

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
**НАДЗОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ  
И СУДЕБНАЯ ЭКСПЕРТИЗА  
В СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ**  
№ 4 – 2019

**Редакционный совет**

**Председатель** – кандидат экономических наук генерал-лейтенант внутренней службы **Чижиков Эдуард Николаевич**, начальник университета.

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

**Заместитель председателя** – доктор политических наук, кандидат исторических наук **Мусиенко Тамара Викторовна**, заместитель начальника университета 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;

доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, почетный работник высшей профессиональной школы России **Коннова Людмила Алексеевна**, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского института перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Галишев Михаил Алексеевич**, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз;

доктор химических наук, профессор **Ивахнюк Григорий Константинович**, профессор кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств;

доктор технических наук, профессор **Шарапов Сергей Владимирович**, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз;

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;

доктор химических наук, профессор **Сиротинкин Николай Васильевич**, декан факультета технологии органического синтеза и полимерных материалов Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета);

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;

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

### **Редакционная коллегия**

**Председатель** – подполковник внутренней службы **Стёпкин Сергей Михайлович**, начальник редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

#### **Члены редакционной коллегии:**

кандидат педагогических наук **Кузьмина Татьяна Анатольевна**, доцент кафедры надзорной деятельности (ответственный за выпуск);

капитан внутренней службы **Ильницкий Сергей Владимирович**, старший инспектор Центра международной деятельности и информационной политики;

кандидат технических наук, доцент подполковник внутренней службы **Войтенок Олег Викторович**, начальник кафедры надзорной деятельности;

майор внутренней службы **Гайдукевич Александр Евгеньевич**, старший инженер-программист Центра информационных и коммуникационных технологий;

кандидат технических наук **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);

доктор юридических наук, доцент полковник внутренней службы **Медведева Анна Александровна**, начальник Центра международной деятельности и информационной политики;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Бельшина Юлия Николаевна**, начальник кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз.

#### **Секретарь коллегии:**

капитан внутренней службы **Мамедова Лилия Николаевна**, ответственный секретарь редакционного отделения редакционного отдела Центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

## СОДЕРЖАНИЕ

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

**Мокряк А.В.** Практическое применение методики обнаружения зажигательных составов ..... 5

### ***НАДЗОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ***

**Макаренко А.Н., Елизаров П.В., Войтенко О.В., Юнцова О.С.** Возможности применения методов векторной оптимизации в управлении эффективностью деятельности надзорных органов МЧС России ..... 10

**Бобров А.И., Кончаков С.А., Кузьмина Т.А.** О некоторых вопросах применения информационных технологий при исполнении государственной функции по надзору в МЧС России ..... 14

### ***ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ И ОБЪЕКТАХ ИНФРАСТРУКТУРЫ***

**Ильницкий С.В., Ильницкая Д.В., Скрипник И.Л.** Совершенствование систем обеспечения пожарной безопасности автомобильных поездов в Российской Федерации .... 19

**Агеев П.М., Черкасов Е.Ю., Домрачев С.А.** Расчётное определение класса пожарной опасности совмещенных покрытий зданий по железобетонным плитам ..... 23

### ***БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ***

**Лабинский А.Ю.** Моделирование процесса нестационарной теплопроводности методом теплового баланса ..... 28

### ***БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ***

**Лабинский А.Ю.** Нечеткий подход к оценке подъема уровня воды при паводке ..... 34

### ***ДИАЛОГИ СО СПЕЦИАЛИСТАМИ***

**Скрипник И.Л.** Вопросы повышения эффективности образовательного процесса на кафедре ..... 39

**Сведения об авторах** ..... 45

**Информационная справка** ..... 46

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](mailto:redakziaotdel@yandex.ru). Официальный интернет-сайт научно-аналитического журнала [WWW.ND.IGPS.RU](http://WWW.ND.IGPS.RU)

Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: [WWW.IGPS.RU](http://WWW.IGPS.RU)  
**ISSN 2304-0130**

© Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2019

---

---

# ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

---

---

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАЖИГАТЕЛЬНЫХ СОСТАВОВ

**А.В. Мокряк.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Освещены вопросы, касающиеся методики экспертного исследования и обнаружения зажигательных составов, применяемых при поджогах, рентгеноспектральным микроанализом с использованием электронного сканирующего микроскопа. Приведен пример практического применения сканирующей электронной микроскопии и решения частной экспертной задачи пожарно-технической экспертизы при обнаружении зажигательных составов.

*Ключевые слова:* зажигательные составы, пожарно-техническая экспертиза, сканирующая электронная микроскопия, рентгеноспектральный микроанализ, поджог

Поджоги – это возгорание в результате умышленных или неосторожных действий, они наиболее опасны и довольно часто являются причиной пожара. Для поджогов могут быть использованы различные вещества и смеси веществ, называемые зажигательными составами.

Зажигательные составы (ЗС) – это специально подобранные горючие вещества или смеси веществ, способные воспламениться, вызывать пожары и взрывы с выделением большого количества тепловой энергии при их горении.

При экспертном исследовании после пожара остатков ЗС решаются две задачи:

- обнаружение на месте пожара остатков ЗС;
- анализ химического состава обнаруженных составов.

Существует ряд инструментальных методов, для определения выявления следов зажигательных составов – элементный анализ, рентгенофазовый анализ, ИК-спектроскопия, ионная хроматография.

Для каждого метода, необходима тщательная пробоподготовка:

- измельчение (так для рентгенофазового анализа размер частиц анализируемого вещества должен быть порядка 1–10 мкм);
- разделение (в случае смешивания с частицами объекта носителя);
- экстракция и т.д.

Рентгеноспектральный микроанализ с использованием электронного сканирующего микроскопа позволяет определить элементный состав непосредственно на исследуемом объекте в определенной точке, то есть без предварительной пробоподготовки.

С точки зрения проведения пожарно-технических экспертиз ключевой особенностью методов сканирующей электронной микроскопии является возможность *одновременно* регистрировать как изображения, так и локальный элементный состав объектов.

Основная масса зажигательных составов включает в себя **сильные окислители** и **легкоокисляемое вещество**. Окислителями могут быть оксиды железа, меди, цинка, кремния, поскольку реакция горючего с ними заключается в восстановлении чистого металла или неметаллического элемента. Также широкое распространение получили пероксиды щелочных и щелочноземельных металлов:  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{BaO}_2$ ,  $\text{KO}_2$ . Окислителями также могут быть галогениды, сульфиды, хлораты, перманганаты, перхлораты [1]. Методами элементного анализа обнаружить хлораты, перхлораты и их остатки довольно затруднительно.

Непрореагировавшие перманганаты калия, натрия хорошо растворяются в воде и могут быть смыты при тушении [2].

В качестве *горючих веществ* в ЗС используют активные металлы – восстановители (порошкообразный магний, алюминий, титан). В роли горючего-восстановителя выступают также неорганические вещества, включающие такие элементы, как сера, углерод, красный фосфор.

Вещества, используемые для инициирования горения при поджоге, в большинстве случаев изменяют свое исходное состояние, образуя новые соединения (табл. 1).

Таблица 1. Компоненты ЗС и продукты их изменения, которые могут быть обнаружены на месте пожара

Компонент ЗС	Продукты химического изменения
<b>Окислители</b>	
Нитраты ( $KNO_3$ , $NaNO_3$ , $NH_4NO_3$ , $Ca(NO_3)_2$ , $Sr(NO_3)_2$ , $Ba(NO_3)_2$ )	$K^+$ , $Na^+$ , $Ca^{2+}$ , $Sr^{2+}$ , $Ba^{2+}$ , $NO_2^-$ , $OH^-$
Перманганаты ( $KMnO_4$ )	$K^+$ , $Mn^{2+}$ , $MnO_2$ , $Mn_2O_3$
Хлораты ( $KClO_3$ ), броматы ( $KBrO_3$ ), йодаты ( $KIO_3$ )	$K^+$ , $Cl^-$ , $Br^-$ , $I^-$
Перхлораты ( $KClO_4$ , $NH_4ClO_4$ )	$K^+$ , $Cl^-$ , $NH_4^+$
Хроматы и бихроматы ( $K_2CrO_4$ , $K_2Cr_2O_7$ )	$K^+$ , $Cr^{3+}$ , $Cr_2O_3$
Пероксиды и надпероксиды ( $Na_2O_2$ , $BaO_2$ , $KO_2$ )	$K^+$ , $Na^+$ , $OH^-$ , $Ba^{2+}$
Минеральные кислоты ( $H_2SO_4$ , $HNO_3$ )	$SO_4^{2-}$ , $S^{2-}$ , $NO_3^-$ , $NO_2^-$
<b>Горючее</b>	
Активные металлы (Na, K, Ca, Mg, Al)	$Mg^{2+}$ , $Al^{3+}$ , $MgO$ , $Mg(OH)_2$ , $Al_2O_3$ , $K^+$ , $Na^+$ , $OH^-$ , $Ca^{2+}$
Другие вещества (S, P)	$SO_4^{2-}$ , $PO_4^{3-}$ , $H^+$

Остатки ЗС могут быть обнаружены как в очаге пожара, так и в непосредственной близости от него. Исследование методом рентгеноспектрального микроанализа, с целью выявления элементов, входящих в состав ЗС, основано на сравнении с «эталонным» образцом [3].

В качестве примера рассмотрим пожар, произошедший на парковке автомобилей.

На исследование были представлены поврежденные (расплавленные) и неповрежденные металлические фрагменты легкосплавных колесных дисков. Необходимо было определить наличие зажигательных составов на представленных образцах. Для определения элементного состава использовался метод рентгеноспектрального микроанализа с применением сканирующего электронного микроскопа. Для подтверждения элементного состава было проведено картирование – получение карт распределения химических элементов по площади на исследуемых образцах. Результат проведенного элементного анализа представлен в табл. 2, 3.

Таблица 2. Элементный состав поверхностных слоев неповрежденного диска (объект сравнения)

Химический элемент	Линия	Массовая доля, %	$\sigma$ массовой доли, %
Al	K_SERIES	86,97	0,24
Si	- // -	13,03	0,09

Таблица 3. Элементный состав поверхностных слоев расплавленного колесного диска

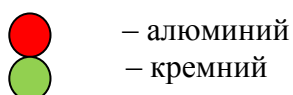
№ точки съемки	Химический элемент массовая доля, %										
	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	Fe	Zn	Итого
1	1,81	64,32	27,78	1,10	1,31	-	2,89	-	0,31	0,48	100,00
2	2,72	61,30	28,50	1,01	1,60	-	2,20	1,10	1,05	0,52	100,00
4	1,64	63,32	30,20	1,06	-	0,24	2,24	-	0,61	0,69	100,00
5	1,76	63,15	29,01	0,94	0,40	0,19	3,59	-	0,46	0,50	100,00
6	2,15	63,23	29,79	1,15	0,57	-	2,18	-	0,45	0,48	100,00
7	1,86	63,43	30,54	1,03	0,44	-	2,00	-	0,32	0,38	100,00
8	0,95	65,46	31,75	-	-	-	0,51	0,65	0,23	0,45	100,00
9	1,41	62,08	31,24	0,48	0,50	0,35	0,52	2,80	0,32	0,30	100,00
10	1,27	67,10	29,24	0,19	-	-	-	2,03	-	0,17	100,00

Из табл. 2 видно, что образец сравнения выполнен из сплава алюминия и кремния, то есть является силумином [4].

На поверхности фрагмента расплавленного диска обнаружены химические элементы, которые не были в образце сравнения: магний, сера, калий, хлор, кальций, титан, цинк и железо (табл. 3). Наличие данных элементов свидетельствует о возможном применении их химических соединений в составе ЗС.



Фото 1. Карта распределения химических элементов образца сравнения



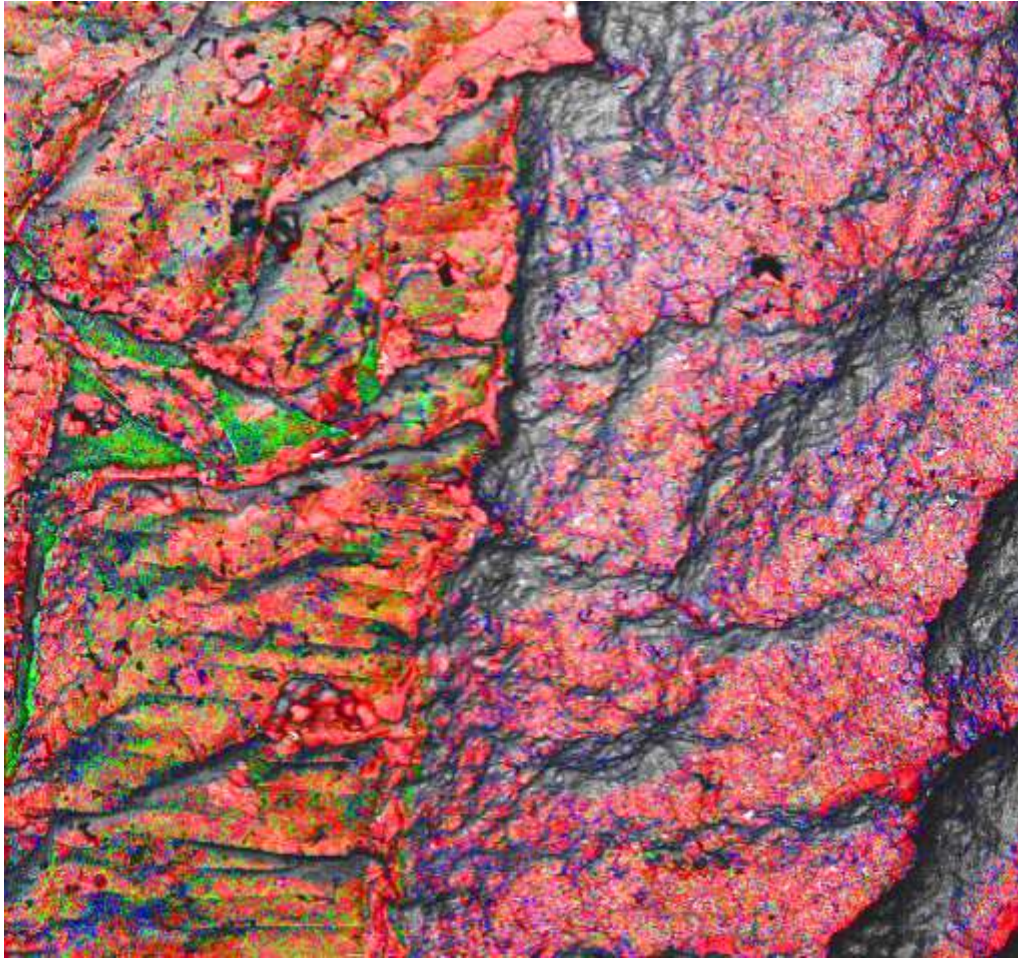
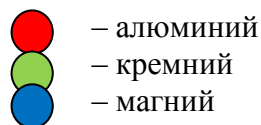


Фото 2. Карта распределения химических элементов на фрагменте расплавленного колесного диска



На полученной карте распределения элементов образца сравнения основным элементом, составляющим матрицу, является алюминий. На его поверхности присутствуют включения кремния, который равномерно распределен по поверхности алюминия (фото 1). На поверхности фрагмента расплавленного диска присутствуют включения магния (фото 2).

По данным элементного анализа, среди обнаруженных элементов присутствует химически активный металл *магний*, который является горючим веществом в ЗС [5].

В литературе [6] отмечается, что из смеси легко окисляемых металлов (порошковый магний или алюминий) с сильным окислителем, таким как перхлорат калия, изготавливают так называемые «порошки–вспышки». Они дают интенсивное пламя при почти мгновенном сгорании. Для зажигания этих смесей достаточно минимума энергии в виде искры или теплоты трения, а температура при горении может достигать до 3 000 °С.

Таким образом, уже на начальной стадии исследования, без специальной пробоподготовки, объекты, изъятые с места пожара, могут быть проанализированы методом рентгеноспектрального микроанализа на наличие в своем составе элементов, составляющих основу ЗС. Возможность регистрировать локальный элементный состав объекта позволяет упростить исследование остатков ЗС.



## **Литература**

1. Обнаружение и исследование зажигательных составов, применяемых при поджогах / И.Д. Чешко [и др.]: метод. пособие. М.: ВНИИПО. 2012. 90 с.
2. Уманский Я.С. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. М.: Металлургия, 1982. 632 с.
3. Чешко И.Д., Плотников В.Г. Анализ экспертных версий возникновения пожара: в 2-х кн. СПб.: СПбФ ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2012. Кн. 2. 364 с.
4. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учеб. пособие для вузов. 4-е изд., доп. и перераб. М.: МИСИС, 2002. 360 с.
5. Мутылина И.Н. Металловедение. Цветные металлы и сплавы на их основе. Учебно-методический комплекс. СПб.: Проспект, 2017. 160 с.
6. Рид С. Дж. Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия. М.: Техносфера, 2008. 232 с.



---

---

# НАДЗОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

---

---

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАДЗОРНЫХ ОРГАНОВ МЧС РОССИИ

**А.Н. Макаренко;**

**П.В. Елизаров;**

**О.В. Войтенок, кандидат технических наук, доцент;**

**О.С. Юнцова, кандидат педагогических наук, доцент.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены вопросы применения методов векторной оптимизации в управлении эффективностью деятельности надзорных органов МЧС России, оценки их эффективности и результативности с учетом изменений законодательства в данной области.

*Ключевые слова:* эффективность, управление деятельностью, результативность, метод, векторная оптимизация

В настоящее время качество выполнения решаемых задач в МЧС России во многом определяется человеческим фактором. Начиная с 2018 г. в МЧС России началась реорганизация деятельности органов государственного пожарного надзора (ГПН), что предполагает оптимизацию на всех уровнях, начиная с должностей инспекторского состава.

На данный момент были разработаны показатели, которые отражают результативность и эффективность деятельности органов ГПН [1], но пока отсутствуют показатели оценки результативности и эффективности конкретных должностных лиц.

Периодическая оценка эффективности работы сотрудников надзорных органов МЧС России является важным стимулом в совершенствовании исполнения функций по надзору инспекторским составом, а также за выполнением обязательных требований в установленной сфере деятельности [2].

Деятельность сотрудников ГПН направлена на достижение важных результатов – снижение к 2025 г. не менее чем на 30 % травмированных, пострадавших, а также количества погибших в результате чрезвычайных ситуаций (ЧС), пожаров людей и ущерба от деструктивных событий.

Вопросам разработки подходов и методик оценки деятельности органов ГПН всегда уделялось повышенное внимание.

Для совершенствования деятельности органов ГПН нужно решить множество задач, а именно:

- стандартизация методов работы в надзорной деятельности с различными категориями личного состава;
- внедрение автоматизации различных процедур с применением инновационных технологий в системе управления ГПН;
- разработка и применение механизмов и методик по совершенствованию управления органов ГПН;
- создание в МЧС России системы обеспечения ГПН задач, основанных на научно-обоснованных разработках совершенствования надзорной деятельности;
- усовершенствование и создание наиболее оптимальной нормативно-правовой базы.

Согласно Федеральному закону от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [3] федеральный государственный пожарный надзор является деятельностью уполномоченных федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, а также подведомственных им государственных учреждений, осуществляющих переданные полномочия по предупреждению, выявлению и пресечению нарушений требований пожарной безопасности, установленных законодательством.

Оценка результативности и эффективности надзорной деятельности определяется снижением уровня причиняемого ущерба (вреда), возможностью обеспечения его прекращения или ликвидации, а также достижением оптимального распределения трудовых, материальных и финансовых ресурсов государства.

Проблема эффективной деятельности органов ГПН на сегодняшний день остается актуальной. Ее решение в системе МЧС России предполагается осуществлять на основе дальнейшей автоматизации деятельности органов ГПН с применением инновационных технологий.

Организация и осуществление деятельности органов ГПН ведется на основе плана.

Планом является документ, устанавливающий перечень необходимых мероприятий, их последовательность и объем, а также наделение ответственных исполнителей полномочиями, выделение достаточных ресурсов и определение сроков.

Обоснованность, конкретика, результативность и эффективность являются важнейшими требованиями, предъявляемыми к планам.

Согласно Распоряжению Правительства Российской Федерации от 17 мая 2016 г. № 934-р утверждены основные понятия результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности [4]:

– *результативность* государственного контроля (надзора) и муниципального контроля – степень достижения общественно значимых результатов государственного контроля (надзора) и муниципального контроля, выражающихся в минимизации причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям в соответствующей сфере деятельности (то есть результативность контрольно-надзорной деятельности);

– *эффективность* государственного контроля (надзора) и муниципального контроля – степень устранения риска причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям с учетом используемого объема трудовых, материальных и финансовых ресурсов, а также уровня вмешательства в деятельность граждан и организаций (далее – эффективность контрольно-надзорной деятельности).



