

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
**НАДЗОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ  
И СУДЕБНАЯ ЭКСПЕРТИЗА  
В СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ**  
№ 2 – 2022

**Редакционный совет**

**Председатель** – кандидат технических наук, доцент генерал-лейтенант внутренней службы **Гавкалюк Богдан Васильевич**, начальник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

**Сопредседатель** – доктор наук **Савич Бранко**, директор Высшей технической школы Нови Сад (Республика Сербия).

**Заместитель председателя** – доктор технических наук, доцент **Зыбина Ольга Александровна**, заместитель начальника Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России по научной работе.

**Заместитель председателя** – доктор наук **Милисавлевич Бранко**, профессор Высшей технической школы Нови Сад (Республика Сербия).

**Члены редакционного совета:**

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Ложкин Владимир Николаевич**, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор химических наук, профессор **Ивахнюк Григорий Константинович**, профессор кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор технических наук, профессор **Шарапов Сергей Владимирович**, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Чешко Илья Данилович**, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского института перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор наук **Бабич Бранко**, преподаватель Высшей технической школы Нови Сад (Республика Сербия);

доктор наук **Карабасил Драган**, профессор Высшей технической школы Нови Сад (Республика Сербия);

доктор наук **Петрович Гегич Анита**, профессор Высшей технической школы Нови Сад (Республика Сербия);

доктор наук (PhD), профессор **Агостон Рестас**, начальник Департамента противопожарной профилактики и предотвращения чрезвычайных ситуаций Института управления в чрезвычайных ситуациях (Республика Венгрия);

доктор технических наук **Мрачкова Ева**, профессор кафедры противопожарной защиты Технического университета г. Зволен (Республика Словакия);

кандидат технических наук полковник внутренней службы **Иванов Юрий Сергеевич**, первый заместитель начальника Научно-исследовательского института пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций (Республика Беларусь).

**Секретарь совета:**

майор внутренней службы **Болотова Полина Александровна**, редактор редакционного отделения редакционного отдела Центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

кандидат технических наук **Наташа Суботич**, профессор Высшей технической школы Нови Сад (Республика Сербия).

## **Редакционная коллегия**

**Председатель** – майор внутренней службы **Дмитриева Ирина Владимировна**, начальник редакционного отдела Центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

**Члены редакционной коллегии:**

кандидат педагогических наук **Кузьмина Татьяна Анатольевна**, доцент кафедры надзорной деятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (ответственный за выпуск);

майор внутренней службы **Ильницкий Сергей Владимирович**, старший преподаватель кафедры надзорной деятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

майор внутренней службы **Гайдукевич Александр Евгеньевич**, старший научный сотрудник отдела инновационных и информационных технологий в экспертизе пожаров Научно-исследовательского института перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Бельшина Юлия Николаевна**, начальник кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

кандидат технических наук, доцент подполковник внутренней службы **Бобров Александр Иванович**, доцент кафедры гражданской обороны, защиты населения и территорий (в составе учебно-научного комплекса гражданской обороны, защиты населения и территорий) Академии ГПС МЧС России;

кандидат технических наук, доцент **Кузьмин Александр Алексеевич**, доцент кафедры механики Санкт-Петербургского государственного технологического института (технологического университета);

доктор технических наук **Петра Танович**, профессор Высшей технической школы Нови Сад (Республика Сербия);

доктор наук **Хвайоунг Ким**, доцент отдела пожарной безопасности университета Кюнбил (Республика Корея);

кандидат технических наук **Навроцкий Олег Дмитриевич**, начальник отдела Научно-исследовательского института пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций (Республика Беларусь).

**Секретарь коллегии:**

старший лейтенант внутренней службы **Чурилина Валерия Валерьевна**, редактор редакционного отделения предпечатной подготовки редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

## СОДЕРЖАНИЕ

### **НАДЗОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

- Журба А.С., Печеневский В.С., Стрежнев Е.А., Черепанов С.Н.** Административный барьер как категория административно-правового регулирования ..... 4
- Журба А.С., Кушнарева О.Н., Стрежнев Е.А., Комогорцев С.И.** Административные барьеры и административно-правовые средства: проблемы классификации и преодоления .. 9

### **ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

- Егоров А.А.** Индивидуальная следовая картина электродуговых оплавлений токоведущих медных жил, моделированных на сварочном аппарате ..... 14

### **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ**

- Кузьмин А.А., Романов Н.Н., Пермяков А.А.** Моделирование пожара в функционально-однотипных помещениях ..... 25

### **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

- Лабинский А.Ю.** К вопросу разработки экспертных систем ..... 33

### **Информационная справка ..... 38**

- Авторам журнала «Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности» ..... 42**

Полная или частичная перепечатка, воспроизведение, размножение либо иное использование материалов, опубликованных в журнале «Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности», без письменного разрешения редакции не допускается

**ББК Н96С+Ц.9.3.1+Х.5**  
**УДК 349**

Отзывы и пожелания присылать по адресу: 196105, Санкт-Петербург, Московский пр., 149. Редакция журнала «Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности», тел. (812) 645-20-35. e-mail: redakziaotdel@yandex.ru. Официальный интернет-сайт научно-аналитического журнала WWW.ND.IGPS.RU

Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU.

**ISSN 2304-0130**

© Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2022

---

---

# НАДЗОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

---

---

УДК 342.951

## АДМИНИСТРАТИВНЫЙ БАРЬЕР КАК КАТЕГОРИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Андрей Сергеевич Журба<sup>✉</sup>;

Виталий Сергеевич Печеневский;

Евгений Анатольевич Стрежнев;

Сергей Николаевич Черепанов.

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

Andrey007super@mail.ru<sup>✉</sup>

*Аннотация.* Дан анализ административных барьеров, создающих не оправданные, с точки зрения баланса социально-правовых ценностей, запреты и ограничения в гражданском обществе, что предопределяло бы эффективность современной «регуляторной гильотины», направленной, прежде всего, на освобождение экономических субъектов от избыточной административной опеки и на развитие рыночных, саморегулируемых механизмов. Указано, что до сих пор в науке не сложилось даже общепризнанного определения понятия административных барьеров, элементного состава этого понятия, не сформирована методика поиска и выявления административных барьеров, их социально-правового и экономического анализа.

*Ключевые слова:* административно-правовое регулирование, административно-правовые средства, административные барьеры, административные запреты, административно-правовые обязывания, административно-правовые ограничения, административный контроль, мониторинг административных барьеров, регуляторная гильотина

**Ссылка для цитирования:** Журба А.С., Печеневский В.С., Стрежнев Е.А., Черепанов С.Н. Административный барьер как категория административно-правового регулирования // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2022. № 2. С. 4–8.

Впервые понятие административного барьера появилось в Указе Президента Российской Федерации от 29 июня 1998 г. № 30 [1] и определялось преимущественно в негативном значении – как то административно-правовое препятствие, ограничение, необоснованно установленное условие или запрет, которые не несут полезной социально-правовой нагрузки, но препятствуют развитию предпринимательской деятельности в России. Данный правовой акт, безусловно, сыграл для развития предпринимательства свою положительную роль: его значение для преодоления препятствий при регистрации предпринимательской деятельности отмечалось в 2005 г. рядом специалистов по государственной регистрации юридических лиц [2, с. 5].

Однако проблема административных барьеров не была и вряд ли могла быть окончательно устранена посредством лишь одного нормативного акта: в первое десятилетие принимается целый ряд нормативных актов федеральных органов исполнительной власти (к числу последних из действующих актов этого периода относится, например, Приказ Ростехнадзора от 15 апреля 2008 г. № 241 [3]). Реализовала свои надзорные функции в данном направлении и Прокуратура Российской Федерации [4].

И все же весь указанный период в России административные барьеры в системном качестве не рассматривались: до 2011 г. они рассматривались как нечто внутриведомственное, легко устранимое на уровне региональных или федеральных органов исполнительной власти, лишь временно и точно препятствующее развитию национальной экономики. Лишь к 2011 г. пришло понимание необходимости формирования целостной концепции противодействия административным барьерам, которые, как выяснилось,

не были просто наследием советского права, но оказались самовоспроизводящимся явлением. Поэтому в 2011 г. Правительство Российской Федерации переходит от отдельных мер устранения административных барьеров к Концепции их снижения [5], и уже тогда ряд ученых указывали на задачу их снижения как основную для реализации административной реформы [6].

И все же борьба с административными барьерами рассматривалась в то время еще в качестве хотя и масштабной, но разовой, «этапной», преходящей, задачей, которая, как тогда мыслилось, могла быть разово решена рядом административных же (реформистских) мер. Как следствие, в Российской Федерации отсутствовала единая, последовательная и, главное, постоянно ведущаяся государственная политика по преодолению административных барьеров.

Как показали последующие события, лишь к 2017 г. стало очевидно, что преодоление административных барьеров для освобождения потенциала российской экономики, в первую очередь – в условиях санкций – является одной из наиболее важных направлений государственной политики по развитию конкуренции и противодействию монополизации рынков. В частности, по оценкам Минэкономразвития, еще в 2019 г. насчитывалось «более 9000 нормативных актов, устанавливающих обязательные требования, при этом часть из них – избыточные и неэффективные, а также устаревшие как морально, так и технологически» [7]. Это понимание привело к формированию комплекса государственных программ по устранению административных барьеров: было принято Постановление Правительства Российской Федерации от 29 сентября 2017 г. № 1184 [8], в котором был закреплён общий порядок создания и реализации планов мероприятий по устранению административных барьеров. При этом Положение о разработке и реализации таких мероприятий, утверждённое данным Постановлением, содержало такой значимый раздел, как мониторинг реализации «дорожных карт». Таким образом, каждая утверждённая «дорожная карта» с этого момента не только становилась обязательной, но и подлежала непрерывному отслеживанию по ее фактической реализации, оценке скорости реализации, возникающих препятствий и т.д. Почти одновременно на необходимость снижения высокого уровня административных барьеров вновь обратил внимание Президент Российской Федерации [9], потребовавший от Правительства представить к 2019 г. предложения, направленные на их снижение.

В течение последующего 2018 г. Правительство Российской Федерации приняло несколько правовых актов, направленных на реализацию названного постановления. К ним относятся, например, распоряжения Правительства Российской Федерации от 29 марта 2018 г. № 535-р [10] и 3 апреля 2018 г. № 576-р [11]. Эта деятельность Правительства Российской Федерации продолжилась и в 2020–2021 гг. [12].

С 2018 г. многие принимаемые федеральными органами исполнительной власти планы мероприятий (стратегии) включают анализ действующего законодательства на предмет снижения или устранения административных барьеров [13]. Таким образом, снижение или устранение административных барьеров приобрело качества государственной функции: постоянства и системности, превратилось в настоящее время в отдельное и подлежащее специальному контролю (мониторингу) направление государственной политики. В то же время, задача снижения административных барьеров реализуется и негосударственными организациями. Так, среди приоритетных направлений деятельности Торгово-промышленной палаты Российской Федерации на 2021–2025 гг. содержится и анализ законодательства и правоприменительной практики в целях сокращения административных барьеров [14].

Таким образом, можно выделить три этапа развития российского законодательства о противодействии административным барьерам:

- 1998–2011 гг., когда они рассматривались лишь как временное наследие избыточной бюрократизации советского права;
- 2011–2017 гг., когда борьба с административными барьерами стала рассматриваться в качестве подлежащей решению задачи административной реформы;

– 2017 г. – настоящее время, когда в юридическую науку и правотворчество пришло понимание необходимости постоянной, систематической борьбы с административными барьерами, когда эта борьба стала рассматриваться в качестве государственной функции и отдельного направления государственной правовой политики.

Одновременно с правотворческими решениями, в юридической науке осмысливалось само понятие и правовая природа административных барьеров. Еще в 2015 г. была признана целесообразность формирования «единого научно-обоснованного подхода к определению сущности и содержания понятия «административные барьеры», что в значительной мере позволит унифицировать, систематизировать и в конечном итоге повысить эффективность научных исследований, направленных на разработку мер, позволяющих снизить негативное влияние административных барьеров на развитие российского предпринимательства» [15, с. 118]. При этом следует подчеркнуть необходимость создания такого определения административных барьеров, которое позволило бы юридически конкретно выделить их в нормативном массиве, провести правовую экспертизу их содержания и мониторинг применения, оценить их практическое значение для правовой системы, рассмотреть правотворческие возможности замены иными административно-правовыми средствами.

К сожалению, такое определение пока не создано. Так, Г.Б. Козаченко и Е.В. Самойленко определяют их как «препятствия, возникающие при организации и осуществлении субъектами предпринимательской деятельности, создаваемые отдельными должностными лицами органов исполнительной власти» [16, с. 22]. Однако такое определение, очевидно, не выдерживает критики: во-первых, возникает вопрос, почему административные барьеры признаются препятствиями только для субъектов предпринимательской деятельности, а не вообще всех субъектов экономической деятельности или даже для всех субъектов гражданского общества. Во-вторых, возникает вопрос, почему эти препятствия создаются, по мнению названных авторов, только «отдельными лицами»: очевидно, что они могут создаваться не только должностными лицами, но и органами государственной власти (и вообще любыми субъектами административно-властной деятельности) в целом, при этом органы государственной власти, создающие административные барьеры, могут относиться не только к исполнительной, но и в полной мере к законодательной (как региональной, так и федеральной) власти. Таким образом, данное определение не может претендовать ни на юридическую точность, ни на всеохватность отношений по выявлению и устранению административных барьеров.

Более точным было следующее определение административных барьеров: «объективные препятствия для организации и осуществления предпринимательской деятельности, вызванные нормативными правовыми актами, действиями или бездействием органов государственной власти и местного самоуправления» [17, с. 15]. В частности, его положительными сторонами стали:

– наиболее широкое представление субъектов, создающих административные барьеры – как органов государственной власти и местного самоуправления (охвачены все органы публичной власти);

– правовые источники административных барьеров: как нормативные акты, так и индивидуальные правовые акты и фактические действия (все они могут быть охвачены приведенным понятием «действия и бездействие»).

Однако и это определение вызывает два вопроса: во-первых, почему названные авторы рассматривают препятствия как «объективные», хотя существо административного барьера в том и состоит, что он далеко не всегда носит объективный (объективно-необходимый, вытекающий из существа действующего правопорядка) характер, а, напротив, нередко является субъективным, искусственно созданным юридическим препятствием. Во-вторых, названные авторы вновь обращают внимание лишь на ограничения, направленные сугубо против свободы предпринимательской деятельности, тогда как фактически административные барьеры ограничивают и связывают в той или иной мере свободу всего гражданского общества.

Интересным является определение административных барьеров, данное Э.С. Набиуллиной: «избыточность совокупности установленных обязательных правил; внутренняя противоречивость установленных правил» [18]. Помимо юридической безупречности данного определения, нельзя не отметить, что оно представляет административные барьеры как явление, исключительно негативное для существующего правопорядка, как «избыточная» урегулированность общественных отношений там, где необходимость этого регулирования отсутствует. В то же время ценность этого определения в постановке центрального для концепции административных барьеров вопроса: насколько полезно и насколько, напротив, избыточно то или иное правовое регулирование, каков и где находится баланс между полезностью правового регулирования того или иного общественного отношения и причиняемым вторжением в естественное, рыночное регулирование вредом.

Таким образом, определение Э.С. Набиуллиной выявляет основную, содержательную проблему административных барьеров, которая состоит не столько в том, что они по своему обязывающему действию направлены в отношении обеих сторон административно-правового регулирования – как властных, так и подвластных субъектов, сколько в том, как сбалансировать их содержание таким образом, чтобы полезный социально-правовой эффект их действия превышал эффект ограничивающий, негативный, на вредность которого для развития отечественной экономики и было указано Президентом Российской Федерации еще в 1998 г.

#### **Список источников**

1. О мерах по устранению административных барьеров при развитии предпринимательства: Указ Президента Рос. Федерации от 29 июня 1998 г. № 30. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Носков Б.П., Чуряев А.В. К вопросу об ответственности при государственной регистрации юридических лиц // Юрист. 2005. № 3. С. 4–8.
3. О мерах по устранению административных барьеров в виде регистрации автозаправочных станций, предназначенных для осуществления розничной торговли бензином и дизтопливом, в государственном реестре опасных производственных объектов и распространения на них действия законодательства в области промышленной безопасности: приказ Ростехнадзора от 15 апр. 2008 г. № 241. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Об усилении прокурорского надзора за соблюдением прав субъектов малого и среднего предпринимательства, устранением административных барьеров предпринимательской деятельности, исполнением законов органами исполнительной власти, обладающими контрольно-надзорными полномочиями и реализующими разрешительные процедуры: указание Генеральной прокуратуры Рос. Федерации от 13 авг. 2009 г. № 260/7. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Об утверждении Концепции снижения административных барьеров и повышения доступности государственных и муниципальных услуг на 2011–2013 гг. и Плана мероприятий по реализации указанной Концепции: распоряжение Правительства Рос. Федерации от 10 июня 2011 г. № 1021-р (в ред. от 28 авг. 2012 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Ступин Д.В., Сапожников А.А. Снижение административных барьеров: основная задача современного этапа административной реформы // Вестник университета управления. 2012. № 4. С. 82–88.
7. Механизм «регуляторной гильотины» позволит исключить избыточное и неэффективное регулирование // Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: [https://www.economy.gov.ru/material/news/mehanizm\\_regulyatornoy\\_gilotiny\\_pozvolit\\_isklyuchit\\_izbytochnoe\\_i\\_neeffektivnoe\\_regulirovanie\\_.html](https://www.economy.gov.ru/material/news/mehanizm_regulyatornoy_gilotiny_pozvolit_isklyuchit_izbytochnoe_i_neeffektivnoe_regulirovanie_.html) (дата обращения: 12.02.2022).
8. О порядке разработки и реализации планов мероприятий («дорожных карт») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы и внесении изменений

в некоторые акты Правительства Российской Федерации: постановление Правительства Рос. Федерации от 29 сент. 2017 г. № 1184 (в ред. от 1 июля 2021 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

9. Об основных направлениях государственной политики по развитию конкуренции: Указ Президента Рос. Федерации от 21 дек. 2017 г. № 618. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

10. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Автонет»: распоряжение Правительства Рос. Федерации от 29 марта 2018 г. № 535-р (в ред. от 17 июня 2021 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

11. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации плана мероприятий («дорожной карты») Национальной технологической инициативы по направлению «Аэронет»: распоряжение Правительства Рос. Федерации от 3 апр. 2018 г. № 576-р (в ред. от 16 дек. 2021 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

12. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по развитию рынка малотоннажного сжиженного природного газа и газомоторного топлива в Российской Федерации на период до 2025 года: распоряжение Правительства Рос. Федерации от 13 февр. 2021 г. № 350-р. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

13. Об утверждении Плана мероприятий по реализации Стратегии развития конкуренции и антимонопольного регулирования в Российской Федерации на период до 2030 года (I этап – 2020–2024 гг.): приказ ФАС России от 18 марта 2020 г. № 289/20 (в ред. от 17 авг. 2021 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

14. Приоритетные направления деятельности Торгово-промышленной палаты Российской Федерации на 2021–2025 гг. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

15. Леоненко И.А. Институциональный подход к определению сущности и понятия административных барьеров в предпринимательской деятельности // Наука сегодня: теория и практика: сб. науч. трудов. Уфа: УГУЭС, 2015. С. 115–118.

16. Казаченко Г.Б., Самойленко Е.В. Некоторые административные барьеры в сфере осуществления предпринимательской деятельности: анализ законодательства и судебной практики // Законодательство и экономика. 2007. № 2. С. 21–25.

17. Носков Б.П., Симонова Е.В. О некоторых административных барьерах, сдерживающих развитие экономики и бизнеса в Российской Федерации (правовой аспект) // Безопасность бизнеса. 2005. № 3. С. 11–17.

18. Подведение итогов реализации мероприятий административной реформы в 2006–2010 гг. Приоритетные направления совершенствования государственного управления в 2011–2013 гг.: тезисы выступления Министра Э.С. Набиуллиной. URL: <https://rudocs.exdat.com/docs/index-207237.html> (дата обращения: 30.01.2022).

**Информация о статье:** статья поступила в редакцию: 13.06.2022; принята к публикации: 17.06.2022

*Информация об авторах:*

**Андрей Сергеевич Журба**, магистрант Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: Andrey007super@mail.ru

**Виталий Сергеевич Печеневский**, магистрант Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149)

**Евгений Анатольевич Стрежнев**, магистрант Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149)

**Сергей Николаевич Черепанов**, магистрант Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149)

УДК 342.951

## **АДМИНИСТРАТИВНЫЕ БАРЬЕРЫ И АДМИНИСТРАТИВНО-ПРАВОВЫЕ СРЕДСТВА: ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ И ПРЕОДОЛЕНИЯ**

**Андрей Сергеевич Журба**✉;

**Ольга Николаевна Кушнарера;**

**Евгений Анатольевич Стрежнев;**

**Сергей Иванович Комогорцев.**

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

**Andrey007super@mail.ru**✉

*Аннотация.* Проанализирован произошедший в 2017 г. переход от концепции преодоления административных барьеров к единой, последовательной, системной государственной политике их выявления, мониторинга и устранения, что предполагает их научный анализ и, прежде всего, определение и классификацию. В частности, целесообразным представляется формирование такой классификации административных барьеров, которая позволила бы увидеть их в системе административно-контрольной и надзорной деятельности публичной власти. Обоснована необходимость формирования методики мониторинга существующих и противодействия созданию новых административных барьеров.

*Ключевые слова:* административные барьеры, содержание административных барьеров, административно-правовые средства, административный контроль, административный надзор, сокращение административных барьеров, формы сокращения административных барьеров, стадии сокращения административных барьеров, мониторинг административных барьеров

**Ссылка для цитирования:** Журба А.С., Кушнарера О.Н., Стрежнев Е.А., Комогорцев С.И. Административные барьеры и административно-правовые средства: проблемы классификации и преодоления // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2022. № 2. С. 9–13.

С точки зрения формально-юридической (инструментальной), административные барьеры рассматриваются в рамках общей теории административно-правовых средств. Как отмечают ученые, «общими для отраслевых правовых средств являются такие признаки: принадлежность к универсальным юридическим способам (инструментам) обеспечения прав и интересов субъектов права, системность и комплексность; направленность на достижение общественно значимых целей, являются отображением ресурсов права; входят в структуру механизма правового регулирования; обеспечении юридически значимого результата» [1, с. 90]. С точки зрения структуры механизма правового регулирования, можно выделить следующую классификацию правовых средств.

На уровне нормотворчества, к правовым средствам, способным создавать административные барьеры, относятся:

- нормативные запреты;
- нормативные ограничения (которые также можно рассматривать как запреты ограниченного характера);
- нормативные обязывания (административно-правовые нормы, побуждающие подвластных субъектов к действиям активного типа).

На уровне индивидуального правоприменения к правовым средствам, способным создавать административные барьеры, относятся:

- индивидуально-правовые запреты;
- индивидуально-правовые ограничения;
- индивидуально-правовые обязывания.

При этом представляется, что административно-правовые средства соотносятся с административными барьерами как общее и особенное: последние представляют собой такие административно-правовые средства, которые не обусловлены реальной социальной потребностью их установления и (или) применения. Отсутствие такой социально-правовой обоснованности введения административно-правового обязывания, ограничения или полного запрета – влечет последствия, уже достаточно обстоятельно изученные в экономической

науке: оно состоит либо в прекращении экономической деятельности ее субъектами, либо в полном или частичном переходе этих субъектов в «теневую» сферу (так, по заявлению Президента Российской Федерации В.В. Путина, в сфере теневой экономики в 2016 г. находилось порядка 30 млн российских граждан [2]).

Данные административно-правовые средства могут различаться также по степени широты административного усмотрения субъекта административной юрисдикции:

– строгие барьеры, то есть барьеры, исключающие какие-либо возможности (свободу) административного усмотрения субъекта административной власти;

– барьеры с альтернативными полномочиями субъектов административной власти, то есть такие административные запреты, ограничения или обязывания, которые могут применяться должностными лицами (органами исполнительной власти) альтернативно, но в рамках существующего набора юрисдикционных средств;

– барьеры с относительно-определенными полномочиями субъекта административной власти, то есть такие запреты, ограничения или обязывания, которые применяются исключительно по усмотрению должностного лица (органа).

Административные барьеры могут также разделяться в зависимости от срока своего действия на постоянные и временные, при этом их протяженность во времени может быть абсолютной (с указанием точного срока) или относительной (прекращение которых зависит от обстоятельств, относительно которых неизвестно достоверно, наступят они или не наступят).

Административные барьеры могут подразделяться по пространственному критерию, в частности на федеральные, региональные и муниципальные (межмуниципальные).

Сложнее представляется классификация административных барьеров по отраслевому признаку, в этом случае она выглядит как типология (классификация с размытыми границами). В частности, можно выделить административные барьеры в сфере производства, строительства (в частности, как отмечают специалисты, «в среднем при строительстве многоквартирного дома застройщики проходят 100 процедур, затрачивая на это около 3 лет» [3, с. 171]), транспортных перевозок, в сфере общей разрешительной деятельности государства и муниципальных образований.

Классификация административных барьеров может быть проведена по кругу лиц, на которых они распространяются: это могут быть все частные лица или только субъекты предпринимательской деятельности, или отдельные категории субъектов предпринимательской деятельности.

Однако с точки зрения российской системы права, наиболее значимой представляется классификация административных барьеров на применяемые в публичном праве – при осуществлении финансовой, таможенной, экологической, административной (а в ее рамках – разрешительной, контрольной, надзорной) деятельности, и применяемые в частном праве.

К числу последних относятся барьеры, которые не являются в юридическом смысле административными, но которые также препятствуют свободе предпринимательской деятельности. Так, Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 июня 2016 г. № 1083-р [4] предусмотрело устранение административных (на самом деле, относящихся к числу гражданско-правовых) барьеров, созданных в отношениях по поводу подключения объектов к сетям инженерно-технического обеспечения. К числу правовых мер их устранения отнесены традиционные повышение прозрачности процедур и более четкое определение их сроков. Кроме того, на уровне Правительства Российской Федерации утверждаются правила недискриминационного доступа к основным сетям (водоснабжения, канализации, теплоснабжения и т.д.) и типовые формы договоров подключения к этим сетям.

При этом наиболее значимой сферой признается снижение административных барьеров в процессе не предварительного или последующего, а именно текущего административного контроля – как создающего наибольшие помехи при осуществлении экономической деятельности. Например, как отмечает С.А. Агамагомедова, «снижение административных барьеров при прохождении различных видов государственного контроля и надзора провозглашается в качестве вектора проводимой реформы, одной из ее целей» [5, с. 8].

Действительно, как следует из Паспорта приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности», «мировая практика свидетельствует об активном использовании методов оценки риска в целях снижения общей административной нагрузки на субъекты хозяйственной деятельности с одновременным повышением уровня эффективности контрольно-надзорной деятельности органов власти» [6]. Таким образом, развитие риск-ориентированного подхода рассматривается как одно из направлений устранения административных барьеров при осуществлении контрольно-надзорной деятельности.

Вторым направлением устранения административных барьеров при осуществлении контрольной и надзорной деятельности стала так называемая регуляторная гильотина. Ее первый этап описывается следующим образом: «в целях ускорения процесса актуализации обязательных требований внедрено правило принятия новых обязательных требований только после отмены двух устаревших (1 in 2 out)» (упомянутый Паспорт приоритетной программы). В настоящее время административные барьеры в сфере контроля и надзора в значительной мере опровергаются положением п. 5.1) ч. 1 ст. 24.5 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях, из которого следует, что несоблюдение содержащихся в нормативных правовых актах обязательных требований, если их несоблюдение в соответствии с ч.ч. 3, 4 и 7 ст. 15 ФЗ от 31 июля 2020 г. № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации» [7] не может являться основанием для привлечения к административной ответственности, исключает возможность производства по делу об административном правонарушении.

Это направление уже получило свою детальную реализацию в ряде постановлений Правительства Российской Федерации: были утверждены виды государственного контроля (надзора), в рамках которых утрачивают силу нормативные акты с обязательными требованиями [8], а также обратный перечень – нормативных правовых актов, в отношении которых не применяются положения ч.ч. 1, 2 и 3 ст. 15 ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации», то есть положения о регуляторной гильотине [9].

Однако проблема, как представляется, состоит в том, что данные нормативные акты были распределены без необходимого тщательного мониторинга их полезности, эффективности, социальной обоснованности их действия в целом. Их гильотинирование происходит преимущественно по формальным основаниям: отношению к той или иной отрасли административного надзора и сроку принятия (как следует из ст. 15 Федерального Закона от 31 июня 2020 г. № 247-ФЗ, он определяется 1 января 2020 г.), при этом реальное контрольное, охранительное значение того или иного барьера никак не оценивается.

Причина такой ситуации в том, что, как отмечается в самом Министерстве экономического развития Российской Федерации, «регуляторная гильотина» имеет «масштабный» характер, а ее цель – «тотальный» [10], то есть всеобщий пересмотр обязательных требований. Очевидно, масштабность и тотальность в условиях дефицита времени на анализ каждого из существующих нормативных правовых актов существенно снижают, если не исключают возможности их обстоятельного анализа их «барьерного» эффекта (впрочем, на данный момент отсутствует и сама методика такого анализа), в связи с чем у государства существуют все риски «выплеснуть с водой и ребенка». Существующие же требования создания новых правовых актов «с широким участием предпринимательского и экспертного сообществ» [10] остаются пока крайне абстрактными, поскольку не определен механизм такого «широкого» участия, а дополнительное привлечение представителей экспертного сообщества повлечет, очевидно, и дополнительные расходы, источник покрытия которых также остается не определен. Во всяком случае, как сообщил Президент Российской Федерации, в настоящее время прекращено действие 12,5 тыс. нормативных актов – с заменой их на порядка 400 новых, «необходимых для соответствующей регуляторики» [11].

Еще одна проблема устранения административных барьеров и реализации «регуляторной гильотины» в контрольно-надзорной сфере состоит в том, что под нее не подпадают так называемые «письма» федеральных органов исполнительной власти. Как известно, в п. 2 второго абзаца Правил подготовки нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти и их государственной регистрации [12],

издание нормативных правовых актов в виде писем, распоряжений и телеграмм не допускается. Включение этого положения в названные Правила в 1997 г. означало, что никакие правоприменительные органы, и в первую очередь суды, не должны принимать данные акты во внимание. Однако проблема состояла в том, что их, в силу своего служебного положения и единого административно-правового режима служебной дисциплины, обязаны были принимать во внимание сами контролирующие – государственные служащие, должностные лица, осуществляющие контроль и надзор. Действуя по собственным внутренним правилам «писем», нередко противоречащим принципам контрольно-надзорной деятельности, такие государственные служащие создавали административные барьеры для бизнеса именно на стадии правореализации, – в той области, где ограничивается действие правотворческих органов. Это положение много лет вызывало различные конфликты между бизнес-сообществом и судами с одной стороны и федеральными органами исполнительной власти (как правило, федеральными службами), осуществляющими контроль и надзор, с другой. Примечательно, что еще в 1994 г. С.А. Герасименко указывала, что «письма» должны быть признаны «внутренним делом соответствующей системы. Придавая этой переписке статус официальных документов и доводя ее до сведения иных лиц, налоговые органы, по сути, вводят налогоплательщиков в заблуждение относительно истинного статуса данных документов» [13, с. 17]. Однако и спустя даже более 20 лет ученые вынуждены были признать, что «сложившаяся практика демонстрирует отступление от указанного правила: официально сформулированные органами исполнительной власти правовые позиции, хоть и не облеченные в надлежащую форму правового акта... рассматриваются правоприменителями в качестве обязательных к исполнению» [14, с. 12]. Иначе говоря, даже при издании тем или иным контрольно-надзорным органом не нормативного правового акта (которые они, как правило, и не вправе издавать), а «письма» или «телеграммы», государственные служащие на местах обязаны, в силу служебной дисциплины, исполнять его, хотя бы он и вызывал сомнения в своей законности. Более того, как справедливо указывает А.Н. Шмелев, суды, как правило, становятся на сторону этого контрольно-надзорного органа, хотя «такая практика не может ... обеспечить нормальное правовое развитие» [14, с. 12].

Иначе говоря, наряду с названными выше административными барьерами, определенными как на уровне правотворчества, так и на уровне индивидуального правоприменения, существует система вынесенных за пределы правовой системы, но косвенно поддерживаемых судами административных барьеров, содержащихся в так называемых «письмах», и практического решения этой проблемы пока не найдено.

Возможно, правильным путем ее решения был бы прямой запрет органам исполнительной власти и их должностным лицам ссылаться на такие «письма», как на правовое основание своих действий, что соответствует правовому режиму служебной дисциплины, относящей, как правило, подобные письма к документам служебного пользования. Одновременно правильным был бы запрет правовой оценки данных документов судебной властью – с учетом того, что подчиняется она только закону. Третьим важным направлением ограничения действия писем – запрет контрольно-надзорным органам ссылаться на них в отношениях с подконтрольными (поднадзорными) субъектами или для обоснования правомерности применения к ним публично-правовых санкций.

#### **Список источников**

1. Заброда Д.Г. Административно-правовые средства борьбы с коррупцией: понятие и классификация // Крымские юридические чтения. Правонарушение и ответственность. Симферополь: ООО Изд-во типографии «Ариал», 2017. С. 88–92.
2. Bloomberg: Путин поручил вывести 30 млн россиян из теневой экономики // Независимая газета. URL: <https://www.ng.ru/news/548701.html> (дата обращения: 28.01.2022).
3. Бидаева О.А. Административные барьеры в строительстве и пути их решения // Инновационная наука. 2020. № 6. С. 170–172.
4. Об утверждении Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 г.: распоряжение Правительства Рос. Федерации

от 2 июня 2016 г. № 1083-р (в ред. от 30 марта 2018 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Агамагомедова С.А. Административные барьеры для бизнеса: минимизация в условиях реформы государственного контроля и надзора // Российская юстиция. 2021. № 2. С. 6–9.

