri science and technology – an engineering company that provides implementation and system integration of the advanced intelligence technologies in different construction objects]. Available online: <http://ava3i.com/project/mfk-vysotskii/> (Accessed 30.09.2017). (In Russian).
3. *Brodach M.M.* Inzhenernoe oborudovanie vysotnykh zdaniy [Engineering equipment for high-rise buildings]. Moscow: Avok-Press, 2011. 428 p. (In Russian).
4. *Meshalkin E.A.* Pozharnaya bezopasnost' zhilykh zdaniy [Fire safety in residential buildings]. *Sistemy bezopasnosti [Safety Systems]*. 2013. № 1, p. 106–109. (In Russian).
5. *Prus Yu.V., Belozarov V.V., Vetrov V.A.* Avtomatizatsiya inzhenerno-tekhnicheskoy diagnostiki vysotnykh zdaniy na osnove kompleksirovaniya metodov i sredstv nerazrushayushchego kontrolya [Automation of engineering and technical diagnostics of tall buildings based of complex methods and nondestructive control tools]. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti [Technologies of technosphere safety]*. 2008. № 5. 9 p. Available at: <http://academygps.ru/ttb> (Accessed 30.09.2017). (In Russian).



6. *Fedorov A.V., Chlenov A.N., Luk'yanchenko A.A., Butsynskaya T.A., Demekhin F.V.* Sistemy i tekhnicheskie sredstva rannego obnaruzheniya pozhara: monografiya [Systems and technical tools of early fire detection]. Moscow: Akademiya GPS MChS Rossii. 2009. 158 p. (In Russian).
7. *Belozarov V.V., Golovanev V.A., Perikov A.V.* Model' avtomatizirovannoy sistemy protivopozharnoy zashchity vysotnykh zdaniy [Model of fire protection automated system for tall buildings]. VII Mezhdunarodnaya studencheskaya elektron-naya nauchnaya konferentsii «Studencheskiy nauchnyy forum 2016» [In Proc. of VII International student electronic scientific conference «Student scientific forum 2016»]. Available at: <http://www.scienceforum.ru/2016/1963/25023> (Accessed 30.09.2017). (In Russian).
8. *Belozarov V.V., Topol'skiy N.G., Smelkov G.I.* Veroyatnostno-fizicheskiy metod opredeleniya pozharnoy opasnosti radioelektronnoy apparatury [Probable and physical method to determine fire danger of electronic equipment]. Nauchno-tekhnicheskoe obespechenie protivopozharnykh i avariyno-spasatel'nykh rabot: Materialy XII Vserossiyskoy nauch.-prakt.konf [Scientific and technical provision of fire protection and emergency works. Proc. of the XII All-Russia theoretical and practical conference]. Moscow: VNIPO, 1993, p. 23–27. (In Russian).
9. *Boguslavskiy E.I., Boguslavskiy N.E., Belozarov V.V.* Prognozirovaniye, ocenka i analiz pozharnoy bezopasnosti [Forecast, estimation and analysis of fire safety]. Uchebnoe posobie dlya studentov, obuchayushhixsya po napravleniyu «Stroitel'stvo» [Student training manual]. Rostov on Don: RGSU, 2004. 150 p. (In Russian).
10. *Kulyagin I.A.* Model' xolodil'nika-izveshhatelya pozharovzry'voopasnosti []. Materialy VIII Mezhdunarodnoj studencheskoj e'lektronnoj nauchnoj konferencii «Studencheskiy nauchnyy forum» [Materials of the VIII International student electronic scientific conference «Student scientific forum»]. Available at: <http://www.scienceforum.ru/2016/1963/23886> (Accessed 30.09.2017).
11. *Kulyagin I.A.* Model' intellektualizacii split sistem, dlya obespecheniya pozharnoy bezopasnosti [Model of intelligent split systems to provide fire safety]. Materialy IX Mezhdunarodnoj studencheskoj elektronnoj nauchnoj konferencii «Studencheskiy nauchnyy forum» [Materials of the IX International student electronic scientific conference «Student scientific forum»]. Available at: <http://www.scienceforum.ru/2017/2312/27308> (Accessed 06.11.2017). (In Russian).
12. *Shumchenko V.S.* Avtomaticheskoe obnaruzhenie i podavlenie pozharno-energeticheskogo vreda v zhilom sektore [Automatic detection and suppression of fire and energy damage in residential blocks]. Materialy IX Mezhdunarodnoj studencheskoj