Рис. Структура надзорных органов МЧС России

Система управления органами ГПН структурирована, ее деятельность осуществляется на основе подчинения нижестоящих органов ГПН вышестоящим (рис.).

Представленная система не является достаточно эффективной, так как в процессе выработки и принятия решений в системе управления ГПН могут возникнуть следующие противоречия:

- между необходимостью постоянно сокращать время на подготовку решения и возрастающей ответственностью за его принятие;
- между необходимостью повышения ответственности лица, принимающего решение (ЛПР), и органов ГПН за принятые ими решения и необходимостью исключить субъективность в процессе принятия решений;
- между потребностью повышения обоснованности и законности при принятии решения и необходимостью повышения оперативности его принятия;
- между потребностями ЛПР и органов ГПН в эффективных средствах информационной поддержки.

Разрешение указанных противоречий лежит в основе научных и технологических решений.

В процессе управления постоянно возникают ситуации, когда руководители разных уровней сталкиваются с необходимостью выбора любого из нескольких возможных вариантов действий.

Разработка и принятие решений является главным процессом в работе руководителя, который определяет все альтернативы процесса управления, а именно окончательный результат его деятельности.

Делая заключение по принятию решений в разного рода целенаправленности деятельности человека, легко определить ряд условий к свойствам методов, которые отражают процесс принятия решений.

Все методы векторной оптимизации можно разбить на пять групп [5].

1. Методы, структура которых состоит из формализации (задач математического программирования).

2. Методы, структура которых состоит из упорядоченных критериев и их рациональном применении.

3. Методы, структура которых состоит из применения сгруппированных суждений для качественной оценки различных критериев.

4. Методы, структура которых не содержит применение сгруппированных суждений для качественной оценки различных критериев.

5. Методы, структура которых состоит в использовании процессов жизненного цикла системы (структуризации и адаптации) при выборе оптимальных решений.

Методы располагаются в порядке увеличения их вероятностных совокупностей (классификационный признак – единство достижения концепции несоответствия).

Первая и вторая группа методов не полностью осуществляют концепцию несоответствия (системности).

Третья группа методов весьма эффективна (практична в применении), однако редко удается найти обоснование и создать соответствующий принцип.

Четвертая группа методов характеризуется как наиболее продуктивная, потому что она учитывает оптимальную работу ЛПР при исследовании критериев.

Пятая группа методов определяет новые направления в сфере векторной оптимизации и находит реализацию в развивающихся управленческих системах.

Задача многокритериальной оптимизации состоит в том, что имеется множество допустимых решений  $X \in W$ , не всегда связанных между собой и противоречивых.

Чтобы оценить конкурирующие решения по различным критериям, предельные значения (ограничения) отображают в многомерном векторном пространстве.

Исходя из векторных оценок, выбирается наиболее эффективное (оптимальное) решение:

$$y = f(x) \rightarrow optim.$$

Выбор оптимального решения связан с освоением неоднозначностей, которые формируются из-за возникновения ряда альтернатив. Эта неоднозначность категорична. Для уравнивания имеется лишь единственное решение: применение структуры приоритетов ЛПР (то есть индивидуальных данных).

Метод должен определять подлинный процесс мысли человека. Необходимо отметить, что наука, находящаяся в основании системы, может не абсолютно замещать интеллект и навыки человека в области трактовки реального мира.

Метод должен служить универсальной систематической основой для принятия решений, позволяя поставить процесс принятия решений на поток. (Взамен мозговой атаки, спланированной самопроизвольно и без задуманного замысла, добиться отчетливого сценария, достигнуть ясного способа формирования взглядов по принятию решений в различной направленности процесса).

Метод должен распознавать и решать проблему, связанную с принятием решений, с учетом действительных затруднений и иных проблем. Хочется подчеркнуть, что применение общепринятых концептуальных способов недопустимо без всяческих предположений, облегчающих ситуацию.

Метод должен допускать те индивидуальные возможности, при которых очень часто имеется множество суждений, а также множество направлений принятия решений. В системе формирования единственного суждения могут возникать различного рода противоречия. Поэтому для конкретного результата нужны средства достижения договоренности.

Следовательно, для гарантии четкости важна структура численного распределения (приоритизации) всевозможных альтернатив. (Умение «осознавать» числа является уникальностью мышления человека). Это обуславливает постановку задачи при принятии решений.

Метод должен допускать рациональный и ясный способ анализа различных решений. Иначе процесс принятия решений вполне возможно считается неконкретным, и его имеющиеся потенциалы могут быть не воплотимы.

Для решения сложных структурированных задач наиболее подходит метод анализа иерархий (МАИ), реализованный американским ученым Томасом Л. Саати [5].

Метод основан на декомпозиции проблемы на все более простые элементы и предстоящей отработке комбинаций утверждений ЛПР по парным сравнениям. В процессе, возможно, будет проявлена количественная оценка (интенсивность) взаимосвязи элементов в иерархии. Дальше эти предположения характеризуются количественно. МАИ содержит комбинированные операции множества утверждений, приобретение предпочтений принципов и выявления актуальных решений.

МАИ состоит из следующих этапов:

1. Постановка проблемы и определение желаний.
2. Построение иерархии (целей, критериев, альтернатив).
3. Построение множеств матриц парных сравнений для всех нижних уровней по одной матрице для каждого элемента, располагающегося сверху уровня.
4. Проверка индекса упорядоченности каждой матрицы.
5. Использование иерархического синтеза для оценки своих векторов весами альтернатив (критериев) и нахождение суммы по всем предусмотренным оцененным элементам собственных векторов уровня иерархии, находящегося ниже.

Так как органы надзорной деятельности являются сложно структурированной системой, то для решения задач на различных уровнях данной системы наиболее подходит МАИ. Потому что иерархия есть определенный тип системы, основанный на суждении, что все компоненты системы могут быть объединены в хаотичные множества. Компоненты каждого множества располагаются под воздействием элементов отдельного четко обусловленного ряда и в большей степени воздействуют на элементы другого ряда. В МАИ элементы в каждом ряду иерархии (уровне) являются самостоятельными.

Анализируя различные показатели эффективности и применяя различные многокритериальные методы, основанные на решении сложных проблем при принятии управленческих решений с помощью метода анализа иерархии, можно повысить эффективность управления органов надзорной деятельности МЧС России.

### **Литература**

1. Об утверждении перечней показателей результативности и эффективности деятельности надзорных органов МЧС России: Приказ МЧС России от 18 дек. 2017 г. № 576. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

2. О федеральном государственном пожарном надзоре: постановление Правительства Рос. Федерации от 12 апр. 2012 г. №290. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

3. О пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 21 дек. 1994 г. № 69-ФЗ. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

4. Основные направления разработки и внедрения системы оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности: распоряжение Правительства Рос. Федерации от 17 мая 2016 г. № 934-р. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

5. Насыров Р.В., Тайгина Е.А., Фарукшин Р.М. Управление в сложных системах: учеб. пособие. Уфа: Изд-во УГАТУ, 2009.

## **О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИСПОЛНЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ ПО НАДЗОРУ В МЧС РОССИИ**

**А.И. Бобров, кандидат технических наук, доцент;**

**С.А. Кончаков, кандидат технических наук.**

**Академия ГПС МЧС России.**

**Т.А. Кузьмина, кандидат педагогических наук.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены подходы по оптимизации на основе целевой функции и критериев надзорных мероприятий (рейдовых мероприятий) с использованием беспилотной авиации в комплексе с новыми информационными технологиями (фотофиксация, передача данных, выявление нарушений с применением теории распознавания образов), предложена структурная схема организации надзорных полетов, варианты задания маршрутов. Предложено централизованное применение вебинаров для ведения профилактической работы. Предложено применить систему управления базами данных для хранения опросных листов в реляционной базе данных с дополнительным полем для хранения фотоматериалов.

*Ключевые слова:* пожарная безопасность, федеральный государственный пожарный надзор, беспилотные воздушные судна, надзорные полеты, вебинар, опросный лист

Необходимость применения (внедрения) новых подходов к организации и осуществлению надзорной деятельности регламентирована Указом Президента Российской Федерации [1], тем же руководящим документом определен приоритет профилактических мероприятий. Одним из показателей состояния системы обеспечения пожарной безопасности является доля профилактических мероприятий в совокупном объеме надзорных мероприятий, а также разработка мер по оптимизации (повышению эффективности) федерального государственного пожарного надзора, ведомственного пожарного надзора за счет совершенствования форм и методов осуществления надзорной деятельности, что в свою очередь требует совершенствования нормативно-правовой базы по вопросам обеспечения пожарной безопасности, внесения изменений в Кодекс Российской Федерации об административных

правонарушениях [2] (предложения рассмотрены в данной статье).

Авторами проведен анализ существующих решений по автоматизации надзорной деятельности в МЧС России, определены факторы внутренней среды объекта анализа, факторы внешней среды (применены подходы SWOT-анализа), данный подход определил свободный выбор анализируемых элементов, он использовался для оперативной оценки и для стратегического планирования на длительный период.

Приказом МЧС России [3] определен порядок рейдовых осмотров сотрудниками федерального государственного пожарного надзора и оформления результатов осмотров. Предлагается для проведения осмотров использовать беспилотные воздушные судна (беспилотные авиационные системы), которые позволят существенно повысить эффективность надзорных мероприятий за счет увеличения масштабов осматриваемой территории, скорости.

В качестве предмета рейдовых осмотров в Приказе МЧС России [3] закреплены подходы по приоритетному выявлению готовящихся нарушений (а также признаков совершенных нарушений) в области пожарной безопасности по вопросам очистки территории, прилегающей к лесным массивам, от сухой травы, валежной древесины, остатков деловой древесины, скоплений бытового и промышленного мусора, наличия противопожарных барьеров (линейных земельных участков, прошедших механическую обработку грунта), канав и др. А также выявления на территории, прилегающей к лесным массивам, незаконного строительства сооружений, складирования горючих стройматериалов, соблюдения установленного в Постановлении «О противопожарном режиме» [4] порядка использования открытого огня (разведения костров), контроля транспортной доступности источников наружного противопожарного водоснабжения.

Оптимальным способом (по целевой функции на основе сформированных критериев: затрат времени выполнения осмотров, затрат финансовых ресурсов, снижения ущерба от пожаров за счет своевременного выявления нарушений) и наиболее быстрым способом внешнего визуального осмотра строений является применение беспилотной авиации с жестким крылом (самолетного типа) (рис. 1). В статье использованы изображения летательных аппаратов, представленных на сайтах отечественных производителей.



Рис. 1. Беспилотное воздушное судно с жестким крылом (самолетного типа)

При использовании беспилотного воздушного судна предмет рейдовых надзорных осмотров может быть расширен до организации контроля за соблюдением требований пожарной безопасности в части: выявления на территориях, прилегающих к объектам защиты емкостей с горючими жидкостями и газами, содержания наружных пожарных лестниц в пригодном для использования состоянии, содержания приямков подвальных этажей, состояния противопожарных резервуаров (источников), подъездов к ним, контроля нормативного расстояния от объектов защиты при выжигании собственниками сухой

травянистой растительности, использования противопожарных расстояний между объектами защиты для складирования, стоянки транспорта и другого, загромождения проездов (выездов), контроля очистки от горючих материалов охранных зон железных дорог, складирования сухих животноводческих кормов на безопасных расстояниях и других нарушений требований пожарной безопасности, которые могут быть выявлены в ходе визуального осмотра с высоты полета воздушного судна.

Примерная структурная схема организации надзорных полетов приведена на рис. 2.

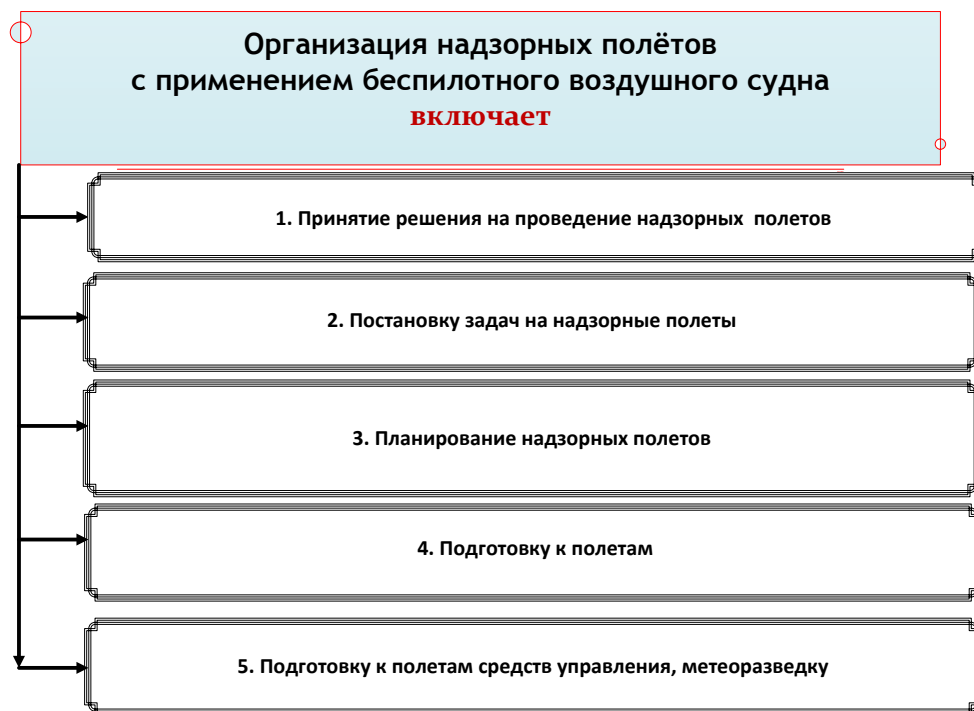


Рис. 2. Беспилотное воздушное судно «самолетного типа»

Необходимым элементом для фиксации нарушений требований пожарной безопасности является координатная привязка к географической информационной системе с использованием навигационных систем «Глонасс», «GPS», фотофиксация, своевременная передача данных по цифровым беспроводным протоколам.

Также обработка значительных объемов видеoinформации потребует разработки специального программного обеспечения для автоматизированного выявления нарушений требований пожарной безопасности на основе теории распознавания образов, это достаточно сложное и перспективное для научных исследований направление. В техническом задании на разработку данной системы должно быть закреплено требование к способности самообучения системы, при котором точность распознавания нарушений требований пожарной безопасности увеличивается с каждым новым проходом над объектом защиты.

Технология задания маршрутов облета заданного района (объекта) достаточно хорошо проработана в литературе, например – подробно описана в Руководстве по применению воздушных робототехнических комплексов [5]. Известны: кольцевой замкнутый маршрут облета заданного района (рис. 3), облет заданной полосы, облет заданного сектора, способ авиавыхода к заданному объекту защиты и его облет, осмотр линейного объекта (данный метод может применяться при контроле очистки от сгораемых материалов охранных зон транспортных коммуникаций, прилегающих к лесам территорий).



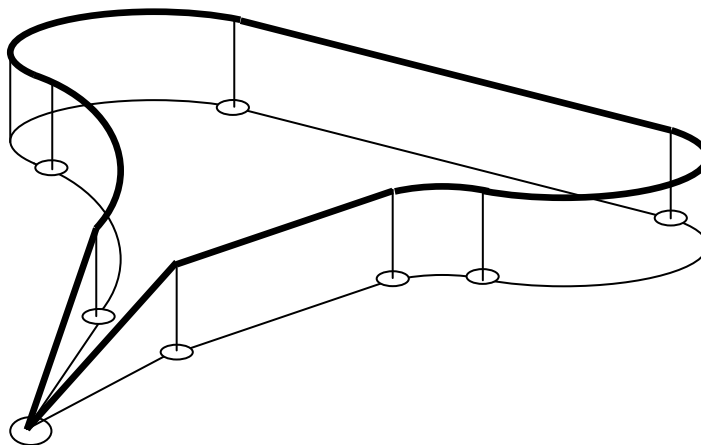


Рис. 3. Кольцевой замкнутый маршрут облета заданного района

При выявлении нарушений требований пожарной безопасности возможно вынесение предостережения о недопустимости нарушения требований пожарной безопасности в соответствии с приложением № 15 Приказа МЧС России [6]. Однако при грубых нарушениях требований пожарной безопасности авторы предлагают рассмотреть вопрос о внесении изменений в примечание к ст. 1.5 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях [2], предусмотрев ответственность собственников земельных участков, объектов недвижимости (при фиксации нарушений пожарной безопасности беспилотными воздушными судами). Данное решение позволит резко повысить производительность труда сотрудников федерального ГПН, позволит применять административные меры к собственникам участков по полученным данным с использованием межведомственного электронного взаимодействия.

XXI век характеризуется повышением производительности труда за счет использования новых информационных технологий. Достаточно часто отделы надзорной деятельности и профилактической работы исполняют государственную функцию по надзору за выполнением требований пожарной безопасности в нескольких муниципальных образованиях, территориально расположенных на значительных расстояниях, что затрудняет профилактическую работу.

Предлагается (в качестве дополнительного решения), совместно с традиционными формами ведения профилактической работы в области пожарной безопасности, использовать новые информационные технологии – вебинары в форме интерактивных онлайн-семинаров с определенными категориям граждан и должностных лиц. Чтобы попасть на тренинг или семинар по вопросам пожарной безопасности, достаточно иметь компьютер (современный телефон) с подключением к сети, если слушатель не имеет физической возможности присутствовать на семинаре в онлайн-режиме, современные технологии позволяют разместить запись семинара на сетевом ресурсе с возможностью последующего просмотра. Широкое внедрение вебинаров в профилактическую работу в области пожарной безопасности позволит накопить значительную базу видеоматериалов для различных целевых аудиторий.

Авторы предлагают автоматизировать процесс хранения и обработки данных опросных листов [7] в отделах (управлениях) надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России. Отличием от загружаемых (с возможностью хранения данных) на портал <https://proverki.gov.ru> является то, что схема данных дополнена полем типа «OLE» для хранения фотоматериалов (возможно хранение любых других форматов данных, в том числе текстовых).

Примерная структура организации данных по приложению 1 Приказа МЧС России [7] приведена на рис. 4.

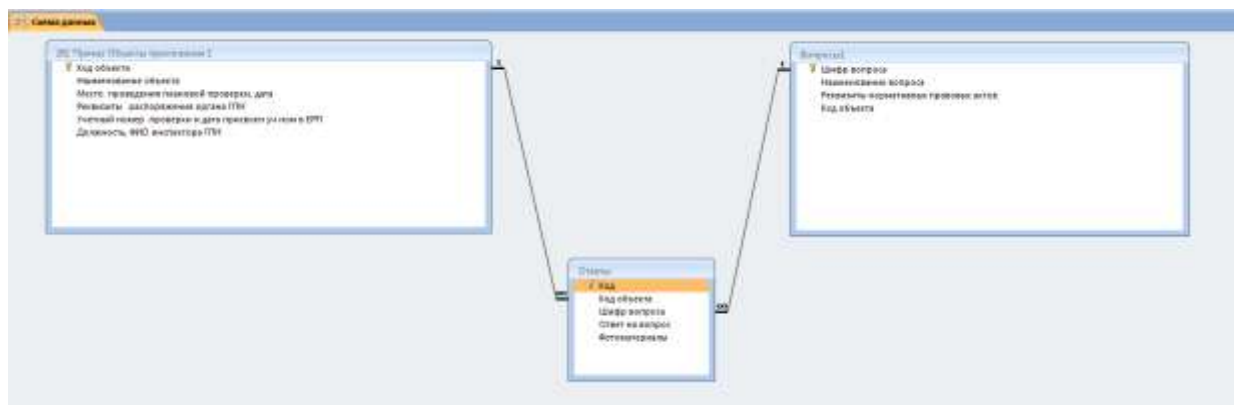


Рис. 4. Схема данных по приложению 1 Приказа МЧС России [7]

Применение системы управления базами данных позволит пользователю (инспектору) применить весь встроенный потенциал системы: создавать отчеты по требуемой форме, производить выборку по нескольким объектам, применять фильтрацию данных, сортировку, создавать сложные (с условиями) запросы на встроенном в систему структурируемом языке SQL, создавать кнопочные формы и многое другое, в том числе внутренние пользовательские интерфейсы.