6. Паспорт приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности»: приложение к Протоколу президиума Совета при Президенте Рос. Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам от 21 дек. 2016 г. (в ред. от 30 мая 2017 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. Об обязательных требованиях в Российской Федерации: Федеральный закон от 31 июня 2020 г. № 247-ФЗ (в ред. от 11 июня 2021 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

8. Об утверждении перечня видов государственного контроля (надзора), в рамках которых обеспечиваются признание утратившими силу, не действующими на территории Российской Федерации и отмена нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, федеральных органов исполнительной власти, правовых актов исполнительных и распорядительных органов государственной власти РСФСР и Союза ССР, содержащих обязательные требования, соблюдение которых оценивается при осуществлении государственного контроля (надзора): распоряжение Правительства Рос. Федерации от 15 дек. 2020 г. № 3340-р (в ред. от 24 дек. 2021 г.) Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

9. Об утверждении перечня нормативных правовых актов и групп нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, нормативных правовых актов, отдельных положений нормативных правовых актов и групп нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти, правовых актов, отдельных положений правовых актов, групп правовых актов исполнительных и распорядительных органов государственной власти РСФСР и Союза ССР, решений Государственной комиссии по радиочастотам, содержащих обязательные требования, в отношении которых не применяются положения ч.ч. 1, 2 и 3 ст. 15 Федер. закона «Об обязательных требованиях в Российской Федерации»: постановление Правительства Рос. Федерации от 31 дек. 2020 г. № 2467 (в ред. от 31 дек. 2022 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

10. Механизм «регуляторной гильотины» // Министерство экономического развития Российской Федерации: URL: [https://www.economy.gov.ru/material/directions/gosudarstvennoe\\_upravlenie/mehanizm\\_regulyatornoy\\_gilotiny/](https://www.economy.gov.ru/material/directions/gosudarstvennoe_upravlenie/mehanizm_regulyatornoy_gilotiny/) (дата обращения: 14.02.2022).

11. Путин считает, что регуляторная гильотина сработала // Контрольно-надзорная и разрешительная деятельность. URL: <https://knd.ac.gov.ru/5615/> (дата обращения: 28.01.2022).

12. Об утверждении Правил подготовки нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти и их государственной регистрации: Постановление Правительства Рос. Федерации от 13 авг. 1997 г. № 1009 (в ред. от 20 июля 2021 г.) (с изм. и доп., вступ. в силу с 1 янв. 2022 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

13. Герасименко С.А. Защита прав налогоплательщиков в Арбитражном суде. М.: АО «Центр деловой информации», 1994. 135 с.

14. Шмелев А.Н. Оспоримость правового акта как фактор формирования непротиворечивой системы законодательства в Российской Федерации // Российский судья. 2015. № 10. С. 10–14.

**Информация о статье:** статья поступила в редакцию: 13.06.2022; принята к публикации: 17.06.2022

*Информация об авторах:*

**Андрей Сергеевич Журба**, магистрант Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: Andrey007super@mail.ru

**Ольга Николаевна Кушнарева**, магистрант Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149)

**Евгений Анатольевич Стрежнев**, магистрант Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149)

**Сергей Иванович Комогорцев**, магистрант Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149)

# ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

УДК 614.849; 614.841.2.001.2

## ИНДИВИДУАЛЬНАЯ СЛЕДОВАЯ КАРТИНА ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ ОПЛАВЛЕНИЙ ТОКОВЕДУЩИХ МЕДНЫХ ЖИЛ, МОДЕЛИРОВАННЫХ НА СВАРОЧНОМ АППАРАТЕ

**Андрей Андреевич Егоров.**

**Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы**

**«Испытательная пожарная лаборатория» по Нижегородской области, г. Нижний Новгород,  
Россия**

***ipl-egorov@mail.ru***

*Аннотация.* Показано, что в результате моделирования короткого замыкания с помощью сварочного аппарата на токоведущих медных жилах в исходном состоянии без последующего термического воздействия фиксируется индивидуальное макроскопическое и микроскопическое строение, отличающее их от токоведущих медных жил с электродуговыми оплавлениями, изымаемыми с мест пожаров. Полученные данные могут быть использованы при экспертном пожарно-техническом исследовании вещественных объектов, изымаемых с мест пожаров.

*Ключевые слова:* аттестация экспертов, пожарно-техническая экспертиза, токоведущая медная жила, моделирование аварийного режима работы электросети, короткое замыкание, электродуговое оплавление, морфологический анализ, металлографический анализ, имитация причины пожара

**Ссылка для цитирования:** Егоров А.А. Индивидуальная следовая картина электродуговых оплавлений токоведущих медных жил, моделированных на сварочном аппарате // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2022. № 2. С. 14–24.

В работе [1] был рассмотрен пример практического использования сварочного аппарата как вариант наиболее оптимального метода производства образцов электродуговых оплавлений токоведущих медных жил (т.м.ж.) для учебных целей сектора аттестации экспертов Судебно-экспертного учреждения федеральной противопожарной службы «Испытательной пожарной лаборатории» (СЭУ ФПС ИПЛ). Работа над этой статьей и ее результаты послужили отправной точкой для настоящего исследования, направленного на изучение индивидуальных следов электродугового воздействия короткого замыкания, возникающих при его моделировании с помощью сварочного аппарата («методом сварки»).

Для реализации поставленной задачи было осуществлено моделирование короткого замыкания между однопроволочной и многопроволочной т.м.ж. одного сечения ранее описанным методом [1].

Образцы моделирования короткого замыкания изучались, опираясь на самые актуальные данные в области установления природы оплавлений медных проводников, обозначенные в диссертационной работе [2] в два этапа. На первом этапе было реализовано морфологическое (макроскопическое) исследование на стереоскопическом микроскопе «ЛОМО МСП-2», а на втором – металлографическое исследование на микроскопе «ЛОМО МЕТАМ РВ-21». Рентгенофазовый анализ на дифрактометре «ДР-01 РАДИАН» не использовался, так как ранее в работе [1] было показано, что в исследуемом случае он не дает однозначных результатов.

Фотоизображения макроструктур поверхностей оплавлений и прилегающих к ним поверхностей неоплавленных участков т.м.ж., полученные на первом этапе исследования, представлены на рис. 1, 3. Данные и последующие подобные фотоизображения реализованы методом послыной микроскопии.

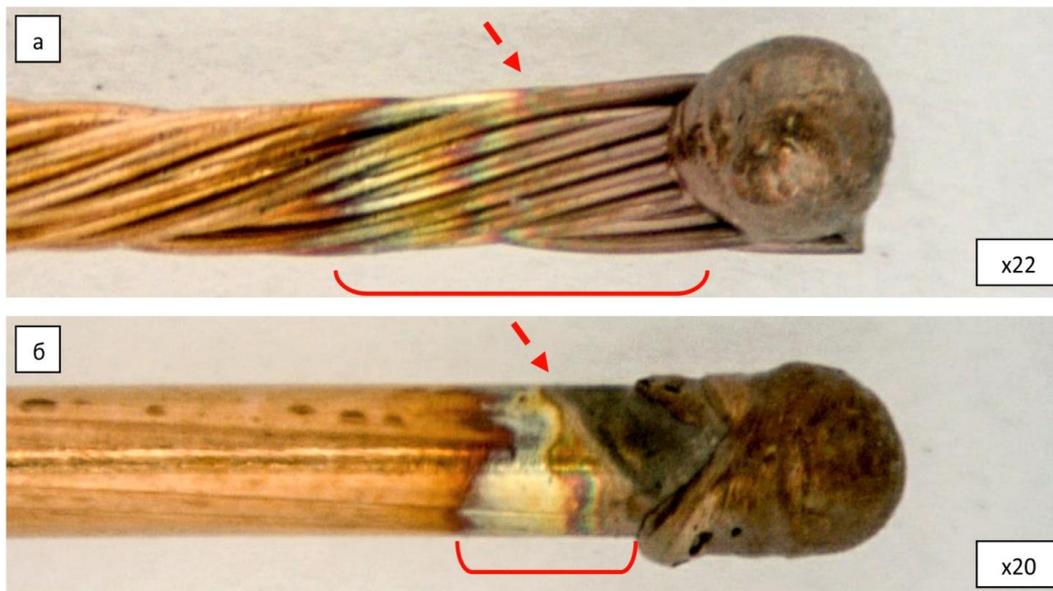


Рис. 1. Образцы, полученные в результате моделирования «методом сварки». Макроструктуры поверхностей оплавленных токоведущих медных жил: а – многопроволочная т.м.ж.; б – однопроволочная т.м.ж.

Результаты морфологического исследования оплавлений и прилегающих к ним поверхностей неоплавленных участков токоведущих медных жил после моделирования короткого замыкания «методом сварки»:

1. У каждой токоведущей медной жилы вблизи оплавления наблюдается участок окисных пленок («цветов побежалости» [3]), расположенный по площади цилиндрической образующей. Цвета окисных пленок распределяются по поверхностям жил в виде градиента, плавно меняющегося от ярко-желтого в самой дальней от оплавления точке до коричневого на границе с оплавлением. Стоит отметить, что в представленном случае (рис. 1 а, б) протяженность окисленного участка составляет не более 3 мм (у многопроволочной жилы), но в процессе проведения экспериментов было замечено, что при более продолжительном воздействии сверхтока, например в результате сплавления жил, участок поверхностного окисления значительно увеличивался и изменял окраску.

Такое распределение цветов оксидной пленки является визуальным отображением градиента температур, который был вызван локальным высокотемпературным воздействием электрической дуги в короткий промежуток времени ее горения (менее чем 1 сек.) в условиях высокой теплопроводности меди [4].

В обстоятельствах короткого замыкания в реальной электропроводке, если предположить, что при этом образуется подобная следовая картина «цветов побежалости», то в результате развивавшегося пожара происходит обширное (нелокализованное) воздействие его тепла на данные токоведущие жилы, и уже при достижении 300 °С [5] возникнет «выравнивающий» окисный слой по поверхности проводника, стирающий его изначально визуальную локальность (рис. 2).

2. На всех оплавлениях были зафиксированы волнообразные наплывы, повторяющие контур оплавления, как бы подчеркивая его (рис. 3). Наиболее яркие (заметные) наплывы расположены у «основания» оплавлений, непосредственно на границе перехода «жила-оплавление» или вблизи нее. Также наплывы просматриваются и по всему оплавлению, однако, наиболее выраженные именно на границе перехода.

Учитывая электродуговую природу исследуемых оплавлений и специфику оборудования (сварочного аппарата), используемого для настоящего моделирования короткого замыкания, можно предположить, что образование наплывов является следствием комплексного взаимодействия как минимум двух причин:

– во-первых, отсутствие в схеме моделирования аппаратов защиты электросети, которые, как известно, обладают токоограничивающим фактором;

– во-вторых, перемещение образцов друг относительно друга оператором эксперимента (моделирования) в период горения дуги.

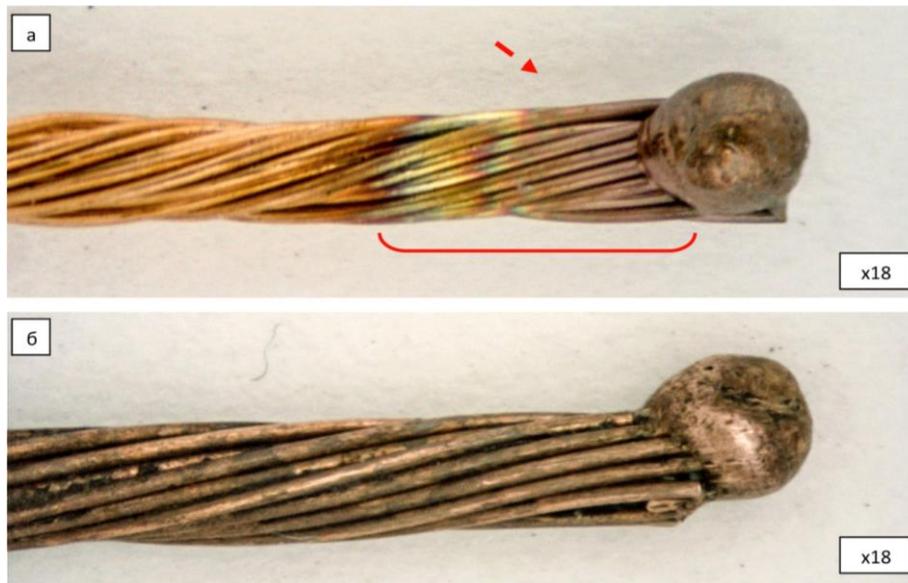


Рис. 2. Сравнение поверхностей многопроволочных т.м.ж. с моделированным (а) и реальным (б) коротким замыканием

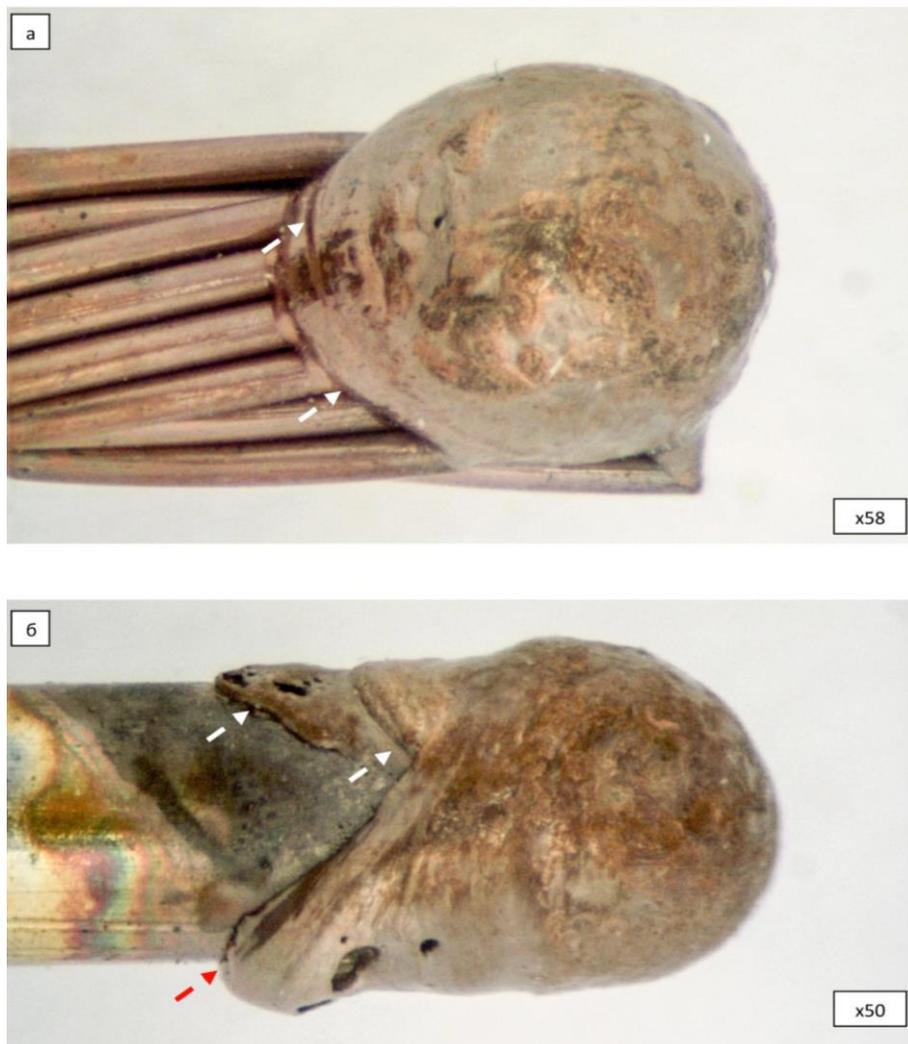
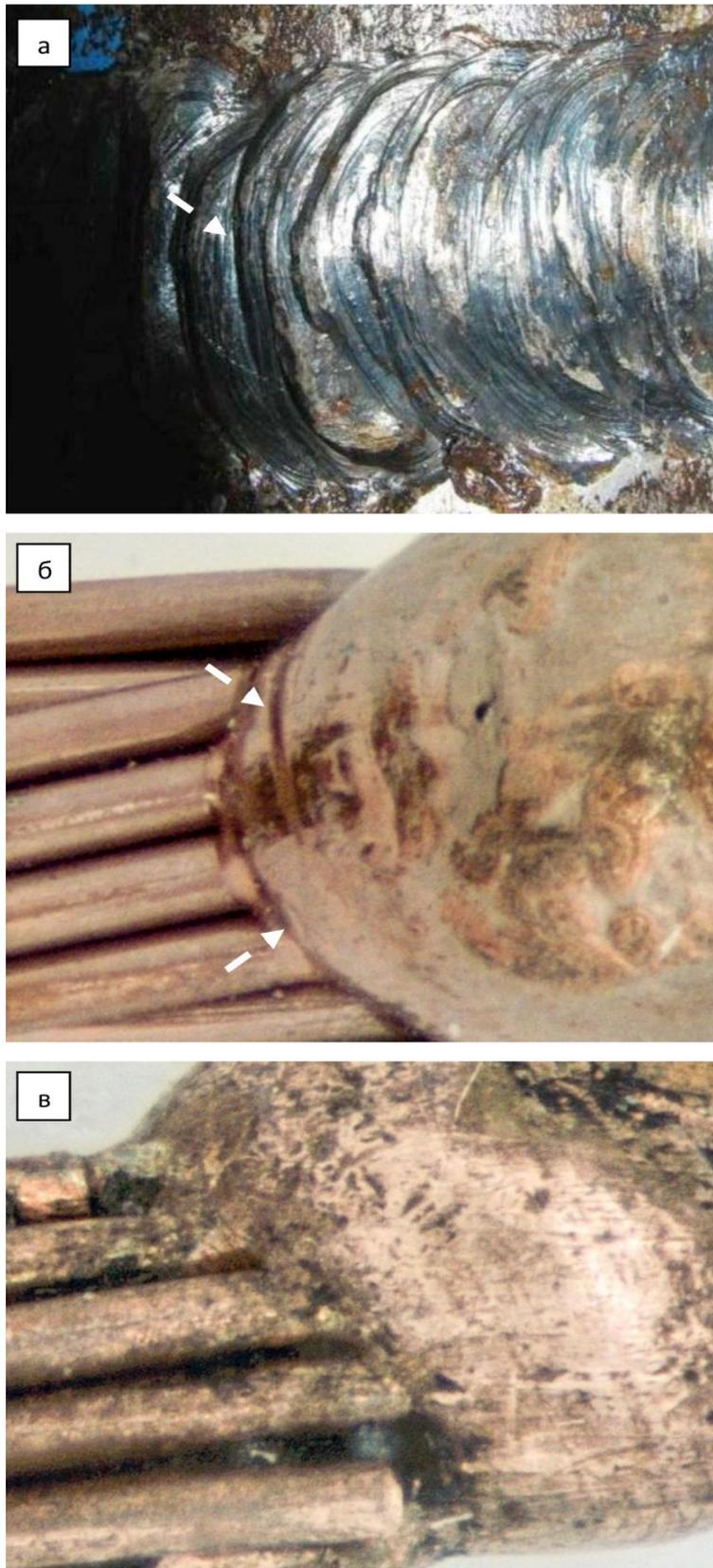


Рис. 3. Макроструктуры поверхностей оплавлений токоведущих медных жил, полученных «методом сварки»: а – многопроволочная т.м.ж.; б – однопроволочная т.м.ж.



**Рис. 4. Сравнение макроструктуры сварного шва [8] стальных конструкций (а), моделированного (б) и реального (в) оплавлений короткого замыкания т.м.ж.**

Современные аппараты защиты электросети, а именно автоматические выключатели [6], снабжены электромагнитными расцепителями мгновенного действия, специальной конструкцией контактов расцепления и дугогасительными камерами, эффективное взаимодействие которых вызывает отключение выключателя при аварийных токах меньших

ожидаемого (максимального) значения (то есть меньше тока короткого замыкания, полученного при его расчете или измерении в точке возникновения потенциального аварийного режима).

Перемещение токоведущих жил друг относительно друга происходит в период от касания (замыкания) образцов и до их разведения и влечет за собой движение электрической дуги.

Таким образом, в условиях реализации предлагаемого способа моделирования происходит устойчивое горение электродуги при перемещении двух взаимно плавящихся токоведущих жил. При этом электрическая дуга горит, пока не разорвется механическим разведением замкнутых проводов.

Фактически осуществлена имитация процесса электродуговой сварки, что, наиболее вероятно, в конечном итоге и вызывает специфическое формирование макроструктуры поверхности оплавлений в виде волнообразных наплывов или так называемое «чешуйчатое строение» [7], которое образуется при электродуговой сварке, например стальных конструкций (рис. 4 а, б). Такое формирование поверхности сварного шва при сварке конструкций объясняется спецификой процесса охлаждения [9], которая приводит к прерывистому характеру кристаллизации, что и порождает слоистое «чешуйчатое» строение металла.

В случае короткого замыкания «до пожара» в реальной электросети, где токоведущие жилы в рамках единого многожильного провода стационарны друг относительно друга, и аварийный режим за доли секунды [10] отключается аппаратами защиты, подобного перемещения проводов не происходит, соответственно показанная следовая картина не образуется (рис. 4 в).

Тем не менее, нельзя исключить формирования подобных поверхностных следов при замыкании одножильных проводов (не ограниченных единой изоляцией) в условиях отсутствия аппаратов защиты электросети. Данное предположение связано с возможностью передвижения токоведущих жил относительно друг друга в результате действия электродинамических сил [11], являющихся возможным следствием короткого замыкания.

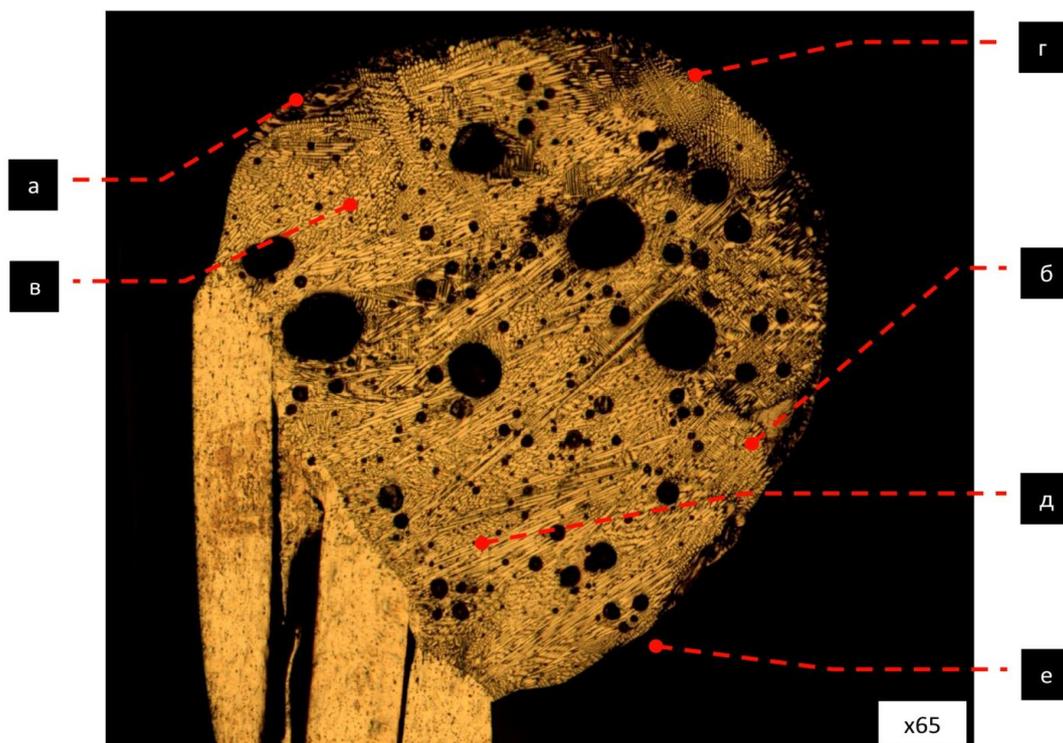
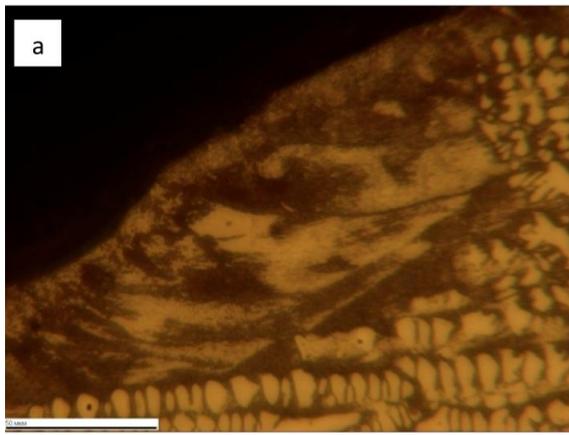
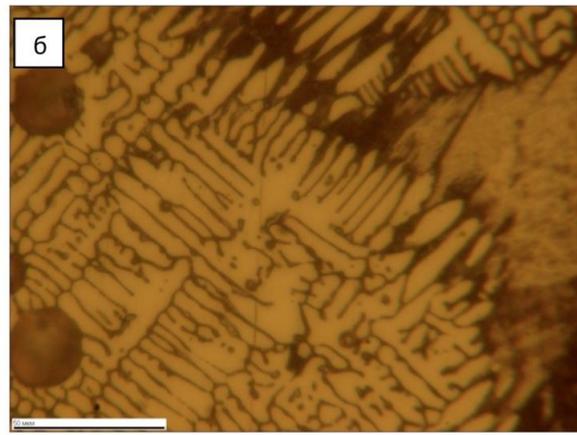


Рис. 5. Панорамное изображение микроструктуры оплавления многопроволочной т.м.ж., моделированного «методом сварки»

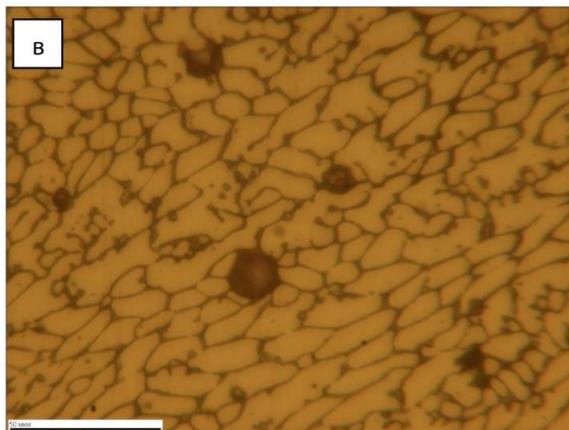
Панорамное фотоизображение микроструктуры многопроволочной т.м.ж. и характерные участки непосредственно оплавления, полученные на втором этапе исследования, представлены на рис. 5, 6.



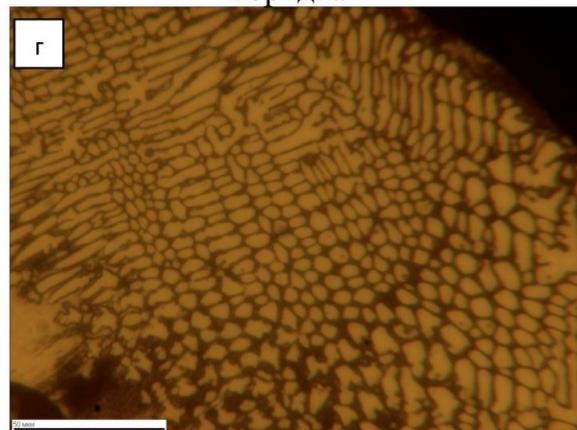
Приповерхностный слой с эвтектикой



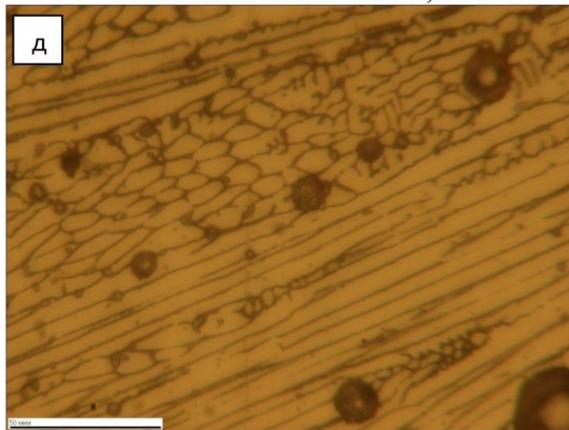
Развитый дендрит с осями 3-го порядка



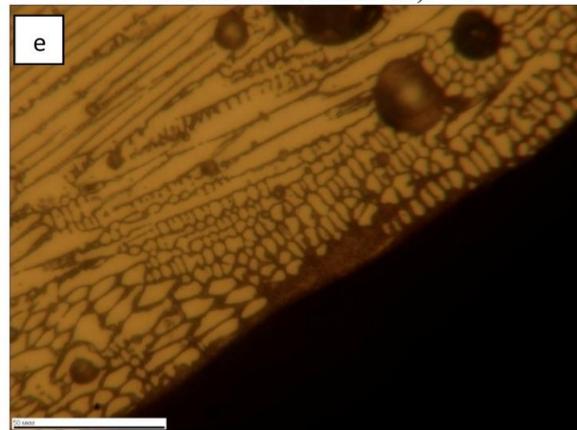
Ячеистая структура с сеткой эвтектики 20,6 %



Ячеистая структура с сеткой эвтектики 41,9 %



Сочетание ячеистой и столбчатой структуры



Самое мелкое зерно оплавления

**Рис. 6. Характерные участки микроструктуры моделированного оплавления многопроволочной т.м.ж.**

Результаты металлографического исследования оплавления многопроволочной т.м.ж. после моделирования короткого замыкания «методом сварки»:

1. Между оплавлением и жилой имеется прямая граница, что соответствует актуальным данным [2] по изучению электродугового воздействия короткого замыкания.

2. Микроструктура оплавления представляет собой доэвтектический сплав системы Cu-Cu<sub>2</sub>O. Вся (кроме приповерхностного периметра) площадь микроструктуры показанного оплавления, в отличие от микроструктур оплавлений, моделированных

в условиях максимально приближенных к реальным [2], а также изъятых с пожаров [12], представляет собой плотную (то есть значительное количество зерен на единицу площади: на представленных микроструктурах более 60 зерен на  $0,01 \text{ мм}^2$ ) ячеисто-дендритную структуру, с отдельными «прорезающими» ее скоплениями только столбчатых кристаллов меди и отдельно встречающимися дендритами меди, оси которых развились до третьего порядка. Крупные столбчатые кристаллы всей исследуемой площади имеют преимущественную ориентировку, перпендикулярную границе «жила-оплавление». Имеются поры разных размеров, распределенные по всей площади.

Мелкая ячеисто-дендритная структура ближе к границе «жила-оплавление» имеет тонкую сетку эвтектики ( $\text{Cu-Cu}_2\text{O}$ ) по границам зерен площадью до 42 % (что соответствует 0,16 %  $\text{O}_2$ ). А ближе к границе шарообразной части оплавления площадь, занимаемая эвтектикой, увеличивается вплоть до 100 % в приповерхностном слое, расположенном по всему периметру.

Средний поперечный размер дендритных зерен всей площади шлифа не превышает 10 мкм, а средний поперечный размер дендритных зерен участка максимальной скорости кристаллизации, на котором сделан особый акцент в диссертационной работе [2], не превышает 2 мкм.

Столь мелкое строение зерен быстрой кристаллизации, формирующих плотную структуру и занимающих практически всю площадь оплавления, можно объяснить сочетанием следующих факторов:

- температура дуги сварки (5000–6000 °С, [13, 14]) выше температуры дуги реального короткого замыкания в сети до 1000 В (1500–4000 °С, [15]);
- высокая температуро- и теплопроводность меди [4];
- малый объем расплавленного металла относительно нерасплавленной т.м.ж;
- малое время горения дуги.

Совокупность этих условий способствует возникновению высокой степени переохлаждения расплавленного металла, что, как известно [16], является одним из важнейших факторов формирования мелкокристаллического строения при кристаллизации жидкого металла.

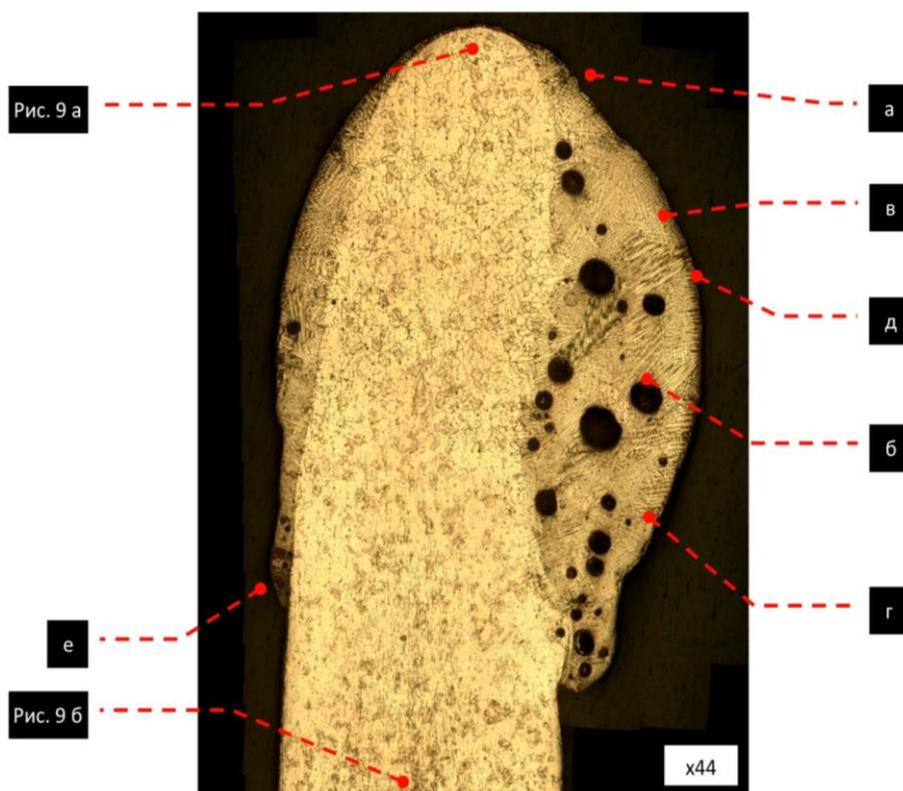
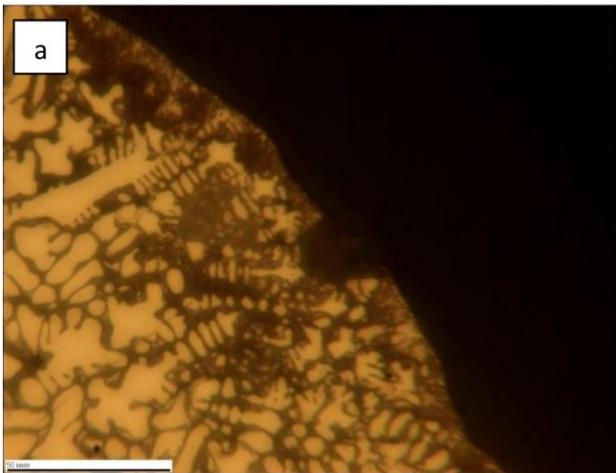
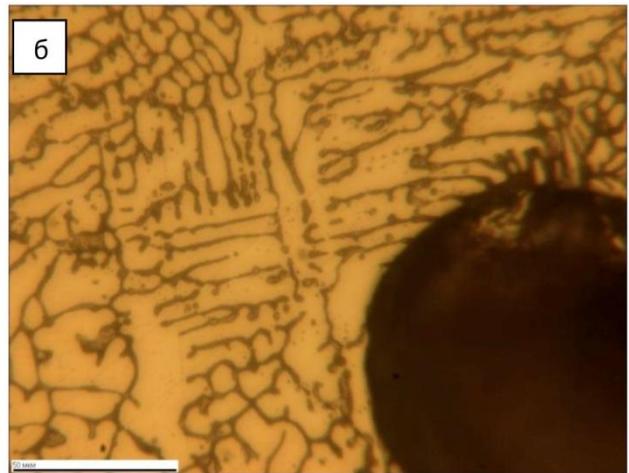


Рис. 7. Панорамное изображение микроструктуры оплавления однопроволочной т.м.ж.