- elektronnoj nauchnoj konferencii «Studencheskij nauchnyj forum» [Materials of the IX International student electronic scientific conference «Student scientific forum»]. Available at: <http://www.scienceforum.ru/2017/2312/27296> (Accessed 03.10.2017). (In Russian).
13. *Belozеров V.V., Oleinikov S.N., Belozеров V.V.* About model of the automated system of suppression of fire and electric harm / 2<sup>nd</sup> the International Scientific-Practical Conference on the Humanities and the Natural Science 26–27 December 2014 – London UK: SCIEURO, 2014, p. 10–19.
  14. *Nazarov V.P., Kornilov A.A.* Eksperimental'noe issledovanie protsessa flegmatizatsii rezervuarov dlya nefteproduktov azotom membrannogo razdeleniya [Experimental research of reservoir phlegmatizing process for oil products by membrane separation nitrogen]. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti* [Technologies of technosphere safety]. 2010. № 4 (32), 7 p. Available at: <http://academygps.ru/ttb> (Accessed 30.09.2017). (In Russian).
  15. *Aydarkin E.K., Belozеров V.V. et al.* Fiziko-khimicheskie i khronobiologicheskie metody i tekhnologii v sisteme podavleniya vreda i pozharnoy zashchity TETs [Physicochemical and chronobiological methods and technologies in systems for hazards suppression and fire protection]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern high technologies]. 2006. № 4, p. 86–87. (In Russian).
  16. *Oleynikov S.N.* Elektroschetchik – izveshchatel' pozharno-elektricheskogo vreda [Electrocounter – signaling device of fire and electric hazards]. Patent № 135437 RF: MPK G08B 3/00/ № 2013117242/08; application 16.04.2013; published 10.12.2013. (In Russian).

**DEAR COLLEAGUES!****THE REFERENCE TO THIS PAPER HAS THE FOLLOWING CITATION FORMAT:**

*Perikov A.V.* System analysis and nanotechnologies of safety in the engineering systems of residential high-rise buildings. *Nanotekhnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2018, Vol. 10, no. 2, pp. 114–130. DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-114-130](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-114-130). (In Russian).



УДК 699.8 + 53.09

Автор: ПЕРИКОВ Артем Валерьевич, адъюнкт факультета подготовки научно-педагогических кадров ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России; ул. Бориса Галушкина 4, г. Москва, Россия, 129366, 344000, perikoff91@yandex.ru

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И НАНОТЕХНОЛОГИИ БЕЗОПАСНОСТИ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ ЖИЛЫХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

### АННОТАЦИЯ К СТАТЬЕ (АВТОРСКОЕ РЕЗЮМЕ, РЕФЕРАТ):

На основе анализа существующих решений научных, технических и социально-экономических проблем в области энерготепловодоснабжения жилых зданий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности в них, моделируется применение нанотехнологий, которые могут удовлетворить уровню безопасности, рекомендуемому ГОСТ 12.1.004.

Результатом данной работы, помимо применения инновационных материалов и конструкторских решений, является модель локальных автоматизированных микросистем диагностики и управления инженерными системами с помощью нанотехнологий безопасности, предотвращающих аварии и пожары в жилых высотных зданиях, которые можно использовать и в индивидуальных, и в любых многоквартирных домах.

Предложен принципиально новый способ «самоорганизации» инженерных систем, в частности интеграции приборов учета энерго-, тепло, водо- и газоснабжения со средствами управления процессами «безопасного» потребления указанных ресурсов.

**Ключевые слова:** нанотехнологии безопасности, аспирация, сепарация воздуха, жизнеобеспечение, подавление опасных факторов пожара и взрыва, инженерная система, локальная автоматизированная микросистема.

DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-114-130](https://dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-114-130)



Таблица

### Характеристики строительства МФК в России

|                 | Население городских округов, тыс. чел. (на 1 января 2011 года) | Объем рынка МФК, апрель 2012. GBA, тыс. кв.м | Обеспеченность многофункциональными площадями (GBA) на 1000 жителей, апрель 2012 | Ранжирование городов в зависимости от обеспеченности торговыми площадями |
|-----------------|--|--|--|--|
| Москва          | 11 551,9   | 1600   | 139  | 3  |
| Санкт-Петербург | 4 868,5  | 720  | 148  | 2  |
| Новосибирск     | 1 475,1  | 90   | 61   | 6  |
| Екатеринбург    | 1 386,5  | 177  | 128  | 4  |
| Нижний Новгород | 1 261,5  | 0  | 0  | -  |
| Самара          | 1 166,8  | 62   | 53   | 7  |
| Омск            | 1 154,0  | 308  | 267  | 1  |
| Казань          | 1 145,4  | 72   | 63   | 5  |
| Челябинск       | 1 131,2  | 53   | 47   | 9  |
| Ростов-на-Дону  | 1 091,5  | 33   | 30   | 11   |
| Уфа             | 1 074,9  | 36   | 33   | 10   |
| Волгоград       | 1 020,9  | 52   | 51   | 8  |

между системами инженерного обеспечения здания (управление отоплением, вентиляцией, кондиционированием воздуха, водоснабжением, внутренним и наружным освещением, пожарной сигнализацией и пожарной автоматикой), по разработкам Департамента Siemens Building Technologies [1–3].