### Литература

1. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года: Указ Президента Рос. Федерации от 1 янв. 2018 г. № 2. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: Федер. закон Рос. Федерации от 30 дек. 2001 г. № 195-ФЗ. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

3. Об утверждении Порядка оформления и содержания заданий на проведение плановых (рейдовых) осмотров, обследований территорий по вопросам обеспечения пожарной безопасности, выполнения требований в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и оформления результатов таких плановых (рейдовых) осмотров, обследований: Приказ МЧС России от 24 марта 2017 г. № 132. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

4. О противопожарном режиме: Постановление Правительства Рос. Федерации от 25 апр. 2012 г. № 390. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Руководство по применению воздушных робототехнических комплексов с беспилотными летательными аппаратами в интересах МЧС России. / ФГКУ Дальневосточный региональный поисково-спасательный отряд МЧС России. 2014. 137 с. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности: Приказ МЧС России от 30 нояб. 2016 г. № 644. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. Об утверждении форм проверочных листов, используемых должностными лицами федерального государственного пожарного надзора МЧС России при проведении плановых проверок по контролю за соблюдением требований пожарной безопасности: Приказ МЧС России от 28 июня 2018 г. № 261. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».



---

---

# ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ И ОБЪЕКТАХ ИНФРАСТРУКТУРЫ

---

---

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПОЕЗДОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**С.В. Ильницкий;**

**Д.В. Ильницкая;**

**И.Л. Скрипник, кандидат технических наук, доцент.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены вопросы обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации автомобильных поездов на территории Российской Федерации. Проведен анализ возникновения пожаров на транспорте, в частности на автомобильных поездах, и степень возникновения опасных последствий для жизни и здоровья участников дорожного движения, а также в местах стоянки или хранения грузов.

*Ключевые слова:* автомобильный поезд (автопоезд), дорожное движение, пожарная безопасность, пожарная опасность

Автомобильный поезд может состоять как из грузовых прицепов и полуприцепов, так и из пассажирских. На территории Российской Федерации в качестве пассажирских автопоездов могут выступать трамваи, а также автобусы и троллейбусы, с так называемыми «гармошками». Главной отличительной особенностью автопоезда является соединения всех секций гибким сочленением. Количество таких секций может достигать до 5–7. В России часто можно увидеть автопоезда с тремя секциями. На западе, например в Австралии, среднее количество секций у автопоездов составляет 4–5 полуприцепов. Важной особенностью определения автопоезда в России является различные номерные знаки тягача и прицепа или полуприцепа.

У автопоездов есть своя внутренняя классификация по виду прицепов или полуприцепов:

- тентовые;
- рефрижераторные;
- автовозные;
- контейнерные.

Длина автопоезда в России регламентируется Правилами дорожного движения, п. 23.5. Перевозка тяжеловесных и опасных грузов, движение транспортного средства, габаритные параметры которого с грузом или без него превышают по ширине 2,55 м (2,6 м – для рефрижераторов и изотермических кузовов), по высоте 4 м от поверхности проезжей части, по длине (включая один прицеп) 20 м, либо движение транспортного средства с грузом, выступающим за заднюю точку габарита транспортного средства более чем на 2 м, а также движение автопоездов с двумя и более прицепами осуществляются в соответствии со специальными правилами [1, 2]. Если исходить из данного пункта правил, то длина автопоезда не должна превышать 20 м. Причем длина тягача или прицепа отдельно не должна быть больше 12 м. Но это отнюдь не значит, что составы длиной более 20 м не допустимы для передвижения по дорогам нашей страны. Просто для передвижения более длинных автопоездов требуется специальное разрешение, но в любом случае длина одиночного транспортного средства (как пример, автомобиля-фургона) не может быть

больше 12 м. Всегда нужно помнить, что длина прицепа измеряется вместе с сцепным устройством, то есть, если длина тягача 8 м, длина прицепа 12 м, а само сцепное устройство 1,5 м, то длина всего состава будет равна 21,5 м, что противоречит правилам дорожного движения и требует получения специального разрешения на грузоперевозку.

Основное преимущество автопоездов заключается в том, что это многозвенное комбинированное транспортное средство. Автопоезда состоят из: тягача («транспортного средства с двигателем») и прицепа (прицепной автопоезд). Автопоезд – удобное решение для перевозки относительно нетяжелых, но объемных грузов, таких как продукты питания, упаковка, теплоизоляция, тара.

Длина автопоезда в Европе не должна превышать 18 м, это общая длина всего подвижного состава. При этом в Европе ограничена и длина самого полуприцепа, она не может превышать 12 м. Масса автопоезда с пятью и более осями в России не может превышать 40 т. Это ограничение касается, в общем-то, любого транспортного средства и прописано все в том же пункте правил 23.5. В этом правиле есть и исключения, например для контейнеровозов, с 40 футовым контейнером, максимальная масса такого автопоезда не может превышать 44 т.

На рис. 1 представлены примеры возможных типов грузовых автопоездов, которые можно встретить на территории Российской Федерации и за рубежом.



**Рис. 1. Типы грузовых автопоездов**

Статистические данные последних пяти лет показывают постоянный рост пожаров на автотранспорте (рис. 2).

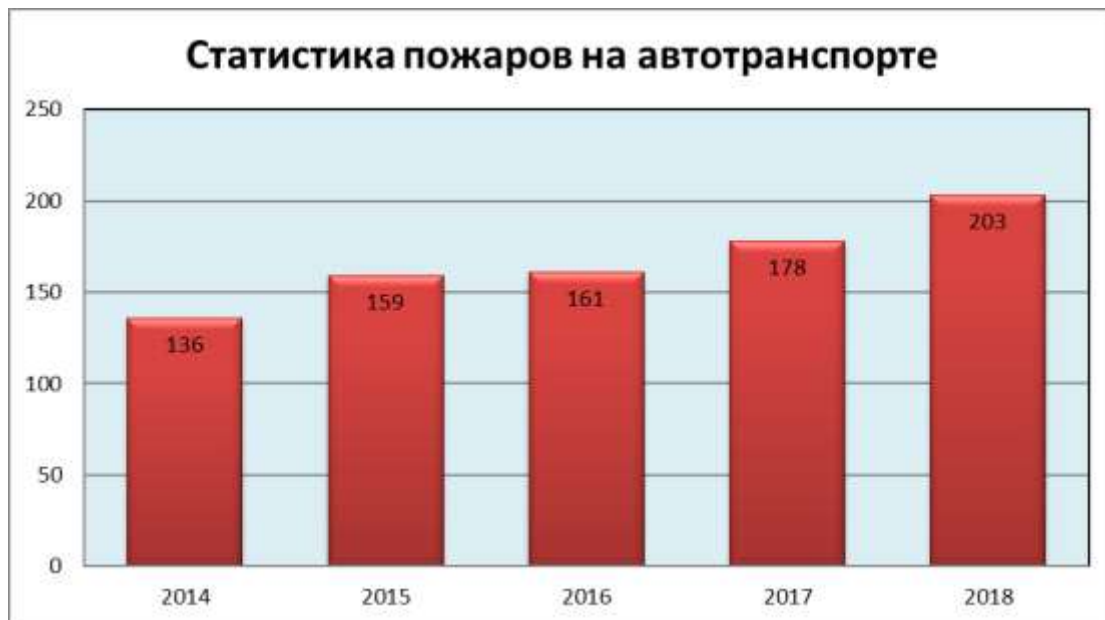


Рис. 2. Статистика пожаров на автотранспорте

Независимо от назначения и типа автопоездов, их нельзя определять в отдельную группу по учету пожаров по причине возникновения возгорания, так как такие причины характерны для всех транспортных средств. Что следует сделать в действительности – это, прежде всего, рассматривать с точки зрения возможного возникновения угрозы жизни и здоровью людей в случае пассажирских автопоездов и угрозы причинения материального ущерба в случае грузовых поездов, а также в местах стоянки автопоездов.

В настоящее время наблюдается количественный и качественный рост автотранспортного парка. Автотранспорт имеет новое энергоёмкое оборудование, применяются все более высокооктановые бензины и газовое топливо, ужесточаются режимы эксплуатации транспорта. А между тем технический уровень средств защиты автомобилей от возгораний за последние десятилетия практически не изменился и базируется лишь на одном методе – это обнаружение пожара человеком-водителем и тушение пожара ручным огнетушителем.

Однако применение ручных огнетушителей при тушении пожаров на транспортных средствах не может обеспечить выполнения определённых выше условий – обнаружить и потушить пожар на ранней стадии.

Основными причинами низкой эффективности указанного метода (способа) являются:

- позднее обнаружение пожара и, как следствие, развитие пожара до II и III стадии;
- необходимость открывания капота приводит к резкому повышению интенсивности горения;
- высокая вероятность отказов в работе имеющихся в распоряжении водителей ручных огнетушителей (постоянные вибрационные и ударные нагрузки, перепады температуры, повышенная влажность и т.п.);
- слабые навыки большинства водителей работы с огнетушителями;
- возможность ошибок в действиях в связи со стрессовой ситуацией (пожар автомобиля, развивающийся по непредсказуемому сценарию).

Отсюда следует вывод, что существует необходимость создания современной нормативной базы, регулирующей вопросы противопожарной защиты автотранспорта [3]. Одновременно необходимо проводить исследования по разработке и применению новых и существующих средств и систем обнаружения и тушения пожара на грузовом автотранспорте. В настоящее время для предупреждения, своевременного обнаружения и тушения пожара на автотранспортных средствах применяются технические решения в зависимости от назначения, особенностей эксплуатации и перевозимых грузов, вот некоторые из них:

- системы блокировки топливпровода автотранспортного средства при авариях;
- системы защиты от токовой перегрузки электрических цепей автомобиля;
- системы автономной пожарной сигнализации;
- автоматические огнетушители и др.

В автопоездах раннее обнаружение очага возгорания необходимо для недопущения причинения максимально возможного вреда жизни и здоровью людей, а также недопущения крупных материальных убытков. Большое внимание в данной области необходимо уделять автопоездам, которые перевозят опасные грузы в большом объеме. Необходимо учитывать специфику перевозимых грузов, особенно все аспекты, касающиеся пожарной опасности транспортируемых материалов.

В наши дни существует множество различных примеров разработки и внедрения некоторых технических решений, направленных на совершенствование системы пожарной безопасности автотранспорта. Примером реализации оригинальных технических решений по обнаружению и тушению возгораний в подкапотном пространстве автомобиля являются разработанные ООО «ГК ЭПОТОС» огнетушители на базе генератора огнетушащего аэрозоля (ГОА) «Допинг-2»; «Допинг-2ТР» и автономная установка обнаружения и пожаротушения «Подкова-01» ЗАО «ПироХимика». Эти установки пожаротушения располагаются в подкапотном пространстве автомобиля и позволяют при возгорании протушить пожар в моторном отсеке на первой стадии. Вместе тем приходится констатировать тот факт, что эти разработки применяются автопроизводителями и автопредприятиями, как правило, в инициативном порядке и в качестве эксперимента.

Применение автоматических и дистанционно управляемых установок пожаротушения в моторном отсеке автомобиля – это частичное решение проблемы, так как не решены вопросы обнаружения и тушения пожара в кабине, пассажирском отсеке, кузове и прицепе. Не реализуется возможность автоматической передачи извещения о пожаре по радиоканалам в ближайшую пожарную часть и большегрузным автомобилям, находящимся на трассе, в зоне непосредственной близости (взаимное оповещение).

Для решения проблемных вопросов, изложенных выше, необходимо проведение исследований с целью разработки комплексного подхода к техническим решениям по обнаружению пожара в грузовом автотранспорте на основе моделирования процессов развития пожара по разным сценариям. Результаты этих исследований должны обеспечить разработку технических требований к системам и установкам обнаружения и тушения пожара на автотранспорте и регламентировать их применение, что в конечном итоге обеспечит резкое уменьшение статистических показателей по гибели людей и материальным потерям в результате пожаров на автотранспорте.

### **Литература**

1. Правила дорожного движения Российской Федерации: постановление Правительства Рос. Федерации от 23 окт. 1993 г. № 1090 (ред. от 4 дек. 2018 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Конвенция о дорожном движении (заключена в г. Вене 8 нояб.1968 г., с изм. от 23 сент. 2014 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Проблемы безопасности и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций. Безопасность–2013: сб. статей III Всерос. науч.-практ. конф. URL: <https://ugatu.su/nauka/> (дата обращения: 28.11.2019).

# **РАСЧЕТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СОВМЕЩЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ ПО ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ ПЛИТАМ**

**П.М. Агеев, кандидат технических наук;**

**Е.Ю. Черкасов, кандидат технических наук;**

**С.А. Домрачев.**

**Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России**

Статья посвящена актуальной проблеме расчётного определения класса пожарной опасности совмещенных покрытий зданий по железобетонным плитам. В публикации приведена зависимость максимальной температуры на необогреваемой поверхности железобетонной плиты от толщины железобетонной плиты.

*Ключевые слова:* пожарная безопасность, класс пожарной опасности, требования пожарной безопасности, нормативная база

Согласно п. 6 ст. 15 «Общие требования к результатам инженерных изысканий и проектной документации» [1] соответствие проектных значений и характеристик здания или сооружения требованиям безопасности должны быть обоснованы одним или несколькими способами, в том числе расчетами и (или) испытаниями, выполненными по сертифицированным или апробированным иным способом методикам.

В соответствии с п. 10 ст. 87 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности № 123-ФЗ [2] пределы огнестойкости и классы пожарной опасности строительных конструкций, аналогичных по форме, материалам, конструктивному исполнению строительным конструкциям, прошедшим огневые испытания, могут определяться расчетно-аналитическим методом, установленным нормативными документами по пожарной безопасности. Наблюдается явное противоречие между требованиями Федеральных законов № 384 и № 123 [1, 2]: методики расчёта, апробированные в течение десятилетий, могут быть не включены в нормативные документы по административно-организационным причинам.

Крыша и, соответственно, покрытие являются неизменным элементом любого здания. В настоящее время в жилых зданиях при устройстве покрытий часто применяются полимерные утеплители и гидроизоляционные материалы по железобетонным плитам. С пожарно-технической точки зрения железобетонная плита характеризуется классом пожарной опасности K0 [3], пределами огнестойкости по несущей способности, целостности и теплоизолирующей способности [4]. Полимерные материалы являются горючими, поэтому присвоение класса пожарной опасности конструкции K0 по умолчанию недопустимо. На данный момент времени действующие нормативные документы, содержащие методики по оценке класса пожарной опасности конструкций с горючими элементами, отсутствуют, что вызывает необходимость их разработки.

Возможность применения горючего материала при соответствии конструкции классу K0, определяется целостностью конструкции и температурой прогрева горючих материалов. Целостность железобетонной плиты определяется по методике В.В. Жукова, приведённой в СТО 36554501-006-2006 [5] и Пособии [6].

В публикациях [5, 6] также приведены данные по теплоизолирующей способности ограждающих конструкций. Под потерей теплоизолирующей способности конструкции в соответствии с ГОСТ 30247.1-94 [4] понимается повышение температуры на необогреваемой поверхности в среднем более чем на 140 °С или в любой точке этой поверхности более, чем на 180 °С по сравнению с температурой конструкции до нагрева, или более чем до 220 °С

независимо от ее начальной температуры. Изменение свойств полимерных материалов начинается с температур, значительно более низких, чем 160 °С. При испытаниях на теплоизолирующую способность измерения температуры прогрева проводятся по ходу испытания, в то время как при испытаниях на класс пожарной опасности – после остывания конструкции. В промежуток времени между отключением системы сжигания топлива и остыванием конструкции возможно значительное повышение температуры необогреваемой поверхности железобетонной плиты за счёт нагретых слоёв конструкции с обогреваемой стороны. Следовательно, при испытаниях на класс пожарной опасности необходимо проведение оценки максимальных температур нагрева горючих материалов, размещенных на необогреваемой поверхности железобетонной плиты.

Определение пожарной опасности образцов строительных конструкций проводят при воздействии на соседние участки поверхности двух температурных режимов пожара [3]. В контрольной зоне тепловой камеры температурный режим пожара определяется в виде следующей зависимости:

$$T = T_0 + 200 \cdot \lg\left(\frac{8}{60} \tau + 1\right),$$

где  $T_0$  – начальная температура, °С;  $\tau$  – время от начала испытаний, сек.

В огневой камере поверхность конструкции подвергается воздействию стандартного температурного режима пожара:

$$T = T_0 + 345 \cdot \lg\left(\frac{8}{60} \tau + 1\right),$$

где  $T_0$  – начальная температура;  $\tau$  – время от начала испытаний, сек.

Время теплового воздействия 15, 30, 45 мин, далее – стадия остывания конструкции с теплоотдачей в окружающую среду с температурой  $T_0$  [3].

Расчёт температурного поля поперечного сечения конструкции производился путем численного решения уравнения теплопроводности с учетом зависимости теплофизических характеристик материалов от температуры [7, 8]:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \operatorname{div}(\lambda \cdot \operatorname{grad}T) - Q,$$

где  $c$ ,  $\rho$ ,  $\lambda$  – удельная теплоемкость, плотность и теплопроводность материала;

$\lambda = A + BT$ ;  $c = D + ET$ ;  $A, B, D, E$  – экспериментальные константы.

Предполагается, что влажность бетона составляет 2,5 %.

На нагреваемой поверхности заданы условия лучистого и конвективного теплообмена поверхности конструкции с окружающей средой:

$$-\lambda \operatorname{grad}T = \alpha_k (T_{\Gamma} - T_{\Pi}) + \varepsilon_{np} \cdot \sigma \left( (T_{\Gamma} + 273)^4 - (T_{\Pi} + 273)^4 \right),$$

где  $\alpha_k = 29 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$  – коэффициент конвективного теплообмена для обогреваемой поверхности;  $\varepsilon_{np}$  – приведенная степень черноты системы «обогревающая среда – поверхность конструкции»;  $\sigma$  – постоянная Стефана–Больцмана;  $T_{\Pi}$ ,  $T_{\Gamma}$  – температуры поверхности конструкции и газовой фазы, °С.

Приведенная степень черноты системы «обогревающая среда – поверхность конструкции» рассчитывалась по формуле:



$$\varepsilon_{\text{ПР}} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_{\text{ЭФФ}}} + \frac{1}{\varepsilon_{\text{ПОВ}}} - 1},$$

где  $\varepsilon_{\text{ЭФФ}} = 0,85$  – эффективная степень черноты продуктов горения;  $\varepsilon_{\text{ПОВ}} = 0,74$  – степень черноты поверхности стали [5].

С необогреваемой поверхности конструкции принято условие теплоизоляции:

$$-\lambda \text{grad}T = 0,$$

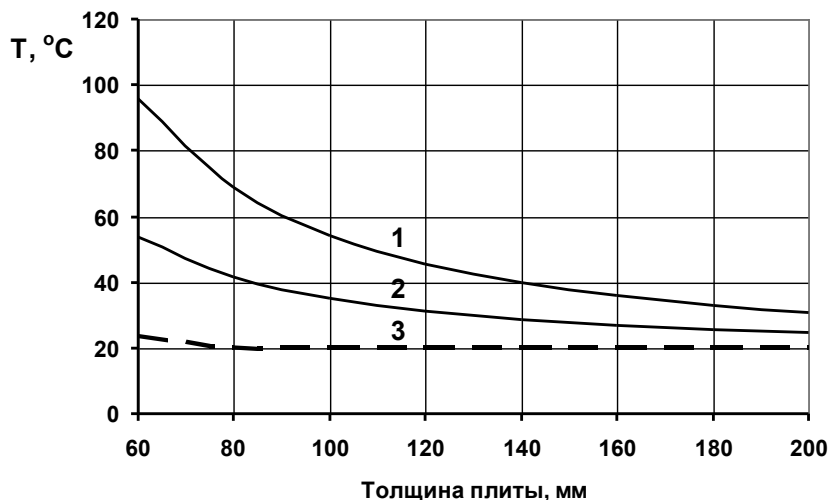
Начальная температура конструкции принята равной температуре окружающей среды.

Расчетная схема прогрева плиты приведена на рис. 1. Линия 1 – условие теплового воздействия пожара; линии 2–4 – условие теплоизоляции. Линия 3 – необогреваемая поверхность плиты.



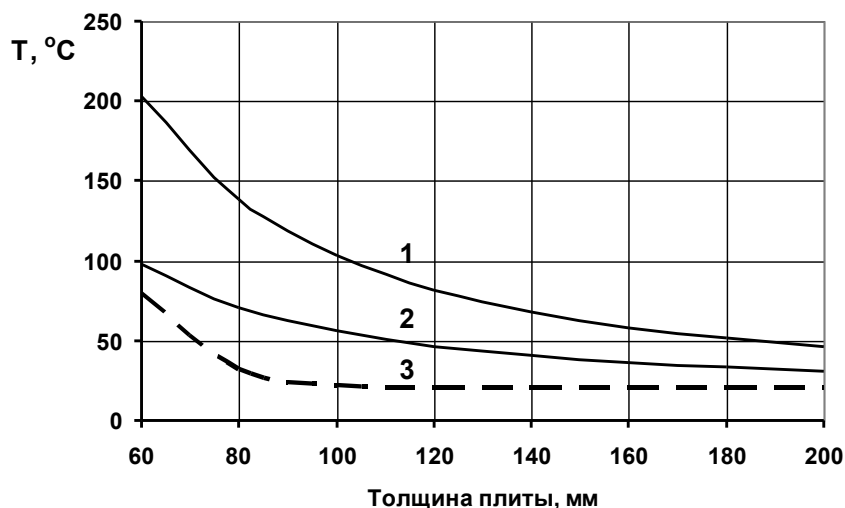
Рис. 1. Расчётная схема прогрева плиты

На рис. 2–4 приведена максимальная температура нагрева необогреваемой поверхности железобетонной плиты в огневой и тепловой камерах при испытаниях на класс пожарной опасности [3] в зависимости от толщины железобетонной плиты.