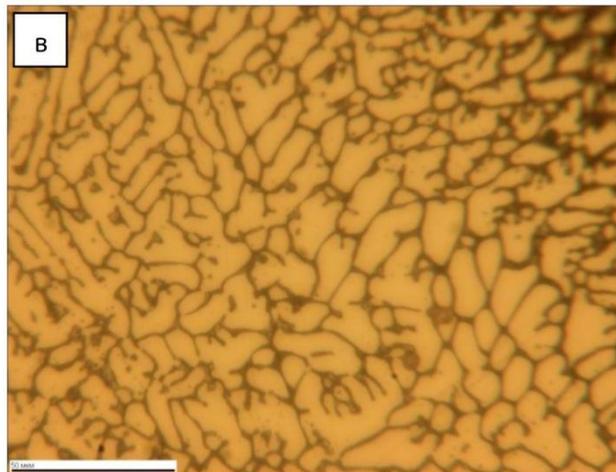
Панорамное фотоизображение микроструктуры однопроволочной т.м.ж. и характерные участки непосредственно оплавления, полученные на втором этапе исследования, представлены на рис. 7, 8.



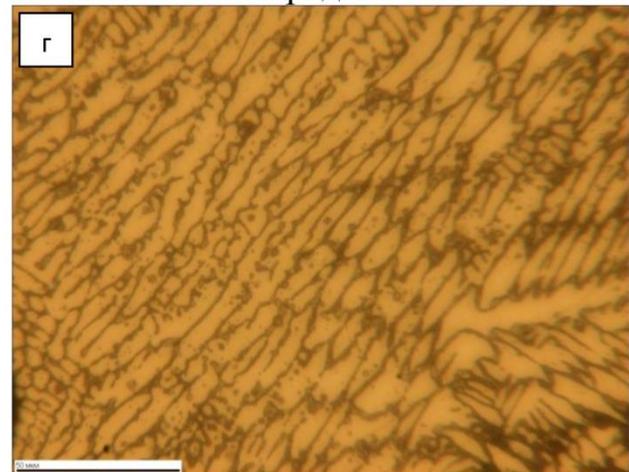
Приповерхностный слой с эвтектикой



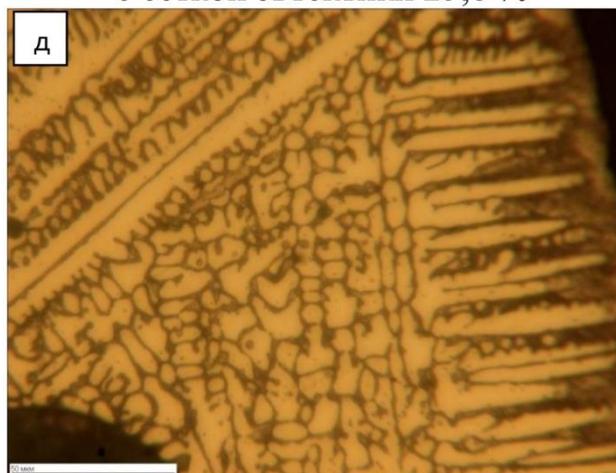
Развитый дендрит с осями 3-го порядка



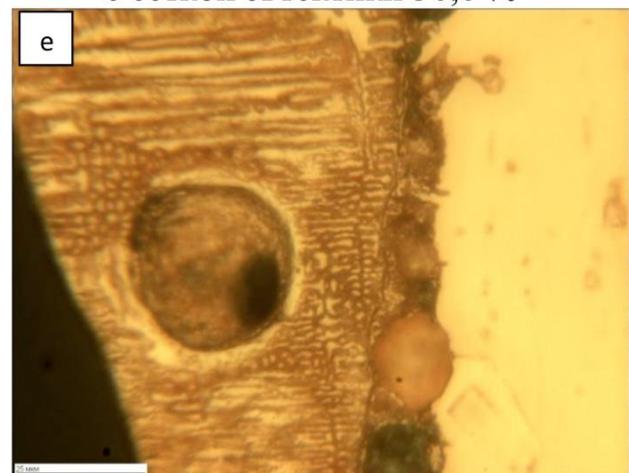
Ячеистая структура с сеткой эвтектики 25,8 %



Ячеистая структура с сеткой эвтектики 36,6 %



Сочетание ячеистой и столбчатой структуры



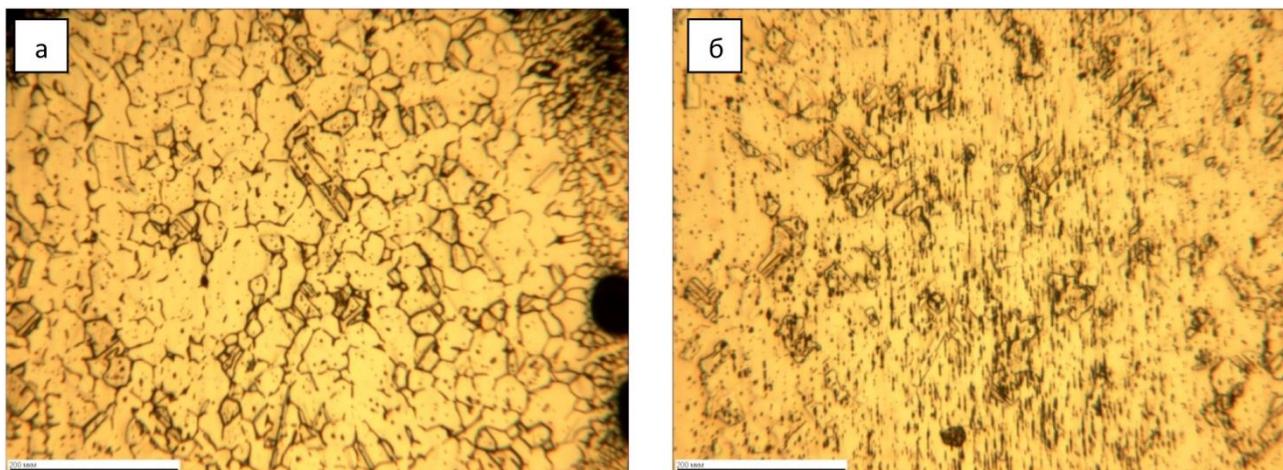
Самое мелкое зерно оплавления

Рис. 8. Характерные участки микроструктуры моделированного оплавления однопроволочной т.м.ж.

Следует отметить, что микроструктура многопроволочной т.м.ж. (рис. 5) отличается от однопроволочной (рис. 7). В последней, несмотря на то, что шарообразная часть оплавления с морфологической точки зрения имеет схожую макроструктуру (рис. 2), ее микроструктура, помимо ранее указанных металлографических признаков, обладает своими существенными особенностями.

На панорамном изображении (рис. 7) четко видно, что между оплавлением и жилой имеется вытянутая граница, которая расположена непосредственно в шарообразной части оплавления и визуальнo разделяет ее на две области: внутреннюю (центральную) и наружную. Согласно актуальным исследованиям [2] этот признак характерен для протекания токовой перегрузки (сверхтока).

Наружная область, формирующая «шар оплавления», как и в случае с многопроволочной т.м.ж., имеет те же микроструктурные особенности (рис. 8). А центральная область данного оплавления имеет не литую, а деформированную отожженную микроструктуру, значительно изменяющуюся на участке от начала шарообразной части оплавления до его конца (рис. 7, 9).



**Рис. 9. Характерные участки микроструктуры центральной (неоплавленной) части моделированного оплавления однопроволочной т.м.ж.:**

**а – микроструктура у «начала» оплавления (рис. 7); б – микроструктура у «конца» оплавления (рис. 7).**

В конце оплавления (рис. 9 б) наблюдаются некрупные отожженные зерна меди с двойниками отжига, тогда как в начале оплавления (рис. 9 а) зерна также имеют двойники отжига, но зерна значительно крупнее, наблюдается разнoзернистость и у всех зерен оплавлены границы.

Такое изменение микроструктуры неоплавленной центральной части жилы только в границах оплавления указывает на высокую локальность нагрева, нехарактерную токовой перегрузке, что, несмотря на вытянутую границу, являющуюся одним из ключевых ее признаков [2], фактически не подтверждает значительный нагрев т.м.ж. вне «шара» оплавления. Закономерность изменения микроструктуры неоплавленной центральной части жилы соответствует зоне термического влияния тепловой энергии электрической дуги [17].

Необходимо отметить, что ранее Roby R.J. и McAllister J. [18] была проведена масштабная работа с многочисленными экспериментами по испытанию проводов с токоведущими медными жилами, в рамках которой реализованы различные сценарии пожаров в действующей электросети. Моделированные образцы изучались с помощью стереомикроскопа, растрового электронного микроскопа и металлографического анализа. Следовой картины, подобной выявленной в настоящем исследовании, в [18] не зафиксировано.

Резюмируя вышеизложенное можно констатировать, что токоведущие медные жилы с электродуговыми оплавлениями короткого замыкания, полученными «методом сварки»,

реализованным на проводах в исходном (заводском) состоянии без последующего термического воздействия:

1. Обладают индивидуальным макроскопическим строением как непосредственно поверхности оплавления («чешуйчатость»), так и смежной с оплавлением поверхности жилы («цвета побежалости»), отличающим его от оплавления, изъятых с места пожара.

2. Обладают индивидуальным микроскопическим строением оплавления с признаками («плотная (в среднем более 60 зерен на 0,01 мм<sup>2</sup>) ячеисто-дендритная микроструктура с отдельными скоплениями крупных дендритных кристаллов меди и средним поперечным размером зерен быстрой кристаллизации не более 2 мкм»), отличающими его от оплавления, изъятых с места пожара.

3. В многопроволочном исполнении могут быть успешно использованы в образовательных целях сектора аттестации экспертов СЭУ, как образцы классического короткого замыкания, образовавшегося в условиях до пожара (форма, локальность, граница, кислород, дендриты средним поперечным размером не более 10 мкм).

4. В однопроволочном исполнении не могут быть полноценно использованы в образовательных целях сектора аттестации экспертов СЭУ, так как помимо микроструктуры классического короткого замыкания, образовавшегося в условиях до пожара, в оплавлении имеется специфическая центральная зона, нехарактерная реальному короткому замыканию по актуальным исследованиям [2].

Полученные в данной работе результаты в комплексе (макроструктурные и микроструктурные) могут быть использованы при экспертном пожарно-техническом исследовании вещественных объектов, изымаемых с мест пожаров, в виде однопроволочных и многопроволочных токоведущих медных жил с электродуговыми оплавлениями для выявления возможной инсценировки аварийного режима работы электросети [19] и имитации техногенной причины пожара [15]. Предложенный комплекс исследований может быть реализован стандартным набором оборудования, существующим в любом СЭУ ФПС ИПЛ.

### Список источников

1. Егоров А.А. Производство учебных образцов электродуговых оплавлений токоведущих медных жил // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2022. № 1. С. 26–31.
2. Мокряк А.Ю. Установление природы оплавлений медных проводников и латунных токоведущих изделий при экспертизе пожаров на объектах энергетики: дис. ... канд. техн. наук. М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. 140 с.
3. ГОСТ 32597–2013. Медь и медные сплавы. Виды дефектов заготовок и полуфабрикатов. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
4. Подчайнова В.Н., Симонова Л.Н. Аналитическая химия элементов. Медь. М.: Наука, 1990. 279 с.
5. Экспертное исследование на месте пожара кабельных изделий: метод. рекомендации / Ю.Н. Елисеев [и др.]. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2019. 49 с.
6. Кабышев А.В. Тарасов Е.В. Низковольтные автоматические выключатели: учеб. пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2011. 346 с.
7. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
8. НТЦ «Эксперт». Чешуйчатость сварного шва. URL: <https://ntcxpert.ru/377-cheshujchatost-svarnogo-shva> (дата обращения: 22.02.2022).
9. Должанский П.Р. Контроль надежности металла объектов котлонадзора: справочное пособие. М.: Недра, 1985. 263 с.
10. ГОСТ Р 50345–99. Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

11. Буткевичюс В.Ю. Пожарная безопасность и противопожарная техника: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1981. 143 с.
12. ИЦЭП СПбУ ГПС МЧС России. Электронный каталог макро- и микроструктур оплавленных токоведущих электротехнических изделий, изымаемых с мест пожаров. URL: <http://dbase.fire-expert.igps.ru/node/11215> (дата обращения: 22.02.2022).
13. Сварка. Резка. Контроль: справочник: в 2-х т. / под общ. ред. Н.П. Алешин, Г.Г. Чернышов. М.: Машиностроение, 2004. Т. 1. 624 с.
14. Лесков Г.И. Электрическая дуга. М.: Машиностроение, 1970. 335 с.
15. Чешко И.Д., Плотников В.Г. Анализ экспертных версий возникновения пожара. В 2-х кн. СПб.: ВНИИПО МЧС России, 2012. Кн. 1. 708 с.; Кн. 2. 364 с.
16. Гуляев А.П. Металловедение: учеб. для вузов, 6-е изд. перераб. и доп. М.: Металлургия, 1986. 544 с.
17. Абрамович В.Р., Демянцевич В.П., Ефимов Л.А. Сварка плавлением меди и сплавов на медной основе. Л.: Машиностроение. 1988. 215 с.
18. Roby R.J., McAllister J. Final technical report for award № 2010-DN-BX-K246: Forensic investigation techniques for inspecting electrical conductors involved in fire. Columbia: Combustion Science & Engineering, Inc., 2012. URL: <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/239052.pdf>. (дата обращения: 05.10.2021).
19. Маковкин А.В., Кабанов В.Н., Струков В.М. Проведение экспертных исследований по установлению причинно-следственной связи аварийных процессов в электросети с возникновением пожара: учеб. пособие. М.: ВНКЦ МВД СССР, 1990. 64 с.

**Информация о статье:** статья поступила в редакцию: 24.02.2022;  
принята к публикации: 10.03.2022

*Информация об авторах:*

**Андрей Андреевич Егоров**, ведущий инженер сектора аттестации экспертов Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Нижегородской обл. (603152, г. Нижний Новгород, ул. Шапошникова, д. 2), e-mail: [ipl-egorov@mail.ru](mailto:ipl-egorov@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1939-8648>

# ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

УДК 614.814.41

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЖАРА В ФУНКЦИОНАЛЬНО-ОДНОТИПНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Анатолий Алексеевич Кузьмин<sup>✉</sup>;

Николай Николаевич Романов;

Алексей Александрович Пермяков.

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

[kaa47@mail.ru](mailto:kaa47@mail.ru)<sup>✉</sup>

*Аннотация.* Показано, что использование интегральной и полевой модели пожара приводит к достаточно тождественным результатам. Это дает возможность упростить решение задачи, если существует потребность в оценке среднего значения температуры газовой среды в помещении для случаев, когда потери тепловой энергии с продуктами горения через проемы незначительны. Установлено, что использование универсальных программных средств, например MathCad [15] и системы структурного и имитационного моделирования Simulink в составе пакета прикладных программ MatLab, ограничивает применение в пожарно-технических расчетах практически специалистами федеральной противопожарной службы универсальных и стимулирует переход к специализированным программным средствам. Решением проблемы может быть ввод параметров пожарной нагрузки на основе ее приведения к характерной нагрузке функционально-однотипного помещения. Для верификации представленной модели были использованы данные натурального эксперимента. Использование интерфейса MS Excel расширяет круг практических работников федеральной противопожарной службы в части профессиональных требований к работе с представленным программным продуктом.

*Ключевые слова:* интегральная модель пожара, инженерный расчет, температурный режим пожара, ограждающие конструкции, функционально-однотипные помещения

**Ссылка для цитирования:** Кузьмин А.А., Романов Н.Н., Пермяков А.А. Моделирование пожара в функционально-однотипных помещениях // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2022. № 2. С. 25–32.

Современные методы обеспечения пожарной безопасности включают, в том числе и проведение специалистами федеральной противопожарной службы (ФПС) многочисленных и достаточно трудоемких пожарно-технических расчетов, которые в качестве исходных предполагают результаты моделирования закрытых пожаров. Кроме традиционных расчетов, связанных с прогревом противопожарных преград и несущих конструкций, к таким задачам можно отнести: анализ аэродинамических процессов, связанных с перераспределением воздушных потоков и продуктов горения по помещениям здания в условиях пожара [1, 2]; расчет параметров пожаротушения на основе аналитического метода, определение критической и оптимальной интенсивности подачи огнетушащего состава [3]; осуществление сравнительной оценки эффективности тушения пожаров различными методами [4]. Кроме того, важными задачами являются установление обстоятельств возникновения пожара и выявление возможности его криминального характера [5, 6], а также расчеты, связанные с оценками индивидуального пожарного риска [7, 8].

Осуществление процесса моделирования возможно на основе одной из предложенных моделей: интегральной, зонной и дифференциальной (полевой).

Интегральные математические модели пожара в помещении описывают временные зависимости среднеобъемных параметров состояния газовой среды, однако получить аналитическое решение для полной неупрощенной системы дифференциальных уравнений пожара, с учетом влияния процессов газообмена в зоне горения с атмосферой, интенсивности

теплообмена через ограждения, скорости выгорания пожарной нагрузки – пока не представляется возможным [9].

В зонных математических моделях пожара решалась проблема одного из недостатков интегральных моделей, который ограничивал полученные результаты описанием процессов изменения среднеобъемных параметров во всем изучаемом пространстве пожара. В зонных математических моделях из пространства пожара выделяются верхняя и нижняя зоны, а также зона конвективного восходящего потока (зона колонки), причем для каждой из этих зон формируется интегральная математическая модель пожара. Точность расчета, выполненного для любой зоны, должна быть более высокой, чем для всего помещения [10].

Полевые математические модели пожара базируются на применении уравнений механики сплошных сред, а также уравнений, представляющих собой интерпретации законов сохранения массы, импульса, энергии и масс компонентов в анализируемом небольшом дискретном объеме. В работе [11] показано, что главной трудностью применения полевых математических моделей пожара является недостаточный учет процессов турбулентности в газовом потоке. Некоторыми авторами отмечается, что попытки сформировать универсальную модель турбулентности газового потока на пожаре оказались не продуктивными [11, 12]. Кроме того, недостаточно исследованы процессы образования продуктов горения сложносоставной пожарной нагрузки, которые существенным образом влияют на динамику формирования концентрационных и температурных полей, с учетом объема помещения и геометрических размеров проемов.

Однако в работе [13] показано, что использование интегральной и полевой модели пожара приводит к достаточно тождественным результатам. Это дает возможность упростить решение задачи, если существует потребность в оценке среднего значения температуры газовой среды в помещении, по крайней мере для случаев, когда потери тепловой энергии с продуктами горения через проемы незначительны.

В интегральной модели пожара в помещении газовая среда, наполняющая помещение, считается открытой термодинамической системой, которая отделяется от внешней среды, то есть атмосферы ограждающими конструкциями: стенами и перекрытиями (рис. 1). Решение задачи можно упростить, если принять ряд допущений: газовая среда, наполняющая помещение, представляет собой механическую смесь идеальных газов, находящихся в состоянии локального равновесия; изобары внутри помещения и вне его сходятся в плоскостях оконных и дверных проемов; распределение пожарной нагрузки не сказывается на условиях тепломассообмена между газовой средой в помещении и наружной атмосферой [1, 14].

Интегральная модель пожара предполагает, что состояние газовой среды на пожаре в ограждениях в любой момент времени  $t$  можно описать заданием среднеобъемных параметров состояния, таких как абсолютное давление  $P_m$ , средняя плотность  $\rho_m$ , среднее значение абсолютной температуры  $T_m$  и объемные или массовые доли компонентов газовой среды, заполняющих помещение  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$ .

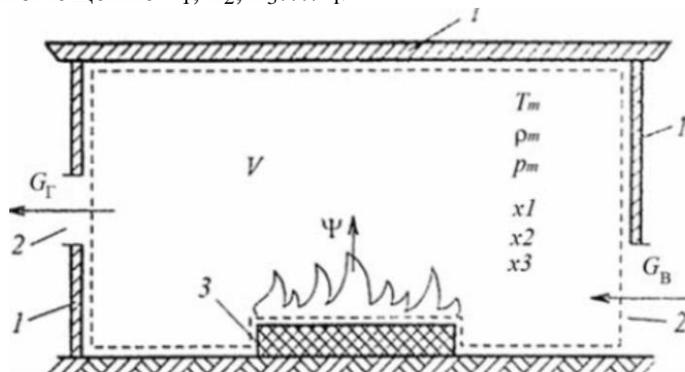


Рис. 1. Схема пожара в помещении:

1 – ограждения помещения; 2 – оконный и дверной проемы; 3 – пожарная нагрузка;  
 $G_T, G_B$  – массовые расходы уходящих продуктов горения и поступающего воздуха соответственно;  
 $\psi$  – скорость горения пожарной нагрузки;  $V$  – свободный объем

Из уравнения Менделеева-Клапейрона можно получить соотношение, связывающее значения среднеобъемного давления газовой среды  $P_m$ , ее плотности  $\rho_m$  и абсолютной температуры  $T_m$ :

$$T_m = \frac{P_m \cdot \mu_m}{\rho_m \cdot R},$$

где  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $\mu_m$  – усредненная молярная масса газовой среды внутри помещения.

Система дифференциальных уравнений (1), составляющих интегральную модель пожара в помещении, включает уравнение материального баланса (2), уравнение кислородного баланса (3), уравнение баланса продуктов горения (4), уравнение баланса инертной составляющей (5) и уравнение энергии (6):

$$\left. \begin{aligned} & V \cdot \frac{d\rho_m}{d\tau} = G_e + \psi + G_z; \quad (2) \\ & \rho_m \cdot V \cdot \frac{dx_1}{d\tau} = G_e \cdot (x_{1e} - x_1) + G_z \cdot x_1 \cdot (1 - n_1) - \psi(x_1 + \eta \cdot L_1); \quad (3) \\ & \rho_m \cdot V \cdot \frac{dx_2}{d\tau} = \psi \cdot (L_2 - x_2) + G_e \cdot x_2 - G_z \cdot x_2(n_2 - 1); \quad (4) \\ & \rho_m \cdot V \cdot \frac{dx_3}{d\tau} = G_e \cdot (x_{3e} - x_3) - \psi \cdot x_3 - G_z \cdot x_3(n_3 - 1); \quad (5) \\ & \frac{d}{d\tau} \left( \frac{P_m \cdot V}{k - 1} \right) = \psi \cdot \eta \cdot Q_n^p + c_{pe} \cdot T_e \cdot G_e + I_{II} \cdot \psi - m \cdot c_{pm} \cdot T_m \cdot G_z - Q_w; \quad (6) \end{aligned} \right\} (1)$$

где  $x_1$  – текущая объемная доля кислорода;  $x_{1в}$  – объемная доля кислорода в наружном воздухе;  $x_{1г}$  – объемная доля кислорода в уходящих через проемы продуктах горения;  $\eta$  – коэффициент неполноты сгорания пожарной нагрузки;  $L_1$  – масса кислорода, необходимого для сгорания 1 кг пожарной нагрузки;  $L_2$  – масса продуктов горения, образующегося при сгорании 1 кг пожарной нагрузки;  $x_3$  – текущая объемная доля азота в продуктах горения;  $x_{3в}$  – объемная доля азота в наружном воздухе;  $x_{3г}$  – объемная доля азота в продуктах горения, уходящих через проемы;  $k$  – постоянная адиабаты продуктов горения;  $Q_n^p$  – удельная теплота горения пожарной нагрузки;  $T_e$  – температура наружного воздуха;  $I_{II}$  – энтальпия продуктов горения;  $Q_w$  – текущий тепловой поток;  $m$  – поправочный коэффициент, учитывающий падение энтальпии уходящих продуктов горения.

Решение системы уравнений (1) предполагает задание начальных условий, описывающих состояние термодинамической системы до начала пожара (7);

$$\left\{ \begin{aligned} & P_m = P_{om}; & \rho_m = \rho_{om}; & T_m = T_{om}; \\ & x_1 = x_{o1}; & x_2 = x_{o2}; & x_{31} = x_{o3}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Существует успешный опыт решения подобных задач как на основе использования универсальных программных средств, например MathCad [15], так и системы структурного и имитационного моделирования Simulink в составе пакета прикладных программ MatLab [11]. В обоих случаях у исследователя отсутствуют ограничения в выборе модели пожара: интегральной, зонной или полевой – возможности программных средств это позволяют. Но для практического использования возможностей имитационно-блочного визуально-ориентированного моделирования системы Simulink от пользователя требуется освоения им хотя бы начальных навыков работы с компилятором Fortran, а также рутинных временных затрат на поиск в справочной литературе теплофизических свойств моделируемой среды и последующий их ввод посредством не всегда русифицированного

интерфейса. Это ограничивает практическими специалистами ФПС применение в пожарно-технических расчетах универсальных и стимулирует переход к специализированным программным средствам.

К наиболее популярным относится объединенная модель пожара и распространения дыма CFAST (Consolidated Model of Fire and Smoke Transport), которая реализует двухзонную модель пожара в ограждениях и позволяет производить расчет динамики распространения дыма, газов, выделяющихся при горении, и температуры в помещениях здания в течение пожара [16, 17]. Начальные данные, которые используются в процессе моделирования, консолидируются в специальном файле, содержащем базу данных изучаемых объектов и термодинамические свойства среды.

Интересен также опыт использования полевой модели FDS (Fire Dynamics Simulator), которая основана на гидродинамических аналогиях в оценке параметров движения газовых потоков, вызванных пожаром, что ограничивает использование персональных компьютеров из-за ограничений величины оперативной памяти и значительной продолжительности счета [9]. Интерфейс ввода данных базируется на возможностях программного комплекса оценки пожарного риска PyroSim [18], а для визуализации результатов моделирования пожара, как правило, применяется специальный программный комплекс SmokeView [19].

Наиболее характерные особенности некоторых программно реализованных моделей пожара, а также моделей устойчивости к огню обобщены в табл. 1.

Таблица 1. Характерные особенности программно-реализованных моделей

Наименование модели	Вид модели	Результаты моделирования	Особенности применения
BRANZFIRE	Двухзонная модель пожара	Температура, концентрации вредных газов, воздушные потоки, обусловленные вентиляцией и пламенем, высота зон, видимость	Прогнозирует параметры пожара в сообщающихся объемах
Kameleon FireEx KFX	Полевая модель пожара	Дисперсия продуктов горения, воспламенение и распространение пожара	Возможность импорта CAD-моделей из других приложений (PDS, PDMS, IGES, Flacs macro, others)
SMARTFIRE	Полевая модель пожара	Параметры распространения пожара и продуктов горения	Удобная система визуализации DataView
BISTRA	Модель устойчивости к огню	Характеристики распространения тепла в двухмерных объектах произвольной формы	Имеются функции визуализации и обработки результатов моделирования
BRANZ TR8	Модель устойчивости к огню	Прогнозирование воздействия продуктов горения на бетонные конструкции	Распространяется бесплатно
SAFIR	Модель устойчивости к огню	Прогнозирование поведения конструкции при различных температурах с учетом изменения геометрии, термического расширения и механических свойств	Может применяться для моделирования 1-, 2-х и 3-х мерных конструкций
VOLTRA	Модель устойчивости к огню	Расчет распространения тепла в трехмерных конструкциях произвольной формы	Входит нелинейная модель расчета излучения

Общим недостатком представленных моделей является значительная трудоемкость процедуры ввода начальных условий решаемой задачи. Решением проблемы может быть ввод параметров пожарной нагрузки на основе ее приведения к характерной нагрузке функционально-однотипного помещения.

В основу расчета параметров, описывающих состояние термодинамической системы при внутреннем пожаре, положен циклический алгоритм, предложенный в [20] и после его имплементации в структуру программного комплекса представленный на рис. 2.



Рис. 2. Алгоритм расчета параметров состояния термодинамической системы на внутреннем пожаре

**Параметры пожарной нагрузки из базы данных для функционально однотипных помещений**

<b>Наименование групп помещений или зон расположения пожарной нагрузки ( класс функциональной пожарной опасности зданий и помещений )</b>			
По8 Почта (Ф3.5 – помещения организаций бытового и коммунального обслуживания)			
<b>Аналог или источник</b>		<b>Тара: древесина + картон + полистирол (0,5+0,25+0,25)</b>	
<b>Масса пожарной нагрузки, кг</b>	<b>Тепловая мощность сгорания <math>Q_{\text{сг}}</math>, МДж/кг</b>	<b>Потребление <math>\sigma_{\text{п}}</math>, кг/кг</b>	<b>Удельная скорость выгорания <math>\nu</math>, кг/(м<sup>2</sup>·с)</b>
4000	20,7	-1,52	0,018
<b>Выделение CO<sub>2</sub>, кг/кг</b>	<b>Выделение CO, кг/кг</b>	<b>Выделение HCl, кг/кг</b>	<b>Дымообразующая способность <math>\mu</math>, м<sup>3</sup>/кг</b>
0,094	0,97	0,005	155
<p><b>Примечание:</b> Необходимо ввести 2 параметра:          - наименование группы помещений или зон расположения пожарной нагрузки;          - массу пожарной нагрузки.</p>			

<b>Удельная теплота сгорания <math>Q_{\text{сг}}</math></b>	13,8	МДж/кг
---	------	--------

<b>Удельная скорость выгорания древесины <math>\nu</math></b>	0,014	кг/(м <sup>2</sup> ·с)
---	-------	------------------------

Рис. 3. Интерфейс программного комплекса в режиме ввода начальных данных

Выбор соответствующей опции из предлагаемого меню позволяет в соответствии с детерминированным аналогом или источником установить характерные для исследуемого объекта параметры пожарной нагрузки. Интерфейс программного комплекса в режиме ввода начальных условий, реализующего интегральную модель пожара в ограждениях, описанную в работе [9], представлен на рис. 3

Представление результатов моделирования пожара в ограждениях возможно как в табличной, так и графической форме (рис. 4), при этом на экране одновременно отражаются и начальные данные.

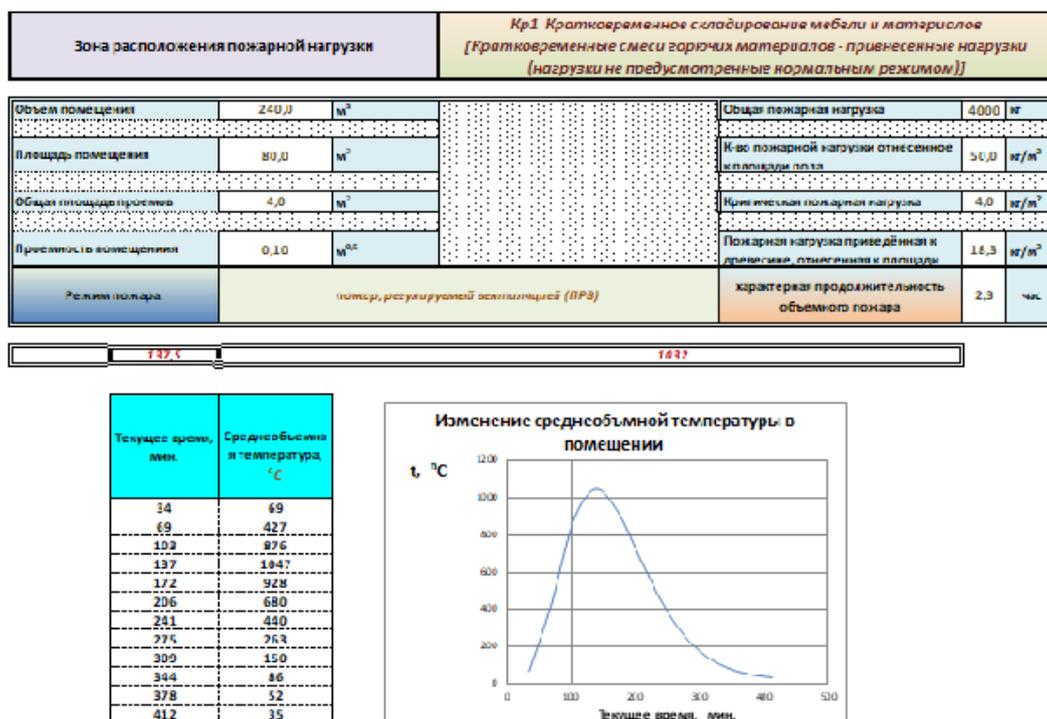


Рис. 4. Интерфейс программного комплекса в режиме вывода результатов моделирования

Для верификации представленной модели были использованы данные натурального эксперимента, представленные в работе [21], которые в свою очередь базировались на данных из работы [22].

Экспериментальные данные были получены Национальным институтом стандартов и технологий США по методике «NBS Multi-Room» для пожара в двух помещениях, размерами 4,8\*2,2 м, объединенных коридором, имеющих один выход наружу, размерами 2\*0,8 м, при мощности источника тепловыделения 100 кВт. В качестве функционально-однотипного помещения условиям натурального эксперимента соответствовал пожар на складе резино-технических изделий (Ф5.2 – складские здания, сооружения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания). Экспериментальные данные, а также результаты моделирования приведены в табл. 2 и рис. 5.

Таблица 2. Экспериментальные данные и результаты моделирования пожара в помещении

Текущее время, мин	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15	16,5
Эксперимент t <sub>m</sub> , °C	90	110	350	390	420	450	550	590	700	650	600
Модель t <sub>m</sub> , °C	86	114	312	383	425	461	492	553	651	604	552

Сравнение экспериментальных данных и результатов моделирования (табл. 2), характеризующиеся незначительными (не превышающими 10 %) расхождениями, позволяет утверждать, что использование предлагаемой математической модели температурного режима дает возможность получить практически значимые данные по прогреву помещения в условиях реального пожара.