Аналогичные проблемы решаются в проекте многофункционального жилого комплекса (МФЖК) в одном из районов Москвы (рис. 1). Максимальная верхняя отметка МФЖК превышает 182 м. МФЖК включает подземную автостоянку на 967 автомашин, стилобат, три 52-этажные башни (южную, западную и восточную) с 2 нижними этажами в составе стилобата. Общая площадь жилой части башен, состоящих из 1372 квартир, составляет более 165 тыс. кв. м. В 2014 году государственная экспертиза одобрила его строительство, но дело в том, что высотные здания, в соответствии с МГСН «Многофункциональные высотные здания и комплексы», зонированы по вертикали, т.е. делятся на зоны высотой 50 метров, разделенные техническими этажами. На технических этажах размещается инженерное оборудование и коммуникации. Высота зоны определяется значением допустимого гидростатического давления в нижних отопительных приборах или других элементах систем, а также возможностью размещения части оборудования и коммуникаций на технических этажах [3].



Даже типовые проекты 25-этажных зданий практически попадают под действие СП 253.1325800.2016 (например, если высота этажа принята не 2,8, а 3,3 м от пола до потолка, то высота 25-этажного здания будет превышать 75 м, и, следовательно, данное здание необходимо разделить на два отсека). За такими домами – будущая застройка городов, причем не только с элитными квартирами, но и с обыкновенными.

Как показывают исследования и статистика [4], ежегодно около 70% пожаров происходит в жилом секторе России:

- около 125 тыс. пожаров и 10 тыс. погибших в одноэтажных и двухэтажных домах;
- порядка 20 тыс. пожаров и 2 тыс. погибших в жилых зданиях от трех до пяти этажей;
- более 16 тыс. пожаров и 1 тыс. погибших в 6–9 этажных жилых зданиях;
- около 10 тыс. пожаров и 500 погибших в 10–25 этажных жилых зданиях;
- порядка 30 пожаров и 10 погибших в жилых зданиях более 25 этажей.

Если ввести понятие «вероятности гибели от этажности здания», т.е. отношения числа погибших к этажности, то в высотных зданиях она в 4,16 раза выше, чем в 1–2 этажных. И это несмотря на то, что в зданиях выше 10 этажей предусмотрены капитальные противопожарные меры (незадымляемые лестничные клетки, системы дымоудаления и т.д.), а выше 25 этажей – вертикальное зонирование противопожарными отсеками. Следовательно, существующие системы пожарной безопасности жилых высотных зданий не обеспечивают требуемого уровня безопасности населения, проживающего в них.

Решение проблем в области водо- и теплоснабжения высотных зданий привели к созданию отдельно стоящих или встроенных в стилобат центральных пунктов теплоснабжения (группы зданий), в которых располагаются все насосные станции, а вода и тепло подаются к зданиям по техническим коллекторам, и для повышения надежности работы все теплообменники и насосные установки имеют 100% резерв [3].

Для обеспечения в жаркий период года в помещениях стилобата комфортной температуры воздуха в МФЖК предусматривается холодоснабжение, состоящее из холодильной станции и системы холодоснабжения. При этом работа водоохладителей и оборудования систем



холодоснабжения осуществляется в полном автоматическом режиме с выводом всей информации на компьютер в помещении диспетчерской. Однако, за исключением пентхаусов, в холодоснабжении квартир используются автономные сплит-системы [1, 3].

С применением водяных и канализационных труб из полимеров и наноматериалов, казалось, были решены проблемы с тепловодоснабжением и водоотведением. Однако в настоящее время во многих странах в высотных зданиях указанные трубы уже не используются, т.к. при пожаре канализационная труба горит, пропуская пожар на смежные этажи и выделяя токсичные вещества, поэтому сегодня во всех новых проектах вернулись к использованию канализационных труб из чугуна [1].