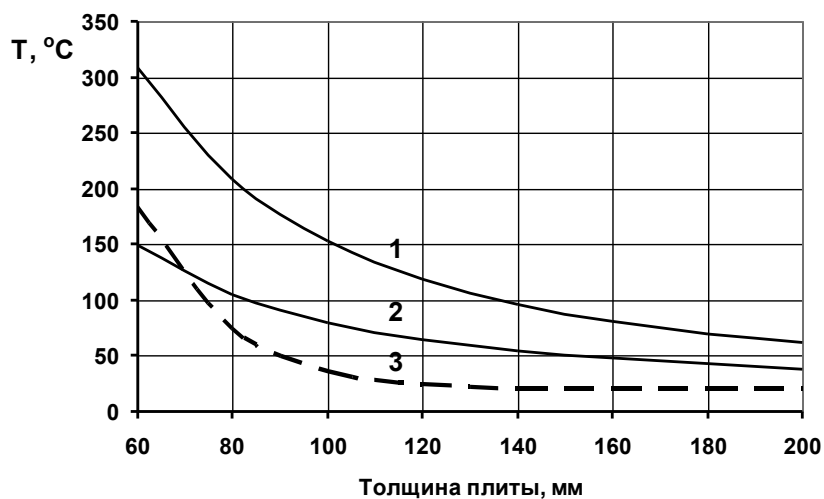
1 – огневая камера; 2 – тепловая камера;  
3 – необогреваемая поверхность на 15 мин (огневая камера)

Рис. 2. Зависимость максимальной температуры на необогреваемой поверхности железобетонной плиты от толщины плиты. Испытания на класс пожарной опасности К0 (15)



1 – огневая камера; 2 – тепловая камера;  
3 – необогреваемая поверхность на 30 мин (огневая камера)

**Рис. 3. Зависимость максимальной температуры на необогреваемой поверхности железобетонной плиты от толщины плиты. Испытания на класс пожарной опасности К0 (30)**



1 – огневая камера; 2 – тепловая камера;  
3 – необогреваемая поверхность на 45 мин (огневая камера)

**Рис. 4. Зависимость максимальной температуры на необогреваемой поверхности железобетонной плиты от толщины плиты. Испытания на класс пожарной опасности К0 (45)**

Как и предполагалось, на необогреваемой поверхности разность максимальной температуры и температуры на момент прекращения сжигания топлива достигает заметных величин, которые нельзя игнорировать.

Очевидно, что при сохранении целостности плиты и максимальной температуре её необогреваемой поверхности ниже температуры начала размягчения полимера (термического разложения, если полимер терморезистивный) с утеплителем ничего не произойдёт. Таким образом, рис. 2–4 позволяют выделить время теплового воздействия на нижнюю поверхность плит покрытий, при которой на верхней поверхности плиты не происходит каких-либо деструктивных процессов с полимерной тепло- и гидроизоляцией. Получаемые результаты хорошо согласуются с данными, представленными в работе [9].

## Литература

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федер. закон Рос. Федерации от 30 дек. 2009 г. № 384-ФЗ. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
3. ГОСТ 30403-96. Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
4. ГОСТ 30247.1-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
5. СТО 36554501-006-2006. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. М.: ФГУП НИЦ «Строительство», 2006. 78 с.
6. Пособие по расчёту огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций из тяжелого железобетона (к СТО 36554501-006-2006) / А.Ф. Милованов. М.: ОАО «ЦПП», 2008. 103 с.
7. Молчадский И.С. Пожар в помещении. М.: ВНИИПО, 2005. 456 с.
8. Мосалков И.Л., Плюснина Г.Ф., Фролов А.Ю. Огнестойкость строительных конструкций. М.: ЗАО «СПЕЦТЕХНИКА», 2001. 496 с.
9. Заключение по оценке классов пожарной опасности и пределов огнестойкости совмещенных покрытий с утеплителем из экструзионного пенополистирола и рулонной кровлей, а также рекомендации по применению таких покрытий в зданиях различного функционального назначения (ООО «ТехноНИКОЛЬ-Строительные Системы»). М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2013. 44 с.



---

---

# БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

---

---

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МЕТОДОМ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСА

**А.Ю. Лабинский, кандидат технических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены особенности моделирования процесса нестационарной теплопроводности методом теплового баланса. Выполнено компьютерное моделирование процесса нестационарной теплопроводности с целью получения трехмерного температурного поля параллелепипеда методом теплового баланса, реализованным в виде программы для ЭВМ.

*Ключевые слова:* нестационарная теплопроводность, метод теплового баланса, компьютерная программа, математическая модель

В практике пожарного дела расчет нестационарной теплопроводности используется для определения температуры в противопожарных преградах на заданной глубине в заданный момент времени с целью последующего сравнения расчетной температуры с предельно допустимой или для расчета допустимого времени нахождения за противопожарной преградой.

Безопасная в пожарном отношении температура на поверхности стены определяется возможностью воспламенения стораемых веществ или материалов при их соприкосновении с данными поверхностями. На необогреваемых поверхностях стен, перегородок, перекрытий при пожаре допускаемая температура принимается равной 150 °С.

В качестве неограниченной пластины в пожарно-технических расчетах могут быть приняты стены, перегородки, плоские элементы строительных конструкций, нагреваемые при пожаре с двух сторон.

Безразмерная температура тела (бесконечная пластина, цилиндр или шар):

$$\Psi = (T - T_c)/(T_0 - T_c),$$

где  $T_c$  – температура внешней среды, определяется по формулам, в которых используются безразмерная координата  $X_0 = X/L$ , число Био  $Bi = \alpha * L/\lambda$  и число Фурье  $Fo = \alpha * \tau/L^2$ .

Уравнение нестационарного температурного поля имеет вид [1]:

$$\Psi = \sum A(\mu_n) * U(\mu_n * X_0) * \text{Exp}(-\mu_n^2 * Fo),$$

где  $A(\mu_n)$  и  $U(\mu_n * X_0)$  – некоторые функции;  $\mu_n$  – корни характеристического уравнения  $\mu = \mu(Bi)$ .

Приведенное уравнение, описывающее нестационарное температурное поле в теле, позволяет рассчитывать температурное поле и в том случае, когда одна из поверхностей тела теплоизолирована. Для этого достаточно поместить начало координат на теплоизолированную поверхность и в качестве характерного размера  $L$  использовать всю толщину тела (пластины).

Уравнения температурного поля имеют вид [2]:

- для пластины:  $\theta = \text{exp}(-Bi * Fo)$ ;
- для цилиндра:  $\theta = \text{exp}(-2 * Bi * Fo)$ ;
- для шара:  $\theta = \text{exp}(-3 * Bi * Fo)$ .

Здесь  $\theta = \vartheta/\vartheta_0$  – безразмерная температура,  $\vartheta = T - T_c$ .

Для малых чисел Био ( $Bi = 0,1$ ) были выполнены расчеты изменения безразмерной температуры  $\theta$  во времени (в зависимости от безразмерного времени  $Fo$ ) для тел различной геометрической формы (пластина, цилиндр и шар). Результаты расчетов представлены на рис. 1.

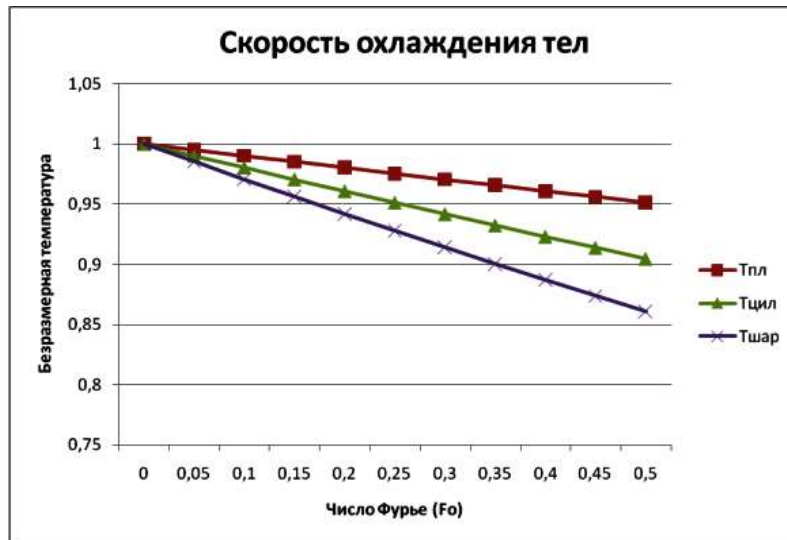


Рис. 1. Зависимость  $\theta = f(Fo)$  для  $Bi = 0,1$

При значении числа Фурье  $Fo \geq 0,3$  для описания изменения во времени безразмерной температуры  $\Psi$  на средней плоскости пластины (оси цилиндра) можно использовать более простое уравнение [3]:

$$\Psi_0 = N(Bi) * \text{Exp}(-\mu_1^2 * Fo),$$

а для температуры на поверхностях этих тел:

$$\Psi_{II} = P(Bi) * \text{Exp}(-\mu_1^2 * Fo),$$

где  $N(Bi)$  и  $P(Bi)$  – некоторые функции, значения которых приведены в таблицах.

Зависимости  $\mu_1^2(Bi)$ ,  $N(Bi)$  и  $P(Bi)$  для пластины приведены на рис. 2:

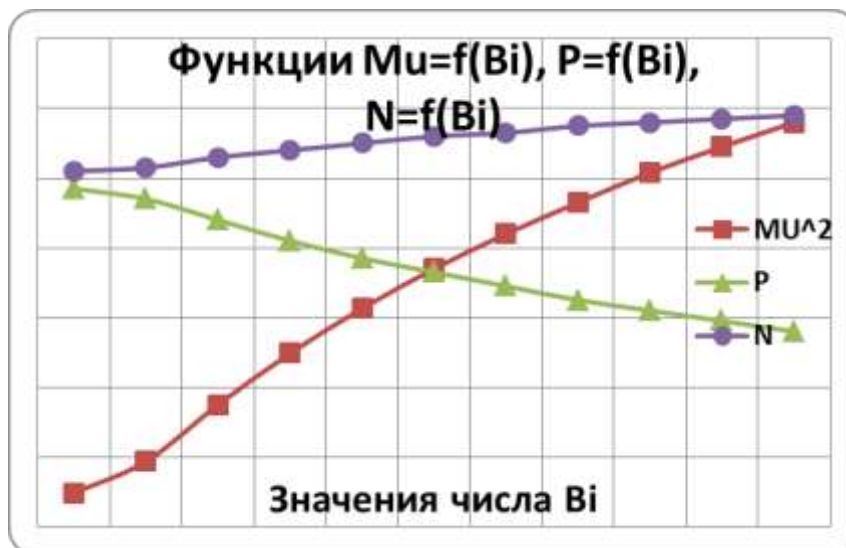


Рис. 2. Зависимости  $\mu_1^2(Bi)$ ,  $N(Bi)$  и  $P(Bi)$  от числа Био для пластины

Безразмерная температура тела в момент времени  $\tau$  при значении числа Фурье  $Fo \geq 0,3$  может быть определена по следующему уравнению [3]:

$$\Psi_{CP} = M(Bi) * \text{Exp}(-\mu_1^2 * Fo),$$

где  $M(Bi)$  – некоторая функция, значения которой для пластины и  $0,1 < Bi < 2,0$  меняются от 1,00 до 0,96.

### *Нестационарное трехмерное температурное поле*

Рассмотрим нестационарное трехмерное температурное поле параллелепипеда (пластины). Заданы коэффициенты теплоотдачи и плотности теплового потока на левой и правой границах тела (пластины), а также геометрические размеры и начальная температура тела (пластины). Теплопроводность тела зависит от текущей координаты и задается с помощью подпрограммы-функции. Для расчета трехмерного температурного поля будем использовать метод теплового баланса [3].

### *Математическая модель*

В пожарно-технических расчетах в качестве неограниченной пластины обычно принимают стены, перегородки, плоские элементы строительных конструкций, нагреваемые при пожаре с двух сторон.

Для параллелепипеда (пластины) нестационарное трехмерное уравнение теплопроводности можно записать в виде [3]:

$$c * \rho * (\partial T / \partial \tau) = \lambda * (\partial^2 T / \partial x^2 + \partial^2 T / \partial y^2 + \partial^2 T / \partial z^2) + q_v$$

с граничными условиями:  $[\pm \lambda * (\partial T / \partial n) + \alpha_0 * T]_{n=0} = q_0$ ,  $n = x, y, z$

и начальными условиями:  $T(x, y, z, \tau)_{\tau=0} = T_0$ .

Результаты расчета температуры  $T(x, y, z, \tau)$  выводятся в заданные моменты времени  $\tau_j$  в заданных сечениях  $z_k$ , перпендикулярных оси  $Z$ . В каждом сечении выводятся все температуры.

Рассмотренная математическая модель была реализована в виде программы для ЭВМ, интерфейс которой представлен на рис. 3:

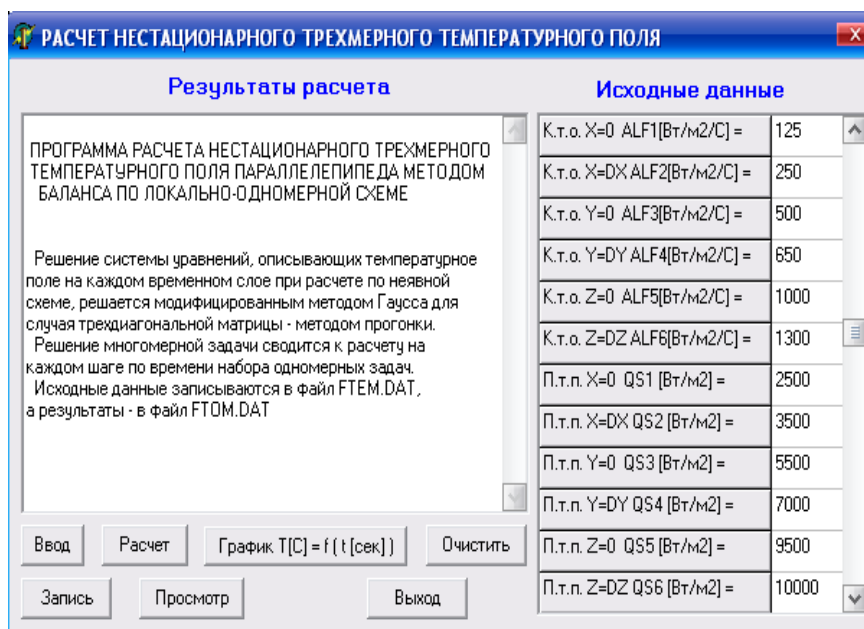


Рис. 3. Программа расчета нестационарного температурного поля

Блок-схема модуля ввода программы представлена на рис. 4:



Рис. 4. Блок-схема модуля ввода программы

Укрупненный алгоритм программы расчета нестационарного температурного поля на языке Object Pascal представлен ниже:

```

unit Tempol;
interface
uses Graphics, Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls,
    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Grids;
type TPFrm = class(TForm)
    MemoClearBtn: TButton; GraphBtn: TButton;
    Label1: TLabel; Label2: TLabel;
    CalcBtn: TButton; ExitBtn: TButton; InputBtn: TButton;
    Memo1: TMemo; StringGrid1: TStringGrid;
    SaveBtn: TButton; ViewBtn: TButton;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure InputBtnClick(Sender: TObject);
    procedure CalcBtnClick(Sender: TObject);
    procedure ExitBtnClick(Sender: TObject);
    procedure TPFrm.GraphBtnClick(Sender: TObject);
    procedure SaveBtnClick(Sender: TObject);
private
public
end;
const dsi: array[1..26] of string[27];
var TPFrm: TPFrm;
    FTI, FTO: text;
    StrI, StrO: TStringList;
implementation
    
```

```

Uses TPVars, TPTools, TPGraph;
{$R *.dfm}
procedure TPFrm.MemoClearBtnClick(Sender: TObject);
begin Memo1.Clear; end;
procedure TPFrm.FormCreate(Sender: TObject);
var i: byte;
begin StrI:=TStringList.Create; StrO:=TStringList.Create;
for i:=1 to 26 do v[i]:=0.0;
for i:=1 to 15 do begin MT[i]:=0.0; MX[i]:=0.0; MY[i]:=0.0; end;
for i:=1 to 26 do bt[i]:=dsi[i]; KL:=26; end;
procedure TPFrm.InputBtnClick(Sender: TObject);
var i,j: integer;
begin if MessageDlg('Загрузить данные из файла FTEM.DAT ?',
mtConfirmation,[mbYes,mbNo],0)=mrYes then begin
ShowMessage('Чтение файла FTEM.DAT !'); AssignFile(FTI,'FTEM.DAT');
{$I-} Reset(FTI); {$I+} if IOResult<>0 then
ShowMessage('Ошибка открытия файла FTEM.DAT') else
Begin for i:=1 to 26 do begin
Readln(FTI,bt[i]); ast:=bt[i]; at:=Copy(ast,1,27);
av:=Copy(ast,28,10); v[i]:=StrToFloat(av); end; CloseFile(FTI);
end;
procedure TPFrm.CalcBtnClick(Sender: TObject);
var i,j: byte; s: string;
begin Memo1.Clear; Memo1.Lines.Add('ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ');
for i:=0 to 25 do begin
v[i+1]:=StrToFloat(StrI[2*i+1]);
s:=dsi[i+1]+FloatToStr(v[i+1]); Memo1.Lines.Add(s); s:=""; end;
Prep1;
Memo1.Lines.Add(' РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:');
Memo1.Lines.Add(' Константы:');
Memo1.Lines.Add(' NX1= '+IntToStr(NX1)+'; NY1= '+IntToStr(NY1)+
'; NZ1= '+IntToStr(NZ1)+'; NMAX= '+IntToStr(NMAX));
TPCalc; Prep2;
Memo1.Lines.Add(' Коэффициенты прогонки:');
Memo1.Lines.Add(' BX[1]='+FloatToStrF(BX[1],ffFixed,10,3)+
'; BX[NX]='+FloatToStrF(BX[NX],ffFixed,10,3));
Memo1.Lines.Add(' Трехмерный массив температур:');
Memo1.Lines.Add(' T[1,NY,1] =' +FloatToStrF(U[1,NY,1],ffFixed,10,3)+
'; T[1,NY,NZ] =' +FloatToStrF(U[1,NY,NZ],ffFixed,10,3));
if MessageDlg('Сохранить результаты в файле FTOM.DAT ?',
mtConfirmation,[mbYes,mbNo],0)=mrYes then
begin ShowMessage('Запись в файл FTOM.DAT !');
AssignFile(FTO,'FTOM.DAT'); Rewrite(FTO); KL:=27; i:=KL;
Writeln(FTO,' ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ: ');
for i:=1 to KL+9 do begin
if i>KL then begin at:=bt[i]; Str(v[i]:10:3,av); Insert(av,at,20); bt[i]:=at; end;
Writeln(FTO,bt[i]); end; for i:=0 to StrO.Count-1 do Writeln(FTO,StrO[i]);
CloseFile(FTO); end; end;
procedure TPFrm.SaveBtnClick(Sender: TObject);
var i: byte;
begin if MessageDlg('Записать данные в файл FTEM.DAT ?',
mtConfirmation,[mbYes,mbNo],0)=mrYes then

```



```

begin ShowMessage('Запись в файл FTEM.DAT !'); AssignFile(FTI,'FTEM.DAT');
Rewrite(FTI);
  for i:=1 to 26 do Writeln(FTI,bt[i]); CloseFile(FTI); end; end;
procedure TPFrm.ViewBtnClick(Sender: TObject);
begin Memo1.Lines.LoadFromFile('FTOM.DAT'); end; end.
procedure TPFrm.ExitBtnClick(Sender: TObject);
begin Close; end;
procedure TPFrm.GraphBtnClick(Sender: TObject);
begin With TPGFrm.Create(Application) do
try ShowModal; finally Free; end; end;

```

По разработанной компьютерной модели, реализованной в виде программы для ЭВМ на языке программирования Object Pascal, были выполнены расчеты нестационарного трехмерного температурного поля методом теплового баланса (баланса по локально-одномерной схеме), результаты которых представлены в окне графического вывода на рис. 5.