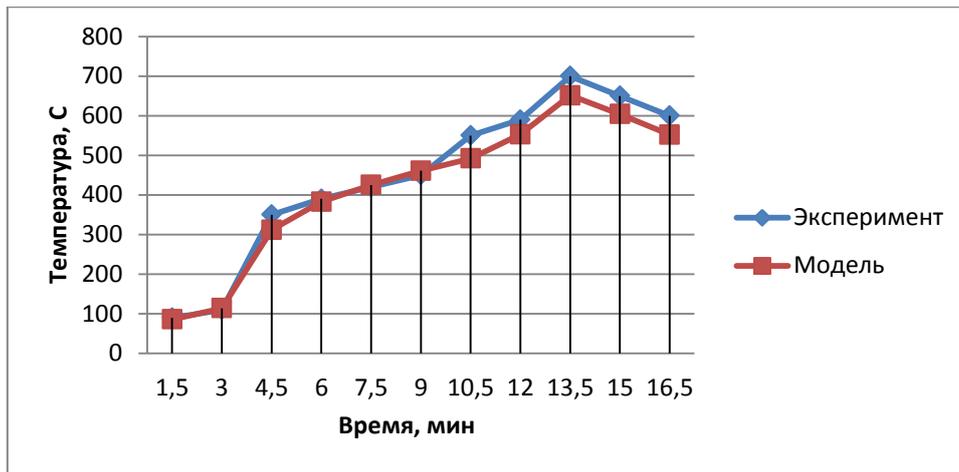


Рис. 5. Экспериментальные данные и результаты моделирования пожара в помещении

Использование интерфейса MS Excel расширяет круг практических работников ФПС, в части профессиональных требований к работе с представленным программным продуктом, а предлагаемый способ ввода характеристики пожарной нагрузки посредством выбора функционально-однотипных помещений уменьшает возможную трудоемкость и представляет возможность получить дополнительную информацию по ее теплофизическим параметрам.

#### Список источников

1. Особенности математического моделирования динамики температурного режима пожара с учетом движения воздушных потоков / А.В. Калач [и др.] // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. СПб.: 2019. С. 251–258.
2. Моделирование распространения дымовых газов по помещениям при угрозе возникновения пожара / К.А. Скляр [и др.] // Инженерные системы и сооружения. 2011. № 2 (5). С. 35–41.
3. Субачев С.В., Субачева А.А. Имитационное моделирование развития и тушения пожаров в системе подготовки специалистов противопожарной службы // Прикладная информатика. 2008. № 4 (16). С. 27–37.
4. Донец С.А., Санникова С.М. Применение 3D визуализации для проведения пожарно-тактических расчетов с учетом современных информационных технологий // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2017. Т. 1. № 8 (607). С. 58–60.
5. Валиуллина Р.А., Аминова Л.Р., Шарафутдинов А.А. Трехмерное моделирование в задачах расчета и визуализации распространения опасных факторов пожара при оценке пожарных рисков // Нефтегазовое дело. 2021. № 4. С. 5–22.
6. Применение программных комплексов для установления обстоятельств пожара / А.А. Шавлюга [и др.] // Технология техносферной безопасности. 2017. Вып. 3. URL: <http://academygps.ru/ttb> (дата обращения: 06.09.2021).
7. Осипова Е.В., Санжаревский Д.С. Использование метода моделирования в расследовании криминальных пожаров // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2015. № 9. С. 76–85.
8. Работа в программном комплексе FireCat для расчета индивидуального пожарного риска. Библиотека реакций и поверхностей горения в PyroSim: руководство пользователя. URL: <http://www.pyrosim.ru/2016> (дата обращения: 06.09.2021).
9. Fire Dynamics Simulator. Technicalreference guide / К. McGrattan [et al.] // Mathematical Model. NIST Special Publication 1018. Sixth Edition. Vol. 1. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2013. 149 p. DOI: 10.6028/nist.sp.1018.
10. Walton W.D., Carpenter D.J., Wood C.B. Zone computer fire models for enclosures // SFPE Handb. Fire Prot. Eng, Springer. 2016. P. 1024–1033.

11. Трусфус М.В., Кирпичников А.П., Якимов И.М. Моделирование в системе структурного и имитационного моделирования Simulink // Вестник Казанского технологического университета. 2017. Т. 20. № 8. С. 107–110.
12. Ralph B., Carvel R. Coupled hybrid modelling in fire safety engineering; a literature review // Fire Safety Journal. 2018. Vol. 100. P. 157–170. URL: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2018.08.008> (дата обращения: 06.09.2021).
13. Сравнительный анализ интегральных и полевых математических моделей пожара в помещении / И.И. Метелкин [и др.] // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. Т. 1. № 1 (7). С. 162–164.
14. Миклина Е.А., Волкова С.Н. О проблемах моделирования динамики пожара // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. Т. 1. № 9. С. 599–602.
15. Михайлов Н.А. Численная реализация интегральной математической модели пожара в помещении в интегрированной среде MathCad // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительная информатика. 2014. Вып. 11 (32). URL: [www.vestnik.vgasu.ru](http://www.vestnik.vgasu.ru). (дата обращения: 06.09.2021).
16. Tusnio N., Saleta D. Fire spread modeling in flats using CFAST // Safety & Fire Technology. 2012. Т. 26. С. 37–44.
17. CFAST-Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 6) User's Guide / R.D. Peacock [et al.]. National Institute of Standards and Technology 2008. URL: [http://www.nist.gov/customcf/get\\_pdf.cfm?pub\\_id=861538](http://www.nist.gov/customcf/get_pdf.cfm?pub_id=861538) (дата обращения: 28.12.2021).
18. Дробышев М.Г. Применение методов компьютерного проектирования в программной среде PyroSim 2017 на промышленном предприятии // Научный форум: технические и математические науки: сб. статей по материалам XI науч.-практ. конф. № 1 (11). С. 6–10.
19. Forney G.P. Smokeview (Version 6) – A Tool for Visualizing Fire Dynamics Simulation Data Volume I: User's Guide. National Institute of Standards and Technology. 2012. URL: <http://code.google.com/p/fds-smv> (дата обращения: 27.07.2021)/
20. Романов Н.Н., Кузьмин А.А., Пермьяков А.А. Справочно-вычислительный модуль – пожарная теплофизика. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020613155, 11.03.2020. Заявка № 2020612037 от 26.02.2020.
21. Субачев С.В., Субачева А.А. Сравнительная оценка интегральной математической модели пожара с натурными экспериментами // Технологии техносферной безопасности. 2014. № 2 (54). URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (дата обращения: 27.07.2021).
22. Fire Dynamics Simulator (FDS) and Smokeview (SMV). URL: <http://fds-smv.googlecode.com/svn/trunk/FDS/trunk/Validation> (дата обращения: 27.07.2021).

**Информация о статье:** статья поступила в редакцию: 01.06.2022; принята к публикации: 10.06.2022

*Информация об авторах:*

**Анатолий Алексеевич Кузьмин**, доцент кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат педагогических наук, доцент, e-mail: [kaa47@mail.ru](mailto:kaa47@mail.ru)

**Николай Николаевич Романов**, доцент кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат педагогических наук, доцент

**Алексей Александрович Пермьяков**, заместитель начальника кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат педагогических наук, доцент

## ДИАЛОГИ СО СПЕЦИАЛИСТАМИ

УДК 681.518

### К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

**Александр Юрьевич Лабинский.**

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

***Labinsciy@yandex.ru.***

*Аннотация.* В статье рассмотрены способы решения неформализованных задач в рамках развития систем искусственного интеллекта. Рассмотрены модели представления знаний, включая логические и продукционные модели, семантические сети, фреймовые модели и модели, основанные на нечетких множествах, а также особенности неформализованных задач, а также задачи, решаемые с помощью экспертных систем. Подробно рассмотрена модель экспертной системы, основанная на нечетких множествах, особенности использования нечетких множеств для представления знаний и база знаний в виде нечетких продукционных правил. Представлена модель нечеткой экспертной системы, реализованная в виде программы для ЭВМ. Различные модификации данной модели нечеткой экспертной системы и реализующие их программы использованы для решения задач прогнозирования, оценки возникновения рисков на техногенных объектах и рисков стихийных бедствий, включая пожары и наводнения, а также задачи поддержки принятия решений, задачи расчета надежности, классификации и управления.

*Ключевые слова:* неформализованные задачи, системы искусственного интеллекта, экспертные системы, модели представления знаний, логические модели, продукционные модели, семантические сети, фреймовые модели, нечеткие множества

**Ссылка для цитирования:** Лабинский А.Ю. К вопросу разработки экспертных систем // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2022. № 2. С. 33–37.

### Введение

Для решения неформализованных задач обычно используются системы искусственного интеллекта, которые развиваются по двум направлениям: программно-прагматическом и бионическом.

Неформализованные задачи имеют следующие особенности [1]:

- нечеткая постановка или неполнота исходных данных;
- отсутствие точного алгоритма решения задачи;
- большое число возможных исходов, подлежащих анализу;
- задача не может быть определена в числовой форме;
- цели задачи не могут быть выражены в терминах целевой функции.

Существенный прорыв в практических приложениях систем искусственного интеллекта произошел в середине 70-х гг. XX в., когда в рамках бионического направления на смену поискам универсального алгоритма мышления пришла идея моделировать конкретные знания специалистов-экспертов. Так появились системы, основанные на знаниях – экспертные системы (ЭС). Задачи, решаемые экспертной системой, классифицируются по следующим видам [1]:

- задачи диагностики и контроля, в том числе техногенных объектов;
- задачи прогнозирования, в том числе возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС);
- задачи оценки техногенных рисков;
- задачи планирования и управления (поддержки принятия решений).

Экспертная система – это сложный программный комплекс, аккумулирующий знания специалистов в конкретной предметной области и тиражирующий этот опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей. Основой ЭС является база знаний,

представляющая собой совокупность знаний предметной области, реализованная на основе выбранной модели представления знаний и записанная на машинный носитель в форме, понятной эксперту и пользователю. Существуют следующие модели представления знаний: логические модели; продукционные модели; семантические сети; фреймовые модели; модели, основанные на нечетких множествах [2–6].

Согласно логической модели вся система знаний, необходимая для решения прикладных задач, рассматривается как совокупность утверждений.

При использовании продукционной модели база знаний состоит из набора правил.

Семантическая сеть использует модель формализации знаний в виде ориентированного графа с размеченными вершинами и дугами. Вершинам соответствуют объекты, понятия или ситуации, а дугам – отношения между ними.

Фреймовая модель представления знаний является не конкретным способом представления знаний, а некоторой идеологической концепцией, реализуемой по-разному в различных искусственных языках представления знаний (Prolog, SQL, RDF, OWL и некоторые другие).

### Нечеткие множества в представлении знаний

Нечетким множеством называется совокупность упорядоченных пар, составленных из элементов  $x$  множества  $X$  и функций принадлежности  $F(x)$ , указывающих в какой мере элемент  $x$  принадлежит нечеткому множеству  $X$ . Функция принадлежности  $F(x)$  принимает значения на интервале от 0 до 1. Для четкого множества функция  $F(x)$  называется характеристической функцией и принимает четкие значения 0 или 1.

Предположим, мы хотим определить множество людей «среднего роста». В классической (четкой) логике мы должны определить, что средним ростом мы считаем рост между 1,6 м и 1,8 м. Характеристическая функция в этом случае (рис. 1) дает «0» для всех у кого рост больше или меньше заданного и «1» для заданного роста. Нечеткое множество людей «среднего роста» задается при помощи функции принадлежности, имеющей значения в интервале  $[0; 1]$  (рис. 2).



Рис. 1. Характеристическая функция



Рис. 2. Функция принадлежности

Особенностями использования нечетких множеств в представлении знаний являются следующие возможности [2]:

- возможность использования нечетких входных данных;
- возможность нечеткой формализации критериев оценки и сравнения данных;
- возможность проведения качественных оценок как входных данных, так и выходных результатов;
- возможность моделирования сложных динамических систем и проведения их сравнительного анализа.

### База знаний в виде базы нечетких продукционных правил

Нечеткие продукционные правила вида «Если А, то Б» могут быть представлены в виде лингвистических переменных структурированного текста:

ПРАВИЛО 1: ЕСЛИ «Условие 1», ТО «Заключение 1» ( $F_1$ ).

ПРАВИЛО 2: ЕСЛИ «Условие 2», ТО «Заключение 2» ( $F_2$ ).

.....  
ПРАВИЛО N: ЕСЛИ «Условие N», ТО «Заключение N» ( $F_n$ ).

Здесь  $F_i \in [0;1]$  является коэффициентом определенности или весовым коэффициентом соответствующего правила. Согласованное множество нечетких продукционных правил образует нечеткую продукционную систему. Согласованность списка продукционных правил означает, что в качестве условий и заключений правил могут использоваться только простые и составные нечеткие высказывания, соединенные бинарными операциями «И», «ИЛИ», при этом в каждом из нечетких высказываний должны быть определены функции принадлежности значений терм множества для каждой лингвистической переменной. Как правило, функции принадлежности отдельных термов представляют треугольными или трапецеидальными функциями.

*Пример.* Имеется наливная емкость (бак) с непрерывным управляемым притоком жидкости  $G_{вх}$  и непрерывным неуправляемым расходом жидкости  $G_{вых}$ . База правил системы нечеткого вывода, соответствующая знаниям эксперта о том, какой необходимо выбрать приток жидкости  $G_{вх}$ , чтобы уровень жидкости  $H$  в баке оставался средним, будет выглядеть следующим образом:

ПРАВИЛО 1: ЕСЛИ «Н малый» И «Gвых большой», ТО «Gвх большой».

ПРАВИЛО 2: ЕСЛИ «Н малый» И «Gвых средний», ТО «Gвх большой».

ПРАВИЛО 3: ЕСЛИ «Н малый» И «Gвых малый», ТО «Gвх средний».

ПРАВИЛО 4: ЕСЛИ «Н средний» И «Gвых большой», ТО «Gвх большой».

ПРАВИЛО 5: ЕСЛИ «Н средний» И «Gвых средний», ТО «Gвх средний».

ПРАВИЛО 6: ЕСЛИ «Н средний» И «Gвых малый», ТО «Gвх малый».

ПРАВИЛО 7: ЕСЛИ «Н большой» И «Gвых большой», ТО «Gвх средний».

ПРАВИЛО 8: ЕСЛИ «Н большой» И «Gвых средний», ТО «Gвх малый».

ПРАВИЛО 9: ЕСЛИ «Н большой» И «Gвых малый», ТО «Gвх малый».

Используя обозначения SM(small) – «малый», MD(middle) – «средний», BG(big) – «большой», данную базу нечетких продукционных правил можно представить в виде таблицы, в узлах которой находятся соответствующие заключения о требуемом притоке жидкости:

$G_{вых}$	$G_{вх}$			Уровень
	SM	MD	BG	
SM	MD	SM	SM	
MD	MD	MD	SM	
BG	BG	BG	MD	

### Оценка технического риска

Риск возникновения аварий на технических объектах зависит от многих факторов: качества проектирования и изготовления технического объекта; надежности и условий эксплуатации объекта; человеческого фактора. Отсюда следует, что оценка технического риска является неформализованной задачей и может быть выполнена с помощью экспертного подхода. Рассмотрим пример оценки технического риска с помощью экспертной системы, основанной на нечетких множествах.

Рассмотрим оценку технического риска возникновения аварии на предприятии, осуществляющем хранение и переработку природного газа. В качестве исходных данных ЭС использованы два показателя: надежность системы безопасности (НСБ) и давление в системе хранения (ДСХ) газа. Тогда база правил системы нечеткого вывода, соответствующая знаниям экспертов о том, какими должны быть показатели НСБ и ДСХ, будет иметь вид:

1: ЕСЛИ Надежность = НСБ<sub>1</sub> И Условия хранения = ДСХ<sub>1</sub>, ТО Риск = ПКР<sub>1</sub>.

2: ЕСЛИ Надежность = НСБ<sub>2</sub> И Условия хранения = ДСХ<sub>2</sub>, ТО Риск = ПКР<sub>2</sub>.

.....  
N: ЕСЛИ Надежность = НСБ<sub>n</sub> И Условия хранения = ДСХ<sub>n</sub>, ТО Риск = ПКР<sub>n</sub>,

где  $НСБ_i$  – показатель надежности (от 1 до 100),  $ДСХ_j$  – показатель условий хранения газа (от 1 до 100),  $ПКР_k$  – показатель категории риска (от 0 до 1,0),  $N$  – число сочетаний показателей надежности, хранения и риска, заданное экспертами.

### Оценка риска стихийного бедствия

Риск возникновения стихийного бедствия зависит от многих факторов, поэтому оценка такого риска является неформализованной задачей и может быть выполнена с помощью экспертного подхода.

Рассмотрим оценку риска возникновения стихийного бедствия – лесного пожара. В качестве исходных данных ЭС использованы два показателя: скорость ветра  $\Delta V$  и подъем температуры воздуха  $\Delta T$ .

База правил системы нечеткого вывода, соответствующая знаниям экспертов о том, какими должны быть показатели  $\Delta V$  и  $\Delta T$ , может быть представлена в следующем виде:

**1: ЕСЛИ** Скорость ветра =  $\Delta V_1$  **И** Подъем температуры =  $\Delta T_1$ ,

**ТО** Интенсивность пожара =  $Y_1$ .

**2: ЕСЛИ** Скорость ветра =  $\Delta V_2$  **И** Подъем температуры =  $\Delta T_2$ ,

**ТО** Интенсивность пожара =  $Y_2$ .

.....  
**N: ЕСЛИ** Скорость ветра =  $\Delta V_n$  **И** Подъем температуры =  $\Delta T_n$ ,

**ТО** Интенсивность пожара =  $Y_n$ ,

где  $\Delta V_i$  – показатель скорости ветра (от 0 до 30),  $\Delta T_j$  – показатель величины подъема температуры воздуха (от 0 до 20),  $Y_k$  – показатель интенсивности пожара (от 0 до 10),  $N$  – число сочетаний показателей  $\Delta V_i$ ,  $\Delta T_j$  и  $Y_k$ , заданное экспертами.

### Модель нечеткой экспертной системы

Нечеткая ЭС включает в себя базу нечетких продукционных правил и систему нечеткого вывода, реализующую фаззификацию входных переменных, нечеткий логический вывод и дефаззификацию выходных переменных. На этапе фаззификации происходит подготовка задачи для решения методами нечеткой логики путем преобразования четких числовых значений в значения функции принадлежности к нечеткому множеству. На этапе логического вывода происходит активизация заключений базы нечетких продукционных правил и аккумуляция (объединение) заключений с получением нечетких значений выходных переменных. На этапе дефаззификации происходит обратное преобразование значений нечеткого множества лингвистических выходных переменных в четкие числовые значения.

Процесс получения нечетких заключений включает в себя все основные концепции теории нечетких множеств: функции принадлежности, лингвистические переменные, методы нечеткой импликации и т.п. Разработка и применение системы нечеткого вывода включает в себя такие этапы, как формирование базы нечетких продукционных правил, фаззификацию входных переменных, агрегирование подусловий и активизацию подзаключений, аккумуляцию заключений и дефаззификацию выходных переменных.

Схема модели нечеткой экспертной системы представлена на рис. 3:

Схема нечеткой экспертной системы



Рис. 3

Представленная модель нечеткой экспертной системы реализована в виде программы для ЭВМ [7] и позволяет решать задачи прогнозирования [8], оценки рисков [9] и поддержки принятия решений [10] в условиях неопределенности.

### Вывод

Проблемы прогнозирования, оценки риска и принятия решений в условиях неопределенности относятся к актуальным проблемам. В статье представлена модель нечеткой экспертной системы, реализованной в виде программы для ЭВМ. Различные модификации данной модели нечеткой экспертной системы и реализующие их программы для ЭВМ использованы для решения различных задач, включая задачи прогнозирования, оценки возникновения рисков на техногенных объектах и рисков стихийных бедствий, включая пожары и наводнения, задачи поддержки принятия решений, задачи расчета надежности, классификации и управления.

Таким образом, методы нечеткой логики, обеспечивающие в условиях неопределенности робастные и адаптивные свойства экспертных систем, обладают большими возможностями для синтеза экспертных систем различного назначения.

### Список источников

1. Герман О.В. Введение в теорию экспертных систем и обработку знаний. Минск: БГУ, 2005.
2. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: БИНОМ, 2013.
3. Mamdani E.H. Application of fuzzy algorithms // Fuzzy Sets and Systems. 2009. Vol. 2. № 4.
4. Flondor P. An example a fuzzy system // Kybernetics. 2017. Vol. 6. № 1.
5. Pavlak Z. Roush sets and fuzzy sets // Fuzzy Sets and Systems. 2018. Vol. 3. № 1.
6. Beard R.E. Collective risk result. New York, 2018.
7. Лабинский А.Ю. Моделирование системы нечеткого вывода // Природные и техногенные риски (физико-химические и прикладные аспекты). 2016. № 2.
8. Лабинский А.Ю. Модель нечеткого прогнозирования // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 4.
9. Лабинский А.Ю. Использование нечеткой логики в оценке вероятности возникновения ЧС // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2017. № 1.
10. Лабинский А.Ю. Модификация нечеткого метода анализа иерархий // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербур. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 4.

**Информация о статье:** статья поступила в редакцию: 01.06.2022; принята к публикации: 17.06.2022

### Информация об авторах:

**Александр Юрьевич Лабинский**, доцент кафедры прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, e-mail: Labinsciy@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-2735-4189>

---

---

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

---

---

Старейшее учебное заведение пожарно-технического профиля России образовано 18 октября 1906 г., когда на основании решения Городской Думы Санкт-Петербурга были открыты Курсы пожарных техников. Наряду с подготовкой пожарных специалистов, учебному заведению вменялось в обязанность заниматься обобщением и систематизацией пожарно-технических знаний, оформлением их в отдельные учебные дисциплины. Именно здесь были созданы первые отечественные учебники, по которым обучались все пожарные специалисты страны.

В последующем учебное заведение преобразовывалось и меняло свое название.

25 апреля 2022 г. в соответствии с Указом Президента Российской Федерации В.В. Путина Санкт-Петербургскому университету ГПС МЧС России присвоено почётное наименование «имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева».

Учебным заведением за вековую историю подготовлено несколько десятков тысяч специалистов, которых всегда отличали не только высокие профессиональные знания, но и беспредельная преданность профессии пожарного и верность присяге. Свидетельство тому – целый ряд сотрудников и выпускников вуза, награжденных высшими наградами страны, среди них: кавалеры Георгиевского креста, четыре Героя Советского Союза и Герой России. Далеко не случаен тот факт, что среди руководящего состава пожарной охраны страны всегда было много выпускников учебного заведения.

Сегодня федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева» – современный научно-образовательный комплекс, интегрированный в российское и мировое научно-образовательное пространство. Учебный процесс осуществляется по 891 дисциплине на 27 кафедрах. Университет осуществляет подготовку по разным формам обучения: очной, заочной и заочной с применением дистанционных технологий по программам среднего, высшего образования, а также подготовку специалистов высшей квалификации, переподготовку и повышение квалификации специалистов МЧС России.

Начальник университета – генерал-лейтенант внутренней службы кандидат технических наук, доцент Гавкалюк Богдан Васильевич.

Подготовка реализуется по 21 образовательной программе высшего образования, что является наибольшим количеством реализуемых программ среди образовательных организаций высшего образования МЧС России, и 83 программам дополнительного профессионального образования и профессионального обучения.

По программам специалитета в университете можно пройти обучение по таким направлениям подготовки, как: «Пожарная безопасность», «Горное дело», «Психология служебной деятельности», «Экономическая безопасность», «Правовое обеспечение национальной безопасности», «Судебная экспертиза». По программам бакалавриата – «Техносферная безопасность», «Системный анализ и управление», «Психология», «Управление персоналом», «Государственное и муниципальное управление», «Юриспруденция». По программам магистратуры – «Техносферная безопасность», «Системный анализ и управление», «Государственное и муниципальное управление», «Юриспруденция».

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса.

Укомплектованность научно-педагогическим составом, имеющим учёные степени и звания, составляет более 70 %, что позволяет университету занимать лидирующие позиции среди учебных заведений Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Сегодня в университете свои знания и огромный опыт передают: 55 докторов наук, 268 кандидатов наук, 46 профессоров, 150 доцентов.

В составе университета:

- 28 кафедр;
- Институт безопасности жизнедеятельности;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт нравственно-патриотического и эстетического развития;
- Институт профессиональной подготовки;
- Институт развития;
- Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности;
- Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал университета (ДВПСА);
- пять факультетов: факультет инженерно-технический, факультет экономики и права, факультет подготовки кадров высшей квалификации, факультет пожарной безопасности (подразделение ДВПСА), факультет дополнительного профессионального образования (подразделение ДВПСА).

Институт безопасности жизнедеятельности осуществляет образовательную деятельность по программам высшего образования по договорам об оказании платных образовательных услуг.

Приоритетным направлением в работе Института заочного и дистанционного обучения является подготовка кадров начальствующего состава для замещения соответствующих должностей в подразделениях МЧС России. Нарастающая сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации образовательного процесса. Сегодня университет реализует программы обучения с применением технологий дистанционного обучения.

Институт развития реализует дополнительные профессиональные программы по повышению квалификации и профессиональной переподготовке в рамках выполнения государственного заказа МЧС России для совершенствования и развития системы кадрового обеспечения, а также на договорной основе.

Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности осуществляет реализацию государственной научно-технической политики, изучение и решение научно-технических проблем, информационного и методического обеспечения в области пожарной безопасности. Основные направления деятельности научно-исследовательского института: организационное и научно-методическое руководство судебно-экспертными учреждениями федеральной противопожарной службы МЧС России; сертификация продукции в области пожарной безопасности; проведение испытаний и разработка научно-технической продукции в области пожарной безопасности; проведение расчетов пожарного риска и расчетов динамики пожара с использованием компьютерных программ.

Институт активно участвует в разработке новых и совершенствовании существующих инструментальных методов и технических средств исследования и экспертизы пожаров, производстве судебных пожарно-технических экспертиз и исследованиях в области экспертизы пожаров, выполнении поисковых научно-исследовательских работ прикладного характера, выполнении поисковых научно-исследовательских работ по обеспечению безопасности в Арктическом регионе и проведении сертификационных испытаний, апробировании методик по стандартам ISO, EN и резолюциям ИМО.

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Вытегра, Горячий Ключ (Краснодарский край), Мурманск, Петрозаводск, Пятигорск,

Севастополь, Стржевой, Сыктывкар, Тюмень, Уфа; представительства университета за рубежом: г. Алма-Ата (Республика Казахстан), г. Баку (Азербайджанская Республика), г. Ниш (Сербия).

На базе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России 1 июля 2013 г. открыт Кадетский пожарно-спасательный корпус. Он осуществляет подготовку кадет по общеобразовательным программам среднего общего образования с учетом дополнительных образовательных программ. Основные особенности деятельности корпуса – интеллектуальное, культурное, физическое и духовно-нравственное развитие кадет, их адаптация к жизни в обществе, создание основы для подготовки несовершеннолетних граждан к служению Отечеству на поприще государственной гражданской, военной, правоохранительной и муниципальной службы.

Общее количество обучающихся в университете по всем специальностям, направлениям подготовки, среднему общему образованию составляет более 7 000 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1 100 специалистов.

В университете действует два диссертационных совета по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по техническим и экономическим наукам.

Университет издает 7 научных журналов, публикуются материалы ряда международных и всероссийских научных мероприятий, сборники научных трудов профессорско-преподавательского состава университета. Издания университета соответствуют требованиям законодательства Российской Федерации и включены в электронную базу Научной электронной библиотеки для определения Российского индекса научного цитирования, а также имеют международный индекс (ISSN). Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» и электронный «Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» включены в утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии «Перечень рецензируемых научных журналов, в которых публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Ежегодно университет проводит научно-практические конференции различного уровня: Всероссийскую научно-практическую конференцию «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международную научно-практическую конференцию «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций».

Университет ежегодно принимает участие в выставках, организованных МЧС России и другими ведомствами и организациями. Традиционно большим интересом пользуется выставочная экспозиция университета на Международном салоне средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность», Петербургском международном экономическом форуме, Международном форуме «Арктика: настоящее и будущее».

Международная деятельность вуза направлена на всестороннюю интеграцию университета в международное образовательное пространство. Университет, осуществляя образовательную деятельность, обладает широкой локализацией на территории Российской Федерации, государств-участников Содружества Независимых Государств и других стран.

Большой интерес к обучению в университете проявляется со стороны иностранных граждан. В университете обучаются иностранные курсанты из числа сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС Кыргызской Республики и Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан. Только в период с 2016 по 2021 г. в университете прошли обучение по программам дополнительного профессионального образования 712 иностранных граждан, завершили обучение по программам высшего образования 468 иностранных граждан.

В соответствии с двусторонними соглашениями университет осуществляет обучение по программам повышения квалификации. Регулярно проходят обучение в университете

специалисты Российско-сербского гуманитарного центра, Российско-армянского центра гуманитарного реагирования, Международной организации гражданской обороны.

В университете имеются возможности для повышения уровня знания английского языка. Организовано обучение по программе дополнительного профессионального образования «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» студентов, курсантов, адъюнктов и сотрудников.

В университете большое внимание уделяется спорту. Команды, состоящие из преподавателей, курсантов и слушателей, – постоянные участники различных спортивных турниров, проводимых как в России, так и за рубежом. Слушатели и курсанты университета являются членами сборных команд МЧС России по различным видам спорта.

Деятельность команды университета по пожарно-спасательному спорту (ПСС) включает в себя участие в чемпионатах России среди вузов (зимний и летний), в зональных соревнованиях и чемпионате России, а также проведение бесед и консультаций, оказание практической помощи юным пожарным кадетам и спасателям при проведении тренировок по ПСС.

В университете создан спортивный клуб «Невские львы», в состав которого входят команды по 18 видам спорта. В составе сборных команд университета – чемпионы и призеры мировых первенств и международных турниров.

Курсанты и слушатели имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей в созданном в университете Институте нравственно-патриотического и эстетического развития. Творческий коллектив университета принимает активное участие в ведомственных, городских и университетских мероприятиях, направленных на эстетическое и патриотическое воспитание молодежи, а также занимает призовые места в конкурсах, проводимых на уровне университета, города и МЧС России. На каждом курсе организована работа по созданию и развитию творческих объединений по различным направлениям: студия вокала, студия танцев, клуб веселых и находчивых. Для курсантов и студентов действует студия ораторского искусства, команда технического обеспечения, духовой оркестр.

К 75-летию со Дня Победы в Великой Отечественной войне и 30-летию МЧС России на территории учебного заведения был открыт музей истории Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, в котором обучающиеся, сотрудники, гости университета могут познакомиться со всеми этапами становления учебного заведения – от курсов пожарных техников до высшего учебного заведения.

В федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева» созданы все условия для подготовки высококвалифицированных специалистов МЧС России.



---

---

# АВТОРАМ ЖУРНАЛА «НАДЗОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И СУДЕБНАЯ ЭКСПЕРТИЗА В СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ»

---

---

К публикации принимаются оригинальные исследовательские и обзорные аналитические статьи, отвечающие профилю журнала, представляющие результаты завершеного научного исследования, выполненного на актуальную тему, обладающие научной новизной, имеющие практическое значение и теоретическое обоснование, оформленные в соответствии с требованиями.

Статья не должна быть ранее опубликованной и не поданной для рассмотрения в другие журналы. Все статьи проходят проверку в системе «Антиплагиат».

Статьи **обучающихся магистратуры, курсантов и студентов** принимаются **только в соавторстве с научным руководителем**.

**1. Материалы** для публикации представляются в редакцию журнала. Материал должен сопровождаться:

а) для **сотрудников** СПб университета ГПС МЧС России – *заключением* об отсутствии материалов, запрещенных к публикации в открытой печати, *рецензией от члена редакционного совета* (коллегии). По желанию прилагается вторая рецензия от специалиста соответствующего профиля, имеющего ученую степень;

б) для авторов **сторонних** организаций – *заклучением* об отсутствии материалов, запрещенных к публикации в открытой печати, *рецензией* от специалиста по соответствующему статье профилю, имеющему ученую степень;

в) статья аспиранта (адъюнкта) или соискателя помимо вышеуказанных документов должна сопровождаться *отзывом научного руководителя*;

г) *электронной версией* статьи, представленной в формате редактора Microsoft Word (версия не ниже 2003). Название файла должно быть следующим:

Автор1, Автор2 – Первые три слова названия статьи.doc, например: **Иванов – Анализ существующей практики.doc**;

д) *плата* с адъюнктов и аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

**2. Статьи**, включая рисунки и подписи к ним, список литературы, должны иметь **объем** от **8** до **15** страниц.

**3.** Оригинальность статей должна быть **не менее 70 %**.

**4. Текст статьи должен быть обязательно структурирован по разделам:**

### **Введение**

В разделе «Введение» проводится анализ состояния исследуемой проблемы по публикациям отечественных и зарубежных источников, на основании которого обосновывается актуальность исследования, формулируются цель и задачи исследования.

### **Методы исследования**

В разделе описываются применяемые в работе методы исследования, приводятся сведения об объектах исследования, измерительном оборудовании, описываются условия экспериментов и т.д. Возможно указание ссылок на работы с более подробным изложением методов, однако приводимого описания должно быть достаточно для понимания хода исследования.

При использовании стандартных (или известных) методов и процедур лучше сделать ссылки на соответствующие источники, не забывая описать модификации стандартных

методов, если таковые имелись. Если же используется собственный новый метод, описание которого нигде ранее не было опубликовано, важно привести все необходимые детали. Если ранее описание метода было опубликовано в известном журнале, можно ограничиться ссылкой.

Допускается и иное название раздела, обусловленное спецификой исследования и подготовленной на его основе статьи, например «Материалы и методы исследования», «Модели и методы исследования», «Теоретические основы и методы расчета».

### **Результаты исследования и их обсуждение**

В разделе в логической последовательности излагаются результаты исследования, которые подтверждаются таблицами, графиками, рисунками. Здесь же проводится анализ и интерпретация полученных результатов, описываются выявленные закономерности, подтверждается достоверность результатов, проводится сопоставление собственных результатов с данными других исследователей.

### **Заключение**

В разделе излагаются основные выводы, подводится итог проделанной работы, обосновывается научная новизна полученных результатов, приводятся научно обоснованные рекомендации по их использованию, определяются основные направления дальнейших исследований в данной области.

Заключение содержит главные идеи основного текста статьи, но не должно повторять формулировок, приведенных в предыдущих разделах.

Список литературы должен содержать **не менее 10 источников** (из которых **не менее 30 % зарубежных**).

**Для ОБЗОРНЫХ аналитических статей** допускается иная структура статьи:

1. Введение.
2. Аналитическая часть.
3. Заключение.