Определенную проблему представляет отведение конденсата от наружных блоков сплит-систем. Для установки таких блоков, чтобы не портить архитектурный облик здания, а также обеспечить удобство в обслуживании, используются балконы переходов в незадымляемые лестничные клетки с ливневыми стоками. Поэтому на зимний период необходимо оборудование таких ливневых стоков греющим кабелем. Также актуальной проблемой является удаление снега с кровель, для оттаивания которых требуются большие мощности. В высотных МФЖК решение проблемы было найдено путем прогрева кровли «оттаивающими сегментами», которые, по мере оттаивания снега, переключаются специальной автоматикой. Удаление с кровель образующейся при этом воды производится через водосточные воронки, оборудованные подогревом, в ливневую канализацию [3, 5].

Противопожарная защита высотных зданий в настоящее время решается спринклерными системами, в т.ч. и в квартирах. В этом случае возникает проблема «незаметного размещения труб со спринклерами в интерьере квартиры. Предлагаются конструкции «пристенных» спринклеров (в зоне сопряжения потолка и стены), однако из-за ограниченного радиуса действия в этом случае такое решение годится только для малых объемов помещений, и при этом возникает еще одна «водяная проблема» - водоотведение при пожаре, т.к. если в квартирах установлена спринклерная система, то появляется требование о полной гидроизоляции квартир (а не только зоны санузла), поскольку протечки на нижние этажи приведут к необходимости возмещения ущерба. Возникает необходимость в уклонах к приемным отверстиям на уровне пола межквартирного холла (трап в данном случае не годится, поскольку



ку у него маленькая пропускная способность, и выводить патрубки из водосточных труб в канализационные трубы нельзя из-за запаха) [6].

Следующей самой распространенной аварией инженерных систем, происходящей в многоквартирных домах, является затопление. В результате такой аварии происходит повреждение не только самой системы отопления, водоснабжения или водоотведения, но и помещений, входящих в состав общего имущества (подвалов, технических этажей, чердаков), а также других помещений и имущества в них, находящихся в частной, государственной или муниципальной собственности [3].

### **Нанотехнологии контроля и управления предотвращением аварийных отказов инженерных систем высотных зданий**

В последнее годы в России участились случаи взрывов бытового газа в жилых домах. Так, по данным ОАО «Росгазификация», ежегодно в жилом секторе происходят порядка 230 различных инцидентов, связанных с использованием газа. Поэтому в последнее время многие многоквартирные жилые здания уже строятся без газоснабжения, с вводом в квартиры 3-х фазного энергоснабжения для электроплит и электродуховок [7].

Тем не менее, это не является решением проблемы повышения безопасности проживания в МФЖК, т.к. известно, что низкое качество потребляемой бытовыми электроприборами электроэнергии (например, пониженное или повышенное напряжение, фазовый сдвиг тока и напряжения и т.д.) уменьшает их технический ресурс и создает условия для возникновения в них пожароопасных отказов [8], т.е. увеличивает вероятность аварий и пожаров по электротехническим причинам [9].

Казалось бы, очевидным решением в этих случаях является оснащение квартир датчиками обнаружения утечки газа, воды и контроля качества потребляемой электроэнергии, а также автоматическими средствами управления, предотвращающих аварии и пожары, возникающих из-за этого, в т.ч. путем «интеллектуализации» инженерных систем, в частности, приборов учета электроэнергии, воды и газа, сплит-систем и других бытовых электроприборов, а также их интеграция со средствами управления жизнеобеспечением [7–11].

Таким образом, возникает идея объединить приборы учета энерго-ресурсов, потребляемых каждой квартирой, в локальную автоматизи-



рованную микросистему диагностики и защиты (ЛАМС ДЗ), дополнив её «нанотехнологиями безопасности», обеспечивающими диагностику утечек и отказов, а также предотвращения аварий, взрывов и пожаров [12, 13].

Исследования показали [12–15], что газообразный азот, введенный на ранней стадии в зону загорания с одновременным отключением электрооборудования, может подавить источник загорания и предотвратить распространение огня. И наименьший ущерб при тушении пожаров наносит именно газообразный азот, который давно применяется для объемного тушения пожаров в библиотеках и на других объектах, и от которого не повреждаются ни электроприборы, ни книги, ни мебель, ни декоративные и отделочные материалы и вещи, а также соседние с пожаром помещения и предметы быта в них, и самое главное – азот не вреден для человека, в отличие от других огнетушащих составов.

Следовательно, если ЛАМС ДЗ сможет обеспечить раннее обнаружение пожароопасных отказов электроприборов и утечки бытового газа в квартире, после чего отключит электроэнергию и введет газообразный азот, понизив концентрацию кислорода до уровня, при котором взрыв горение невозможно (около 10%), то получим искомое решение.