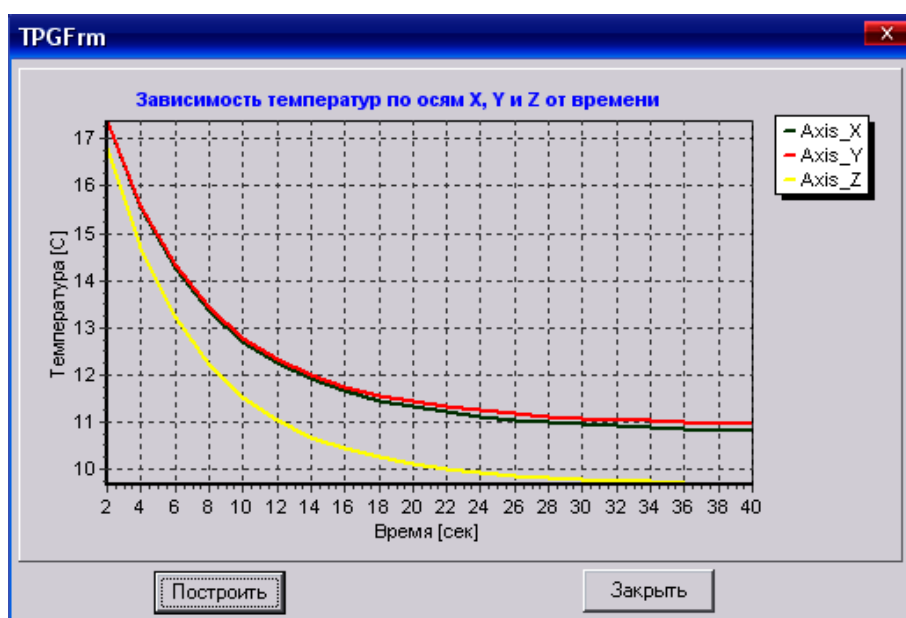


Рис. 5. Зависимость температуры по осям X,Y,Z от времени

#### *Вывод*

Выполнено компьютерное моделирование процесса нестационарной теплопроводности с целью получения трехмерного температурного поля параллелепипеда методом теплового баланса (баланса по локально-одномерной схеме), реализованным в виде программы для ЭВМ на языке программирования Object Pascal. Локально-одномерная схема расчета успешно используется для решения многомерных задач, содержащих совместно протекающие процессы, описываемых несколькими уравнениями. Отличительной особенностью локально-одномерной схемы является безусловная устойчивость расчета.

#### **Литература**

1. Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Теплотехника. М.: Лань, 2012.
2. Теплотехника. Практический курс / Г.А. Круглов [и др.]. М.: Лань, 2017.
3. Дерюгин В.В., Васильев В.Ф., Уляшева В.М. Тепломассообмен. М.: Лань, 2018.

---

---

# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

---

---

## НЕЧЕТКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПОДЪЕМА УРОВНЯ ВОДЫ ПРИ ПАВОДКЕ

**А.Ю. Лабинский, кандидат технических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрена возможность использования аппарата нечетких множеств и нечеткой логики в оценке подъема уровня воды при паводке. Приведены результаты моделирования процесса оценки подъема уровня воды.

*Ключевые слова:* подъем уровня воды при паводке, нечеткая логика, система нечеткого вывода

В данной работе рассматривается нечетко-множественный подход к оценке стихийного бедствия, вызванного подъемом уровня воды на горной реке. Подъем воды на реке может быть вызван двумя природными явлениями – половодьем и паводком.

*Половодьем* называется сравнительно продолжительное увеличение подъема уровня реки, которое повторяется каждый год и сопровождается длительным и высоким подъемом воды, а также выходом воды из русла на пойму [1].

*Паводком* называется относительно неперiodическое и кратковременное поднятие уровня воды в реке, возникающее в результате сравнительно быстрого таяния ледников и снега при оттепели [1]. Распространение паводка вниз по течению горной реки может происходить со значительной скоростью, достигающей 50 км/час и более [2]. Значительный паводок может привести к наводнению.

Под *наводнением* понимается затопление водой территории, прилегающей к реке. Наводнение может привести к гибели людей, наносит урон здоровью населения и причиняет материальный ущерб [3].

В долинах высокогорных районов обычно наблюдается значительный подъем уровня воды. Здесь весенне-летний сток формируется за счет таяния высокогорных снегов и ледников [3]. Если период таяния снега и льда в горах совпадает с таянием снежного покрова в долинах, то это может приводить к наводнениям и иметь особо тяжелые последствия [4]. При этом уровень воды может подниматься от 2 до 10 и более метров в зависимости от величины реки, условий накопления и таяния снега и других факторов [4].

Половодье в Горно-Алтайске на реке Катунь представлено на рис. 1.



Рис. 1. Половодье в Горно-Алтайске

Сегодня нечеткая логика рассматривается как стандартный метод моделирования и проектирования [5]. Системы на нечетких множествах разработаны и успешно применяются для расчета надежности элементов систем, прогнозирования, оценки техногенного риска в системах автоматического управления, поиска информации при решении задач классификации и регрессии. Для решения всех указанных выше задач обычно используется система нечеткого вывода [6], реализованная в виде программы для ЭВМ.

Применение системы нечеткого вывода включает в себя ряд этапов, реализация которых выполняется на основе положений нечеткой логики:

- формирование базы правил системы нечеткого вывода;
- переход к нечетким данным (фаззификация) входных переменных;
- агрегирование подусловий и активизация подзаключений;
- аккумулярование заключений;
- переход к четким данным (дефаззификация) выходных переменных [6].

Схема работы системы нечеткого вывода представлена на рис. 2.



Рис. 2. Схема работы системы нечеткого вывода

Задача оценки подъема уровня воды при паводке может быть сформулирована следующим образом. Имеются статистические данные о влиянии перепада высот в истоке и устье горных рек и величины резкого подъема температуры воздуха на величину подъема уровня воды в реке за счет интенсивного таяния снега и льда в горах. Это явление может стать причиной чрезвычайной ситуации (затопление береговой территории). Нужно произвести моделирование указанной зависимости с помощью системы нечеткого вывода.

Искомая зависимость имеет вид:

$$Y = f(X1, X2),$$

где  $X1$  – величина перепада высот ( $\Delta H$ );  $X2$  – величина подъема температуры ( $\Delta T$ );  $Y$  – величина подъема уровня воды [м].

База правил системы нечеткого вывода может быть представлена в следующем виде:

**1: ЕСЛИ** Перепад высот =  $\Delta H_i$  **И** Подъем температуры =  $\Delta T_j$

**ТО** Подъем уровня воды =  $Y_k$ ,

**2: ЕСЛИ** Перепад высот =  $\Delta H_i$  **И** Подъем температуры =  $\Delta T_j$

**ТО** Подъем уровня воды =  $Y_k$ ,

.....  
**N: ЕСЛИ** Перепад высот =  $\Delta H_i$  **И** Подъем температуры =  $\Delta T_j$

**ТО** Подъем уровня воды =  $Y_k$ ,

где  $N$  – число сочетаний показателей  $\Delta H_i$ ,  $\Delta T_j$  и  $Y_k$ , заданное экспертами.

В результате экспертных оценок были получены значения перепада высот и подъема температуры, представленные в таблицах:

Перепад высот	Критерий оценки параметра «Перепад высот»	Значения параметра
Малый	Перепад высот не более 500 метров	От 0 до 5
Средний	Перепад высот не более 1000 метров	От 0 до 10
Большой	Перепад высот от 500 до 1000 метров	От 5 до 10
Подъем температуры	Критерий оценки параметра «Подъем температуры»	Значения параметра
Малый	Подъем температуры не более 10 градусов	От 0 до 10
Средний	Подъем температуры не более 15 градусов	От 0 до 15
Большой	Подъем температуры от 10 до 20 градусов	От 10 до 20

Для качественного описания процесса фазификации нужно сопоставить каждому определенному интервалу значений входных переменных  $X_1$  (перепад высот) и  $X_2$  (подъем температуры) определенный интервал значений функции принадлежности  $\mu(x)$ , представленный в таблице:

Интервал значений $\mu(x)$	Лингвистическая принадлежность	Вид функции принадлежности	
		$X_1 \cdot 10^{-2}$ [м]	$X_2$ [Град]
0 ÷ 1	Малый	Гаусса (0÷5)	Гаусса (0÷10)
0 ÷ 1	Средний	Гаусса (0÷10)	Гаусса (0÷15)
0 ÷ 1	Большой	Гаусса (5÷10)	Гаусса (10÷20)

В целях оценки значений выходной переменной системы нечеткого вывода  $Y$  (подъем воды) экспертами была произведена оценка возможного подъема воды в результате паводка, представленная в таблице:

Подъем воды	Критерий оценки подъема воды	Значения $Y_k$
Низкий, $k=1$	Подтопление не более 25 % береговой территории	От 0,0 до 2,0 м
Средний, $k=2$	Подтопление от 25 % до 75 % береговой территории	От 2,0 до 4,0 м
Высокий, $k=3$	Подтопление более 75 % береговой территории	От 4,0 до 6,0 м

Соответствие интервала значений выходной переменной (подъем воды) интервалу значений функции принадлежности  $\mu(x)$  представлено в таблице:

Интервал значений $\mu(x)$	Лингвистическая принадлежность	Вид функции принадлежности
0 ÷ 1	Низкий	Triangle-образная (0,0÷2,0)
0 ÷ 1	Средний	Triangle-образная (2,0÷4,0)
0 ÷ 1	Высокий	Triangle-образная (4,0÷6,0)

Система нечеткого вывода была реализована в виде программы для ЭВМ [6, 7]. Возможный интерфейс программы представлен на рис. 3.

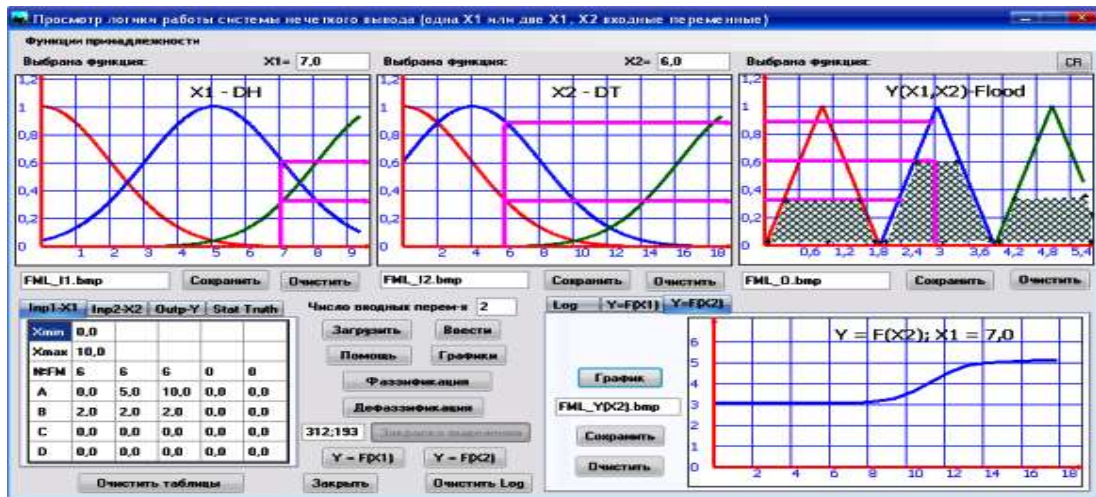


Рис. 3. Программа, реализующая систему нечеткого вывода

В результате вычислительных экспериментов на ЭВМ получены зависимости величины подъема воды  $Y$  (Flood) от значений входных переменных  $X1$  (перепад высот,  $DH$ ) и  $X2$  (подъем температуры,  $DT$ ). Графики зависимости  $Y=F(X1)[м]$  для фиксированных значений  $X2 = 10$  [Град] и  $X2 = 20$  [Град] представлены на рис. 4.

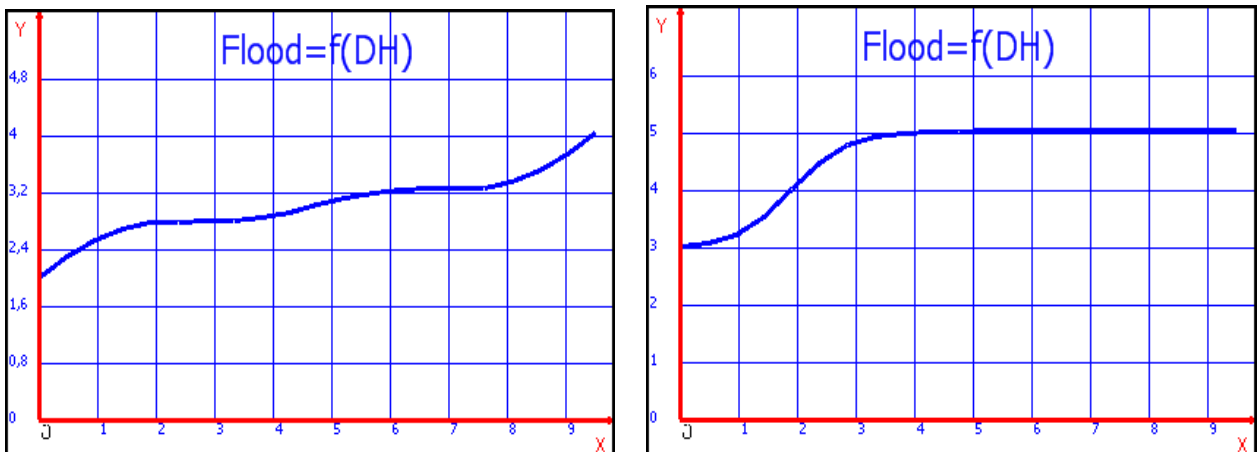


Рис. 4. Графики зависимостей  $Y=F(X1), X2=10$  и  $Y=f(X1), X2=20$

Графики зависимости  $Y=F(X2)$  для фиксированных значений  $X1 = 5 \cdot 10^2$  [м] и  $X1 = 10 \cdot 10^2$  [м] представлены на рис. 5.

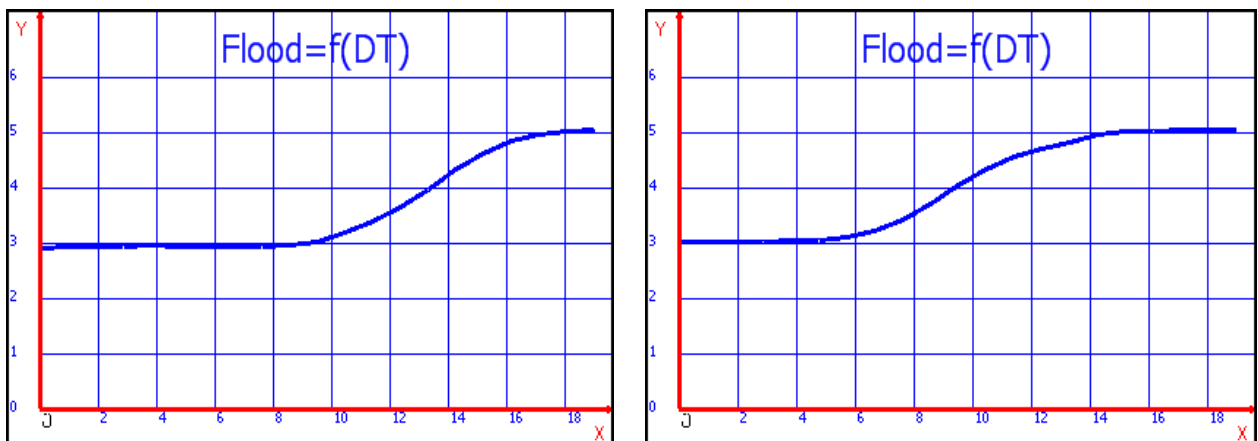


Рис. 5. Графики зависимостей  $Y=F(X2), X1=5$  и  $Y=f(X2), X1=10$

### *Вывод*

Использование нечеткой логики при оценке подъема уровня воды при паводке позволяет произвести оценку влияния неполных и неточных исходных данных. Моделирование оценки поднятия уровня воды с помощью нечеткой логики происходит с заданием интервала возможных значений (интервала неопределенности [5]) перепада высот в истоке и устье горной реки и подъема температуры воздуха. Поэтому в результате моделирования может быть получен диапазон возможных значений [6] поднятия уровня воды при паводке в зависимости от средних значений перепада высот и подъема температуры.

### **Литература**

1. Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах. М.: Гидрометеиздат, 1988.
2. Авакян А. Природные и антропогенные причины наводнений // Вестник РАН. 2001. № 9.
3. Олейник Т.Ф. Природные катастрофы: наводнения, землетрясения, вулканы, торнадо. Ростов н/Д.: Феникс, 2009.
4. Волосухин В.Н. Наводнения на горных реках черноморского побережья // Гидротехника. 2010. № 4.
5. Лабинский А.Ю., Гвоздик М.И. К вопросу использования нечеткого моделирования и управления // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2015. № 3.
6. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: БИНОМ, 2013.
7. Лабинский А.Ю. Моделирование системы нечеткого вывода // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 2.



---

---

# ДИАЛОГИ СО СПЕЦИАЛИСТАМИ

---

---

## ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ

**И.Л. Скрипник, кандидат технических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены направления повышения качества учебного процесса: роль в нем преподавателя и обучающегося; формы и виды занятий, их особенности; этапы подготовки учебно-методического комплекса; подходы к оценке деятельности профессорско-преподавательского состава. Описаны новые подходы к обеспечению подготовки специалистов в контексте процесса реформирования системы образования.

*Ключевые слова:* образование, дисциплина, процесс, ситуация, деятельность, педагогика, преподаватель, качество, методика

Увеличение количества задач, стоящих перед органами ГПС МЧС России, условий ее функционирования показывают, что существующие стандарты профессиональной подготовки обучающихся не гарантируют удовлетворительной деятельности как органов ГПС, так и подразделений (объектов управления), на которых они работают после выпуска [1].

Исследования прежних принципов, методов и способов обучения, которые были ориентированы на повторяемость ситуаций и ограничений, принятия стандартных решений в современных условиях показали, что количество аварий и пожаров техногенного характера не уменьшается.

В настоящее время система образования находится в процессе реформирования. Основная цель и ориентир реформы – развитие личности, а в высшей школе – развитие личности высококвалифицированного специалиста, отвечающего современным требованиям, в общем, и требованиям к специалистам противопожарной службы в частности.

Поэтому на кафедре «Пожарной безопасности технологических процессов и производств» постоянно идет поиск новых подходов, которые могли бы обеспечить подготовку специалиста – инженера пожарной безопасности в области пожарно-профилактической деятельности, способного принимать нестандартные решения, основанные на творческом способе оперативно-тактического мышления.

В настоящее время преподавание учебной дисциплины «Пожарная безопасность технологических процессов» и «Электротехника и пожарная безопасность электроустановок» построено как единый комплекс всех видов учебных занятий, направленных на получение и совершенствование знаний, умений и навыков обучающихся. Для привития им необходимых практических навыков в их будущей профессии на кафедре разработана и постоянно совершенствуется стройная система практических, групповых, объектовых занятий, лабораторных работ, проведения командно-штабных учений [2, 3]. Главной целью этой системы является формирование у обучающихся широкого кругозора, тактико-специального мышления, умения быстро реагировать на изменение обстоятельств, своевременно принимать решения, уточнять, настойчиво претворять их в жизнь, а также обеспечивать контроль их исполнения.

Известно, что деятельность сотрудника ГПС МЧС России является весьма многогранной и ответственной. В первую очередь она направлена на поддержание требуемого уровня пожарной безопасности. Поэтому профессорско-преподавательский

состав (ППС) кафедры, осуществляя подготовку обучающихся к профессиональной деятельности, сосредотачивает свои умения, в основном, на процессе формирования у слушателей навыков в первую очередь по принятию обоснованных решений при проведении профилактической деятельности по обеспечению пожарной безопасности разноплановых сложных технологических систем и организации этой работы.

Однако опыт преподавания дисциплин кафедры свидетельствует, что трансформация готовых знаний не всегда побуждает обучающегося к способности выявлять проблемные вопросы, произвести их всесторонний анализ и оценку, а главное – самостоятельно определить пути их решений.

Основными причинами того, что многие обучающиеся испытывают трудности в ходе принятия решений при возникновении нестандартных ситуаций, являются:

- недостаточное владение методикой анализа и оценки пожарной опасности технологических процессов;

- отсутствие навыков сравнительного анализа различных нестандартных ситуаций пожарной опасности и их оценки;

- нерешительность и недостаток практических творческих навыков;

- нетвердое владение математическим анализом теории принятия решений.