В разделе «Аналитическая часть» должен быть представлен критический анализ и критическое обобщение актуальной исследовательской проблемы по отечественным и зарубежным научным источникам (**не менее 25 источников**, из которых **не менее 50 % зарубежных**) с оценкой их научной новизны и оригинальности. Результаты критического анализа и обобщения должны быть подтверждены сравнительными таблицами, графиками, рисунками. В статье также должны быть отражены дискуссионные (проблематичные) вопросы.

Допускается разбиение разделов «Методы исследования», «Результаты исследования и их обсуждение», «Аналитическая часть» на несколько логически связанных подразделов.

### **5. Оформление текста:**

а) текст материала для публикации должен быть тщательно отредактирован автором;  
б) текст на одной стороне листа формата А4 набирается на компьютере (шрифт Times New Roman 14, **интервал 1,5**, без переносов, в одну колонку, **все поля по 2 см**, нумерация страниц внизу посередине);

в) на первой странице авторского материала должны быть напечатаны: УДК (универсальная десятичная классификация), **на русском и английском языках** название (прописными буквами, полужирным шрифтом, без подчеркивания); ФИО авторов полностью (**не более трех**); место работы (название учреждения), электронный адрес авторов (без слова e-mail), аннотация, ключевые слова.

*Требования к аннотации.* Аннотация должна быть краткой, информативной, содержать цель работы, методы исследования, основные положения и результаты исследования (излагаются основные результаты теоретических и/или экспериментальных исследований, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности), выводы

с обоснованием научной новизны результатов. Аннотация может включать и другую информацию, уместную с точки зрения авторов, например, рекомендации по применению полученных результатов. Примерный объем аннотации **100–250 слов**.

#### **6. Оформление формул в тексте:**

а) формулы должны быть набраны на компьютере в редакторе формул Microsoft Word (Equation), размер шрифта эквивалентен 14 (Times New Roman);

б) в формулах рекомендуется использовать буквы латинского и греческого алфавитов (курсивом);

в) формулы печатаются по центру, номер – у правого поля страницы (нумеровать следует только формулы, упоминаемые в тексте).

#### **7. Оформление рисунков и таблиц:**

а) рисунки необходимо выделять отдельным блоком для удобства переноса в тексте или вставлять из файла, выполненного в любом из общепринятых графических редакторов, под рисунком ставится: Рис. 2. и далее следуют пояснения;

б) если в тексте не одна таблица, то их следует пронумеровать (сначала пишется: Таблица 2, на той же строке название таблицы полужирно, и далее следует сама таблица);

в) если в тексте одна таблица или один рисунок, то их нумеровать не следует;

г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;

д) в тексте ссылки на таблицы и рисунки делаются следующим образом: рис. 2, табл. 4, если всего один рисунок или одна таблица, то слово пишется целиком: таблица, рисунок.

#### **8. Оформление библиографии (списка литературы):**

Список литературы должен содержать **не менее 10 источников**, для *обзорных* аналитических статей **не менее 25 источников**.

При этом количество ссылок на статьи из иностранных научных журналов и другие иностранные источники должно быть не менее 30 % от общего количества ссылок, для обзорных аналитических статей не менее 50 % .

В списке литературы должно быть не более 30 % источников, автором либо соавтором которых является автор статьи.

#### *Правила оформления списка литературы:*

а) в тексте ссылки на цитируемую литературу обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках;

б) список должен содержать цитируемую литературу, пронумерованную в порядке ее упоминания в тексте.

Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5–2008.

#### *Примеры оформления списка источников:*

##### **Список источников**

1. Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопросы философии. 1992. № 10. С. 76–86.

2. Информационные аналитические признаки диагностики нефтепродуктов на местах чрезвычайных ситуаций / М.А. Галишев [и др.] // Жизнь и безопасность. 2004. № 3–4. С. 134–137.

3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: пособ. для лесных пожарных. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИЛМ, 2002.

4. Грждяну П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневой процесса: сб. науч. тр. М.: Наука, 1981. С. 61–63.

5. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Безопасность и отдых: системный взгляд на проблему рисков // Туризм и рекреация: тр. II Междунар. конф. / МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2007. С. 329–334.

6. Белоус Н.А. Прагматическая реализация коммуникативных стратегий в конфликтном дискурсе // Мир лингвистики и коммуникации: электрон. науч. журн. 2006. № 4. URL: [http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5\\_3\\_1.htm](http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5_3_1.htm) (дата обращения: 15.12.2007).

7. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 1995. № 35. Ст. 3 503.

#### **9. Оформление раздела «Информация об авторах»**

Сведения об авторах прилагаются в конце статьи и включают: Ф.И.О. (полностью), должность, место работы с указанием адреса и его почтового индекса; номер телефона; ученую степень, ученое звание, почетное звание; адрес электронной почты; ORCID для каждого автора (<https://orcid.org/>).

*Статья должна быть подписана авторами и указаны контактные телефоны.*

**Внимание авторов: материалы, оформленные без соблюдения настоящих требований, будут возвращаться на доработку.**

**Редакция оставляет за собой право направлять статьи на дополнительное анонимное рецензирование.**

## ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 614.8

### МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО ПОЖАРА

Сергей Петрович Иванов✉.

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

✉spi78@mail.ru

*Аннотация.* 100–250 слов

*Ключевые слова:* 3–10 слов

**Для цитирования:** Иванов С.П. Метод оценки эффективности огнезащиты стальных конструкций на объектах нефтегазового комплекса в условиях открытого пожара // Проблемы управления рисками в техносфере. 2022. № 1 (61). С. 25–30. (ОФОРМЛЯЕТСЯ РЕДАКЦИЕЙ)

### METHOD FOR ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF FIRE PROTECTION OF STEEL STRUCTURES ON OBJECTS OF OIL AND GAS COMPLEX IN CONDITIONS OF OPEN FIRE

Sergey P. Ivanov✉. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉spi78@mail.ru

*Abstract.*

*Keywords:*

**For citation:** Ivanov S.P. Method for estimation of the efficiency of fire protection of steel structures on objects of oil and gas complex in conditions of open fire // *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of risk management in the technosphere*. 2022. № 1 (61). P. 25–30.

#### **Введение**

Текст, текст, текст

#### **Методы исследования**

Текст, текст, текст

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Текст, текст, текст

#### **Заключение**

Текст, текст, текст

#### **Список источников (не менее 10 источников)**

#### **References**

#### **Информация о статье:**

Статья поступила в редакцию: 10.01.2022; одобрена после рецензирования: 03.02.2022; принята к публикации: 11.02.2022

#### **The information about article:**

The article was submitted to the editorial office: 10.01.2022; approved after review: 03.02.2022; accepted for publication: 11.02.2022

#### *Информация об авторах:*

**Сергей Петрович Иванов** – заместитель начальника научно-исследовательского института Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, e-mail: spi78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4651-8513>

#### *Information about the authors:*

**Sergey P. Ivanov** – deputy head of the Research institute of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., 149), candidate of technical sciences, e-mail: spi78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4651-8513>

SCIENTIFIC AND ANALYTICAL MAGAZINE

**MONITORING AND EXPERTISE  
IN SAFETY SYSTEM****№ 2 – 2022****The Editorial board**

**Chairman** – candidate of technical sciences, associate professor lieutenant general of internal service **Bogdan V. Gavkalyuk**, head of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

**Co-chairman** – doctor of science **Savic Branko**, director of the Higher technical school Novi Sad (Republic of Serbia).

**Deputy Chairman** – doctor of technical sciences, associate professor **Olga A. Zybina**, deputy head of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia for research.

**Deputy Chairman** – doctor of science **Milisavlevich Branko**, Professor of the Higher technical school Novi Sad (Republic of Serbia).

**Members of the editorial council:**

doctor of technical sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation **Vladimir N. Lozhkin**, professor of the department of fire and rescue equipment and automotive industry Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia;

doctor of chemistry sciences, professor **Grigory K. Ivakhnyuk**, professor of the department of fire safety of technological processes and production Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia;

doctor of technical sciences, professor **Sergey V. Sharapov**, professor of the department of criminalistics and engineering and technical expertise Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia;

doctor of technical sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation **Ilya D. Cheshko**, leading researcher of the Research institute for advanced research and innovative technologies in the field of life safety Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia;

doctor of science **Babich Branko**, lecturer at the Higher technical school Novi Sad (Republic of Serbia);

doctor of science **Karabasil Dragan**, professor of the Higher technical school of Novi Sad (Republic of Serbia);

doctor of science **Petrovich Gegich Anita**, professor of the Higher technical school of Novi Sad (Republic of Serbia);

doctor of sciences (PhD), professor **Agoston Restas**, head of the Department of fire prevention and emergency prevention, Institute for emergency management (Republic of Hungary);

doctor of technical sciences **Mrachkova Eva**, professor of the department of fire protection of the Technical university of Zvolen (Republic of Slovakia);

candidate of technical sciences colonel of the internal service **Yury S. Ivanov**, first deputy head of the scientific research institute of fire safety and emergency situations (Republic of Belarus).

**Secretary to council:**

major of the internal service **Polina A. Bolotova**, editor of the editorial department of the editorial department of the Center for the organization of scientific research and editorial activities Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia;

candidate of technical sciences **Natasha Subotic**, professor of the Higher technical school Novi Sad (Republic of Serbia).

**Editorial team**

**Chairman** - major of the internal service **Irina V. Dmitrieva**, head of the Editorial Department of the Center for Organization of Research and Editorial Activities Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

**Members of editorial team:**

candidate of pedagogical sciences **Tatyana A. Kuzmina**, associate professor of the department of supervisory activities (responsible for the issue) Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia;

major of the internal service **Sergei V. Ilitskiy**, lecturer at the department of fire Inspection Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia;

major of the Internal Service **Alexander E. Gaidukevich**, senior researcher of the department of innovative and information technologies in the expertise of fire at the Research institute for advanced research and innovative technologies in the field of life Safety Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia;

candidate of technical sciences, associate professor, colonel of the internal service **Yulia N. Belshina**, head of the department of criminalistics and engineering and technical expertise

candidate of technical sciences, associate professor, lieutenant colonel of the internal service **Alexander I. Bobrov**, associate professor of the department of civil defense, protection of population and territories (as part of the educational and scientific complex of civil defense, protection of population and territories) of Academy of State fire service of EMERCOM of Russia;

candidate of technical sciences, associate professor **Alexander A. Kuzmin**, associate professor of the department of mechanics of the Saint-Petersburg State technological institute (technological university);

doctor of technical sciences **Petra Tanovic**, professor of the Higher technical school Novi Sad (Republic of Serbia);

doctor of sciences (PhD), **Hwayung Kim**, associate professor, department of fire safety, Kyungil university (Republic of Korea);

candidate of technical sciences **Oleg D. Navrotskiy**, head of the department of the Research institute of fire safety and emergency situations (Republic of Belarus).

**Secretary to editorial team:**

senior lieutenant of the internal service **Valeria V. Churilina**, editor of the editorial department of the prepress preparation of the editorial department of the center for the organization of research and editorial activities of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

## CONTENT

### ***FIRE INSPECTION ACTIVITIES***

**Zhurba A.S., Pechenevsky V.S., Strezhnev E.A., Cherepanov S.N.** Administrative barrier as a category of administrative and legal regulation ..... 50

**Zhurba A.S., Kushnareva O.N., Strezhnev E.A., Komogortsev S.I.** Administrative barriers and administrative-legal means: problems of classification and overcoming ..... 55

### ***THEORY AND PRACTICE OF FORENSIC EXAMINATION***

**Egorov A.A.** Individual trace pattern of electric arc reflows of current-carrying copper conductors, modeled on a welding machine ..... 60

### ***PROBLEMS AND PROSPECTS OF FIRE PREVENTION AND EXTINGUISHING***

**Kuzmin A.A., Romanov N.N., Permyakov A.A.** Fire simulation in functionally similar premises ..... 70

### ***LIFE SAFETY***

**Labinsky A.Yu.** About the issue of developing expert systems ..... 78

**Information sheet Information sheet Information sheet** ..... 83

Full or partial reprint, reproduction, reproduction or other use of materials published  
in the journal

«Supervisory activities and forensic examination in the security system»,  
without the written permission of the editors is not allowed

**ББК H96C+Ц.9.3.1+X.5**  
**УДК 349**

Feedback and wishes should be sent to the address: 196105, St. Petersburg, Moskovsky pr., 149  
tel. (812) 645-20-35. e-mail: redakziaotdel@yandex.ru. Official website of the scientific and analytical  
journal WWW.ND.IGPS.RU

Official web site: WWW.IGPS.RU.

**ISSN 2304-0130**

---

---

# FIRE INSPECTION ACTIVITIES

---

---

УДК 342.951

## ADMINISTRATIVE BARRIER AS A CATEGORY OF ADMINISTRATIVE AND LEGAL REGULATION

Andrey S. Zhurba<sup>✉</sup>;

Vitaly S. Pechenevsky;

Evgeny A. Strezhnev;

Sergei N. Cherepanov.

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

Andrey007super@mail.ru<sup>✉</sup>

*Annotation.* An analysis is given of administrative barriers that create prohibitions and restrictions in civil society that are not justified from the point of view of the balance of social and legal values, which would predetermine the effectiveness of the modern «regulatory guillotine», aimed primarily at freeing economic entities from excessive administrative guardianship and on the development of market, self-regulatory mechanisms. It is indicated that so far in science there has not even been a generally accepted definition of the concept of administrative barriers, the elemental composition of this concept, the methodology for searching and identifying administrative barriers, their socio-legal and economic analysis has not been formed.

*Keywords:* administrative and legal regulation, administrative and legal means, administrative barriers, administrative prohibitions, administrative and legal obligations, administrative and legal restrictions, administrative control, monitoring of administrative barriers, regulatory guillotine

**For citation:** Zhurba A.S., Pechenevsky V.S., Strezhnev E.A., Cherepanov S.N. Administrative barrier as a category of administrative and legal regulation // Monitoring and expertise in safety system 2022. № 2. P. 50–54.

For the first time, the concept of an administrative barrier appeared in the Decree of the President of the Russian Federation of June 29, 1998 № 30 [1] and was determined mainly in a negative sense – somehow an administrative and legal obstacle, restriction, unreasonably established condition or prohibition, which do not carry a useful social and legal burden, but hinder the development of entrepreneurial activity in Russia. This legal act, of course, played a positive role for the development of entrepreneurship: its importance for overcoming obstacles in registering entrepreneurial activities was noted in 2005 by a number of specialists on state registration of legal entities [2, p. 5].

However, the problem of administrative barriers was not and could hardly be completely eliminated by means of only one normative act: in the first decade, a number of normative acts of federal executive bodies are adopted. (the last of the effective acts of this period include, for example, the Order of Rostekhnadzor dated April 15, 2008 № 241 [3]). Carried out its Fire inspection functions in this direction and the Prosecutor's Office of the Russian Federation [4].

And yet, for the entire indicated period, administrative barriers were not considered in Russia in a systemic capacity: until 2011, they were considered as something intradepartmental, easily eliminated at the level of regional or federal executive authorities, only temporarily and pointwise hindering the development of a national economy. Only by 2011 did the understanding of the need to form a holistic concept of counteracting administrative barriers come, which, as it became clear, were not just a legacy of Soviet law, but turned out to be a self-reproducing phenomenon. Therefore, in 2011, the Government of the Russian Federation is moving from individual measures to eliminate administrative barriers to the Concept of their reduction [5], and

even then a number of scientists pointed to the task of their reduction as the main one for the implementation of administrative reform [6].

And yet the fight against administrative barriers was considered at that time still albeit a large-scale one, but a one-time, «stage-by-stage», transient task, which, as it was then thought, could be solved one-time by a number of administrative (reformist) measures. As a result, the Russian Federation lacked a unified, consistent and, most importantly, the ongoing state policy to overcome administrative barriers.

As subsequent events showed, it became clear only by 2017 that overcoming administrative barriers to free the potential of the Russian economy, primarily under the conditions of sanctions, is one of the most important areas of state policy to develop competition and counter the monopolization of markets. In particular, according to the estimates of the Ministry of Economic Development, back in 2019, there were «more than 9 000 regulations establishing mandatory requirements, while some of them are redundant and inefficient, as well as obsolete both morally and technologically» [7]. This understanding led to the formation of a set of state programs on the elimination of administrative barriers: Decree of the Government of the Russian Federation dated September 29, 2017 № 1184 [8] was adopted, which fixed the general procedure for creating and implementing action plans to eliminate administrative barriers. At the same time, the Regulations on the development and implementation of such measures, approved by this Resolution, contained such a significant section as monitoring the implementation of «road maps». Thus, each approved «road map» from that moment on became not only mandatory, but also subject to continuous monitoring. on its actual implementation, assessment of the speed of implementation, emerging obstacles etc. Almost simultaneously, the need for a high level of administrative barriers was again drawn to the attention of the President of the Russian Federation [9], who demanded from the Government to submit by 2019 proposals aimed at reducing them.

During the subsequent 2018, the Government of the Russian Federation adopted several legal acts aimed at implementing the said resolution. These include, for example, orders of the Government of the Russian Federation of March 29, 2018 № 535-r [10] and April 3, 2018 № 576-r [11]. This activity of the Government of the Russian Federation continued in 2020–2021 [12].

Since 2018, many action plans (strategies) adopted by the federal executive authorities include an analysis of the current legislation to reduce or eliminate administrative barriers [13]. Thus, the reduction or elimination of administrative barriers has acquired the qualities of a state function: constancy and consistency, has now turned into a separate and subject to special control (monitoring) direction of state policy. At the same time, the task of reducing administrative barriers is being implemented and non-governmental organizations. So, among the priority areas of activity of the Chamber of Commerce and Industry of the Russian Federation for 2021–2025. Contained and analysis of legislation and law enforcement practice in order to reduce administrative barriers [14].

Thus, three stages in the development of Russian legislation can be distinguished on countering administrative barriers:

- 1998–2011, when they were seen only as a temporary legacy of the excessive bureaucratization of Soviet law;
- 2011–2017, when the fight against administrative barriers began to be seen as an administrative reform task to be solved;
- 2017 – the present, when the understanding of the need for a constant, systematic struggle against administrative barriers came to legal science and lawmaking, when this struggle began to be considered as a state function and a separate direction of state legal policy.

Simultaneously with law-making decisions, in legal science the very concept and legal nature of administrative barriers were comprehended. Back in 2015, the expediency of forming a «single scientifically based approach to determining the essence and content of the concept of «administrative barriers» was recognized, which will largely allow to unify, systematize and ultimately improve the efficiency of scientific research aimed at developing measures to reduce negative impact of administrative barriers on the development of Russian entrepreneurship» [15, p. 118]. At the same time, it is necessary to emphasize the need to create such a definition of administrative

barriers, which would make it possible to legally specifically identify them in the normative array, to conduct a legal examination of their content and monitoring of their application, to assess their practical significance for the legal system, to consider law-making possibilities for replacing them with other administrative and legal means.

Unfortunately, such a definition has not yet been created. So, G.B. Kozachenko and E.V. Samoylenko define them as «obstacles that arise in the organization and implementation of business entities, created by individual officials of executive authorities» [16, p. 22]. However, this definition obviously does not stand up to criticism: firstly, the question arises why administrative barriers are recognized as obstacles only for business entities, and not in general for all subjects of economic activity or even for all subjects of civil society. Secondly, the question arises why these obstacles are created, according to the named authors, only by «individuals»: it is obvious that they can be created not only by officials, but also by public authorities (and in general by any subjects of administrative and power activity) in general, while the state authorities that create administrative barriers can relate not only to the executive, but also to the full extent to the legislative (both regional and federal) authorities. Thus, this definition cannot be neither on legal accuracy, nor on the comprehensiveness of relations to identify and eliminate administrative barriers.

The following definition of administrative barriers was more accurate: «objective obstacles to the organization and implementation of entrepreneurial activity caused by regulatory legal acts, actions or inaction of state authorities and local self-government» [17, p. fifteen]. In particular, its positive aspects are:

- the broadest representation of the subjects that create administrative barriers – as state authorities and local self-government (all public authorities are covered);
- legal sources of administrative barriers: both regulations and individual legal acts and de facto acts (all of which can be covered by the above notion of «acts and omissions»).

However, this definition also raises two questions: firstly, why do the named authors consider the obstacles as «objective», although the essence of the administrative barrier lies in the fact that it is far from always objective (objectively necessary, arising from the essence of the current legal order) character, but, on the contrary, is often a subjective, artificially created legal obstacle.

Secondly, these authors once again pay attention only to restrictions directed purely against the freedom of entrepreneurial activity, while in fact administrative barriers limit and bind to one degree or another the freedom of the entire civil society.

Interesting is the definition of administrative barriers given by E.S. Nabiullina: «the redundancy of the set of established mandatory rules; internal inconsistency of the established rules» [18]. In addition to the legal impeccability of this definition, it should be noted that it presents administrative barriers as a phenomenon that is extremely negative for the existing legal order, as an «excessive» regulation of social relations where there is no need for this regulation. At the same time, the value of this definition lies in the formulation of the central question for the concept of administrative barriers: how useful and, on the contrary, how redundant is this or that legal regulation, what and where is the balance between the usefulness of the legal regulation of this or that social relation and the harm caused by the intrusion into natural, market regulation.

Thus, the definition of E.S. Nabiullina reveals the main, substantive problem of administrative barriers, which consists not so much in the fact that they, by their binding effect, are directed towards both sides of administrative and legal regulation – both powerful and subject subjects, but how to balance their content in such a way that the beneficial social and legal effect of their action exceeds the limiting, negative effect, the harmfulness of which for the development of the domestic economy was indicated by the President of the Russian Federation back in 1998.

**References**

1. On measures to eliminate administrative barriers in the development of entrepreneurship: Decree of the President of Ros. Federation of June 29, 1998. № 30. Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».
2. Noskov B.P., Churyaev A.V. On the issue of liability during state registration of legal entities // Lawyer. 2005. № 3. P. 4–8.
3. On measures to eliminate administrative barriers in the form of registration of gas stations intended for the retail sale of gasoline and diesel fuel in the state register of hazardous production facilities and the application of industrial safety legislation to them: order of Rostekhnadzor dated April 15, 2008. № 241. Access from the reference legal system «ConsultantPlus».
4. On strengthening prosecutorial supervision over the observance of the rights of subjects of small and medium-sized businesses, the elimination of administrative barriers to entrepreneurial activity, the enforcement of laws by executive authorities with control and Fire inspection powers and implementing licensing procedures: an indication of the Prosecutor General's Office Ros. Federation of 13 Aug. 2009, № 260-7. Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».
5. Approval of the Concept for Reducing Administrative Barriers and Increasing the Availability of State and Municipal Services for 2011–2013. and the Action Plan for the implementation of the said Concept: Decree of the Government of Ros. Federation dated June 10, 2011. № 1021-r (as amended on August 28, 2012). Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».
6. Stupin D.V., Sapozhnikov A.A. Reducing administrative barriers: the main task of the current stage of administrative reform // Bulletin of the University of Management. 2012. № 4. P. 82–88.
7. The mechanism of the «regulatory guillotine» will eliminate excessive and inefficient regulation // Ministry of Economic Development of the Russian Federation. URL: [https://www.economy.gov.ru/material/news/mehanizm\\_regulyatornoy\\_gilotiny\\_pozvolit\\_isklyuchit\\_izbytochnoe\\_i\\_neeffektivnoe\\_regulirovanie\\_.html](https://www.economy.gov.ru/material/news/mehanizm_regulyatornoy_gilotiny_pozvolit_isklyuchit_izbytochnoe_i_neeffektivnoe_regulirovanie_.html) (date of access: 02/12/2022).
8. On the procedure for the development and implementation of action plans («road maps») on improving legislation and eliminating administrative barriers in order to ensure the implementation of the National Technology Initiative and amending certain acts of the Government of the Russian Federation: Decree of the Government of Ros. Federation of 29 Sept, 2017. № 1184 (as amended on July 1, 2021). Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».
9. On the main directions of state policy for the development of competition: Decree of the President Ros. Federation of 21 Dec. 2017 № 618. Access from the reference legal system «ConsultantPlus».
10. On approval of the action plan («road map») to improve legislation and eliminate administrative barriers in order to ensure the implementation of the National Technology Initiative in the direction of «Autonet»: Decree of the Government of Ros. Federation dated March 29, 2018. № 535-r (as amended on June 17, 2021). Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».
11. On approval of the action plan («road map») to improve legislation and eliminate administrative barriers in order to ensure the implementation of the action plan («road map») of the National Technological Initiative in the Aeronet direction: order of the Government of Ros. Federations from 3 Apr. 2018. № 576-r (as amended on December 16, 2021). Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».
12. On approval of the action plan («road map») for the development of the market for small-tonnage liquefied natural gas and gas motor fuel in the Russian Federation for the period up to 2025: Decree of the Government of Ros. Federation of 13 Feb. 2021. № 350-r. Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».
13. On approval of the Action Plan for the implementation of the Strategy for the Development of Competition and Antimonopoly Regulation in the Russian Federation for

the period until 2030 (stage I – 2020–2024): order of the FAS Russia dated March 18, 2020. № 289/20 (as amended on 17 Aug. 2021). Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».

14. Priority areas of activity of the Chamber of Commerce and Industry of the Russian Federation for 2021–2025. Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».

15. Leonenko I.A. Institutional approach to the definition of the essence and concept of administrative barriers in entrepreneurial activity // Science today: theory and practice: Sat. scientific tr. Ufa: Ed.-ed. otd. UGUES, 2015/ P. 115–118.

16. Kazachenko G.B., Samoilenko E.V. Some administrative barriers in the sphere of entrepreneurial activity: analysis of legislation and judicial practice // Legislation and Economics. 2007. № 2. P. 21–25.

17. Noskov B.P., Simonova E.V. On some administrative barriers hindering the development of the economy and business in the Russian Federation (legal aspect) // Business Security. 2005. № 3. P. 11–17.

18. Summing up the results of the implementation of administrative reform measures in 2006-2010. Priority directions for improving public administration in 2011-2013: theses of the speech by Minister E.S. Nabiullina. URL: <https://rudocs.exdat.com/docs/index-207237.html> (accessed: 30.01.2022).

**Information about the article:** the article was received by the editors: 06.13.2022;  
accepted for publication: 06.17.2022

*Information about authors:*

**Andrey S. Zhurba**, master student of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149), e-mail: Andrey007super@mail.ru

**Vitaly S. Pechenevsky**, master student of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149)

**Evgeny A. Strezhnev**, master student of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149)

**Sergey N. Cherepanov**, master student of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149)

УДК 342.951

## ADMINISTRATIVE BARRIERS AND ADMINISTRATIVE-LEGAL MEANS: PROBLEMS OF CLASSIFICATION AND OVERCOMING

Andrey S. Zhurba<sup>✉</sup>;

Olga N. Kushnareva;

Evgeny A. Strezhnev;

Sergey I. Komogortsev.

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

Andrey007super@mail.ru<sup>✉</sup>

*Annotation.* The transition that took place in 2017 from the concept of overcoming administrative barriers to a single, consistent, systemic state policy for their identification, monitoring and elimination, which involves their scientific analysis and, above all, their definition and classification, is analyzed. In particular, it seems appropriate to form such a classification of administrative barriers that would allow us to see them in the system of administrative control and Fire inspection activities of public authorities. The necessity of forming a methodology for monitoring existing and counteracting the creation of new administrative barriers is substantiated.

*Keywords:* administrative barriers, content of administrative barriers, administrative and legal means, administrative control, administrative supervision, reduction of administrative barriers, forms of reduction of administrative barriers, stages of reduction of administrative barriers, monitoring of administrative barriers

**For citation:** Zhurba A.S., Kushnareva O.N., Strezhnev E.A., Komogortsev S.I. Administrative Barriers and Administrative-Legal Means: Problems of Classification and overcoming // Monitoring and expertise in safety system 2022. № 2. P. 55–59.

From a formal legal (instrumental) point of view, administrative barriers are considered within the framework of the general theory of administrative and legal means. As scientists note, «the following features are common to branch legal means: belonging to universal legal methods (instruments) for ensuring the rights and interests of subjects of law, consistency and complexity; focus on achieving socially significant goals, are a reflection of the resources of law; are included in the structure of the mechanism of legal regulation; ensuring a legally significant result» [1, p. 90]. From the point of view of the structure of the mechanism of legal regulation, the following classification of legal means can be distinguished.

At the level of rule-making, legal means that can create administrative barriers include:

- regulatory prohibitions;
- regulatory restrictions (which can also be considered limited prohibitions);
- normative obligations (administrative and legal norms that encourage subject subjects to active actions).

At the level of individual law enforcement, legal means that can create administrative barriers include:

- individual legal prohibitions;
- individual legal restrictions;
- individual legal obligations.

At the same time, it seems that administrative and legal means correlate with administrative barriers as general and special: the latter are such administrative and legal means that are not due to the real social need for their establishment and (or) application. The absence of such a social and legal justification for the introduction of an administrative-legal obligation, restriction or complete ban – entails consequences that have already been studied in sufficient detail in economic science: it consists either in the termination of economic activity by its subjects, or in full or partial transition of these entities into the «shadow» sphere (for example, according to the statement of the President of the Russian Federation V.V. Putin, in 2016 there were about 30 million Russian citizens in the shadow economy [2]).

These administrative and legal means may also differ in the degree of breadth of administrative discretion of the subject of administrative jurisdiction:

- strict barriers, that is, barriers that exclude any possibility (freedom) of administrative discretion of the subject of administrative power;
- barriers with alternative powers of administrative authorities, that is, such administrative prohibitions, restrictions or obligations that can be applied by officials (executive authorities) alternatively, but within the existing set of jurisdictional means;
- barriers with relatively certain powers of the subject of administrative power, that is, such prohibitions, restrictions or obligations that are applied solely at the discretion of the official (body).

Administrative barriers can also be divided depending on the duration of their action into permanent and temporary ones, while their length in time can be absolute (with an indication of the exact period) or relative (the termination of which depends on circumstances about which it is not known for certain whether they will come or will not come).

Administrative barriers can be subdivided according to the spatial criterion, in particular, to federal, regional and municipal (intermunicipal) ones.

It is more difficult to classify administrative barriers by industry; in this case it looks like a typology (classification with blurred boundaries). In particular, it is possible to single out administrative barriers in the sphere of production, construction (in particular, as experts note, «on average, during the construction of an apartment building, developers go through 100 procedures, spending about 3 years on this» [3, p. 171]), transportation, in the field of general licensing activities of the state and municipalities.

The classification of administrative barriers can be carried out according to the circle of persons, to which they apply: it can be all individuals, or only business entities, or certain categories of business entities.

However, from the point of view of the Russian system of law, the most significant is the classification of administrative barriers into those applied in public law – in the implementation of financial, customs, environmental, administrative (and within its framework – permitting, control, Fire inspection) activities, and applied in private law.

The latter include barriers that are not administrative in the legal sense, but which also hinder the freedom of entrepreneurial activity. So, the Order of the Government of the Russian Federation of June 2, 2016 № 1083-r [4] provided for the elimination of administrative (in fact, related to the number of civil law) barriers created in relations regarding the connection of objects to networks of engineering and technical support. Among the legal measures their elimination is attributed to the traditional increase in the transparency of procedures and a clearer definition of their timing. In addition, at the level of the Government of the Russian Federation, the rules for non-discriminatory access to the main networks (water supply, sewerage, heat supply, etc.) and standard forms of contracts for connection to these networks are approved.

At the same time, the most significant area is the reduction of administrative barriers in the process of not preliminary or subsequent, but current administrative control – as creating the greatest obstacles in the implementation of economic activity. For example, as S.A. Agamagomedova, «the reduction of administrative barriers in the passage of various types of state control and supervision is proclaimed as a vector of the ongoing reform, one of its goals» [5, p. 8].

Indeed, as follows from the Passport of the priority program «Reform of control and supervision», «world practice indicates the active use of risk assessment methods in order to reduce the overall administrative burden on business entities with a simultaneous increase in the level of efficiency of the control and supervision activities of the authorities» [6]. Thus, the development of a risk-based approach is considered as one of the ways to eliminate administrative barriers in the implementation of control and Fire inspection activities.

The so-called regulatory guillotine has become the second direction for eliminating administrative barriers in the implementation of control and Fire inspection activities.

Its first stage is described as follows: «in order to speed up the process of updating mandatory requirements, a rule has been introduced to accept new mandatory requirements only after the cancellation of two obsolete ones (1 in 2 out)» (mentioned Priority Program Passport).

Currently, administrative barriers in the field of control and supervision are largely refuted by the provision of clause 5.1) part 1 of Art. 24.5 of the Code of Administrative Offenses of the Russian Federation, from which it follows that non-compliance with the mandatory requirements contained in regulatory legal acts, if their non-compliance in accordance with Part. Ch. 3, 4 and 7 st. 15 FZ dated July 31, 2020 № 247-FZ «On Mandatory Requirements in the Russian Federation» [7] cannot be a basis for bringing to administrative responsibility, excludes the possibility of proceedings in a case of an administrative offense.

This direction has already received its detailed implementation in a number of resolutions of the Government of the Russian Federation: types of state control (supervision) were approved, within which normative acts with mandatory requirements lose their force [8], as well as a reverse list of normative legal acts in respect of which the provisions of h.h. 1, 2 and 3 art. 15 FZ «On mandatory requirements in the Russian Federation», that is, the provisions on the regulatory guillotine [9].

However, the problem seems to be that these normative acts were distributed without the necessary careful monitoring of their usefulness, effectiveness, social validity of their action in general. Their guillotining occurs mainly on formal grounds: in relation to a particular branch of administrative supervision and the deadline for adoption (as follows from Article 15 of the Federal Law dated June 31, 2020 № 247-FZ, it is determined on January 1, 2020), while the real control, protective value of this or that barrier is not evaluated in any way.

The reason for this situation is that, as noted in the Ministry of Economic Development of the Russian Federation itself, the «regulatory guillotine» has a «large-scale» character, and its goal is «total» [10], that is, a general revision of mandatory requirements. Obviously, the scale and totality, given the lack of time for the analysis of each of the existing regulatory legal acts, significantly reduce, if not exclude the possibility of their detailed analysis of their «barrier» effect (however, at the moment there is no methodology for such an analysis), due to which the state has all the risks of «throwing the baby out with water». The existing requirements for the creation of new legal acts «with the broad participation of the business and expert communities» [10] are still extremely abstract, since the mechanism of such «broad» participation has not been defined, and the additional involvement of representatives of the expert community will obviously entail additional costs, the source of which also remains undetermined. In any case, as the President of the Russian Federation reported, 12,5 thousand normative acts have now been terminated – with their replacement by about 400 new ones, «necessary for the relevant regulation» [11].