Известно, что самыми «быстрыми и надежными» системами пожарной сигнализации являются аспирационные системы, в которых для достоверного обнаружения используются три разных датчика (тепловой, дымовой и газовый), а трубопроводы охватывают все помещения квартиры или индивидуального жилого дома: в отверстия всасывается воздух, проходящий через камеру с указанными датчиками, чем и обусловлено раннее достоверное и адресное обнаружение пожара [6, 16].

Если совместить аспирационную систему с электросчетчиком-извещателем пожарно-электрического вреда (ЭСИ ПЭВ), добавив в камеру датчик на бытовой газ [12, 15, 16], и совместить трубопровод с генератором азота для его подачи через трубы в каждую комнату и подавления, таким образом, возникающих загораний и взрывов бытового газа, то получим основу ЛАМС ДЗ (рис. 1).

В качестве генератора азота, в соответствии с СП 5.13130 «Системы пожарной сигнализации и установки пожаротушения автоматические, автономные», можно использовать нанотехнологию мембранной сепарации азота из окружающего воздуха. Эта нанотехнология хорошо из-



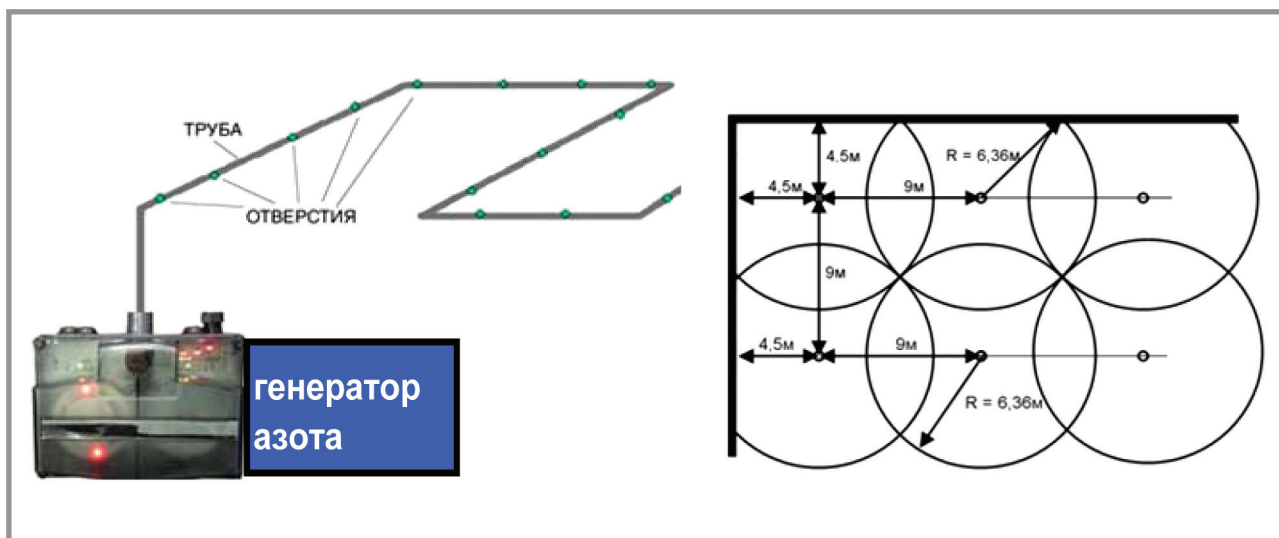


Рис. 1. Блок схема ЭСИ-ПЭВ с аспирационной системой и генератором азота

вестна и широко используется, в т. ч. за рубежом, представляя собой кнудсеновскую диффузию, в соответствии с которой компоненты разделяемой смеси проникают через поры мембраны с различными скоростями, в связи с чем коэффициент разделения смеси зависит от молекулярных масс [14]:

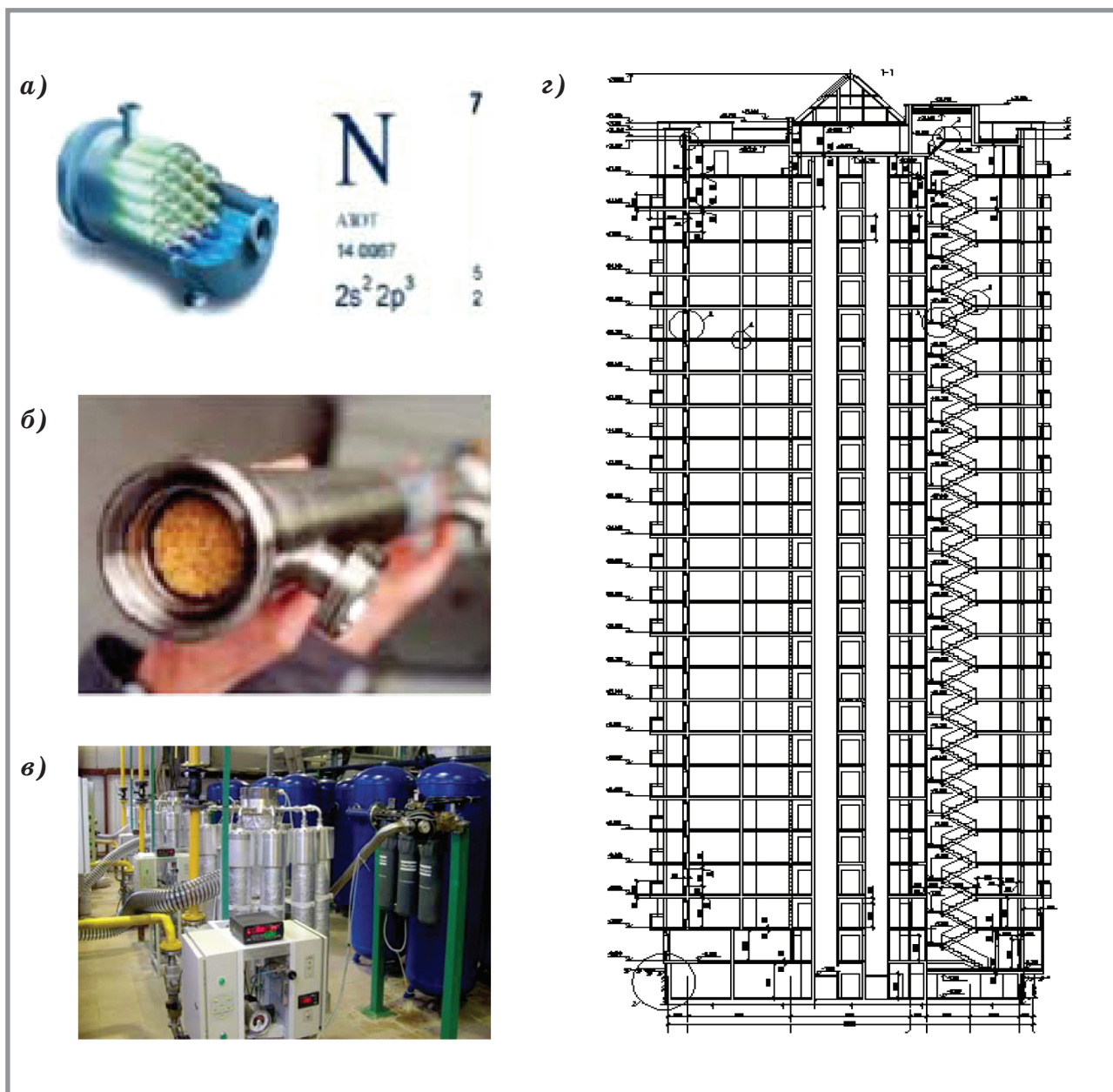
$$K_p = n_1/n_2 = - (M_2/M_1)^{0,5}, \quad (1)$$

где  $n_1$  и  $n_2$  – числа молей компонентов соответственно, с молекулярными массами  $M_2$  и  $M_1$ .

Азотная мембрана представляет собой тонкую трубку толщиной в несколько долей микрометра, обеспечивающую газоразделение (рис. 2а). Сотни метров мембран размещаются в унифицированных мембранных модулях (рис. 2б), которые собираются в компактную установку с соответствующим компрессором (рис. 2в), которую следует установить в подвале или на техническом этаже с разводкой «азотного» и «кислородного» трубопроводов параллельно с трубами тепловодоснабжения и водоотведения (рис. 2г).

Таким образом, модифицированный электросчетчик-извещатель пожарно-электрического вреда (ЭСИ-ПЭВ) [7, 12, 16], состыкованный с «азотным» и «воздушным» трубопроводами через блок сепарации воздуха, становится «узлом жизнеобеспечения» квартиры (рис. 3).