С учетом этого ППС в своей педагогической деятельности успешно практикуют:

- широкое применение в ходе занятий таких активных методов обучения, как проблемный, метод разбора критических ситуаций, «мозговой атаки»;

- предоставление обучающимся большей самостоятельности при разрешении спорных вопросов и возможности давать оценку принимаемым решениям;

- индивидуальную оценку каждого обучающегося при подготовке к занятиям: их базовый потенциал знаний, умений и навыков, научное мировоззрение, психологическую совместимость и т.д.;

- активное использование различных интерактивных форм обучения.

В результате этого повышается активность обучающихся и намного эффективнее достигаются учебные цели занятий по привитию им знаний по выбранной профессии.

Таким образом, созданная на кафедре стройная система обучения, воспитания и освоения методов анализа пожарной безопасности позволяет всесторонне развивать творческий потенциал обучающегося в процессе учебы, готовить специалиста противопожарной службы к эффективной деятельности по обеспечению пожарной безопасности на различных производствах.

*Педагогическое мастерство преподавателя во многом зависит от анализа опыта работы других педагогов кафедры, следствием чего, в конечном итоге, является качество обучения, воспитания и развития обучающихся.*

Исходя из этого, на кафедре в корне пересматривают роль преподавателя и обучающегося на всех видах занятий. Внедряется системный подход к получению качественного результата – подготовка высококвалифицированного специалиста государственной противопожарной службы.

Коллектив кафедры считает, что преподаватель, обладающий фундаментальными теоретическими знаниями и умело владеющий современными активными методами обучения, должен быть в роли высокопрофессионального, компетентного консультанта по оценке взрывопожароопасности технологических систем и решению различных ситуаций, возникающих в технологическом процессе различных производств, а обучающийся должен выступать в роли активного участника процесса обучения, главной задачей которого должно быть максимальное достижение поставленных учебных целей занятия. В этом случае он с большей долей самостоятельности стремится овладеть навыком анализа пожарной опасности технологических процессов и оценки рассматриваемой ситуации или выработке обоснованных предложений по обеспечению пожарной безопасности. Предложения, рекомендации и указания отражаются в предписании, основываясь на требованиях нормативных и руководящих документов по пожарной безопасности. Преподаватель, в свою



очередь, направляет действия обучающихся и приближает их к правильному ответу, после обоснования которого они самостоятельно определяют возможные варианты реализации, определяют их рациональность, выступая при этом в роли экспертов.

Уровень подготовки и кругозор преподавателя должен постоянно расти. ППС должен сам находиться в состоянии непрерывного повышения знаний. На кафедре это реализуется с помощью заседаний предметно-методических комиссий, взаимных посещений занятий, в том числе на профилирующих кафедрах, повышении квалификации, через самообразование, курсы, защиту диссертационных работ, получения дополнительного образования. Многие преподаватели осуществляют сотрудничество с другими вузами Санкт-Петербурга в подготовке учебных пособий, совместном написании научных статей, монографий. Преподаватель никогда не должен останавливаться в своем развитии. Руководство вузов должно помогать проходить обучение как в рамках собственного университета, так и через межуниверситетские структуры. Реализация такой постоянно развивающейся образовательной системы позволит вузам успешно подбирать педагогические кадры и решать вопросы их оптимальной расстановки.

На лабораторных и практических занятиях преподаватели последовательно наращивают усилия по выработке у обучающихся необходимых практических навыков по анализу пожарной опасности технологических процессов, аппаратов и технологий [4]. Главной особенностью при этом является создание обычных, часто встречающихся на практике стандартных ситуаций. Однако при нестандартных ситуациях обучающиеся используют современную методологию выработки и обследования принимаемых решений, проявляют творчество, инициативу, импровизацию при выборе вариантов нестандартных решений [5].

При изучении тематических вопросов основное внимание уделяется: пожарной опасности при проведении огневых работ, выходу горючих веществ из нормально работающих, поврежденных технологических аппаратов и оборудования; категорированию помещений, зданий и наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности; мероприятиям по защите технологического оборудования от разрушения при взрыве; огнезадерживающим устройствам на технологическом оборудовании; методам анализа пожарной опасности технологических процессов и оценки индивидуального и социального рисков для технологических установок.

Особое значение на кафедре уделяется практической составляющей. Для этого проводятся объектовые занятия, на которых слушатели изучают особенности применяемого технологического оборудования, его пожарную опасность, приобретают навыки проведения проверки противопожарного состояния объектов.

Объектовые занятия являются завершающим этапом при изучении каждой темы всего тематического плана. Для его подготовки применяются такие методы обучения как: деловая игра, производственная ситуация, «мозговой штурм», разработка сценариев. Основная цель этих занятий заключается в совершенствовании знаний, умений, формировании у обучающихся организаторской и воспитательной работы в условиях реальной обстановки. Для достижения целей объектового занятия обучающиеся самостоятельно углубляют знания, используя нормативно-правовые акты, информацию, полученную на смежных кафедрах. При посещении реального производства, наряду с ознакомлением особенностей пожарной опасности, они также получают навыки самостоятельного проведения занятия. При ответе на вопросы своих коллег у них формируются стройные, логические знания и убеждения.

К проведению лекций допускаются только опытные преподаватели, имеющие ученую степень и звание, большой стаж работы. Лекция может сопровождаться демонстрационным материалом, презентациями, видеofilmами, что, несомненно, усиливает восприятие нового материала и способствует его запоминанию, а потом и осмыслению.

Профессиональный лектор, под которым будем понимать лектора высокой квалификации, всегда сумеет «подстроиться» под уровень знаний аудитории, чтобы

доступно преподнести материал, а также сможет создать нужное настроение; устроит эмоциональную разрядку, если обучающиеся устанут. Структура и содержание лекций должны быть рассмотрены и одобрены преподавательским коллективом.

При этом надо совершенствовать нормативную документацию путем разработки и актуализации системы национальных стандартов, свода правил, других нормативно-методических и нормативно-технических документов с учетом современных опасностей, рисков, передового зарубежного опыта.

Для успешного функционирования образовательного процесса по дисциплинам кафедры подготовлен учебно-методический комплекс (УМК) [6]. Во всех учебных аудиториях находятся информационные стенды, технические средства обучения, лабораторное и компьютерное оборудование. Для рассмотрения процессов в нефтехимической отрасли аудитория оснащена макетом нефтеперерабатывающего завода, на котором слушатели изучают последовательность проведения технологических процессов, конструктивные особенности применяемого оборудования, специфику его пожарной опасности.

Для моделирования аварийных ситуаций и проведения инженерно-технических расчетов подготовлен компьютерный программный комплекс, позволяющий выполнить виртуальные лабораторные работы.

В ходе подготовки УМК с точки зрения педагогической науки по изучаемым дисциплинам рассматривают три этапа:

– первый называется «эмпирический», полагая, что на нем созданный УМК готовился на основе опыта и интуиции без учета главных положений теории психологии и педагогики. Поэтому на нем нельзя подготовить хороший УМК и его качество в образовательном процессе имеет незначительный вес, но он задает импульс для дальнейшего совершенствования качества обучения;

– второй называется «теоретический», на нем необходимые материалы разрабатываются в соответствии с положениями психолого-педагогической науки. Поэтому этот этап открывает возможность скоорректировать подготовленный УМК для дальнейшего совершенствования учебно-воспитательного процесса;

– на третьем этапе, с учетом развитой, совершенной учебно-материальной базы, УМК реализуется в виде электронной информационно-образовательной среды. Это дает возможность намного повысить качество преподаваемых дисциплин.

На основе анализа специальной литературы выявлены требования, реализация которых является необходимым условием организации эффективной целенаправленной самостоятельной работы курсантов (слушателей) с использованием современных автоматизированных обучающих систем. Преподавателю, прежде всего, необходимо произвести отбор учебного материала, соответствующего всем критериям принципа научности, и включить в автоматизированный курс. На интуитивной основе решение не всегда приводит к успеху.

Для улучшения качества проведения учебных занятий разработан комплекс информационного обеспечения, основанный на принципах: модульной информативности, диалогового взаимодействия, интерактивности и практико-ориентированной технологии, представляющий собой систему, в которой аккумулируются разработанные ППС УМК в виде базы данных, знаний и специального программного обеспечения, с учетом психологических особенностей обучающихся, опыта уже созданных аналогичных УМК в других предметных областях знаний.

Методическое обеспечение – неотъемлемая составляющая образовательной деятельности, она включает в себя:

- проведение научно-методических исследований;
- обсуждение проблем информатизации и автоматизации;
- увеличение эффективности профессиональной подготовки;
- рассмотрение вопросов организации разных занятий;

- анализ результатов рубежного (рейтингового) контроля, промежуточной и итоговой государственной аттестации с соответствующими выводами, рекомендациями и предложениями;
- проведение занятий с научно-педагогическим составом по проблемам педагогики и психологии высшей школы;
- обсуждение круга вопросов организации самостоятельной подготовки;
- обобщение и внедрение в образовательный процесс позитивного опыта методической работы ППС разных кафедр;
- использование при проведении занятий интерактивных форм и видов;
- привлечение для проведения занятий практических работников с большим опытом работы по соответствующему направлению.

Улучшенная методика проведения занятий с хорошо подготовленным УМК позволит подготовить высококвалифицированных специалистов для системы МЧС России в области пожарно-профилактической деятельности и организации тушения пожаров.

Эффективность образовательного процесса определить достаточно сложно. Если его оценивать по качеству выпускаемой продукции – подготовки учеников, то сложность такого подхода очевидна, поскольку результат обучения проявляется не сразу (выпускники вузов только со временем становятся ведущими специалистами в своей области), а лишь пройдя через определенную конкуренцию, приобретая знания и опыт практической работы.

Выбор характеристик качества работы ППС поможет избежать субъективный подход руководства структурных подразделений вузов к оценке труда преподавателей, что важно для формирования здорового климата в данной среде.

Данные показатели могут лежать в основе оценки педагогической квалификации преподавателя и предполагают личностно-деятельный подход, когда квалификация его может быть рассмотрена некоторой системой, в которой присутствует структура личности педагога в коллективных показателях его деятельности.

Оценку деловых качеств ППС кафедры можно осуществить с использованием анкет – отзывов, получаемых от выпускников с целью нахождения слабых звеньев в цепи образовательного процесса.

Таким образом, рассмотренные вопросы и направления повышения эффективности учебного процесса помогут ППС, обучающимся перейти на более качественный уровень подготовки специалистов пожарной безопасности.

### **Литература**

1. Осипчук И.В., Скрипник И.Л., Воронин С.В. Роль института безопасности жизнедеятельности и научно-педагогического состава кафедры в организации работы с выпускниками // Науч.-аналит. жур. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2018. № 3. С. 125–131.
2. Опыт проведения практических занятий в интерактивной форме по направлению «Техносферная безопасность». Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке / Т.Т. Каверзнева [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. Т. 1. № 4 (5-1). С. 359–364.
3. Leonova N.A., Kaverzneva T.T., Borisova M.A., Skripnick I.L. Integration of Physics Courses and Operating Security Courses in the Education in the Technosphere Safety Area. Proceedings of 2018 17th Russian Scientific and Practical Conference in Planning and Teaching Engineering Staff for the Industrial and Economic Complex of the Region, PTES 2018 8604206. P. 213–215.
4. Кузьмина Т.А., Кузьмин А.А. Структура информационного обеспечения практических занятий в вузах МЧС России // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2019. № 2 (30). С. 50–57.
5. Кузьмин А.А., Романов Н.Н., Кузьмина Т.А. Виртуальный лабораторный эксперимент на основе эмулирования параметров теплового излучения // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2018. № 4 (28). С. 48–55.

6. Воронин С.В. Вопросы разработки учебно-методического комплекса дисциплины // Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности: материалы Дней науки с международ. участием, посвящ. 90-летию со дня образов. Уральского ин-та ГПС МЧС России: в 2-х ч. / сост. М.Ю. Порхачев, А.А. Корнилов, О.Ю. Демченко. Екатеринбург: Уральский ин-т ГПС МЧС России, 2019. Ч. 2. С. 28–31.



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Агеев Павел Михайлович** – нач. отд. пож. безопасн. транспорта Науч.-исслед. ин-та перспект. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), канд. техн. наук;

**Бобров Александр Иванович** – доц. каф. граждан. защиты (в составе учеб.-науч. комплекса граждан. защиты) Акад. ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), e-mail: alexbrv@mail.ru, канд. техн. наук, доц.;

**Войтенок Олег Викторович** – нач. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: vogps@igps.ru, канд. тех. наук, доц.;

**Домрачев Сергей Александрович** – зам. нач. отд. пож. безопасн. транспорта Науч.-исслед. ин-та перспект. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35);

**Елизаров Павел Владимирович** – слушатель магистратуры СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: 89111396227@ail.ru;

**Ильницкая Дарья Викторовна** – инспектор отд. практ. обуч. учеб.-метод. центра СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Ильницкий Сергей Владимирович** – ст. инспектор Центра организации и координации междунар. деят. и информ. политики СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

**Кончаков Сергей Александрович** – зам. нач. каф. граждан. защиты (в составе учеб.-науч. комплекса гражданской защиты) Акад. ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д.4), e-mail: konchakov82@mail.ru, канд. техн. наук;

**Кузьмина Татьяна Анатольевна** – доц. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: kuzmina@igps.ru, канд. пед. наук;

**Лабинский Александр Юрьевич** – доц. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

**Макаренко Анастасия Николаевна** – слушатель магистратуры СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: anastasyamakarenko013@gmail.com;

**Мокряк Анна Васильевна** – науч. сотр. отд. инновац. и информац. технол. в экспертизе пожаров Исследов. центра экспертизы пожаров Науч.-исслед. ин-та перспект. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35);

**Скрипник Игорь Леонидович** – проф. каф. пож. безоп. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

**Черкасов Евгений Юрьевич** – ст. науч. сотр. отд. пож. безопасн. транспорта Науч.-исслед. ин-та перспект. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), канд. тех. наук;

**Юнцова Ольга Семеновна** – доц. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: uncova@igps.ru, канд. пед. наук, доц.



---

---

# 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.

Учебным заведением за вековую историю подготовлено более 40 тыс. 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 Георгиевских крестов, 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» – современный научно-образовательный комплекс, интегрированный в российское и мировое научно-образовательное пространство. Университет по разным формам обучения – очной, заочной и заочной с применением дистанционных технологий – осуществляет обучение по 25 программам среднего, высшего образования, а также подготовку специалистов высшей квалификации: докторантов, адъюнктов, аспирантов, а также осуществляет переподготовку и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России.

Начальник университета – генерал-лейтенант внутренней службы, кандидат экономических наук Чижиков Эдуард Николаевич.

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках специальности «Пожарная безопасность». Вместе с тем, организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области системного анализа и управления, законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, экономической безопасности в подразделениях МЧС России, пожарно-технической экспертизы и дознания. По инновационным программам подготовки осуществляется обучение специалистов по специализациям «Руководство проведением спасательных операций особого риска» и «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций» со знанием иностранных языков, а также подготовка специалистов для военизированных горноспасательных частей по специальности «Горное дело».

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. Сегодня в университете свои знания и огромный опыт передают: 7 заслуженных деятелей науки Российской Федерации, 11 заслуженных работников высшей школы Российской Федерации, 2 заслуженных юриста Российской Федерации, заслуженные изобретатели Российской Федерации и СССР. Подготовку специалистов высокой квалификации в настоящее время осуществляют 56 докторов наук, 277 кандидатов наук, 58 профессоров, 158 доцентов, 12 академиков отраслевых академий, 8 членов-корреспондентов отраслевых академий, 5 старших научных сотрудников, 6 почетных работников высшего

профессионального образования Российской Федерации, 1 почетный работник науки и техники Российской Федерации, 2 почетных радиста Российской Федерации.

В составе университета:

- 32 кафедры;
- 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.

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 НИИ: 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.

Факультет инженерно-технический осуществляет подготовку специалистов по специальностям: «Пожарная безопасность» (специализации: «Пожаротушение», «Государственный пожарный надзор», «Руководство проведением спасательных операций особого риска», «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций»), «Судебная экспертиза», по направлениям подготовки: «Системный анализ и управление», «Техносферная безопасность».

Факультет экономики и права осуществляет подготовку специалистов по специальностям: «Правовое обеспечение национальной безопасности», «Пожарная безопасность» (специализация «Пожарная безопасность объектов минерально-сырьевого комплекса»), «Судебная экспертиза», «Горное дело» и по направлениям подготовки «Техносферная безопасность» и «Системный анализ и управление».

Факультет подготовки кадров высшей квалификации осуществляет подготовку докторантов, адъюнктов, аспирантов по очной и заочной формам обучения.

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Вытегра, Горячий Ключ (Краснодарский край), Мурманск, Петрозаводск, Пятигорск, Севастополь, Стрежевой, Сыктывкар, Тюмень, Уфа; представительства университета

за рубежом: Алма-Ата (Республика Казахстан), Баку (Азербайджанская Республика), Бар (Черногория), г. Ниш (Сербия).

Общее количество обучающихся в университете по всем специальностям, направлениям подготовки, среднему общему образованию составляет 7 057 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.

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». Совместно с Северо-Западным отделением Научного Совета РАН по горению и взрыву, Российской академией ракетных и артиллерийских наук (РАРАН), Балтийским государственным техническим университетом «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и Российской секцией Международного института горения на базе университета проводится Международная научно-практическая конференция «Комплексная безопасность и физическая защита». Также университет принимает активное участие в организации и проведении Всероссийского форума МЧС России и общественных организаций «Общество за безопасность».

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. На сегодняшний момент университет имеет 18 действующих соглашений о сотрудничестве с зарубежными учебными заведениями и организациями, среди которых центры подготовки пожарных и спасателей Германии, КНР, Франции, Финляндии.

В университете обучаются иностранные курсанты из числа сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС Кыргызской Республики и Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан в пределах квот на основании межправительственных соглашений и постановления Правительства Российской Федерации от 7 декабря 1996 г. № 1448 «О подготовке лиц офицерского состава и специалистов для правоохранительных органов и таможенных служб государств – участников СНГ в образовательных учреждениях высшего профессионального образования Российской Федерации». В настоящее время в университете проходят обучение 30 сотрудников Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан и 15 сотрудников МЧС Кыргызской Республики.

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 (МОГО), Министерства нефти Исламской Республики Иран, пожарно-спасательных служб Финляндии, Туниса, Республики Корея и других стран.

Преподаватели, курсанты и студенты университета имеют возможность проходить стажировку за рубежом. За последнее время стажировки для профессорско-преподавательского состава и обучающихся в университете были организованы в Германии, Сербии, Финляндии, Швеции.

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.



Компьютерный парк университета составляет более 1200 единиц. Для информационного обеспечения образовательной деятельности функционирует единая локальная сеть с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, справочно-правовую систему «КонсультантПлюс», систему «Антиплагиат». Компьютерные классы позволяют обучающимся работать в сети Интернет, с помощью которой обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса.

Нарастающая сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации образовательного процесса. Сегодня университет реализует программы обучения с применением технологий дистанционного обучения.

Библиотека университета соответствует всем современным требованиям. Фонды библиотеки университета составляют более 350 700 экземпляров литературы по всем отраслям знаний. Они имеют информационное обеспечение и объединены в единую локальную сеть. Все процессы автоматизированы. Установлена библиотечная программа «Ирбис». В библиотеке осуществляется электронная книговыдача. Это дает возможность в кратчайшие сроки довести книгу до пользователя.

Читальные залы (общий и профессорский) библиотеки оснащены компьютерами с выходом в Интернет, Интранет, НЦУКС и локальную сеть университета. Создана и функционирует Электронная библиотека, она интегрирована с электронным каталогом. В сети Интранет работает Единая ведомственная электронная библиотека МЧС России, объединяющая библиотеки системы МЧС России.

В Электронной библиотеке оцифровано 2/3 учебного и научного фондов. К электронной библиотеке подключены: Дальневосточный филиал и библиотека Арктического спасательного учебно-научного центра «Вытегра». Имеется доступ к Президентской библиотеке им. Б.Н. Ельцина. Заключены договоры с ЭБС IPRbooks и ЭБС «Лань» на пользование и просмотр учебной и научной литературы в электронном виде. Имеется 8 000 точек доступа.

В фондах библиотеки насчитывается более 150 экземпляров редких и ценных изданий. Библиотека располагает богатым фондом периодических изданий, их число составляет 8 121 экземпляр. На 2019 г., в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, выписано 80 наименований журналов и газет. Все поступающие периодические издания расписываются библиографом в электронных каталогах и картотеках. Издания периодической печати активно используются читателями в учебной и научно-исследовательской деятельности. На базе библиотеки создана профессорская библиотека и профессорский клуб вуза.