Another problem of eliminating administrative barriers and implementing the «regulatory guillotine» in the control and supervision sphere is that under it do not fall under the so-called «letters» of the federal executive authorities. As you know, by virtue of the second paragraph of clause 2 of the Rules for the preparation of regulatory legal acts of federal executive bodies and their state registration [12], the publication of regulatory legal acts in the form of letters, orders and telegrams not allowed. The inclusion of this provision in the named Rules in 1997 meant that no law enforcement agencies, and in the first place – the courts – should not take these acts into account. However, the problem was that, due to their official position and the unified administrative-legal regime of official discipline, they were obliged to take into account the controllers themselves – civil servants, officials exercising control and supervision. Acting according to their own internal rules of «letters», which often contradict the principles of control and supervision activities, such civil servants created administrative barriers for business precisely at the stage of law enforcement, – in the area where the action of law-making bodies is limited. For many years, this provision has caused various conflicts between the business community and the courts, on the one hand, and federal executive authorities (as a rule, federal services) exercising control and supervision, on the other. It is noteworthy that in 1994 S.A. Gerasimenko pointed out that «letters» should be recognized as «an internal matter of the relevant system. Giving this correspondence the status of official documents and bringing it to the attention of other persons, the tax authorities, in fact, introduce taxpayers misleading about the true status of these documents» [13, p. 17]. However and after even more than 20 years, scientists were forced to admit that «the current practice demonstrates a deviation from this rule: legal positions officially formulated by executive authorities, although not clothed in the proper form of a legal act ... are considered

by law enforcers as mandatory for execution» [14, p. 12]. In other words, even if one or another control and Fire inspection body issues not a normative legal act (which they, as a rule, are not to issue), entitled but «letters» or «telegrams», local civil servants are obliged, by virtue of official discipline, to fulfill it, even if it raises doubts about its legality. Moreover, as A.N. Shmelev, the courts, as a rule, take the side of this Fire inspection body, although «this practice cannot ... ensure normal legal development» [14, p. 12].

In other words, along with the above-mentioned administrative barriers, defined both at the level of lawmaking and at the level of individual law enforcement, there is a system that is outside the legal system, but the administrative barriers indirectly supported by the courts, contained in the so-called «letters», and a practical solution to this problem have not yet been found.

Perhaps the right way to solve it would be a direct ban on executive authorities and their officials to refer to such «letters» as on the legal basis of their actions, which corresponds to the legal regime of official discipline, which, as a rule, refers such letters to documents for official use. At the same time, it would be correct to prohibit the legal assessment of these documents by the judiciary, given that it is subject only to the law. The third important direction of limiting the effect of letters is the prohibition of control and Fire inspection authorities to refer to them in relations with controlled (supervised) entities or to justify the legality of applying public law sanctions against them.

### References

1. Zbroda D.G. Administrative and legal means of combating corruption: the concept and classification // Crimean legal readings. Offense and liability. Simferopol: LLC Publishing house type. Arial, 2017. P. 88–92.
2. Bloomberg: Putin instructed to withdraw 30 million Russians from the shadow economy // Nezavisimaya Gazeta. URL: <https://www.ng.ru/news/548701.html> (date of access: 01/28/2022).
3. Bidaeva O.A. Administrative barriers in construction and ways to solve them. Innovatsionnaya nauka. 2020. № 6. P. 170–172.
4. On approval of the Strategy for the development of small and medium-sized businesses in the Russian Federation for the period up to 2030: Decree of the Government of Ros. Federation dated June 2, 2016. № 1083-r (as amended on March 30, 2018). Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».
5. Agamagomedova S.A. Administrative barriers for business: minimization in the context of the reform of state control and supervision // Russian Justice. 2021. № 2. P. 6–9.
6. Passport of the priority program «Reform of control and Fire inspection activities»: Appendix to the Protocol of the Presidium of the Council under the President of Ros. Federation for Strategic Development and Priority Projects of 21 Dec. 2016 (rev. May 30, 2017). Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».
7. On mandatory requirements in the Russian Federation: Federal Law dated June 31, 2020 № 247-FZ (as amended on June 11, 2021). Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».
8. On approval of the list of types of state control (supervision), within the framework of which the recognition as invalid, not valid on the territory of the Russian Federation and the abolition of regulatory legal acts of the Government of the Russian Federation, federal executive bodies, legal acts of executive and administrative bodies of state power of the RSFSR and Union of the SSR, containing mandatory requirements, compliance with which is assessed in the exercise of state control (supervision): Decree of the Government of Ros. Federations from 15 Dec. 2020. № 3340-r (as amended on December 24, 2021) Access from the ConsultantPlus legal reference system.
9. On approval of the list of normative legal acts and groups of normative legal acts of the Government of the Russian Federation, normative legal acts, certain provisions of normative legal acts and groups of normative legal acts of federal executive bodies, legal acts, certain provisions of legal acts, groups of executive and administrative legal acts bodies of state power of the RSFSR and the USSR, decisions of the State Commission on radio frequencies containing mandatory requirements for which the provisions of h.h. 1, 2 and 3 art. 15 Feder. Law «On Mandatory Requirements in the Russian Federation»: Decree of the Government of Ros.

Federation of 31 Dec. 2020. № 2467 (as amended on December 31, 2022). Access from the reference-legal system «ConsultantPlus».

10. Mechanism of «regulatory guillotine» // Ministry of Economic Development of the Russian Federation: URL:

[https://www.economy.gov.ru/material/directions/gosudarstvennoe\\_upravlenie/mehanizm\\_regulyatornoy\\_gilotiny/](https://www.economy.gov.ru/material/directions/gosudarstvennoe_upravlenie/mehanizm_regulyatornoy_gilotiny/) (date of access: 02/14/2022).

11. Putin thinks the regulatory guillotine has worked. // Control and Fire inspection and licensing activities. URL: <https://knd.ac.gov.ru/5615/> (date of access: 01/28/2022).

12. On approval of the Rules for the preparation of normative legal acts of federal executive bodies and their state registration: Decree of the Government of the Russian Federation of 13 August. 1997 № 1009 (as amended on July 20, 2021) (as amended and supplemented, effective from January 1, 2022) Access from the ConsultantPlus legal reference system.

13. Gerasimenko S.A. Protection of the rights of taxpayers in the Arbitration Court. M.: JSC Center for Business Information, 1994. 135 p.

14. Shmelev A.N. Contestability of a legal act as a factor in the formation of a consistent system of legislation in the Russian Federation // Russian judge. 2015. № 10. P. 10–14.

**Information about the article:** the article was received by the editors: 06.13.2022;  
accepted for publication: 06.17.2022

*Information about authors:*

**Andrey S. Zhurba**, master student of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149), e-mail: Andrey007super@mail.ru

**Olga N. Kushnareva**, master student of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149)

**Evgeny A. Strezhnev**, master student of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149)

**Sergey I. Komogortsev**, master student of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149)

---

---

# THEORY AND PRACTICE OF FORENSIC EXAMINATION

---

---

УДК 614.849; 614.841.2.001.2

## INDIVIDUAL TRACE PATTERN OF ELECTRIC ARC REFLAWS OF CURRENT-CARRYING COPPER CONDUCTORS, MODELED ON A WELDING MACHINE

**Andrey A. Egorov.**

**Forensic institution of the federal fire service « Testing fire laboratory» for the Nizhny Novgorod region, Nizhny Novgorod, Russia**  
*ipl-egorov@mail.ru*

It is shown that as a result of modeling a short circuit using a welding machine on current-carrying copper conductors in the initial state without subsequent thermal exposure, an individual macroscopic and microscopic structure is fixed, which distinguishes them from current-carrying copper conductors with electric arc melting removed from fire sites. The data obtained can be used in the expert fire-technical study of material objects removed from the places of fires.

*Keywords:* certification of experts, fire-technical expertise, current-carrying copper conductor, simulation of emergency operation of the electrical network, short circuit, electric arc flashing, morphological analysis, metallographic analysis, imitation of the cause of a fire

**For citation:** Egorov A.A. Individual trace pattern of electric arc melting of current-carrying copper wires, modeled on a welding machine // Supervisory activity and forensic examination in the security system. 2022. № 2. P. 60–69.

In [1], an example of the practical use of a welding machine was considered as a variant of the most optimal method for the production of samples of electric arc flashing of current-carrying copper conductors (t.m.zh.) for educational purposes of the certification sector for experts of the SEU FPS IPL. The work on this article and its results served as the starting point for the present study, aimed at studying the individual traces of the electric arc action of a short circuit that occur during its modeling using a welding machine (hereinafter referred to as the «welding method»).

To implement the task, a short circuit was simulated between a single-wire and a multi-wire t.m.zh. one section by the previously described method [1].

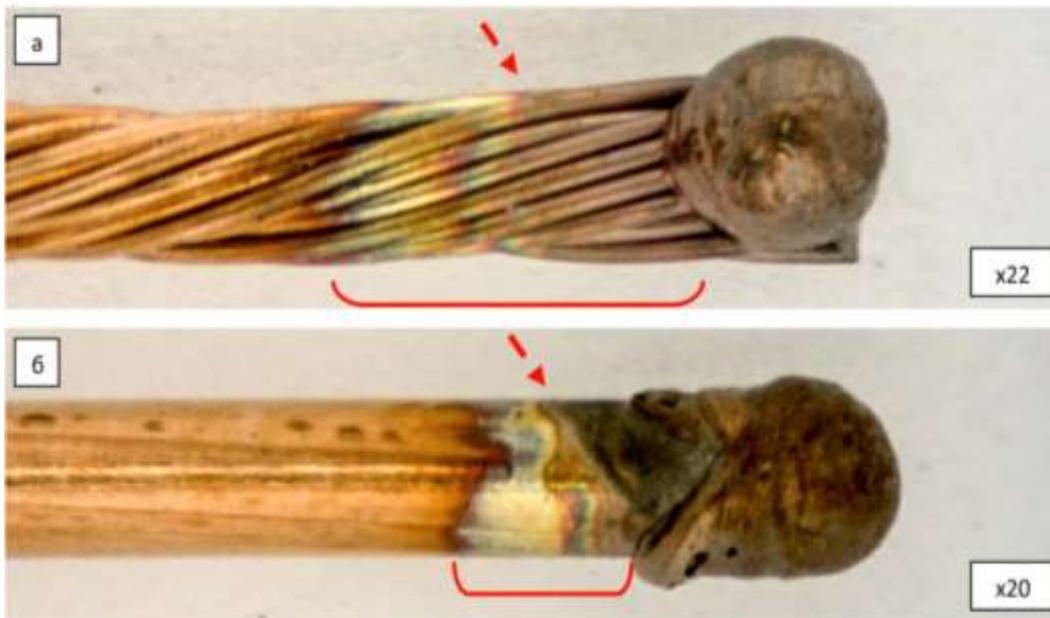
Models of short circuit modeling were studied based on the most up-to-date data in the field of determining the nature of melting of copper conductors, indicated in the thesis [2] in two stages. At the first stage, a morphological (macroscopic) study was carried out using a LOMO MSP-2 stereoscopic microscope, and at the second stage, a metallographic study was carried out using a LOMO METAM RV-21 microscope. X-ray phase analysis on the DR-01 RADIANT diffractometer was not used, since earlier in [1] it was shown that in the case under study it does not give clear results.

Photoimages of macrostructures of melting surfaces and adjacent surfaces of unmelted areas of t.m.zh. obtained at the first stage of the study are shown in fig. 1, 3. Data and subsequent similar photographic images were realized by layer-by-layer microscopy.

Results of a morphological study of melting and adjacent surfaces of unmelted sections of current-carrying copper conductors after modeling a short circuit by the «welding method»:

1. For each current-carrying copper core, near the flashing, there is a section of oxide films («temper colors» [3]) located along the area of the cylindrical generatrix. The colors of the oxide films are distributed over the surfaces of the veins in the form of a gradient, smoothly changing from bright yellow at the point farthest from reflow to brown at the boundary with reflow. (It is worth noting that in the presented case (fig. 1 a, b) the length of the oxidized section is no more than 3 mm (for a stranded core), but during the experiments it was noticed that with

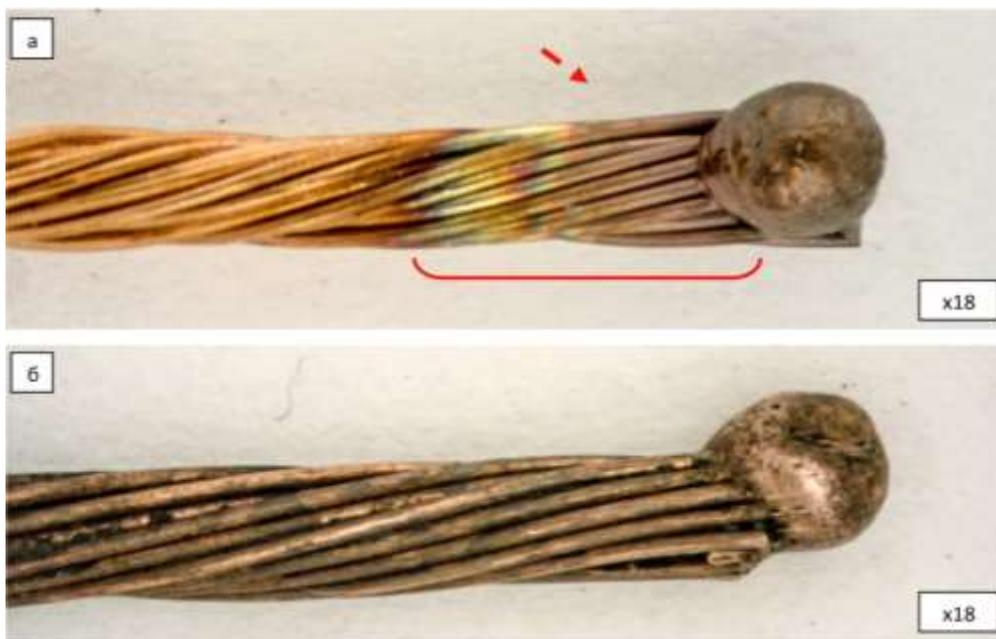
a longer exposure to overcurrent, for example, as a result of fusion lived, the area of surface oxidation increased significantly and changed color).



**Fig. 1. Samples obtained as a result of modeling by the «welding method».**  
**Macrostructures of the surfaces of melted current-carrying copper conductors:**  
**a – multi-wire t.m.l.; b – single-wire t.m.l.**

Such a distribution of colors of the oxide film is a visual display of the temperature gradient, which was caused by the local high-temperature effect of an electric arc in a short period of time of its burning (less than 1 second) under conditions of high thermal conductivity of copper [4].

Under the circumstances of a short circuit in a real electrical wiring, if we assume that in this case a similar trace pattern of «temper colors» is formed, then as a result of a developing fire, there is an extensive (non-localized) effect of its heat on these current-carrying wires, and, already when 300 ° C is reached [ 5], a «leveling» oxide layer will appear on the surface of the conductor, erasing its initially visual locality (fig. 2).



**Fig. 2. Comparison of surfaces of multiwire t.m.zh.**  
**with simulated (a) and real (b) short circuit**

2. Wave-like surges were recorded on all the reflowings, repeating the contour of the reflow, as if emphasizing it (fig. 3). The brightest (noticeable) surges are located at the «base» of the reflowings, directly on the border of the «vein-reflow» transition or near it. The surges are also visible throughout the reflow, however, the most pronounced are at the border of the transition.

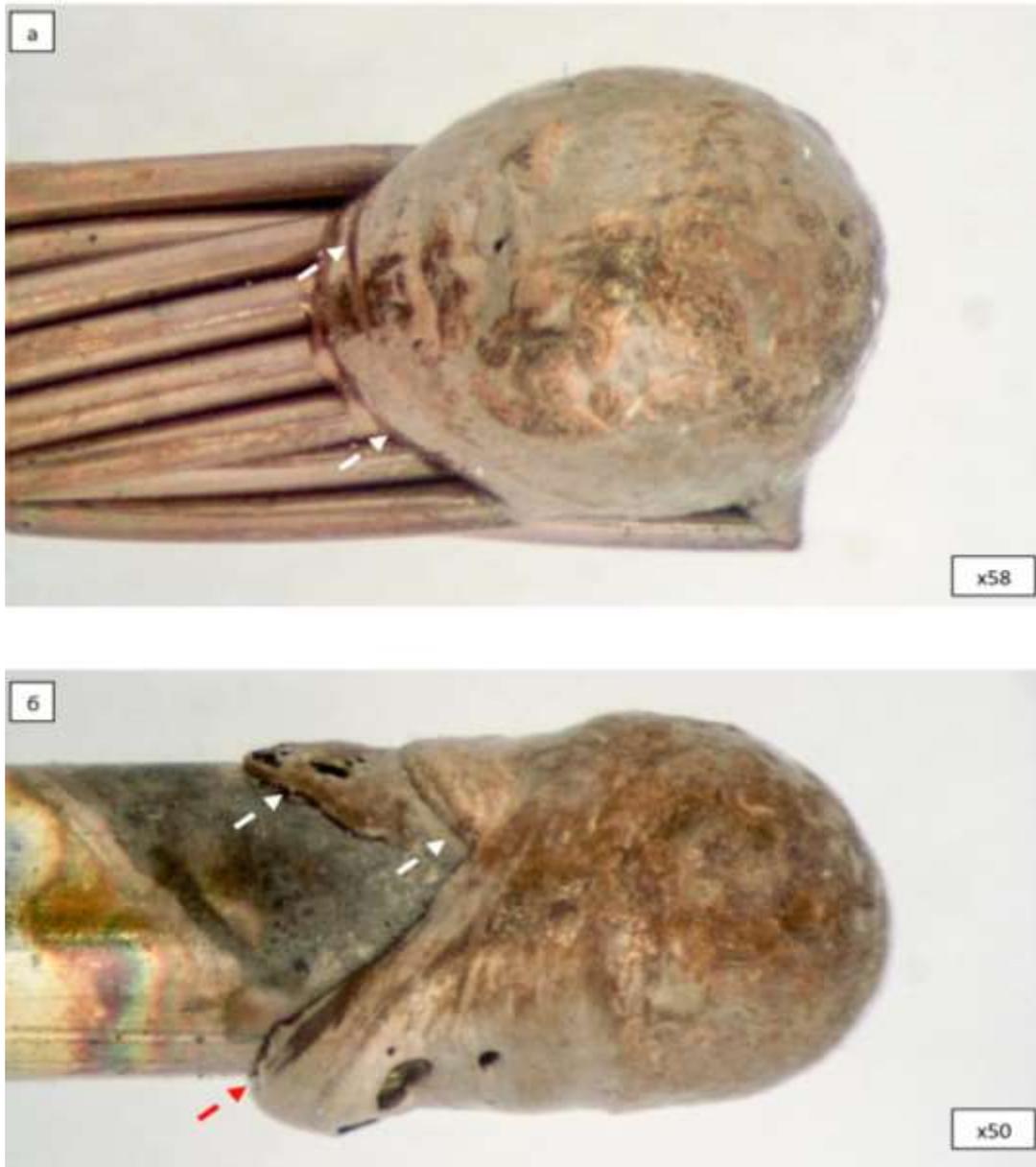


Fig. 3. Macrostructures of the melting surfaces of current-carrying copper conductors obtained by the «welding method»: a – multi-wire t.m.zh.; b – single-wire t.m.g.

Taking into account the electric arc nature of the investigated reflows and the specifics of the equipment (welding machine) used for this simulation of a short circuit, it can be assumed that the formation of sagging is the result of a complex interaction of at least two reasons:

- firstly, the absence in the simulation circuit of power supply protection devices, which, as is known, have a current-limiting factor;
- secondly, the movement of samples relative to each other by the operator of the experiment (simulation) during the arcing period.

Modern power protection devices, namely circuit breakers [6], are equipped with instantaneous electromagnetic releases, a special design of trip contacts and arc chutes, the effective interaction of which causes the circuit breaker to trip at emergency currents less than the expected (maximum)

value (i.e. less than the short-circuit current short circuit obtained during its calculation or measurement at the point of occurrence of a potential emergency mode).

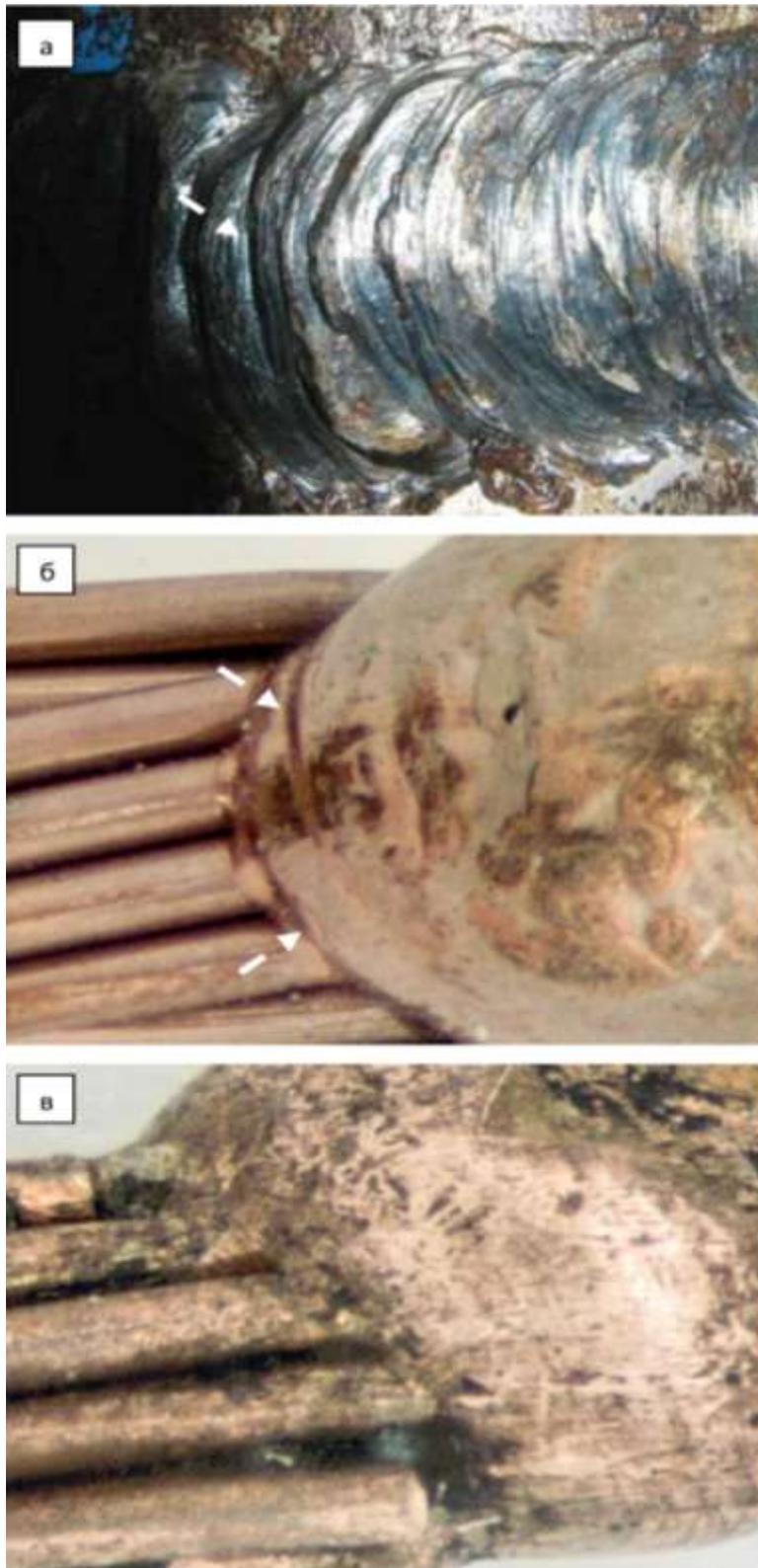


Fig. 4. Comparison of the macrostructure of the weld [8] of steel structures (a), simulated (b) and real (c) short circuit flashing t.m.zh.

The movement of current-carrying conductors relative to each other occurs in the period from touching (closing) the samples to their separation, and entails the movement of an electric arc.

Thus, under the conditions of implementation of the proposed modeling method, stable burning of the electric arc occurs when two mutually melting current-carrying wires move. In this case, the electric arc burns until it is broken by mechanical separation of the closed wires.

In fact, an imitation of the electric arc welding process was carried out, which, most likely, ultimately causes the specific formation of the macrostructure of the surface of the flashings in the form of wave-like influxes or the so-called «scaly structure» [7], which is formed during electric arc welding, for example, steel structures (fig. 4 a, b). Such formation of the surface of the welded joint during welding of structures is explained by.

In the event of a short circuit «before the fire» in a real electrical network, where the current-carrying cores within a single stranded wire are stationary relative to each other, and the emergency mode is turned off in a fraction of a second [10] by protection devices, such a movement of the wires does not occur, respectively, the trace pattern shown is not formed (fig. 4 c).

However, it is impossible to exclude the formation of such surface marks when shorting single-core wires (not limited by a single insulation) in the absence of electrical protection devices. This assumption is associated with the possibility of movement of current-carrying conductors relative to each other as a result of the action of electrodynamic forces [11], which are a possible consequence of a short circuit.

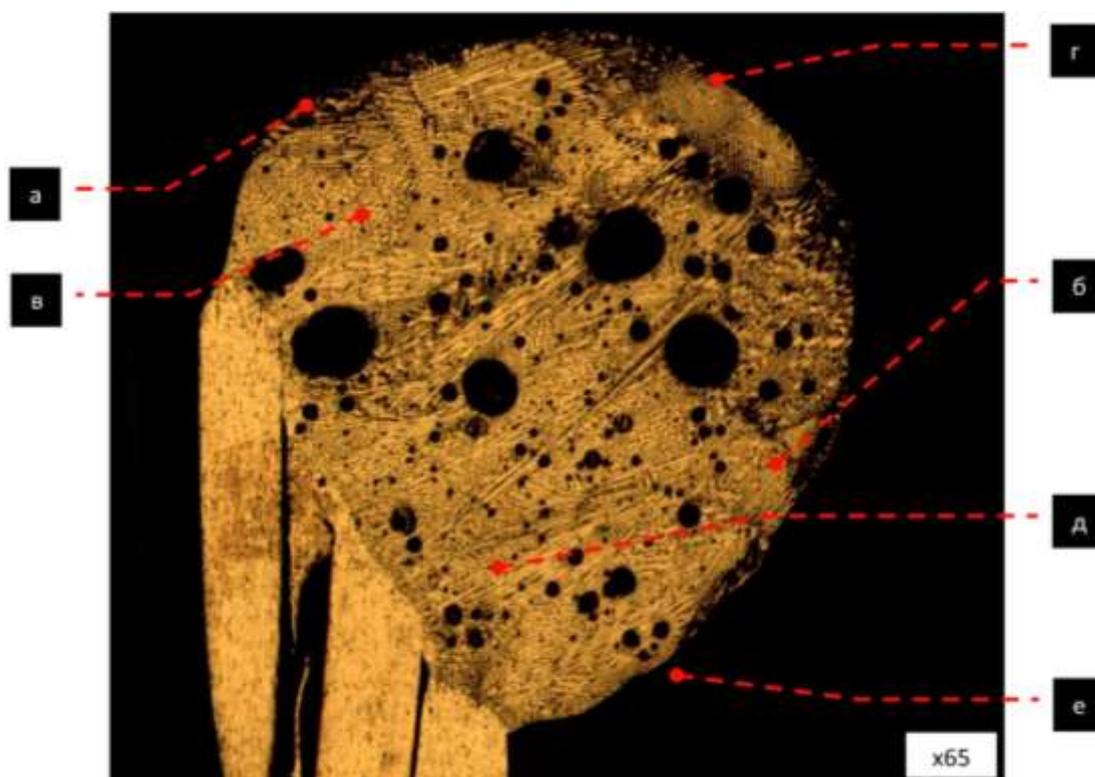


Fig. 5. Panoramic image of microstructure of the reflow of a multiwire t.m.zh., modeled by «welding method»

Panoramic photographic image of the microstructure of a multiwire t.m.zh. and characteristic areas of direct fusion, obtained at the second stage of the study, are shown in fig. 5, 6.

The results of a metallographic study of the melting of a multiwire t.m.zh. after simulating a short circuit by the «welding method»:

1. There is a straight boundary between the flashing and the core, which corresponds to the current data [2] on the study of the electric arc effect of a short circuit.

2. The reflow microstructure is a hypoeutectic alloy of the Cu-Cu<sub>2</sub>O system. The entire (except the near-surface perimeter) area of the microstructure of the shown reflow, in contrast to the microstructures of the reflows simulated under conditions as close as possible to real ones [2], as well as removed from fires [12], is a dense (i.e., a significant number of grains per unit area:

on the presented microstructures there are more than 60 grains per  $0,01 \text{ mm}^2$ ) cellular-dendritic structure, with individual accumulations of only columnar copper crystals «cutting through» it and separately occurring copper dendrites, the axes of which have developed to the third order. Large columnar crystals of the entire area under study have a predominant orientation perpendicular to the «vein-melting» boundary. There are pores of different sizes, distributed over the entire area.

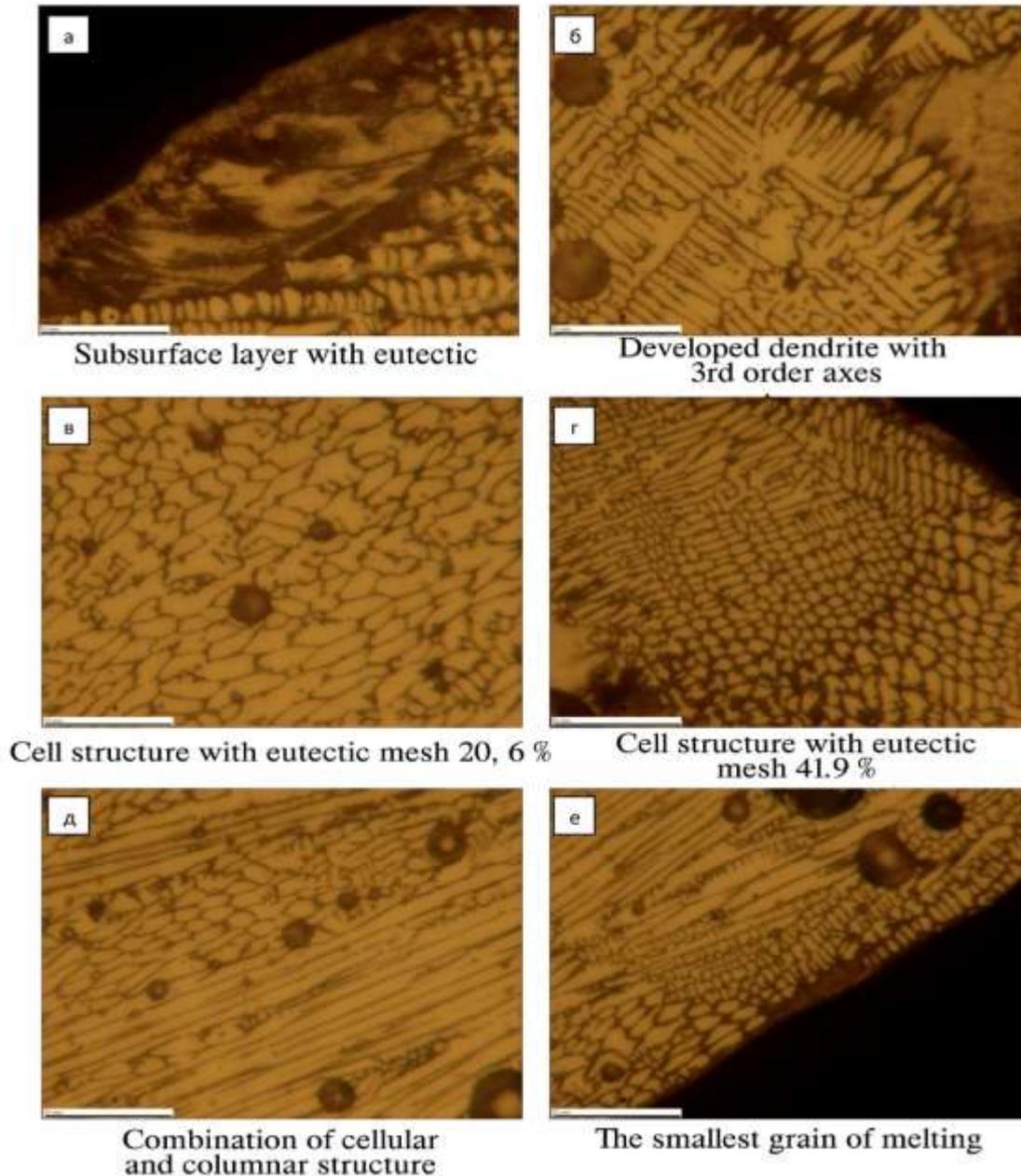


Fig. 6. Characteristic areas of the microstructure of the simulated reflow of a multiwire t.m.g.

The fine cellular-dendritic structure closer to the «vein-melting» boundary has a fine eutectic network ( $\text{Cu-Cu}_2\text{O}$ ) along the grain boundaries with an area of up to 42 % (which corresponds to 0,16 %  $\text{O}_2$ ). And closer to the boundary of the spherical part of the melting, the area occupied by the eutectic increases up to 100 % in the near-surface layer located along the entire perimeter.

The average transverse size of dendritic grains of the entire section area does not exceed  $10 \mu\text{m}$ , and the average transverse size of the dendritic grains of the region of the maximum crystallization rate, which is emphasized in the dissertation work [2], does not exceed  $2 \mu\text{m}$ .

Such a fine structure of fast crystallization grains, which form a dense structure and occupy almost the entire melting area, can be explained by a combination of the following factors:

- welding arc temperature (5000–6000 °C, [13, 14]) above the temperature of the arc of a real short circuit in the network up to 1000 B (1500–4000 °C, [15]);
- high temperature- and thermal conductivity of copper [4];
- a small volume of molten metal relative to unmelted t.m.g;
- short arc burning time.

The combination of these conditions contributes to the occurrence of a high degree of supercooling of the molten metal, which, as is known [16], is one of the most important factors in the formation of a fine-crystalline structure during the crystallization of a liquid metal.