**Рис. 2. Мембранные нанотехнологии:**

а – мембрана; б – модуль; в – установка; г – разрез МФЖК

ЛАМС ДЗ приводится в действие подключением к электрической сети (L1, L2, L3, N), напряжение которой запускает блок питания (5) и заряжает аккумулятор аварийного питания. Воздух из защищаемых помещений (9) через аспирационный трубопровод (1.6) и разветвитель (2.1) прокачивается электровентилятором (1.5) через камеру (1.1), в



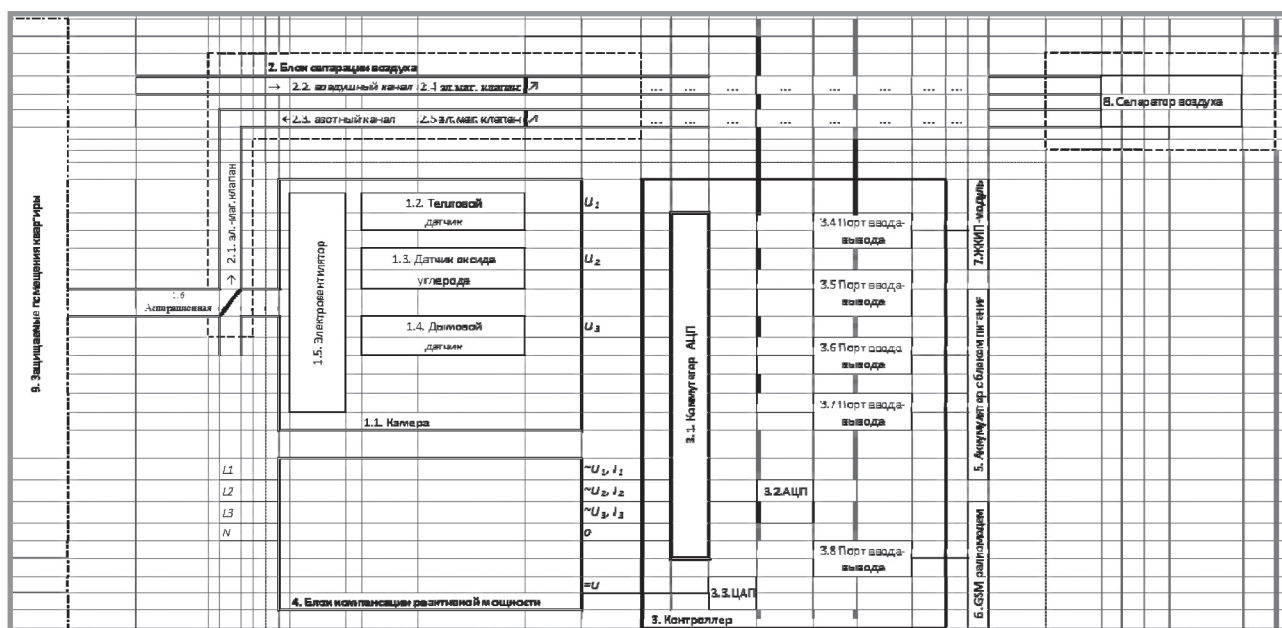


Рис. 3. Блок схема ЭСИ с подавлением ПЭВ и ОФП в квартире высотного жилого здания

которой установлены датчик монооксида углерода (1.3), тепловой (1.2) и дымовой (1.4) датчики, сигналы от которых поступают на коммутатор АЦП (3.1) и оцифровываются АЦП (3.2), которые идентифицирует контроллер (3), определяя загорание в защищаемых помещениях (9) при сравнении с соответствующими уставками (значениями) опасных факторов пожара (ОФП) с целью отсеивания ложных срабатываний. При обнаружении ОФП в защищаемых помещениях (9) контроллер (3) передает сигнал на ЖКИП-модуль (7) и включает мигающую подсветку, а затем сирену/речевое сообщение, после чего через блок компенсации реактивной мощности (БКРМ) (4) обесточивает квартиру, а через соответствующий порт (3.4) включает сепаратор воздуха (8), установленный в подвале или на техническом этаже, при этом коммутируя трубопроводы, идущие от него в защищаемые помещения (9), с помощью электромагнитных клапанов (2.4 и 2.5) в блоке сепарации воздуха (БСВ) через соответствующие порты (3.5–3.7), а через GSM-радиомодем (6) передавая соответствующие сообщения в пожарную часть, управляющую компанию и владельцу.

Контроллер (3) измеряет мощность и качество потребляемой электроэнергии, оцифровывая с помощью АЦП (3.2) фазные напряжения



и токи в реальном масштабе времени, с вычислением параметров качества, по которым вычисляется и визуализируется в ЖКИП-модуле (7) потребленная электроэнергия с допустимым и недопустимым качеством, значения которых умножаются на соответствующие константы и вероятности пожаров по электротехническим причинам, и в результате их суммирования визуализируется ПЭВ (при недопустимых значениях, т.е. опасных отклонениях параметров электроэнергии от номинальных значений), обесточивается электросеть квартиры путем подачи от ЦАП (3.3), максимального потенциального уровня на симисторы БКРМ (4), что сообщается через GSM-радиомодем (6) в энергонадзор и управляющую компанию [7, 12, 16].