Полиграфический центр университета оснащен современным типографским оборудованием для полноцветной печати, позволяющим обеспечивать не только заказы на печатную продукцию университета, но и единый план изготовления печатной продукции МЧС России. Университет издает 8 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».

Курсанты университета проходят обучение по программе первоначальной подготовки спасателей.

На базе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России 1 июля 2013 г. открыт Кадетский пожарно-спасательный корпус.

Кадетский пожарно-спасательный корпус 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.

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-прикладному спорту (ППС) 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 ППС.

В университете создан спортивный клуб «Невские львы», в состав которого входят команды по пожарно-прикладному и аварийно-спасательному спорту, хоккею, американскому футболу, волейболу, баскетболу, силовым единоборствам и др. 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.

На территории учебного заведения создается музей истории Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, в котором обучающиеся и сотрудники, а также гости университета смогут познакомиться со всеми этапами становления учебного заведения – от курсов пожарных техников до университета.

В Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России созданы все условия для подготовки высококвалифицированных специалистов как для Государственной противопожарной службы, так и в целом для МЧС России.



SCIENTIFIC AND ANALYTICAL MAGAZINE

**MONITORING AND EXPERTISE  
IN SAFETY SYSTEM**

**№ 4 – 2019**

**The Editorial Board**

**Chairman** – Doctor of juridical science General-the Lieutenant of internal service **Eduard N. Chizhikov**, head of the Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

**Co-chairman** – Doctor of Sciences **Savić Branko**, Director of High technical school of professional studies from Novi Sad Republic of Serbia.

**Vice-chairman** – Doctor of Political Sciences, candidate of Historical Sciences **Tamara V. Musienko**, Deputy Head of the University on scientific work.

**Vice-chairman** – Doctor of Sciences **Milisavlević Branko**, professor of High technical school of professional studies from Novi Sad Republic of Serbia.

**Members of the Editorial Board:**

Doctor of Technical Sciences, professor, honored science worker of the Russian Federation **Vladimir N. Lozhkin** Professor of the Department of fire, rescue equipment and road management;

Doctor of Medical Sciences, professor, honored worker of Higher School of the Russian Federation **Ludmila A. Konnova**, leading researcher of the of scientifically research institute of perspective researches and innovative technologies in the field of health and safety;

Doctor of Technical Sciences, professor, honored worker of Higher School of the Russian Federation, colonel **Mikhail A. Galishev**, professor of criminology and engineering and technical expertise;

Doctor of Chemical Sciences, Professor **Gregory K. Ivakhnyuk**, professor of fire safety of technological processes and production department;

Doctor of Technical Sciences, professor colonel **Sergey V. Sharapov**, Professor of the Department of criminology and engineering expertise;

Doctor of Technical Sciences, professor **Iliya D. Czechko**, leading researcher of the scientifically research institute of perspective researches and innovative technologies in the field of health and safety;

Doctor of chemical sciences, professor **Nikolay V. Sirotinkin**, Dean of the Faculty of Technology of Organic Synthesis and Polymer Materials of Saint-Petersburg State Technological Institute (Technical university);

Doctor of Sciences **Babić Branko**, professor of High technical school of professional studies from Novi Sad Republic of Serbia;

Doctor of Sciences **Karabasil Dragan**, professor of High technical school of professional studies from Novi Sad Republic of Serbia;

Doctor of Sciences **Petrović-Gegić Anita**, professor of High technical school of professional studies from Novi Sad Republic of Serbia;

Doctor of Sciences (PhD) **Agoston Restas**, Head of the Department of Passive Fire Defense and Prevention of Emergencies. Institute of Management in Emergency Situations (Republic of Hungary);

Doctor of Engineering Science **Mrachkova Eva**, Professor of the Department of Fire Protection of the Technical University of Zvolen (Republic of Slovakia);

Doctor of Engineering Science (PhD), colonel of an internal service **Yuriy S. Ivanov**, First Deputy Head of the Scientific Research Institute of Fire Safety and Emergencies (Republic of Belarus).

**Secretary of the Board:**

Major **Polina A. Bolotova**, editor of editorial department.

Candidate of Technical Sciences **Subotić Natasha**, professor of High technical school of professional studies from Novi Sad Republic of Serbia.

## **The Editorial staff**

**Chairman** – Colonel **Sergey M. Styopkin**, chief of editorial department.

**Members of the editorial staff:**

Candidate of Pedagogics science, Colonel **Tatyana A. Kyzmina**, associate Professor of the Department of supervision (responsible for the release);

Senior lieutenant **Sergey V. Ilitskiy**, inspector of the international department and information policy;

Candidate of technical science, Colonel **Oleg V. Voytenok**, chief of the supervisor department;

Captain **Alexander E. Gaidukevich**, the leading engineer of the information and communication technologies center;

Candidate of technical sciences **Alexander A. Kuzmin**, associate professor, department of mechanics, St. Petersburg state technological institute (technological university);

Doctor of Technical Sciences **Petra Tanović**, professor of High technical school of professional studies from Novi Sad Republic of Serbia;

Doctor of science **Kim Hwayoung**, associate professor of the fire safety department of the Kyungil University (Republic Korea);

Candidate of Technical Science **Oleg D. Navrotskiy**, head of the Department of the Scientific Research Institute of Fire Safety and Emergencies (Republic of Belarus);

Doctor of juridical science, Associate professor, Colonel **Anna A. Medvedeva**, chief of the international department and information policy;

Candidate of technical science, Associate professor, Colonel **Julia N. Belshina**, chief of criminalistics and technical examinations department.

**Secretary of the Board:**

Captain **Liliya N. Mamedova**, editor of prepress department of editorial department.



## CONTENST

### *THEORY AND PRACTICE OF FORENSIC ENQUIRY*

**Mokryak A.V.** Practical application of the method of detection of incendiary compounds .. 54

### *SUPERVISORY ACTIVITY*

**Makarenko A.N., Elizarov P.V., Voitenok O.V., Yuncova O.S.** Possibilities of application of methods of vector optimization in management of efficiency of activity of Supervisory bodies of EMERCOM of Russia ..... 58

**Bobrov A.I., Konchakov S.A., Kuzmina T.A.** About some questions of application of information technologies at execution of the state function on supervision in EMERCOM of Russia ..... 62

### *FIRE SAFETY OF TRANSPORT AND INFRASTRUCTURE*

**Ilnitsky S.V., Ilnitskaya D.V., Skripnik I.L.** Improvement of fire safety systems of automobile trains in the Russian Federation ..... 66

**Ageev P.M., Cherkasov E.U., Domrachev S.A.** Calculation determination of fire hazard class of combined coatings of buildings on reinforced concrete slabs ..... 69

### *SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND INDUSTRY*

**Labinskiy A.U.** Modeling of the process of non-stationary thermal conductivity by the method of thermal balance ..... 74

### *LIFE SAFETY*

**Labinskiy A.U.** The approach of fuzzy logic to valuation the rise in the water-level of flood ..... 80

### *DIALOGUES WITH SPECIALISTS*

**Skripnik I.L.** Issues of improving the efficiency of the educational process at the Department ..... 84

**Information about the authors** ..... 89

**Background** ..... 90

Full or partial copying, reproduction, multiplication or other using of materials publishing in magazine «Monitoring and expertise in safety system» without written editorial permission isn't allowed

Reviews and wishes send at the address: 196105; Saint-Petersburg, Moskovsky prospect, 149, incorporate editors office of editorial department of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, tel. (812) 645-20-35, e-mail: redakziaotdel@yandex.ru

Official website of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia: [www.igps.ru](http://www.igps.ru)

Saint-Petersburg university  
of State fire service of EMERCOM of Russia, 2019

---

---

# THEORY AND PRACTICE OF FORENSIC ENQUIRY

---

---

## PRACTICAL APPLICATION OF THE METHOD OF DETECTION OF INCENDIARY COMPOUNDS

**A.V. Mokryak.**

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

The article highlights the issues related to the methods of expert research and detection of incendiary compounds used in arson, x-ray spectral microanalysis using an electronic scanning microscope. An example of practical application of scanning electron microscopy and solving a private expert problem of fire-technical expertise in the detection of incendiary compounds is given.

*Keywords:* incendiary compositions, fire investigation, scanning electron microscopy, x-ray spectral microanalysis, arson

Arson is a fire as a result of deliberate or careless actions, they are the most dangerous and often cause a fire. Various substances and mixtures of substances called incendiary compounds can be used for arson.

Incendiary compositions (IC) are specially selected combustible substances or mixtures of substances capable of igniting, causing fires and explosions with the release of a large amount of thermal energy released during their combustion.

At expert research after the fire of the remains of IC two problems are solved:

- detection at the site of the fire of the remains of IC;
- analysis of the chemical composition of the detected compounds.

There are a number of instrumental methods for determining the detection of traces of incendiary compositions-elemental analysis, x-ray phase analysis, IR spectroscopy, ion chromatography.

For each method, a thorough sample preparation is required:

- grinding (so for x-ray phase analysis, the particle size of the analyzed substance should be of the order of 1-10 microns);
- separation (in case of mixing with particles of the carrier object);
- extraction, etc.

X-ray spectral microanalysis using an electronic scanning microscope allows to determine the elemental composition directly on the object under study at a certain point, i.e. without preliminary sample preparation.

From the point of view of fire investigation, the key feature of scanning electron microscopy methods is the ability to simultaneously record both images and local elemental composition of objects.

The main mass of incendiary compositions includes strong oxidizers and a highly oxidizable substance. Oxidants can be oxides of iron, copper, zinc, silicon, since the reaction of the fuel with them is to restore a pure metal or non-metallic element. Also widespread are peroxides of alkaline and alkaline earth metals:  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{BaO}_2$ ,  $\text{KO}_2$ . Oxidants can also be halides, sulfides, chlorates, permanganate, perchlorates [1]. Methods of elemental analysis to detect chlorates, perchlorates and their residues is quite difficult. Unreacted potassium permanganate, sodium, well soluble in water and can be washed off when extinguishing [2].

Active metals – reducing agents (powdered magnesium, aluminum, titanium) are used as combustible substances in IC. Inorganic substances, including elements such as sulfur, carbon, and red phosphorus, also act as a reducing fuel.

The substances used to initiate burning with arson, in most cases change its original state, forming new compounds (table 1).

Table 1. Components of IC and products of their change, which can be detected at the fire site

Components of IC	The products of chemical changes
<b>Oxidants</b>	
Nitrates $\text{KNO}_3$ , $\text{NaNO}_3$ , $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	$\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{OH}^-$
Permanganates ( $\text{KMnO}_4$ )	$\text{K}^+$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{MnO}_2$ , $\text{Mn}_2\text{O}_3$
Chlorates ( $\text{KClO}_3$ ), bromates ( $\text{KBrO}_3$ ), iodates ( $\text{KIO}_3$ )	$\text{K}^+$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$
Perchlorates ( $\text{KClO}_4$ , $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ )	$\text{K}^+$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{NH}_4^+$
Chromates and bichromates ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )	$\text{K}^+$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Cr}^{2+}$ , $\text{O}^{3-}$
Peroxides and peroxides ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ , $\text{BaO}_2$ , $\text{KO}_2$ )	$\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{OH}^-$ , $\text{Ba}^{2+}$
Mineral acid ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{HNO}_3$ )	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{S}^{2-}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$
<b>Fuel</b>	
Active metals (Na, K, Ca, Mg, Al)	$\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{MgO}$ , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{OH}^-$ , $\text{Ca}^{2+}$
Other substance (S, P)	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{H}^+$

The remains of the IC can be found both in the hearth of the fire and in the immediate vicinity of it. The study by x-ray spectral microanalysis, in order to identify the elements that make up the IC, is based on a comparison with the «reference» sample [3].

As an example, consider a fire that occurred in a Parking lot.

Damaged (melted) and undamaged metal fragments of alloy wheels were presented for the study. It was necessary to determine the presence of incendiary compounds on the submitted samples. To determine the elemental composition, the method of x-ray spectral microanalysis using a scanning electron microscope was used. To confirm the elemental composition, mapping was carried out – obtaining maps of the distribution of chemical elements by area on the studied samples. The result of the elemental analysis is presented in tables 2, 3.

Table 2. Elemental composition of the surface layers of an intact disk (object of comparison)

Element	Line	Mass fraction, %	$\sigma$ mass fraction, %
<b>Al</b>	K_SERIES	86,97	0,24
<b>Si</b>	- // -	13,03	0,09

Table 3. Elemental composition of molten wheel surface layers

№ viewpoint	Chemical element mass fraction, %										
	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	Fe	Zn	Subtotal
1	1,81	64,32	27,77	1,10	1,31	-	2,89	-	0,31	0,48	100,00
2	2,72	61,30	28,50	1,01	1,60	-	2,20	1,10	1,05	0,52	100,00
4	1,64	63,32	30,20	1,06	-	0,24	2,24	-	0,61	0,69	100,00
5	1,76	63,15	29,01	0,94	0,40	0,19	3,49	-	0,44	0,47	100,00
6	2,15	63,23	29,79	1,15	0,57	-	2,18	-	0,43	0,48	100,00
7	1,86	63,43	30,54	1,03	0,44	-	2,00	-	0,32	0,37	100,00
8	0,95	65,46	31,75	-	-	-	0,51	0,65	0,23	0,45	100,00
9	1,41	62,08	31,24	0,48	0,50	0,35	0,52	2,80	0,32	0,30	100,00
10	1,27	67,10	29,24	0,19	-	-	-	2,03	-	0,17	100,00

Table 1 shows that the comparison sample is made of an alloy of aluminum and silicon, i.e. it is silumin [4].

On the surface of the molten disk fragment, chemical elements that were not in the

comparison sample were found: magnesium, sulfur, potassium, chlorine, calcium, titanium, zinc and iron (table 2). The presence of these elements indicates the possible use of their chemical compounds in the composition of the IC.



Photo1. Map of distribution of chemical elements in the sample comparison

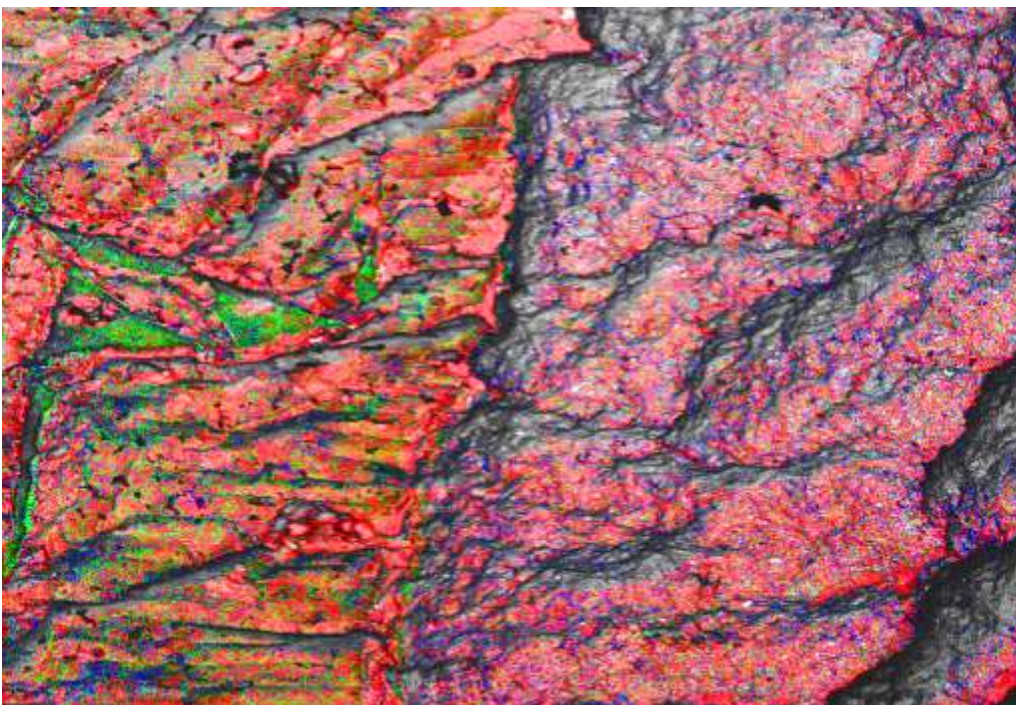
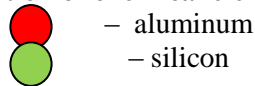
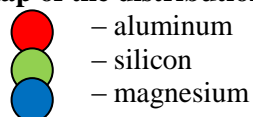


Photo 2. Map of the distribution of chemical elements on a fragment of a molten wheel disc





On the resulting map of the distribution of elements of the comparison sample, the main element constituting the matrix is aluminum. On its surface there are inclusions of silicon, which is evenly distributed over the surface of aluminum (photo 1). Magnesium inclusions are present on the surface of the molten disk fragment (photo 2).

According to elemental analysis, among the detected elements there is a chemically active metal magnesium, which is a combustible substance in the IC [5].

In the literature [6] it is noted that from a mixture of easily oxidizable metals (powder magnesium or aluminum) with a strong oxidizer, such as potassium perchlorate, so called «flash powders» are made. They give an intense flame with almost instantaneous combustion. For the ignition of these mixtures of sufficiently low energy in the form of sparks or frictional heat, and the temperature during combustion can reach up to 3 000 °C.

Thus, already at the initial stage of the study, without special sample preparation, objects removed from the fire site can be analyzed by x-ray spectral microanalysis for the presence in its composition of the elements that make up the basis of the IC. The ability to register the local elemental composition of the object allows you to simplify the study of residues of IC.

### **Literature**

1 Detection and investigation of incendiary compounds used in arson: method. Benefit / I.D. Cheshko [et al]. M.: RIARITFLF. 2012. 90 p.

2 Umansky Ya.S. crystallography, radiography and electron microscopy. M.: Metallurgy, 1982. 632 p.

3 Cheshko I.D., Plotnikov V.G. Analysis of expert versions of fire occurrence. In 2 books. Fire Expertise Research Centre of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Vol. 2-St. Petersburg: 2012. 364 p.

4 Gorelik S.S., Skakov Yu.A., Rastorguev L.N. Radiographic and electron-optical analysis: studies. The manual for high schools. 4th ed., additional. M.: MISIS, 2002. 360 p.

5 Mutiline I.N. Metallography. Non-ferrous metals and alloys on their basis: Educational and methodical complex. Prospect. 2017. 160 p.

6 Reed S.J.B. Electron-probe microanalysis and scanning electron microscopy. M.: Technosphere, 2008. 232 p.



---

---

## SUPERVISORY ACTIVITY

---

---

### POSSIBILITIES OF APPLICATION OF METHODS OF VECTOR OPTIMIZATION IN MANAGEMENT OF EFFICIENCY OF ACTIVITY OF SUPERVISORY BODIES OF EMERCOM OF RUSSIA

**A.N. Makarenko; P.V. Elizarov; O.V. Votenok; O.S. Yuntsova.**  
**Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia**

The questions of application of methods of vector optimization in management of efficiency of activity of Supervisory bodies of EMERCOM of Russia, an assessment of efficiency and efficiency of bodies of Supervisory activity of EMERCOM of Russia taking into account changes of the legislation in this area are considered.

*Keywords:* efficiency, activity management, progress, method, vector optimization

Currently, the quality of the tasks in the EMERCOM of Russia is largely determined by the human factor. Starting in 2018, the Ministry of emergency situations of Russia began the reorganization of the activities of the State fire supervision bodies, which implies optimization at all levels, starting with the posts of inspectors.

At the moment, indicators have been developed that reflect the effectiveness and efficiency of the state fire supervision bodies [1], but, at present, there are no indicators to assess the effectiveness and efficiency of officials of the Supervisory bodies of the EMERCOM of Russia.

Periodic assessment of the effectiveness of the Supervisory bodies of the EMERCOM of Russia is an important incentive to improve the performance of the function of supervision of the inspection staff, as well as the implementation of mandatory requirements in the established field of activity [2].

The activities of employees of the state fire supervision are aimed at achieving important results – reducing by 2025 injured, injured, as well as the number of deaths as a result of emergencies, fires and damage from destructive events by at least 30 %.

Considerable attention has always been paid to the development of approaches and methodologies for assessing the activities of SFS bodies.

In order to improve the activities of the state fire supervision authorities it is necessary to solve many problems:

- standardization of methods of work in Supervisory activities with different categories of personnel;
- introduction of automation of various procedures with the use of innovative technologies in the control system of the SFS;
- development and application of mechanisms and techniques to improve the management of SFCS bodies;
- creation in EMERCOM of Russia of system of ensuring SFCS of the tasks facing EMERCOM of Russia based on scientifically-proved developments of improvement of supervising activity;
- improvement and creation of the most optimal regulatory framework.