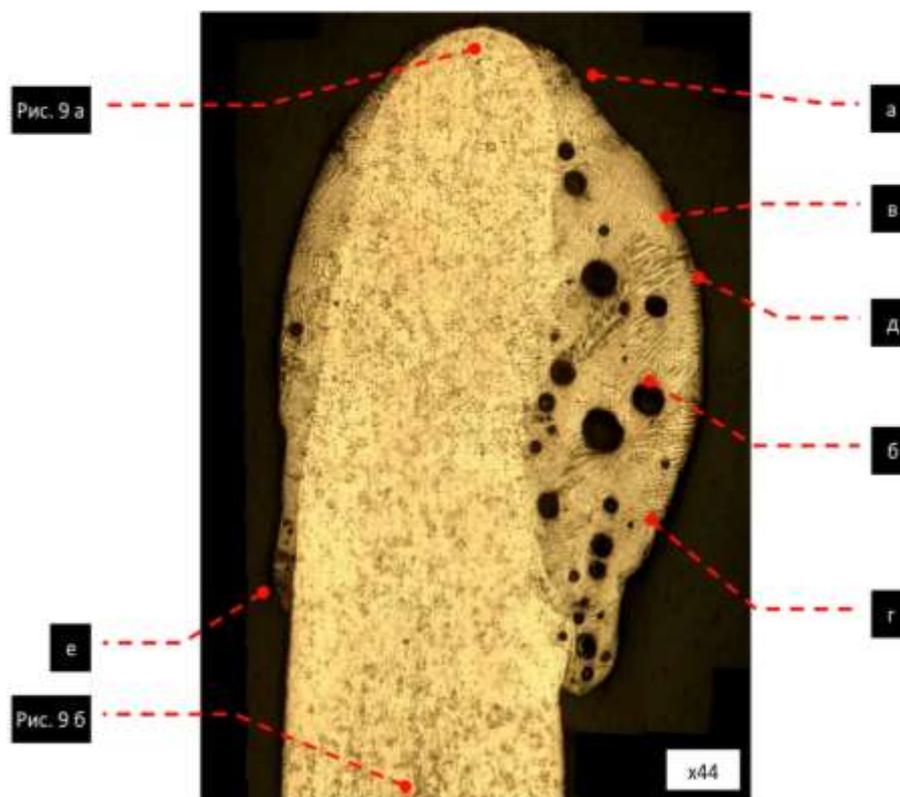


Fig. 7. Panoramic image of the reflow microstructure of a single-wire t.m.g.

Panoramic photographic image of the microstructure of a single-wire t.m.zh. and characteristic areas of direct fusion, obtained at the second stage of the study, are shown in fig. 7, 8.

It should be noted that the microstructure of the multiwire t.m.l. (fig. 5) differs from single-wire (fig. 7). In the latter, despite the fact that the spherical part of the melting has a similar macrostructure from a morphological point of view (fig. 2), its microstructure, in addition to the previously indicated metallographic features, has its own significant features.

The panoramic image (fig. 7) clearly shows that there is an elongated boundary between the fusion and the vein, which is located directly in the spherical part of the fusion and visually divides it into two areas: internal (central) and external. According to current research [2], this feature is typical for the occurrence of current overload (overcurrent).

The outer region, which forms a «fusion ball», as in the case of a stranded t.m.zh. has the same microstructural features (fig. 8). And the central region of this reflow has not a cast, but a deformed annealed microstructure, which changes significantly in the area from the beginning of the spherical part of the reflow to its end (fig. 7, 9).

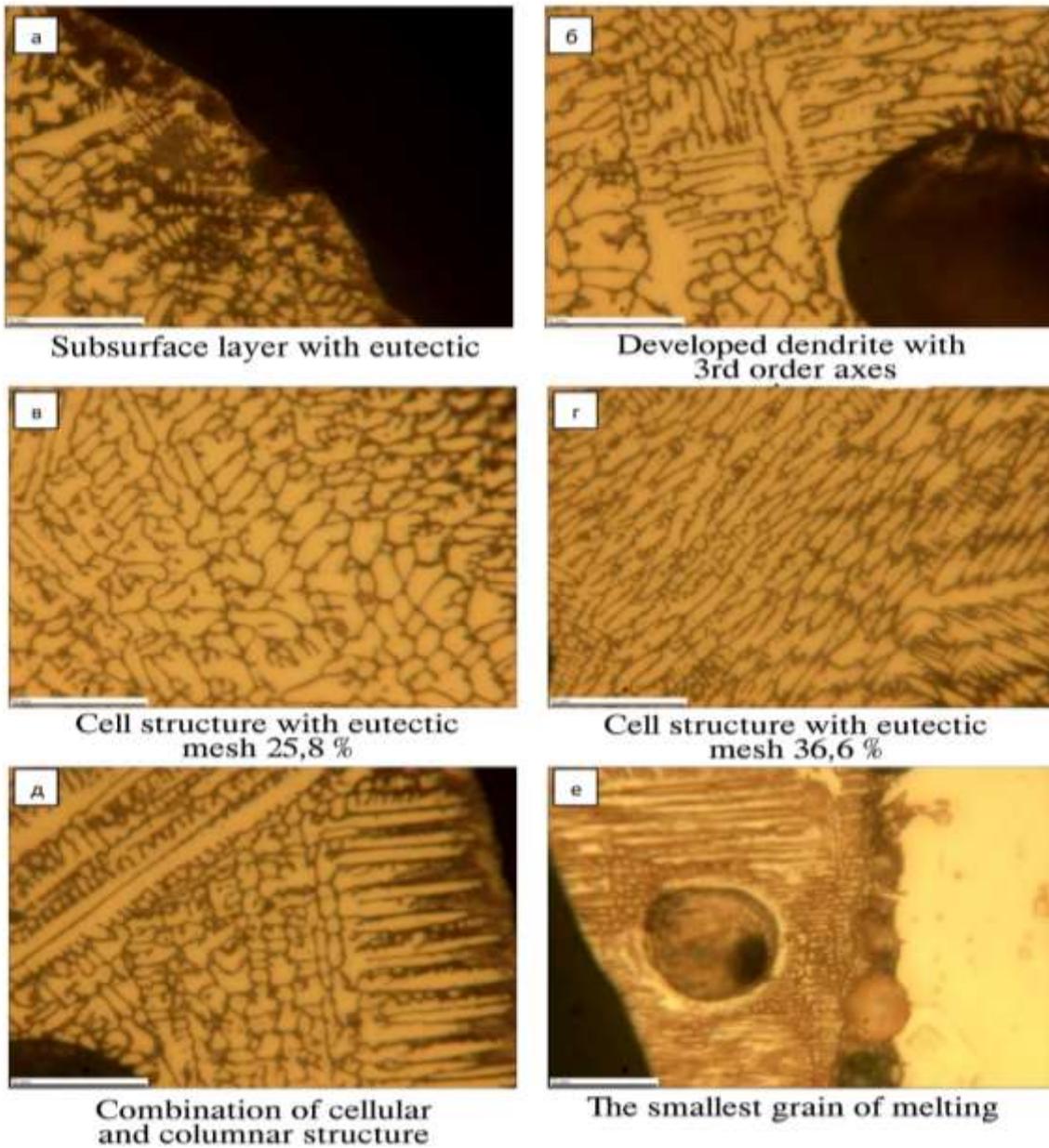


Fig. 8. Characteristic areas of the microstructure of the simulated reflow of a single-wire t.m.g.

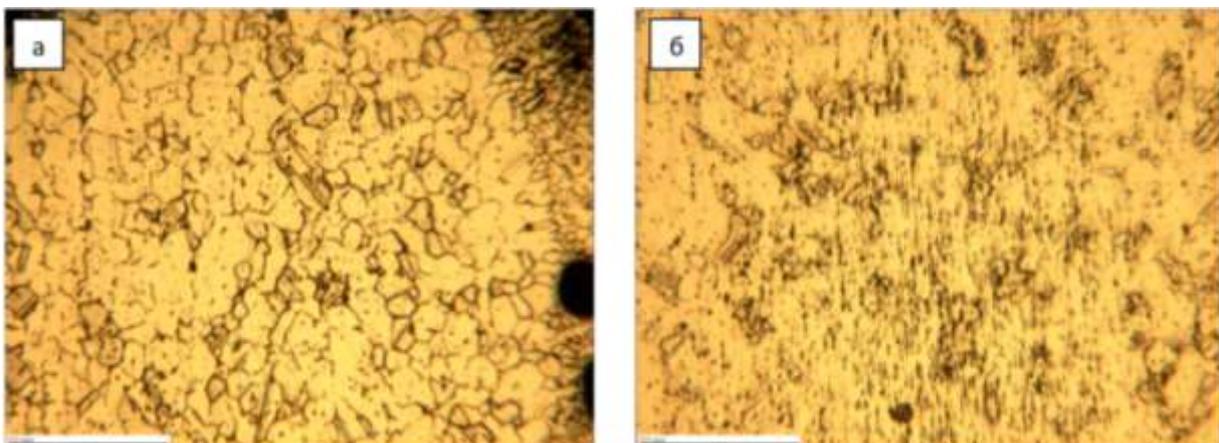


Fig. 9. Characteristic areas of the microstructure of the central (unmelted) part of the simulated melting of a single-wire t.m.zh.: a – microstructure at the «beginning» of melting (fig. 7); б – microstructure at the «end» of melting (fig.7).

At the end of reflow (fig. 9 b), medium-sized annealed copper grains with annealing twins are observed, while at the beginning of reflow (fig. 9 a), the grains also have annealing twins, but the grains are much larger, uneven grain size is observed, and all grains have melted boundaries.

Such a change in the microstructure of the unmelted central part of the core only within the boundaries of melting indicates a high locality of heating, which is uncharacteristic of current overload, which, despite the elongated boundary, which is one of its key features [2], does not actually confirm significant heating of the t.m.l. outside the «ball» of reflow. The pattern of changes in the microstructure of the unmelted central part of the core corresponds to the zone of thermal influence of the thermal energy of the electric arc [17].

It should be noted that earlier R.J. Roby and J. McAllister [18] conducted a large-scale work with numerous experiments on testing wires with current-carrying copper conductors, in which various fire scenarios were implemented in an existing electrical network. The simulated samples were studied using a stereomicroscope, a scanning electron microscope, and metallographic analysis. A trace pattern similar to that revealed in the present study was not recorded in [18].

Summarizing the foregoing, it can be stated that current-carrying copper conductors with electric arc flashing of a short circuit obtained by the «welding method» implemented on wires in the initial (factory) state without subsequent thermal exposure:

1. They have an individual macroscopic structure both directly on the surface of the fusion («scaly»), and on the surface of the core adjacent to the fusion («tint color»), which distinguishes it from the fusion removed from the place of fire.

2. They have an individual microscopic melting structure with features («dense (on average more than 60 grains per 0,01 mm<sup>2</sup>) cellular-dendritic microstructure with separate accumulations of large dendritic copper crystals and an average transverse grain size of fast crystallization of no more than 2 μm») that distinguish it from melting, seized from the place of fire.

3. In a multi-wire version, they can be successfully used for educational purposes for the certification sector of experts of the SEU, as samples of a classic short circuit formed under conditions before a fire (shape, locality, boundary, oxygen, dendrites with an average transverse size of not more than 10 microns).

4. In a single-wire design, they cannot be fully used for educational purposes by the SEU experts certification sector, because in addition to the microstructure of the classical short circuit formed under conditions before the fire, the melting has a specific central zone, which is uncharacteristic of a real short circuit according to current research [2].

The results obtained in this work in a complex (macrostructural and microstructural) can be used in an expert fire-technical study of material objects removed from fire sites, in the form of single-wire and multi-wire current-carrying copper conductors with electric arc melting, to identify a possible staging of an emergency operation of the power grid [19] and simulation of the technogenic cause of the fire [15]. The proposed set of studies can be implemented with a standard set of equipment that exists in any SEU FPS IPL.

## References

1. Egorov A.A. Production of training samples of electric arc melting of current-carrying copper conductors // Supervisory activity and forensic examination in the security system. 2022. № 1. P. 26–31.
2. Mokryak A.Yu. Establishment of the nature of melting of copper conductors and brass current-carrying products in the examination of fires at power facilities: dis. ... cand. tech. sciences. M.: Academy of GPS EMERCOM of Russia, 2018. 140 p.
3. GOST 32597–2013. Copper and copper alloys. Types of defects in blanks and semi-finished products. Access from the information-legal portal «Garant».
4. Podchainova V.N., Simonova L.N. Analytical chemistry of elements. Copper. M.: Nauka, 1990. 279 p.
5. Expert study at the site of the fire of cable products: guidelines / Yu.N. Eliseev [et al.]. SPL.: S.-Petersb. un-ty of State fire service of EMERCOM of Russia, 2019. 49 p.

6. Kabyshev A.V. Tarasov E.V. Low-voltage circuit breakers: textbook. allowance. Tomsk: Publishing House of TPU, 2011. 346 p.
7. RD 03-606-03. Instructions for visual and measuring control. Access from the information and legal portal «Garant».
8. STC «Expert». Weld seam scaling. URL: <https://ntcexpert.ru/377-cheshujchatost-svarnogo-shva> (date of access: 02.22.2022).
9. Dolzhansky P.R. Reliability control of the metal of boiler supervision objects: a reference guide. M.: Nedra, 1985. 263 p.
10. GOST R 50345-99. The equipment is small-sized electric. Circuit breakers for overcurrent protection for domestic and similar purposes. Access from the information and legal portal «Garant».
11. Butkevichius V.Yu. Fire safety and firefighting equipment: textbook. allowance. M.: Higher.–school, 1981. 143 p.
12. ICEP SPbU State fire service of EMERCOM of Russia. Electronic catalog of macro- and microstructures of melting of current-carrying electrical products withdrawn from fire sites. URL: <http://dbase.fire-expert.igps.ru/node/11215>. (date of access: 22.02.2022).
13. Welding. Cutting. Control: reference book: in 2 tons / under total. ed. N.P. Aleshin, G.G. Chernyshov. M.: Mashinostroenie, 2004. T. 1. 624 p.
14. Leskov G.I. Electric arc. M.: Mashinostroenie, 1970. 335 p.
15. Cheshko I.D., Plotnikov V.G. Analysis of expert versions of the fire. In 2 books. SPb.: VNIPO EMERCOM of Russia, 2012. Book. 1. 708 p.; Book. 2. 364 p.
16. Gulyaev A.P. Metallurgy: textbook. for universities, 6th ed. revised and additional M.: Metallurgiya, 1986. 544 p.
17. Abramovich V.R., Demyantsevich V.P., Efimov L.A. Fusion welding of copper and copper-based alloys. L.: Mechanical engineering. 1988. 215 p.
18. Roby R.J., McAllister J. Final technical report for award № 2010-DN-BX-K246: Forensic investigation techniques for inspecting electrical conductors involved in fire. Columbia: Combustion Science & Engineering, Inc., 2012. URL: <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/239052.pdf>.
19. Makovkin A.V. Kabanov V.N., Strukov V.M. Conducting expert studies to establish a causal relationship of emergency processes in the power grid with the occurrence of a fire: textbook. allowance. M.: VNKTs MVD USSR, 1990. 64 p.

**Information about the article:** the article was received by the editors: 24.02.2022;  
accepted for publication: 10.03.2022

*Information about authors:*

**Andrey A. Egorov**, leading engineer of expert certification sector, forensic expert establishment of Federal fire service «Testing fire laboratory» in Nizhny Novgorod region, (603152, Nizhny Novgorod, Shaposhnikova st., 2), e-mail: [ipl-egorov@mail.ru](mailto:ipl-egorov@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1939-8648>

---

---

# PROBLEMS AND PROSPECTS OF FIRE PREVENTION AND EXTINGUISHING

---

---

УДК 614.814.41

## FIRE SIMULATION IN FUNCTIONALLY SIMILAR PREMISES

Anatoly A. Kuzmin<sup>✉</sup>;

Nikolai N. Romanov;

Alexey A. Permyakov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia  
kaa47@mail.ru<sup>✉</sup>

*Annotation.* It is shown that the use of the integral and field fire models leads to fairly identical results. This makes it possible to simplify the solution of the problem if there is a need to estimate the average value of the temperature of the gaseous medium in the room, for cases where the loss of thermal energy with combustion products through the openings is insignificant. It has been established that the use of universal software tools, such as MathCad [15] and the Simulink structural and simulation modeling system as part of the MatLab application package, limits the use of universal software in fire engineering calculations by practical specialists of the FPS and stimulates the transition to specialized software tools. The solution to the problem can be the input of fire load parameters based on its reduction to the characteristic load of a functionally similar room. To verify the presented model, the data of a full-scale experiment were used. The use of the MS Excel interface expands the circle of FPS practitioners in terms of professional requirements for working with the presented software product.

*Keywords:* integral fire model; engineering calculation, fire temperature regime, enclosing structures, functionally similar premises

**For citation:** Kuzmin A.A., Romanov N.N., Permyakov A.A. Simulation of a fire in functionally similar premises // Surveillance activity and forensic examination in the security system. 2022. № 2. P. 70–77.

Modern methods of ensuring fire safety include, among other things, the conduct by specialists of the Federal Fire Service (FPS) of numerous and rather laborious fire-technical calculations, which assume the results of modeling closed fires as initial ones. In addition to traditional calculations related to the heating of fire barriers and load-bearing structures, such tasks include: analysis of aerodynamic processes associated with the redistribution of air flows and combustion products in the premises of a building in a fire [1, 2]; calculation of fire extinguishing parameters based on the analytical method, determination of the critical and optimal intensity of the fire extinguishing composition supply [3]; implementation of a comparative assessment of the effectiveness of extinguishing fires by various methods [4]. In addition, important tasks are to establish the circumstances of the occurrence of a fire and identify the possibility of its criminal nature [5, 6], as well as calculations related to individual fire risk assessments [7, 8].

The implementation of the modeling process is possible on the basis of one of the possible models: integral, zone and differential (field).

Integral mathematical models of a fire in a room describe the time dependences of the average volumetric parameters of the state of the gaseous medium, however, it is not yet possible to obtain an analytical solution for the complete unsimplified system of differential fire equations, taking into account the influence of gas exchange processes in the combustion zone with the atmosphere, the intensity of heat transfer through the fences, and the burnout rate of the fire load seems possible [9].

In zone mathematical models of fire, the problem of one of the shortcomings of integral models was solved, which limited the results obtained to a description of the processes of changing the average volume parameters in the entire studied fire space. In zonal mathematical models, the upper and lower zones, as well as the convective upward flow zone (column zone) are

distinguished from the fire space, and for each of these zones an integral mathematical model of the fire is formed. The accuracy of the calculation performed for any zone should be higher than for the entire room [10].

Field mathematical models of fire are based on the application of the equations of continuum mechanics, as well as equations that are interpretations of the laws of conservation of mass, momentum, energy and masses of components in the analyzed small discrete volume. It was shown in [11] that the main difficulty in applying the field mathematical models of a fire is the insufficient consideration of turbulence processes in a gas flow. Some authors note that attempts to form a universal model of gas flow turbulence in a fire turned out to be unproductive [11,12]. In addition, the processes of formation of combustion products of a complex fire load, which significantly affect the dynamics of the formation of concentration and temperature fields, taking into account the volume of the room, and the geometric dimensions of the openings, have not been sufficiently studied.

However, it was shown in [13] that the use of the integral and field fire models leads to fairly identical results. This makes it possible to simplify the solution of the problem if there is a need to estimate the average value of the temperature of the gaseous medium in the room, at least for cases where the loss of thermal energy with combustion products through the openings is insignificant.

In the integrated model of a fire in a room, the gaseous medium that fills the room is considered to be an open thermodynamic system that is separated from the external environment, i.e. atmosphere by enclosing structures: walls and ceilings (fig 1). The solution of the problem can be simplified if a number of assumptions are made: the gaseous medium that fills the room is a mechanical mixture of ideal gases in a state of local equilibrium; isobars inside and outside the room converge in the planes of window and door openings; the distribution of the fire load does not affect the conditions of heat and mass transfer between the gaseous medium in the room and the outside atmosphere [1, 14].

The integral fire model assumes that the state of the gaseous environment on a fire in the enclosures at any time  $\tau$  can be described by setting average volumetric state parameters, such as absolute pressure  $P_m$ , average density  $\rho_m$ , average absolute temperature  $T_m$  and volume or mass fractions of the gaseous environment components filling room  $x_1, x_2, x_3 \dots x_i$ .

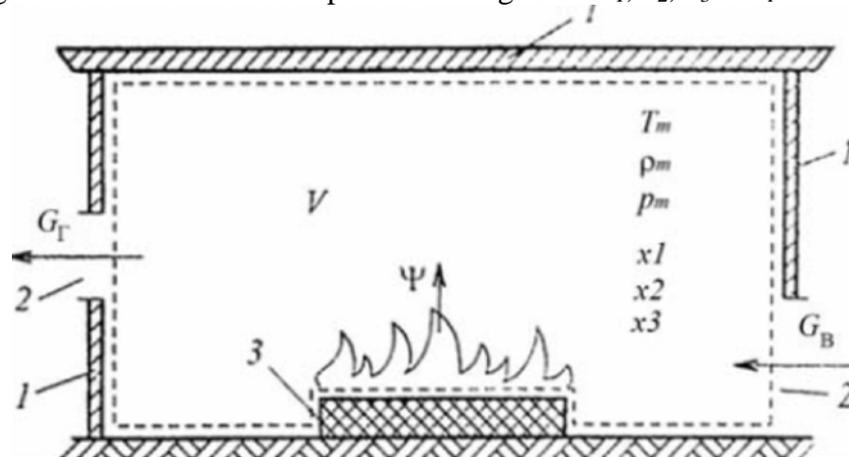


Fig. 1. Indoor fire scheme:

1 – room fencing; 2 – window and door openings; 3 – fire load;  
 $G_r, G_b$  – mass flow rates of outgoing combustion products and incoming air, respectively;  
 $\psi$  – fire load burning rate;  $V$  – free volume

From the Mendeleev-Clapeyron equation, one can obtain a relation connecting the values of the mean volumetric pressure of the gaseous medium  $P_m$ , its density  $\rho_m$  and the absolute temperature  $T_m$ :

$$T_m = \frac{P_m \cdot \mu_m}{\rho_m \cdot R},$$

where  $R$  – universal gas constant;  $\mu_m$  – average molar mass of the gaseous medium indoors.

The system of differential equations (1) that make up the integral model of a fire in a room includes the material balance equation (2), the oxygen balance equation (3), the combustion products balance equation (4), the inert component balance equation (5) and the energy equation (6):

$$\left. \begin{aligned} & V \cdot \frac{d\rho_m}{d\tau} = G_\varepsilon + \psi + G_z; \quad (2) \\ & \rho_m \cdot V \cdot \frac{dx_1}{d\tau} = G_\varepsilon \cdot (x_{1\varepsilon} - x_1) + G_z \cdot x_1 \cdot (1 - n_1) - \psi(x_1 + \eta \cdot L_1); \quad (3) \\ & \rho_m \cdot V \cdot \frac{dx_2}{d\tau} = \psi \cdot (L_2 - x_2) + G_\varepsilon \cdot x_2 - G_z \cdot x_2(n_2 - 1); \quad (4) \\ & \rho_m \cdot V \cdot \frac{dx_3}{d\tau} = G_\varepsilon \cdot (x_{3\varepsilon} - x_3) - \psi \cdot x_3 - G_z \cdot x_3(n_3 - 1); \quad (5) \\ & \frac{d}{d\tau} \left( \frac{P_m \cdot V}{k - 1} \right) = \psi \cdot \eta \cdot Q_n^p + c_{p\varepsilon} \cdot T_\varepsilon \cdot G_\varepsilon + I_{\Pi} \cdot \psi - m \cdot c_{pm} \cdot T_m \cdot G_z - Q_w; \quad (6) \end{aligned} \right\} (1)$$

where  $x_1$  – current volume fraction of oxygen;  $x_{1\varepsilon}$  – volume fraction of oxygen in outdoor air;  $x_{1r}$  – volume fraction of oxygen in combustion products escaping through openings;  $\eta$  – fire load incomplete combustion factor;  $L_1$  – mass of oxygen required for combustion of 1 kg of fire load;  $L_2$  – mass of combustion products formed during the combustion of 1 kg of fire load;  $x_3$  – current volume fraction of nitrogen in combustion products;  $x_{3\varepsilon}$  – volume fraction of nitrogen in outdoor air;  $x_{3r}$  – volume fraction of nitrogen in combustion products escaping through openings;  $k$  – adiabatic constant of combustion products;  $Q_n^p$  – specific heat of combustion of a fire load;  $T_\varepsilon$  – outdoor temperature;  $I_{\Pi}$  – enthalpy of combustion products;  $Q_w$  – current heat flow;  $m$  – correction factor taking into account the drop in the enthalpy of the outgoing combustion products.

The solution of the system of equations (1) involves setting the initial conditions that describe the state of the thermodynamic system before the start of the fire (7);

$$\left\{ \begin{array}{lll} P_m = P_{om}; & \rho_m = \rho_{om}; & T_m = T_{om}; \\ x_1 = x_{o1}; & x_2 = x_{o2}; & x_{31} = x_{o3}. \end{array} \right\} (7)$$

There is a successful experience in solving such problems both on the basis of the use of universal software tools, such as MathCad [15] and the system of structural and simulation modeling Simulink as part of the MatLab application package [11]. In both cases, the researcher has no restrictions in choosing a fire model: integral, zone or field, the software capabilities allow this.

But for the practical use of the possibilities of simulation-block visually-oriented modeling of the Simulink system, the user needs to master they need at least the initial skills of working with the Fortran compiler, as well as the routine time spent on searching the reference literature for the thermophysical properties of the simulated medium and their subsequent input through a not always Russified interface. This limits the use of universal FPS in fire engineering calculations by practical specialists and stimulates the transition to specialized software.

The most popular is the CFAST (Consolidated Model of Fire and Smoke Transport) combined fire and smoke distribution model, which implements a two-zone fire model in fences and allows you to calculate the dynamics of the spread of smoke, gases released during combustion, and the temperature in the premises of a building during a fire [16, 17]. The initial data used in the modeling process are consolidated in a special file containing a database of objects under study and the thermodynamic properties of the medium.

Also interesting is the experience of using the FDS (Fire Dynamics Simulator) field model, which is based on hydrodynamic analogies in estimating the parameters of the movement of gas flows caused by fire, which limits the use of personal computers due to limitations in the amount of RAM and a significant duration of the calculation [9]. The data entry interface is based on the capabilities of the PyroSim fire risk assessment software package [18], and, as a rule, a special SmokeView software package is used to visualize the results of fire simulation [19].

The most characteristic features of some software-implemented fire models, as well as fire resistance models, are summarized in table. 1.

Tabl. 1. **Characteristic features of software-implemented models**

Model name	Model view	Simulation results	Application features
BRANZFIRE	Two-zone fire model	Temperature, concentrations of harmful gases, airflow due to ventilation and flames, zone heights, visibility	Predicts fire parameters in communicating volumes
Kameleon FireEx KFX	Field model of a fire	dispersion of combustion products, ignition and spread of fire	Ability to import CAD models from other applications (PDS, PDMS, IGES, Flacs macro, others)
SMARTFIRE	Field model of a fire	Параметры распространения пожара и продуктов горения;	Удобная система визуализации DataView
BISTRA	Fire resistance model	Characteristics of the propagation of heat in two-dimensional objects of arbitrary shape	There are functions of visualization and processing of simulation results
BRANZ TR8	Fire resistance model	Prediction of the impact of combustion products on concrete structures	Distributed for free
SAFIR	Fire resistance model	Predicting the behavior of a structure at various temperatures, taking into account changes in geometry, thermal expansion and mechanical properties	Can be used to model 1-, 2- and 3-dimensional structures
VOLTRA	Fire resistance model	Calculation of heat propagation in 3D free-form structures	Includes non-linear radiation calculation model

A common drawback of the presented models is the significant complexity of the procedure for entering the initial conditions of the problem being solved. The solution to the problem can be the input of fire load parameters based on its reduction to the characteristic load of a functionally similar room.

The calculation of the parameters describing the state of the thermodynamic system during an internal fire is based on the cyclic algorithm proposed in [20] and, after its implementation in the structure of the software package, is shown in fig. 2.

Selecting the appropriate option from the proposed menu allows you to with a deterministic analog or source, establish the fire load parameters characteristic of the object under study. The interface of the software package in the mode of entering initial conditions, which implements the integral model of fire in fences, described in [9], is shown in fig. 3.

Presentation of fire simulation results in enclosures is possible as in tabular and graphical form (fig. 4), while the screen simultaneously displays the initial data.

To verify the presented model, we used the data of a full-scale experiment presented in [21], which, in turn, were based on the data from [22].

Experimental data were obtained by the US National Institute of Standards and Technology using the NBS Multi-Room method for a fire in two rooms, 4,8\*2,2 m in size, united by a corridor, having one exit to the outside with dimensions of 2\*0,8 m at a source power heat dissipation 100 kW. As a functionally-similar room, the conditions of a full-scale experiment corresponded to a fire in a warehouse for rubber products (Form 5.2 – storage buildings, structures, parking lots for cars without maintenance). Experimental data, as well as simulation results are given in table. 2 and fig. 5.

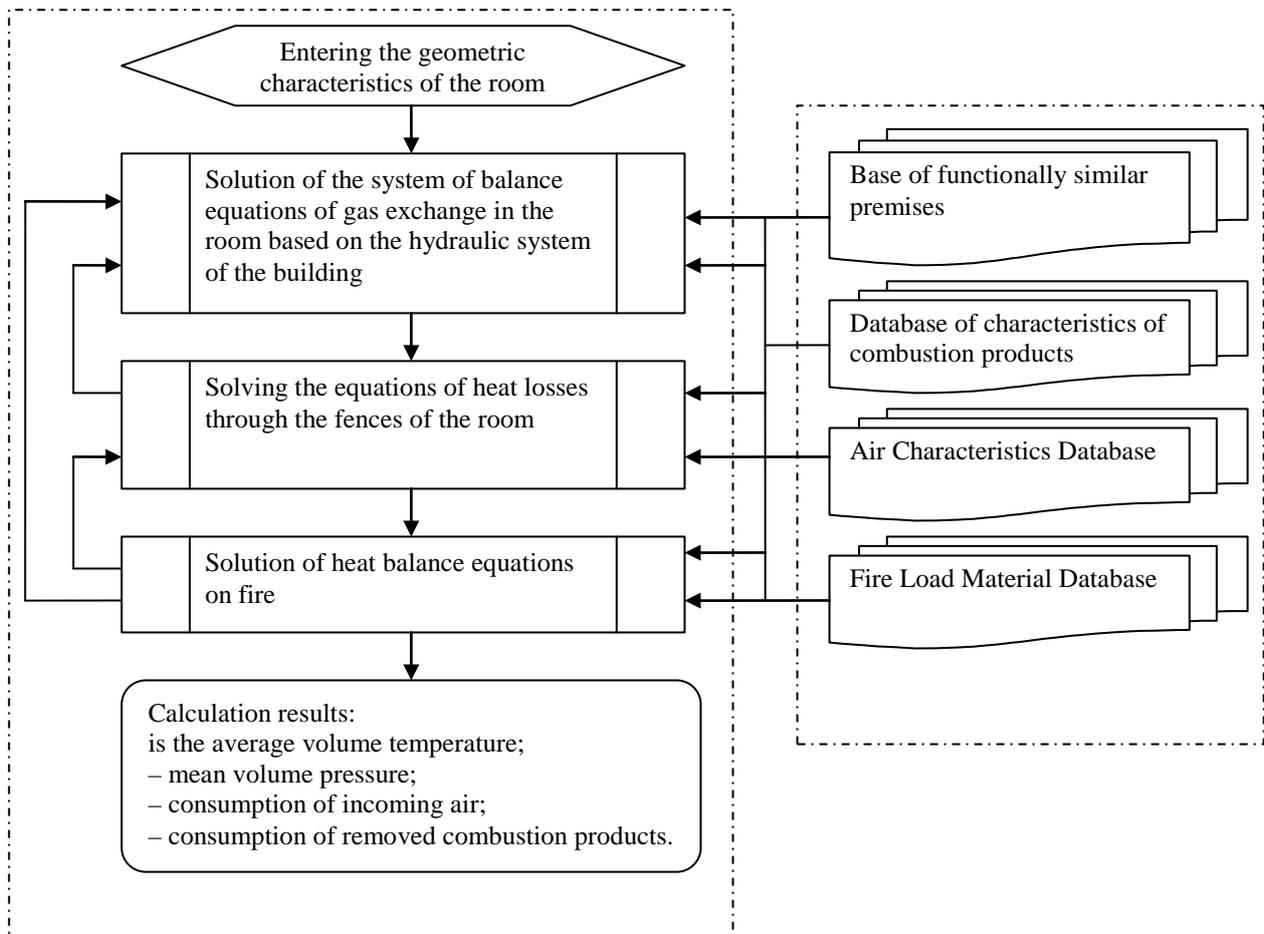


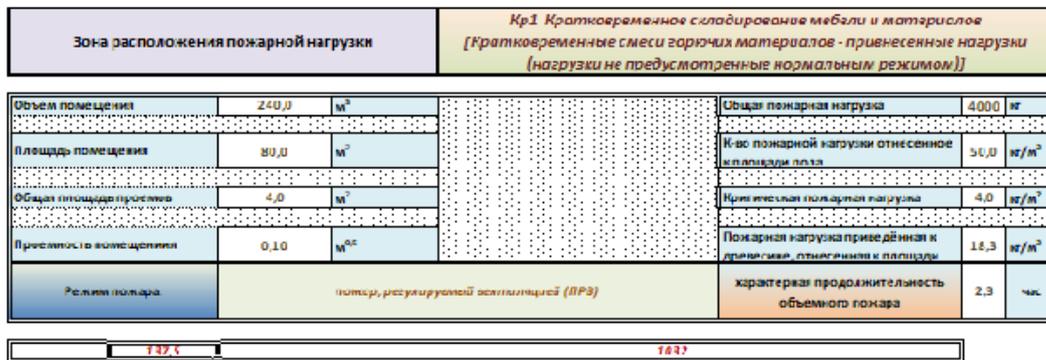
Fig. 2. Algorithm for calculating the parameters of the state of a thermodynamic system in an internal fire

<b>Наименование групп помещений или зон расположения пожарной нагрузки (класс функциональной пожарной опасности зданий и помещений)</b> По8 Почта (Ф3.5 – помещения организаций бытового и коммунального обслуживания)			
<b>Аналог или источник</b>		<b>Тара: древесина + картон + полистирол (0,5+0,25+0,25)</b>	
<b>Масса пожарной нагрузки, кг</b> 4000	<b>Удельная теплота сгорания <math>Q_{уд}</math>, МДж/кг</b> 20,7	<b>Потребление <math>Q_{уд}</math>, кг/кг</b> -1,52	<b>Удельная скорость выгорания, кг/(м<sup>2</sup>·с)</b> 0,018
<b>Выделение CO<sub>2</sub>, кг/кг</b> 0,094	<b>Выделение CO, кг/кг</b> 0,97	<b>Выделение HCl, кг/кг</b> 0,005	<b>Дымообразующая способность, л/м<sup>3</sup>/кг</b> 155
Примечание: <b>Необходимо ввести 2 параметра:</b> - наименование групп помещений или зон расположения пожарной нагрузки; - массу пожарной нагрузки.			