---

### *Библиографический список:*

1. Многофункциональные комплексы в регионах России: обзор компании GVA Sawyer. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://zдание.info/2393/2467/news/2410> (дата обращения 20.01.2018).
2. Аватри наука и технология – инжиниринговая компания осуществляющая внедрение и системную интеграцию передовых интеллектуальных систем на различных объектах строительства – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://ava3i.com/project/mfk-vysotskii/> (дата обращения 30.09.2017).
3. *Бродач М.М.* Инженерное оборудование высотных зданий. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Авок-Пресс, 2011. – 428 с.
4. *Мешалкин Е.А.* Пожарная безопасность жилых зданий // Системы безопасности. – 2013. – № 1. – С. 106–109.
5. *Прус Ю.В.* Автоматизация инженерно-технической диагностики высотных зданий на основе комплексирования методов и средств неразрушающего контроля / Ю.В. Прус, В.В. Белозеров, В.А. Ветров // Технологии техносферной безопасности. – 2008. – № 5. – 9 с. – URL: <http://academygps.ru/ttb> (дата обращения 30.09.2017).
6. Системы и технические средства раннего обнаружения пожара: монография / А.В. Федоров, А.Н. Членов, А.А. Лукьянченко, Т.А. Буцынская, Ф.В. Демехин. – М: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 158 с.



7. *Белозеров В.В., Голованев В.А., Периков А.В.* Модель автоматизированной системы противопожарной защиты высотных зданий // VII Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум 2016». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.scienceforum.ru/2016/1963/25023> (дата обращения 30.09.2017).
8. *Белозеров В.В., Топольский Н.Г., Смелков Г.И.* Вероятностно-физический метод определения пожарной опасности радиоэлектронной аппаратуры // Научно-техническое обеспечение противопожарных и аварийно-спасательных работ: Материалы XII Всероссийской науч.-практ.конф. – М.: ВНИИПО, 1993. – С. 23–27.
9. *Богуславский Е.И.* Прогнозирование, оценка и анализ пожарной безопасности / Е.И. Богуславский, В.В. Белозеров, Н.Е. Богуславский // Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Строительство». – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2004. – 150 с.
10. *Кулягин И.А.* Модель холодильника-извещателя пожаровзрывоопасности // Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.scienceforum.ru/2016/1963/23886> (дата обращения 30.09.2017).
11. *Кулягин И.А.* Модель интеллектуализации сплит-систем, для обеспечения пожарной безопасности // Материалы IX Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.scienceforum.ru/2017/2312/27308> (дата обращения 06.11.2017).
12. *Шумченко В.С.* Автоматическое обнаружение и подавление пожарно-энергетического вреда в жилом секторе // Материалы IX Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.scienceforum.ru/2017/2312/27296> (дата обращения 03.10.2017).
13. *Belozerov V.V., Oleinikov S.N., Belozerov V.V.* About model of the automated system of suppression of fire and electric harm / 2<sup>nd</sup> the International Scientific-Practical Conference on the Humanities and the Natural Science 26–27 December 2014 – London UK: SCIEURO, 2014, p. 10–19.
14. *Назаров В.П.* Экспериментальное исследование процесса флегматизации резервуаров для нефтепродуктов азотом мембранного разделения / В.П. Назаров, А.А. Корнилов // Технологии техносферной безопасности. – 2010. – № 4 (32). – 7 с. – URL: <http://academygps.ru/ttb> (дата обращения 30.09.2017).





15. Физико-химические и хронобиологические методы и технологии в системе подавления вреда и пожарной защиты ТЭЦ / Е.К. Айдаркин, В.В. Белозеров и др. // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 4. – С. 86–87.
16. Олейников С.Н. Электросчетчик – извещатель пожарно-электрического вреда // Патент РФ 135437. МПК G08B 3/00/; № 2013117242/08; заявл. 16.04.2013; опуб. 10.12.2013.

**УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!**

**ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАТЕРИАЛА ДАННОЙ СТАТЬИ  
ПРОСИМ ДЕЛАТЬ БИБЛИОГРАФИЧЕСКУЮ ССЫЛКУ НА НЕЁ:**

*Периков А.В.* Системный анализ и нанотехнологии безопасности в инженерных системах жилых высотных зданий // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том 10, № 2. – С. 114–130. – DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-114-130](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-114-130).

**DEAR COLLEAGUES!**

**THE REFERENCE TO THIS PAPER HAS THE FOLLOWING CITATION FORMAT:**

*Perikov A.V.* System analysis and nanotechnologies of safety in the engineering systems of residential high-rise buildings. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2018, Vol. 10, no. 2, pp. 114–130. DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-114-130](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-114-130). (In Russian).