<b>Удельная теплота сгорания <math>Q_{уд}</math></b> 13,8 МДж/кг	<b>Удельная скорость выгорания древесины, кг/(м<sup>2</sup>·с)</b> 0,014
---	---

Fig. 3. Interface of the software complex in the mode of input of initial data



Текущее время, мин.	Среднеобъемная температура, °C
34	69
69	427
103	876
137	1047
172	928
206	680
241	440
275	263
309	150
344	86
378	52
412	35

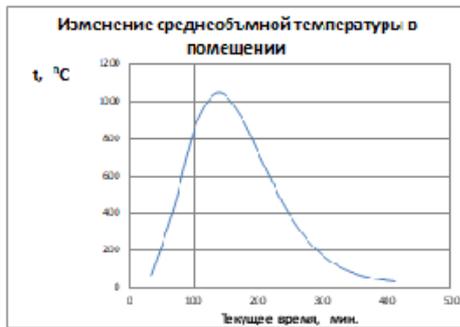


Fig. 4. Interface of the software package in the mode of outputting simulation results

Tabl. 2. Experimental data and results of indoor fire simulation

Current time, min	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15	16,5
Experiment $t_m$ , °C	90	110	350	390	420	450	550	590	700	650	600
Model $t_m$ , °C	86	114	312	383	425	461	492	553	651	604	552

Comparison of experimental data and simulation results (tabl. 2), characterized by minor discrepancies not exceeding 10 %, suggests that the use of the proposed mathematical model of the temperature regime makes it possible to obtain practically significant data on its heating in a real fire in a room.

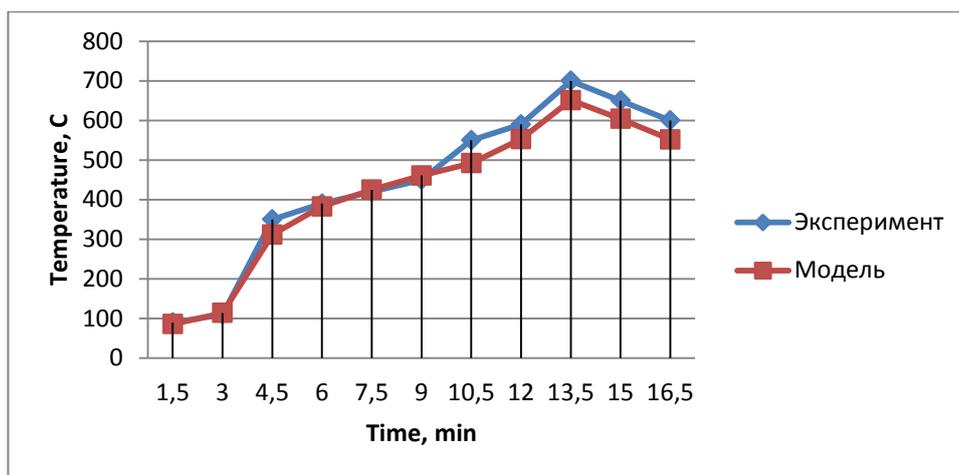


Fig. 5. Experimental data and indoor fire simulation results

The use of the MS Excel interface expands the range of FPS practitioners in terms of professional requirements for working with the presented software product, and the proposed method for entering the characteristics of the fire load by selecting functionally similar premises

reduces the possible labor intensity and provides an opportunity to obtain additional information on its thermophysical parameters.

### References

1. Features of mathematical modeling of the dynamics of the temperature regime of a fire, taking into account the movement of air flows / A.V. Kalach [et al.] // Monitoring, modeling and forecasting of hazardous natural phenomena and emergency situations: Sat. materials Vseros. scientific-practical. conf. Saint-Petersburg: 2019. P. 251–258.
2. Modeling the spread of flue gases in the premises under the threat of a fire / K.A. Sklyarov [et al.] // Engineering systems and structures. 2011. № 2 (5). P. 35–41.
3. Subachev S.V., Subacheva A.A. Simulation modeling of the development and extinguishing of fires in the system of training specialists of the fire service // Applied Informatics. 2008. № 4 (16). P. 27–37.
4. Donets S.A., Sannikova S.M. Application of 3D visualization for carrying out fire-tactical calculations taking into account modern information technologies // Fire safety: problems and prospects. 2017. Vol. 1. № 8 (607). P. 58–60.
5. Valiullina R.A., Amineva L.R., Sharafutdinov A.A. 3D modeling in the tasks of calculating and visualizing the spread of fire hazards in assessing fire risks // Neftgazovoe delo. 2021. № 4. P. 5–22.
6. Application of software systems to establish the circumstances of a fire /A.A. Shavlyuga [et al.] // Technology of technospheric safety. 2017. Issue. 3. URL: <http://academygps.ru/ttb> (date of accessed: 09.06.2021).
7. Osipova E.V., Sanzharevsky D.S. Using the Simulation Method in the investigation of criminal fires // Bulletin of the Baltic Federal University. I. Kant. 2015. № 9. P. 76–85.
8. Work in the FireCat software package for calculating individual fire risk. PyroSim Reaction and Combustion Surfaces Library: User's Guide. URL: <http://www.pyrosim.ru/2016> (date of accessed: 09.06.2021).
9. Fire Dynamics Simulator. technical reference guide. Vol. 1 / K. McGrattan [et al.] // Mathematical Model. NIST Special Publication 1018. Sixth Edition. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2013. 149 p. DOI: 10.6028.nist.sp.1018.
10. Walton W.D., Carpenter D.J., Wood C.B. Zone computer fire models for enclosures // SFPE Handb. FireProt. Eng, Springer. 2016. P. 1024–1033.
11. Trusfus M.V., Kirpichnikov A.P., Yakimov I.M. Modeling in the system of structural and simulation modeling Simulink // Bulletin of the Kazan Technological University. 2017. Vol. 20. № 8. S. 107–110.
12. Ralph B., Carvel R. Coupled hybrid modeling in fire safety engineering; a literature review // Fire Safety Journal. 2018. Vol. 100. P. 157–170. URL: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2018.08.008> (date of accessed: 06.09.2021).
13. Comparative analysis of integral and field mathematical models of indoor fire / I.I. Metelkin [et al.] // Fire safety: problems and prospects. 2016. Vol. 1. № 1 (7). P. 162–164.
14. Miklina E.A., Volkova S.N. On the problems of modeling fire dynamics // Fire safety: problems and prospects. 2018. Vol. 1. № 9. P. 599–602.
15. Mikhailov N.A. Numerical implementation of an integral mathematical model of a fire in a room in the integrated environment MathCad // Internet Bulletin of VolgGASU. Ser.: Construction informatics. 2014. Is. 11 (32). URL: [www.vestnik.vgasu.ru](http://www.vestnik.vgasu.ru) (date of accessed: 09.06.2021).
16. Tusnio N., Saleta D. Fire spread modeling in flats using CFAST // Safety & Fire Technology. 2012. Vol. 26. P. 37–44.
17. CFAST-Consolidated Model of Fire Growth and Smoke Transport (Version 6) User's Guide. / R.D. Peacock [et al.] / National Institute of Standards and Technology 2008. URL: [http://www.nist.gov/customcf/get\\_pdf.cfm?pub\\_id=861538](http://www.nist.gov/customcf/get_pdf.cfm?pub_id=861538) (accessed: 12.28.2021).

18. Drobyshev M.G. Application of computer-aided design methods in the PyroSim 2017 software environment at an industrial enterprise // Scientific forum: technical and mathematical sciences: Sat. articles based on the XI scientific-practical materials. conf. № 1 (11). P. 6–10.
19. Forney G. P. Smokeview (Version 6) – A Tool for Visualizing Fire Dynamics Simulation Data Volume I: User's Guide. National Institute of Standards and Technology. 2012. URL: <http://code.google.com/p/fds-smv> (accessed: 07.27.2021).
20. Romanov N.N., Kuzmin A.A., Permyakov A.A. Reference-computing module – fire thermal physics. Certificate of registration of the computer program RU 2020613155, 11.03.2020. Application № 2020612037 dated February 26, 2020.
21. Subachev S.V., Subacheva A.A. Comparative evaluation of the integral mathematical model of a fire with natural experiments. Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti. 2014. Issue. № 2 (54). URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (date of access: 07.27.2021).
22. Fire Dynamics Simulator (FDS) and Smokeview (SMV). URL: <http://fds-smv.googlecode.com/svn/trunk/FDS/trunk/Validation> (accessed 07.27.2021).

**Information about the article:** the article was received by the editors: 06.01.2022; accepted for publication: 10.06.2022

**Information about authors:**

**Anatoly A. Kuzmin**, associate professor of department of physical and technical fundamentals of fire safety, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149), candidate of pedagogical sciences, associate professor, e-mail: [kaa47@mail.ru](mailto:kaa47@mail.ru)

**Nikolai N. Romanov**, associate professor of department of physical and technical fundamentals of fire safety, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149), candidate of pedagogical sciences, associate professor

**Aleksey A. Permyakov**, deputy head of department of physical and technical fundamentals of fire safety, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149), candidate of pedagogical sciences, associate professor

---

---

# DIALOGUES WITH SPECIALISTS

---

---

УДК 681.518

## ABOUT THE DEVELOPMENT OF EXPERT SYSTEMS

**Alexander Yu. Labinsky.**

**Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia**  
*Labinsciy@yandex.ru*

*Annotation.* The article discusses ways to solve non-formalized problems in the framework of the development of artificial intelligence systems. Knowledge representation models are considered, including logical and production models, semantic networks, frame models and models based on fuzzy sets, as well as features of non-formalized tasks, as well as tasks solved by using expert systems. The model of an expert system based on on fuzzy sets, features of using fuzzy sets for knowledge representation and a knowledge base in the form of fuzzy production rules. A model of a fuzzy expert system implemented as a computer program is presented. Various modifications of this fuzzy expert system model and the programs that implement them are used to solve forecasting problems, assess the occurrence of risks at man-made objects and natural disaster risks, including fires and floods, as well as decision support problems, problems of calculating reliability, classification and control.

*Keywords:* non-formalized tasks, artificial intelligence systems, expert systems, knowledge representation models, logical models, production models, semantic networks, frame models, fuzzy sets

**For citation:** Labinsky A.Yu. About the development of expert systems // Surveillance activity and forensic examination in the security system. 2022. № 2. P. 78–82.

### Introduction

To solve non-formalized problems, artificial intelligence systems are usually used, which develop in two directions: software-pragmatic and bionic.

Non-formalized tasks have the following features [1]:

- fuzzy formulation or incompleteness of the initial data;
- lack of an exact algorithm for solving the problem;
- a large number of possible outcomes to be analyzed;
- the task cannot be defined in numerical form;
- the objectives of the task cannot be expressed in terms of the objective function.

A significant breakthrough in the practical applications of artificial intelligence systems occurred in the mid-1970s. XX century, when, within the framework of the bionic direction, the search for a universal algorithm of thinking was replaced by the idea of modeling the specific knowledge of specialist experts. This is how knowledge-based systems appeared – expert systems (ES). Tasks solved by the expert system are classified according to the following types [1]:

- tasks of diagnostics and control, including man-made objects;
- tasks of forecasting, including the occurrence of emergencies;
- tasks of assessing technogenic risks;
- tasks of planning and management (decision support).

An expert system is a complex software package that accumulates the knowledge of specialists in a particular subject area and replicates this experience for consultations of less qualified users. The basis of the ES is the knowledge base, which is a collection of knowledge of the subject area, implemented on the basis of the chosen knowledge representation model and recorded on a machine medium in a form understandable to the expert and user. There are the following models of knowledge representation: logical models; production models; semantic networks; frame models; models based on fuzzy sets [2, 7–10].

According to the logical model, the entire knowledge system necessary for solving applied problems is considered as a set of statements.

When using the production model, the knowledge base consists of a set of rules.

The semantic network uses a knowledge formalization model in the form of a directed graph with labeled vertices and arcs. Vertices correspond to objects, concepts or situations, and arcs correspond to relations between them.

A common knowledge representation model is not a specific way of representing knowledge, but some ideological concept implemented differently in various artificial knowledge representation languages (Prolog, SQL, RDF, OWL, and some others).

### Fuzzy sets in knowledge representation

A fuzzy set is a set of ordered pairs composed of elements  $x$  of a set  $X$  and membership functions  $F(x)$ , indicating to what extent an element  $x$  belongs to a fuzzy set  $X$ . The membership function  $F(x)$  takes values on the interval from 0 to 1. For a crisp set, the function  $F(x)$  is called the characteristic function and takes clear values 0 or 1.

Suppose we want to define a set of people of «average height».

In classical (clear) logic, we must determine that we consider average height to be between 1,6 m and 1,8 m. The characteristic function in this case (fig. 1) gives «0» for everyone who is more or less tall given, and «1» for the given height. The fuzzy set of people of «average height» is given by the membership function, which has values in the interval [0; 1] (fig. 2).

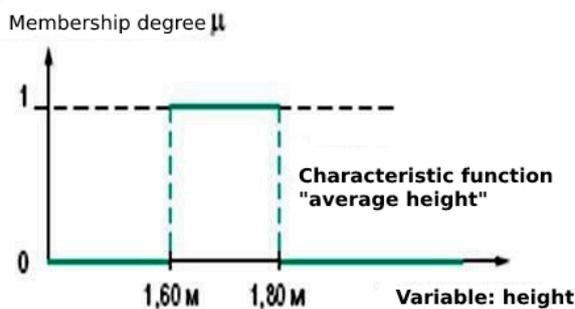


Fig. 2 characteristic function

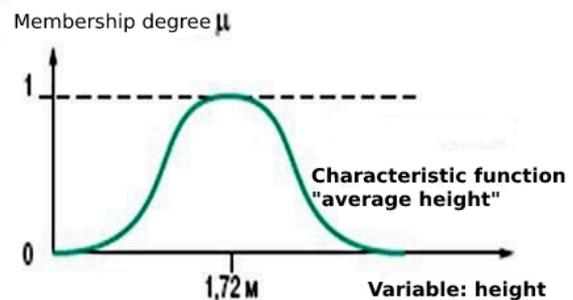


Fig. 2 characteristic function

The features of using fuzzy sets in knowledge representation are the following possibilities [2]:

- the possibility of using fuzzy input data;
- possibility of fuzzy formalization of criteria for evaluation and comparison of data;
- the possibility of conducting qualitative assessments of both input data and output results;
- the possibility of modeling complex dynamic systems and carrying out their comparative analysis.

### Knowledge base in the form of a base of fuzzy production rules

Fuzzy production rules of the type «If A Then B» can be represented as linguistic variables of a structured text:

RULE 1: If «Condition 1», TO «Conclusion 1» ( $F_1$ ).

RULE 2: If «Condition 2», TO «Conclusion 2» ( $F_2$ ).

.....  
RULE N: If «Condition N», TO «Conclusion N» ( $F_n$ ).

Here  $F_i \in [0;1]$  is the certainty factor or weighting factor of the corresponding rule. A consistent set of fuzzy production rules forms a fuzzy production system. The consistency of the list of production rules means that only simple and compound fuzzy statements connected by binary operations «AND», «OR» can be used as conditions and conclusions of the rules, while in each of the fuzzy statements the membership functions of the values of the set terms for each linguistic variable. As a rule, the membership functions of individual terms are represented by triangular or trapezoidal functions.

*Example.* There is a filling tank (tank) with a continuous controlled liquid inflow  $G_{in}$  and a continuous uncontrolled liquid flow  $G_{out}$ . The rule base of the fuzzy inference system, corresponding to the expert's knowledge of which liquid inflow  $G_{in}$  should be chosen so that the liquid level  $H$  in the tank remains average, will look like this:

- RULE 1: IF «H small» AND « $G_{ex}$  big» THEN « $G_{in}$  big».
- RULE 2: IF «H small» AND « $G_{ex}$  average» THEN « $G_{in}$  big».
- RULE 3: IF «H small» AND « $G_{ex}$  small» THEN « $G_{in}$  average».
- RULE 4: IF «H average» AND « $G_{ex}$  big» THEN « $G_{in}$  big».
- RULE 5: IF «H average» AND « $G_{ex}$  average» THEN « $G_{in}$  average».
- RULE 6: IF «H average» AND « $G_{ex}$  small» THEN « $G_{in}$  small».
- RULE 7: IF «H big» AND « $G_{ex}$  big» THEN « $G_{in}$  average».
- RULE 8: IF «H big» AND « $G_{ex}$  average» THEN « $G_{in}$  small.».
- RULE 9: IF «H big» AND « $G_{ex}$  small» THEN « $G_{in}$  small».

Using the notation SM(small) – «small», MD(middle) – «average», BG(big) – «RULE 1: IF «H small» AND « $G_{ex}$  big» THEN « $G_{in}$  big »; », this base of fuzzy production rules can be represented as a table, in the nodes of which there are corresponding conclusions about the required fluid inflow:

$G_{ex}$	$G_{in}$			Level
	SM	MD	BG	
SM	MD	SM	SM	
MD	MD	MD	SM	
BG	BG	BG	MD	

### Technical risk assessment

The risk of accidents at technical facilities depends on many factors: the quality of design and manufacture of a technical facility; reliability and operating conditions of the facility; human factor. It follows that technical risk assessment is a non-formalized task and can be performed using an expert approach. Consider an example of technical risk assessment using an expert system based on fuzzy sets.

Let us consider the assessment of the technical risk of an accident at an enterprise that stores and processes natural gas. Two indicators were used as the initial data of the ES: the reliability of the security system (NSB) and the pressure in the gas storage system (DSS). Then the rule base of the fuzzy inference system, corresponding to the knowledge of experts about what the NSB and DSH indicators should be, will have the form:

- 1:** IF Reliability =  $HCB_1$  AND Storage conditions =  $DCX_1$  THEN Risk =  $PKP_1$ ,
- 2:** IF Reliability =  $HCB_2$  AND Storage conditions =  $DCX_2$  THEN Risk =  $PKP_2$ ,
- .....
- N:** IF Reliability =  $HCB_n$  AND Storage conditions =  $DCX_n$  THEN Risk =  $PKP_n$ ,

where  $HCB_i$  – reliability indicator (from 1 to 100),  $DCX_j$  – indicator of gas storage conditions (from 1 to 100),  $PKP_k$  – risk category indicator (from 0 to 1,0), N – the number of combinations of reliability, storage and risk indicators specified by experts.

### Disaster risk assessment

The risk of a natural disaster depends on many factors, so the assessment of such a risk is an informal task and can be performed using an expert approach. Consider the assessment of the risk of a natural disaster - a forest fire.

Two indicators were used as initial ES data: wind speed  $\Delta V$  and rise in air temperature  $\Delta T$ .

The rule base of the fuzzy inference system, corresponding to the knowledge of experts about what the indicators  $\Delta V$  and  $\Delta T$  should be, can be represented in the following form:

- 1: **IF** Wind speed =  $\Delta V_1$  **AND** temperature rise =  $\Delta T_1$ ,  
**THEN** Fire intensity =  $Y_1$ ,
- 2: **IF** Wind speed =  $\Delta V_2$  **AND** temperature rise =  $\Delta T_2$ ,  
**THEN** Fire intensity =  $Y_2$ ,
- .....
- N: **IF** Wind speed =  $\Delta V_n$  **AND** temperature rise =  $\Delta T_n$ ,  
**THEN** Fire intensity =  $Y_n$ ,

where  $\Delta V_i$  – wind speed indicator (from 0 to 30),  $\Delta T_j$  – indicator of the magnitude of the rise in air temperature (from 0 to 20),  $Y_k$  – fire intensity indicator (from 0 to 10), N – number of indicator combinations  $\Delta V_i$ ,  $\Delta T_j$  и  $Y_k$ , given by experts.

### Fuzzy expert system model

Fuzzy ES includes a base of fuzzy production rules and a fuzzy inference system that implements fuzzification of input variables, fuzzy logic inference and defuzzification of output variables. At the stage of fuzzification, the task is prepared for solving by fuzzy logic methods by converting clear numerical values into the values of the function of belonging to a fuzzy set. At the stage of logical inference, the conclusions of the base of fuzzy production rules are activated and the conclusions are accumulated (combined) to obtain fuzzy values of the output variables. At the defuzzification stage, the values of the fuzzy set of linguistic output variables are inversely converted into clear numerical values.

The process of obtaining fuzzy conclusions includes all the basic concepts of fuzzy set theory: membership functions, linguistic variables, fuzzy implication methods, etc. The development and application of a fuzzy inference system includes such stages as the formation of a base of fuzzy production rules, fuzzification of input variables, aggregation of subconditions and activation of subconclusions, accumulation of conclusions and defuzzification of output variables.

The diagram of the fuzzy expert system model is shown in fig. 3:

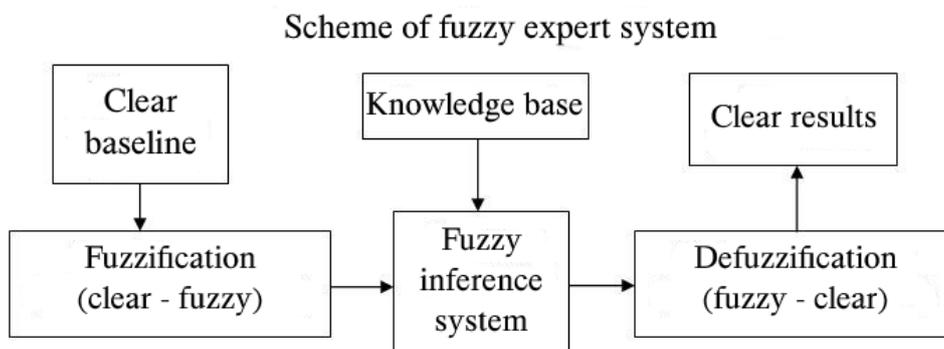


Fig. 3

The presented fuzzy expert system model is implemented as a computer program [3] and allows solving problems of forecasting [4], risk assessment [5], and decision support [6] under conditions of uncertainty.

### Conclusion

The problems of forecasting, risk assessment and decision making under conditions of uncertainty are topical problems. The article presents a model of a fuzzy expert system implemented as a computer program. Various modifications of this fuzzy expert system model and computer programs that implement them are used to solve various problems, including forecasting problems, assessing the occurrence of risks at man-made objects and natural disaster risks, including fires and floods, decision support problems, problems of calculating reliability, classification and management.

Thus, fuzzy logic methods, which provide robust and adaptive properties of expert systems under conditions of uncertainty, have great potential for the synthesis of expert systems for various purposes.

### References

1. German O.V. Introduction to the theory of expert systems and knowledge processing. Minsk: BSU, 2005.
2. Pegat A. Fuzzy modeling and control. M.: BINOM, 2013.
3. Labinsky A.Yu. Modeling a fuzzy inference system // Natural and technological risks. 2016. № 2.
4. Labinsky A.Yu. Model of fuzzy forecasting // Problems of risk management in the technosphere. 2016. № 4.
5. Labinsky A.Yu. The use of fuzzy logic in assessing the probability of occurrence of emergencies. Nauch.-analit. journ. «Vestnik S.-Petersb. un-ta of State fire service of EMERCOM of Russia». 2017. № 1.
6. Labinsky A.Yu. Modification of the fuzzy method for the analysis of hierarchies // Nauch.-analit. journ. «Vestnik S.-Petersb. un-ta of State fire service of EMERCOM of Russia» 2016. № 4.
7. Mamdani E.H. Application of fuzzy algorithms // Fuzzy Sets and Systems. 2009. Vol. 2. № 4.
8. Flondor P. An example of a fuzzy system // Kybernetics. 2017. Vol. 6. № 1.
9. Pavlak Z. Routh sets and fuzzy sets. // Fuzzy Sets and Systems. 2018. Vol. 3. № 1.
10. Beard R.E. collective risk result. New York, 2018.

**Information about the article:** the article was received by the editors: 06.01.2022;  
accepted for publication: 17.06.2022

### *Information about authors:*

**Alexander Yu. Labinsky**, associate professor of department of applied mathematics and information technologies Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky pr., 149), candidate of technical sciences, e-mail: Labinsciy@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-2735-4189>

---

---

## SUMMARY OF INFORMATION

---

---

The oldest educational institution of the fire-technical profile in Russia was founded on October 18, 1906, when, on the basis of the decision of the City Duma of Saint-Petersburg, courses for fire technicians were opened. Along with the training of firefighters, the educational institution was charged with the obligation to generalize and systematize fire-technical knowledge, to formalize them into separate academic disciplines. It was here that the first domestic textbooks were created, according to which all fire specialists in the country were trained.

Subsequently, the educational institution was transformed and changed its name.

April 25, 2022 in accordance with the Decree of the President of the Russian Federation V.V. Putin, Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia was awarded the honorary title «named after the Hero of the Russian Federation, general of the army E.N. Zinicheva».

For centuries, the educational institution has trained several tens of thousands of specialists, who have always been distinguished not only by high professional knowledge, but also by boundless devotion to the profession of a firefighter and loyalty to the oath. Evidence of this is a number of employees and graduates of the university, who were awarded the highest awards of the country, among them: holders of the St. George Cross, four Heroes of the Soviet Union and a Hero of Russia. It is far from accidental that there have always been many graduates of the educational institution among the leadership of the country's fire department.

Today, the federal State budgetary educational institution of higher education «Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia for civil defense, emergency situations and elimination of consequences of natural disasters named after the Hero of the Russian Federation general of the army E.N. Zinichev» – a modern scientific and educational complex integrated into the Russian and world scientific and educational space. The educational process is carried out in 891 disciplines at 27 departments. The university provides training in various forms of education: full-time, part-time and part-time with the use of distance technologies for programs of secondary, higher education, as well as training of highly qualified specialists, retraining and advanced training of specialists of EMERCOM.

The head of the university is the lieutenant general of the internal service, candidate of technical sciences, associate professor Gavkalyuk Bogdan Vasilyevich.

Training is implemented under 21 educational programs of higher education, which is the largest number of programs being implemented among educational institutions of higher education of EMERCOM of Russia, and 83 programs of additional professional education and vocational training.

Under the specialist 's programs at the university, you can study in such areas of training as: «Fire safety», «Mining», «Psychology of performance», «Economic security», «Legal support of national security», «Forensic expertise». Bachelor's programs – «Technospheric safety», «System analysis and management», «Psychology», «Personnel management», «State and municipal administration», «Jurisprudence». Master's programs – «Technospheric safety», «System analysis and management», «State and municipal administration», «Jurisprudence».

The breadth of scientific interests, high professionalism, extensive experience in scientific and pedagogical activities, possession of modern methods of scientific research allow the university staff to increase the scientific and scientific and pedagogical potential of the university, to ensure the continuity and continuity of the educational process.

The staffing of the scientific and pedagogical staff with academic degrees and titles is more than 70 %, which allows the university to occupy a leading position among educational institutions of the Ministry of the Russian Federation for civil defense, emergency situations and elimination of consequences of natural disasters. Today, 55 doctors of sciences, 268 candidates of sciences, 46 professors, 150 associate professors share their knowledge and vast experience at the university.

As part of the university:

- 28 departments.
- Institute of life safety.

- Institute of correspondence and distance learning.
- Institute of moral-patriotic and aesthetic development.
- Institute of vocational training.
- Development Institute.
- Research Institute for advanced studies and innovative technologies in the field of life safety.
- Far eastern fire and rescue academy – a branch of the university (DVPSA).
- Five faculties: the faculty of engineering and technology, the faculty of economics and law, the faculty of highly qualified personnel training, the faculty of fire safety (a division of DVPSA), the faculty of additional professional education (a division of DVPSA).

Institute for Life Safety carries out educational activities under higher education programs under contracts for the provision of paid educational services.

The priority direction in the work of the Institute of correspondence and distance education is the training of commanding staff to fill the relevant positions in the units of EMERCOM of Russia. The growing complexity and complexity of modern tasks significantly increase the requirements for the organization of the educational process. Today, the university implements training programs using distance learning technologies.

The development Institute implements additional professional programs for advanced training and professional retraining as part of the implementation of the state order of EMERCOM to improve and develop the staffing system, as well as on a contractual basis.

The research Institute for advanced studies and innovative technologies in the field of life safety carries out the implementation of the state scientific and technical policy, the study and solution of scientific and technical problems, information and methodological support in the field of fire safety. The main activities of the research institute: organizational and scientific and methodological guidance of forensic expert institutions of the federal fire service of EMERCOM of Russia; certification of products in the field of fire safety; testing and development of scientific and technical products in the field of fire safety; carrying out fire risk calculations and calculations of fire dynamics using computer programs.

The Institute is actively involved in the development of new and improvement of existing instrumental methods and technical means for the study and examination of fires, the production of forensic fire and technical examinations and research in the field of examination of fires, the implementation of exploratory research work of an applied nature, the implementation of exploratory research work to ensure safety in the Arctic region and conducting certification tests, approbation of methods according to ISO, EN standards and IMO resolutions.

The university has representative offices in the following cities: Vyborg (Leningrad region), Vytegra, Goryachiy Klyuch (Krasnodar region), Murmansk, Petrozavodsk, Pyatigorsk, Sevastopol, Strezhevoy, Syktyvkar, Tyumen, Ufa; representative offices of the university abroad: Alma-Ata (Republic of Kazakhstan), Baku (Republic of Azerbaijan), Nish (Serbia).

On the basis of Saint-Petersburg university of the State fire service of EMERCOM of Russia, on July 1, 2013, the Cadet Fire and Rescue Corps was opened. It trains cadets in general educational programs of secondary general education, taking into account additional educational programs. The main features of the activities of the corps are the intellectual, cultural, physical, spiritual and moral development of cadets, their adaptation to life in society, the creation of a basis for preparing underage citizens to serve the Fatherland in the field of state civil, military, law enforcement and municipal service.

The total number of students at the university in all specialties, areas of training, secondary general education is more than 7,000 people. The annual output is more than 1,100 specialists.

The university has two dissertation councils for defending dissertations for the degree of doctor and candidate of sciences in technical and economic sciences.

The university publishes 7 scientific journals, materials of a number of international and all-Russian scientific events, collections of scientific papers of the university faculty are published. University publications comply with the requirements of the legislation of the Russian Federation and are included in the electronic database of the Scientific electronic library to determine the Russian science citation index, and also have an international index (ISSN). The scientific-analytical journal «Problems of risk management in the technosphere» and the electronic «Scientific-analytical journal «Bulletin of Saint-Petersburg university of State fire service of the EMERCOM of Russia» are included in the «List of peer-reviewed scientific journals, which

publish the main scientific results of dissertations for competition», approved by the decision of the Higher attestation commission degree of candidate of sciences, for the degree of doctor of sciences.

Every year, the university holds scientific and practical conferences of various levels: the All-Russian scientific and practical conference «Security service in Russia: Experience, Problems and Prospects», the International scientific and practical conference «Training of Personnel in the system of prevention and elimination of consequences of emergencies».

The university annually takes part in exhibitions organized by EMERCOM of Russia and other departments and organizations. Traditionally, the exhibition exposition of the university at the International salon of security equipment «Integrated security», Saint-Petersburg international economic forum, the International forum «Arctic: present and future» enjoys great interest.

The international activity of the university is aimed at the comprehensive integration of the university into the international educational space. The university, carrying out educational activities, has a wide localization on the territory of the Russian Federation, the member states of the Commonwealth of Independent States and other countries.

Great interest in studying at the university is shown by foreign citizens. Foreign cadets from among the employees of the State fire service of EMERCOM of the Kyrgyz Republic and the Committee for Emergency Situations of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Kazakhstan study at the university. Only in the period from 2016 to 2021, 712 foreign citizens were trained in the programs of additional professional education at the university, 468 foreign citizens completed their studies in higher education programs.

In accordance with bilateral agreements, the university provides training in advanced training programs. Specialists of the Russian-Serbian humanitarian center, the Russian-Armenian center for humanitarian response, and the International civil defense organization are regularly trained at the university.

The university has opportunities to improve the level of knowledge of the English language. Training was organized under the program of additional professional education «Translator in the field of professional communication» for students, cadets, adjuncts and employees.

The university pays great attention to sports. Teams consisting of teachers, cadets and students are regular participants in various sports tournaments held both in Russia and abroad. Students and cadets of the university are members of the national teams of EMERCOM of Russia in various sports.

The activities of the university team in fire and rescue sports (PSS) include participation in the Russian championships among universities (winter and summer), in zonal competitions and the Russian championship, as well as conducting conversations and consultations, providing practical assistance to young fire cadets and rescuers during PSS training.

The university has created a sports club «Nevsky lions», which includes teams in 18 sports. The university teams include champions and prize-winners of world championships and international tournaments.

Cadets and students have excellent opportunities to improve their cultural level, develop their creative abilities in the Institute of moral-patriotic and aesthetic Development created at the university. The creative team of the university takes an active part in departmental, city and university events aimed at the aesthetic and patriotic education of young people, and also wins prizes in competitions held at the university, city and of EMERCOM of Russia levels. Each course organizes work on the creation and development of creative associations in various areas: a vocal studio, a dance studio, a club of the cheerful and resourceful. For cadets and students, there is an oratory studio, a technical support team, and a brass band.

On the occasion of the 75th anniversary of the Victory Day in the Great Patriotic war and the 30th anniversary of EMERCOM of Russia, a museum of the history of State fire service of State fire service of EMERCOM of EMERCOM from courses of fire technicians to a higher educational institution.

In the federal state budgetary educational institution of higher education «Saint-Petersburg university of State fire service of the Ministry of the Russian Federation for civil defense, emergencies and disaster relief named after the Hero of the Russian Federation general of the army E.N. Zinicheva», all conditions have been created for the training of highly qualified specialists of EMERCOM of Russia.



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева»**

Federal state budgetary educational institution of higher education «Saint-Petersburg university of the State fire service of the Ministry of the Russian Federation for civil defense, emergencies and disaster relief named after Hero of the Russian Federation army general E.N. Zinichev»

**Научно-аналитический журнал**  
Scientific and analytical magazine

**Надзорная деятельность и судебная экспертиза**  
**в системе безопасности**  
Monitoring and expertise in safety system

**№ 2 – 2022**

**Свидетельство о регистрации**  
**ПИ № ФС 77-57194 от 11 марта 2014 г.**  
Registration certificate PI № FS 77-57194 dated March 11, 2014.

**Выпускающий редактор Г.Ф. Сулова**  
Editor G.F. Suslova

---

Подписано в печать 25.06.2022. Формат 60×84<sub>1/8</sub>. Усл.-печ. п.л. 10,75. Тираж 1000 экз.  
Passed for printing 25.06.2022. Format 60×84<sub>1/8</sub>. Tentative printed sheets 10,75 Circulation 1000 copies.

---

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России  
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149.  
Printed in Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia  
196105, Saint-Petersburg, Moskovsky prospect, № 149