According to the Federal law of 21.12.1994 № 69-FZ «On fire safety» [3] the Federal state fire supervision is the activity of authorized Federal bodies of Executive power, bodies of Executive power of subjects of the Russian Federation and their subordinate state institutions, exercising transferred powers to prevent, detect and suppress violations of fire safety requirements established by law.

Evaluation of the effectiveness and efficiency of Supervisory activities is determined by reducing the level of damage (harm), the possibility of ensuring its termination or liquidation, as well as achieving the optimal distribution of labor, material and financial resources of the state.

The problem of effective activities of the State fire supervision remains relevant today. Its solution in the system of EMERCOM of Russia is expected to be carried out on the basis of further automation of the activities of state fire supervision with the use of innovative technologies.

The organization and implementation of the activities of the SFCS bodies is carried out on the basis of the plan.

A plan is a document that establishes a list of planned activities, their sequence and scope, as well as the responsible executors, the resources allocated to them and the time frame.

Soundness, specificity, effectiveness and efficiency are essential requirements for plans.

According to the Order of the Government of the Russian Federation of 17.05.2016 №. 934-R approved the basic concepts of efficiency and effectiveness of control and Supervisory activities [4]:

- the effectiveness of state control (supervision) and municipal control-the degree of achievement of socially significant results of state control (supervision) and municipal control, expressed in minimizing the harm (damage) to legally protected values in the relevant field of activity (hereinafter-the effectiveness of control and supervision);

- efficiency of the state control (supervision) and municipal control – degree of elimination of risk of causing harm (damage) to the values protected by the law taking into account the used volume of labor, material and financial resources, and also level of intervention in activity of citizens and the organizations (further – efficiency of control and Supervisory activity).

The system of management of SFCS bodies is structured, its activity is carried out on the basis of subordination of the lower SFCS bodies to the higher ones.

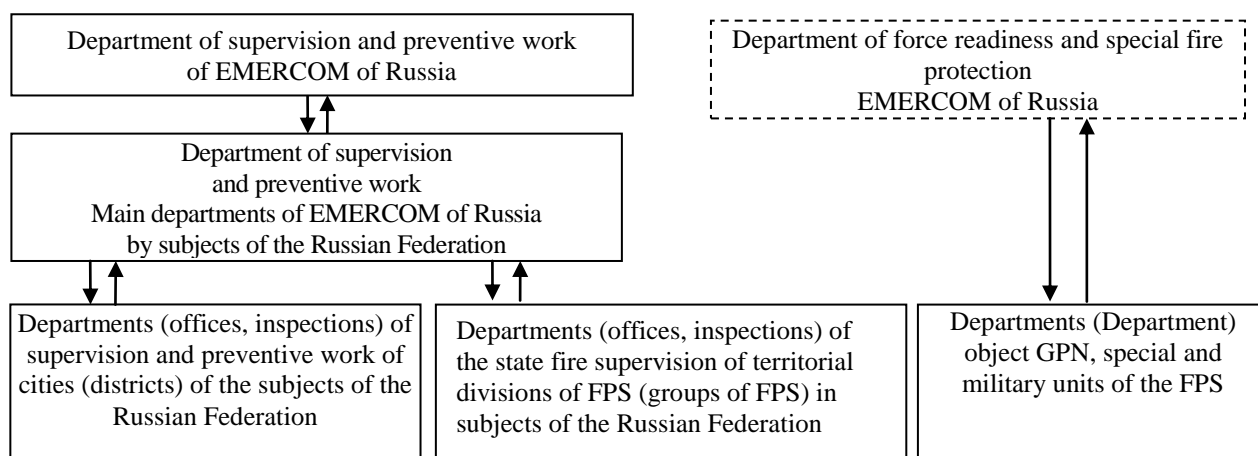


Fig. 1. Structure of Supervisory bodies of EMERCOM of Russia

The presented system is not sufficiently effective, as in the process of development and decision-making in the management system of the SFCS, the following contradictions may arise:

- between the need to constantly reduce the time to prepare a decision and the increasing responsibility for its adoption;

- between the need to increase the responsibility of the decision-maker (hereinafter DM) and SFCS bodies for their decisions and the need to eliminate subjectivity in the decision-making process;

- between the need to improve the validity and legality of the decision and the need to improve the speed of its adoption;

- between the needs of DM and SFCS bodies in effective means of information support.

The resolution of these contradictions is the basis of scientific and technological solutions.

In the process of management, there are constantly situations when managers at different levels are faced with the need to choose any of several possible options for action.

Development and decision-making are the main process in the work of the Manager, who determines all the alternatives to the management process, namely the final result of his activities.

Making a conclusion on decision-making in a different kind of purposefulness of human activity, it is easy to identify a number of conditions to the properties of methods that reflect the decision-making process.

All vector optimization methods can be divided into five groups [5].

1. Methods whose structure consists of formalization (mathematical programming problems).

2. Methods whose structure consists of ordered criteria and their rational application.

3. Methods, the structure of which consists of the application of grouped judgments for the qualitative evaluation of various criteria.

4. Methods, the structure of which does not contain the application of grouped judgments for the qualitative evaluation of various criteria.

5. Methods, the structure of which is to use the processes of the life cycle of the system (structuring and adaptation) in the selection of optimal solutions.

The methods are arranged in order of increasing their probabilistic aggregates (classification feature-the unity of achieving the concept of nonconformity).

The first and second group of methods do not fully implement the concept of inconsistency (consistency).

The third group of methods is very effective (practical in application), but it is rarely possible to find a justification and create an appropriate principle.

The fourth group of methods is characterized as the most productive, because it takes into account the optimal work of the decision-maker (hereinafter DM) in the study of criteria.

The fifth group of methods defines new directions in the field of vector optimization and finds implementation in developing management systems.

The problem of multicriterial optimization is that there are many valid solutions  $X \in W$ , not always related and contradictory.

To evaluate competing solutions by different criteria, limit values (constraints) are mapped in a multidimensional vector space.

Based on vector estimates, the most effective (optimal) solution is chosen:

$$y = f(x) \rightarrow \text{optim.}$$

The choice of the optimal solution is associated with the development of ambiguities, which are formed due to the emergence of a number of alternatives. This ambiguity is categorical. There is only one solution for equalization: applying the decision maker's priority structure (i.e., individual data).

The method must determine the true process of human thought. It should be noted that science, which is at the base of the system, cannot absolutely replace the intellect and skills of a person in the field of interpretation of the real world

The method should be a single existing concept for decision-making, suggesting to make the decision – making process on the flow.

The method should serve as a universal systematic basis for decision-making, allowing you to put the decision-making process on stream. (Instead of brainstorming, planned spontaneously and without a conceived plan, to achieve a clear scenario, to achieve a clear way of forming views on decision-making in different directions of the process.)

The method should recognize and solve the problem associated with decision-making, taking into account the actual difficulties and other problems. I would like to emphasize that the use of generally accepted conceptual methods is unacceptable without any assumptions that facilitate the situation.

The method must allow for those individual possibilities that, very often, there are many judgments, as well as many directions of decision-making. In the system of forming a single judgment, various kinds of contradictions can arise. Therefore, for a concrete result, the means of reaching an agreement are needed.

Therefore, the structure of numerical distribution (prioritization) of all possible alternatives is important to ensure clarity. (The ability to «be aware» of numbers is the uniqueness of the human mind.) This leads to the formulation of the problem when making decisions.

The method should allow for a rational and clear way of analyzing different decisions. Otherwise, the decision-making process may well be considered non-specific and its existing potentials may not be realized.

To solve complex structured problems, the most suitable method of hierarchy analysis (hereinafter MHA), implemented by a scientist from America, Thomas L. Saati [5].

The method is based on the decomposition of the problem into simpler and simpler elements and the forthcoming development of combinations of statements of the decision-maker by paired comparisons. In the process, a quantitative assessment (intensity) of the relationship of elements in the hierarchy will be possible. Further, these assumptions are characterized quantitatively. MHA would keep the combined operation of a plurality of claims, acquisition of preferences, of principles and to identify relevant solutions.

MHA consists of the following stages:

1. Problem statement and definition of desires.
2. Building a hierarchy (goals, criteria, alternatives).
3. Construction of sets of matrices of pair comparisons for all lower levels on one matrix for each element of the level located at the top.
4. Checking the ordering index of each matrix.
5. Use hierarchical synthesis to evaluate its vectors by weights of alternatives (criteria) and find the sum over all provided estimated elements of the eigenvectors of the hierarchy level below.

Since Supervisory authorities are a complex structured system, MHA is the most suitable for solving problems at different levels of this system. Because hierarchy is a certain type of system based on the proposition that all components of a system can be combined into chaotic sets. The components of each set are located under the influence of the elements of a separate well-defined series and, to a greater extent, affect the elements of another series. In MHA, the elements in each row of the hierarchy (level) are independent.

By analyzing various performance indicators and applying various multi-criteria methods based on solving complex problems in management decision-making, the hierarchy analysis method can improve the efficiency of management of Supervisory bodies of the Ministry of emergency situations of Russia.

### **Literature**

1. Order of EMERCOM of Russia dated 18.12.2017 № 576 «On approval of lists of performance indicators and efficiency of Supervisory bodies of EMERCOM of Russia».
2. Resolution of the government of the Russian Federation № 290 of 12.04.2012 «On Federal state fire supervision».
3. Federal law № 69-FZ of 21.12.1994 «On fire safety».
4. The order of the Government of the Russian Federation of 17.05.2016 № 934-R «The Main directions of development and introduction of the system of assessment of efficiency and effectiveness of control and Supervisory activity».
5. Nasyrov R.V., Tegina E.A., Farukshin R.M. Management in complex systems. Textbook publishing house of the UFA: USATU 2009.

# **ABOUT SOME QUESTIONS OF APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES AT EXECUTION OF THE STATE FUNCTION ON SUPERVISION IN EMERCOM OF RUSSIA**

**A.I. Bobrov; S.A. Konchakov.**

**Academy of State fire service of EMERCOM of Russia.**

**T.A. Kuzmina.**

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

The approaches to optimization based on the target function and criteria of surveillance activities (RAID activities) with the use of unmanned aircraft in conjunction with new information technologies (photo-recording, data transmission, detection of violations using the theory of pattern recognition) are considered, a block diagram of the organization of surveillance flights, options for specifying routes are proposed. The centralized application of webinars for preventive work is proposed. It is proposed to apply a database management system for storing questionnaires in a relational database with an additional field for storing photographs.

*Keywords:* fire safety, Federal state fire supervision, unmanned aircraft, surveillance flights, webinar, questionnaire

The need for the application (implementation) of new approaches to organization and oversight of regulated activities [1], by the same governing document to determine the priority of preventive measures, one of the indicators of the state system of fire safety is the share of preventive activities in the aggregate amount of Supervisory activities and development of measures for optimization (efficiency) of the Federal state fire supervision, departmental fire control by improving the forms and methods of oversight, that, in turn, requires improvement of the regulatory framework for fire safety, amendments to [2] (proposals discussed in this article).

The authors analyzed the existing solutions for automation of Supervisory activities in the EMERCOM of Russia, identified the factors of the internal environment of the object of analysis, environmental factors (SWOT-analysis approaches were applied), this approach determined the free choice of the analyzed elements, it was used for operational evaluation and for strategic planning for a long period.

In [4] the procedure of road inspections by employees of the Federal state fire supervision and output inspections are requested for inspection to use unmanned aircraft (unmanned aircraft systems) which will significantly improve the effectiveness of Supervisory activities due to the increase in inspectable areas, speed.

The subject of RAID in [4] is fixed priority approaches to identify impending violations (also signs of violations) in the field of fire safety in regard to cleaning of the territory adjacent to forest areas of dry grass, moist wood, the remnants of timber, accumulations of household and industrial waste, the presence of firebreaks (linear plots, the last mechanical treatment of soil), ditches, etc., the identification on the territory adjacent to forest areas illegal building structures, storage of combustible building materials, compliance with the procedure established in [3] for the use of open fire (bonfires), control of transport accessibility of sources of external fire-fighting water supply.

The best way (for the target function based on the developed criteria: cost-time performance of inspections, costs, financial resources, reduce damage from fires through early detection of violations) and the most quick external visual inspection of buildings is the use of unmanned aircraft fixed wing (aircraft type) (figure 1), the article used images of aircraft available on the websites of domestic producers.

When using an unmanned aircraft, the subject of RAID surveillance inspections can be expanded to the organization of control over compliance with fire safety requirements in terms

of: detection in the territories adjacent to the objects of protection of containers with flammable liquids and gases, the content of external fire escapes in a usable state, the content of pits of basement floors, the state of fire-fighting tanks (sources), entrances to them, control of the normative distance from the objects of protection when the owners burn dry grassy vegetation, use of fire-prevention distances between objects of protection for warehousing, Parking of transport and other, cluttering of passages (departures), control of cleaning of combustible materials of security zones of the Railways, warehousing of dry animal forages on safe distances and other violations of requirements of fire safety which can be revealed during visual inspection from height of flight of the aircraft.



Fig. 1. Unmanned aircraft with a rigid wing (aircraft type)

An approximate block diagram of the organization of Supervisory flights is shown in fig. 2.

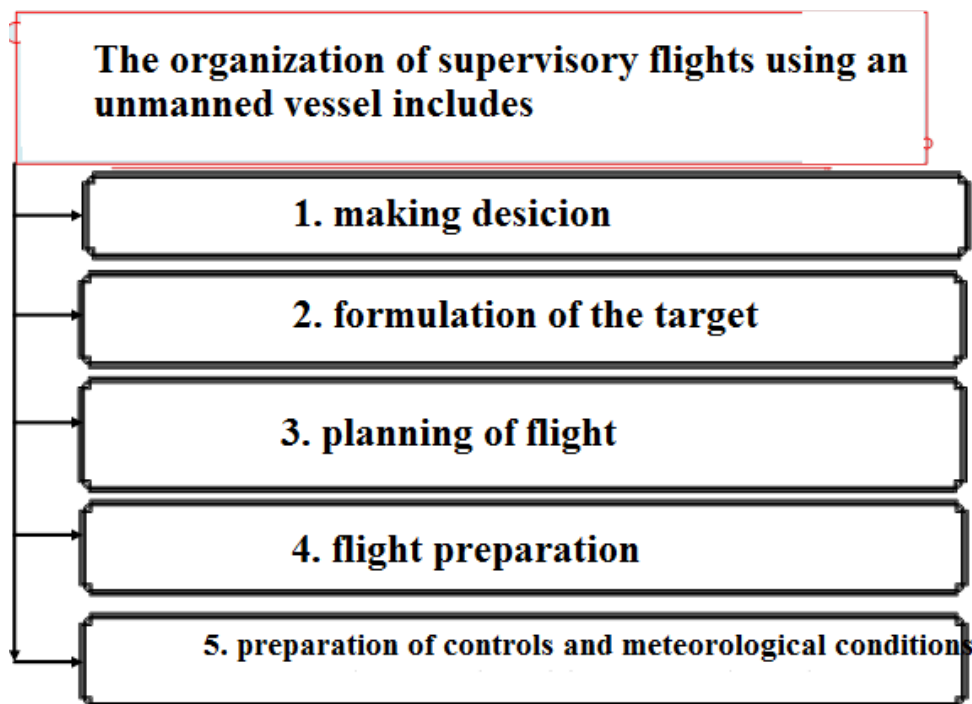


Fig. 2. Unmanned aircraft «aircraft type»

A necessary element for fixing violations of fire safety requirements is a coordinate reference to the geographic information system using navigation systems «GLONASS», «GPS», photo fixation, timely data transmission via digital wireless protocols.

Also processing large volumes of video will require the development of special software for automated detection of violations of fire safety requirements based on the theory of pattern recognition is quite complex and promising scientific research direction in the terms of reference for the development of this system should contain a requirement for the ability of self-learning system, in which the accuracy of detection of violations of fire safety requirements increases with each new pass over the object of protection.

Technology job routes detour the specified area (subject) is quite well developed in the literature, for example – is described in detail in [5], a well-known ring-closed route detour the specified area (figure 3), flights around the specified bands, fly a given sector, the method of asiawide to the specified object and fly-around inspection of the linear object (this method can be applied in the control purification from flammable materials protected zones of transport communications adjacent to forests areas).

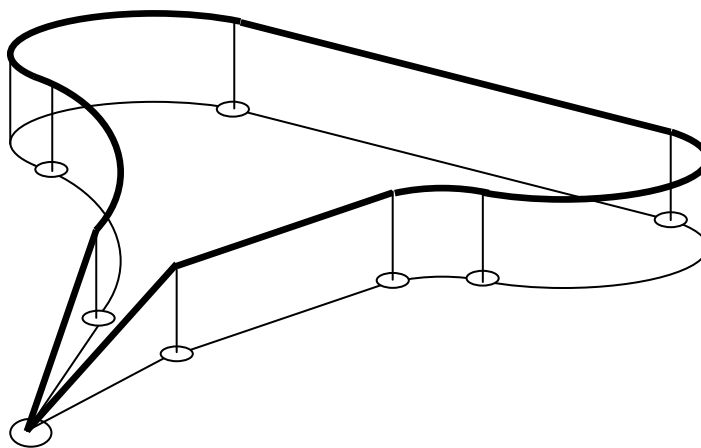


Fig. 3. Circular closed route of flight of a given area

When identifying violations of fire safety requirements, it is possible to issue a warning about the inadmissibility of violation of fire safety requirements in accordance with Annex № 15 [6], but in case of gross violations of fire safety requirements, the authors propose to consider amending the note to article 1.5. [2], having provided responsibility of owners of the land plots, real estate objects (at fixing of violations of fire safety by unmanned aircrafts). This decision will dramatically increase the productivity of employees of the Federal state fire supervision, will apply administrative measures to the owners of plots obtained using interdepartmental electronic interaction data.

Our century is characterized by increased productivity through the use of new information technologies. Quite often, the departments of supervision and preventive work perform the state function of overseeing the implementation of fire safety requirements in several municipalities, geographically located at considerable distances, which complicates preventive work.

It is proposed (as an additional solution), together with traditional forms of preventive work in the field of fire safety, to use information technology-webinars with certain categories of citizens, officials for remote work on bringing the basic requirements of violations entailing serious consequences (including-using colorful presentation materials), in the form of interactive online seminars.

To get to the training or seminar on fire safety, it is enough to have a computer (modern phone) with a network connection, if the listener does not have the physical ability to attend the seminar online, modern technologies allow you to place a recording of the seminar on a network resource with the possibility of subsequent viewing. Wide introduction of webinars in preventive work in the field of fire safety will allow to accumulate a significant base of video materials for various target audiences.

The authors propose to automate the process of storing and processing questionnaire data [7] in the departments (departments) of Supervisory activities and preventive work of the EMERCOM



of Russia. Difference from downloadable (with the ability to store data) on the portal <https://proverka.gov.ru> is that the data schema is supplemented by a field of type «OLE» for storage of photographic materials (it is possible to store any other data formats, including text).

The approximate structure of the data organization according to Annex 1 [7] is shown in fig. 4.

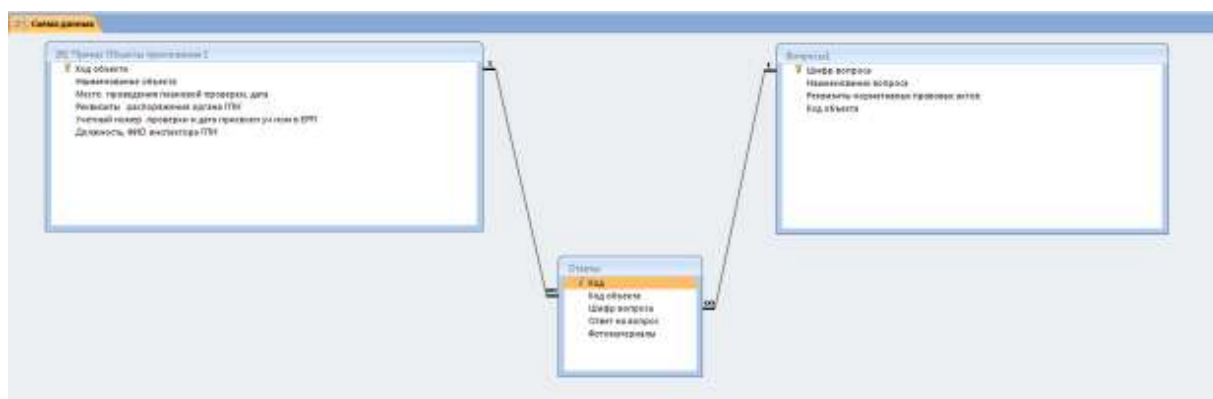


Fig. 4. Data scheme according to Appendix 1 [7]

Application of the database management system will allow the user (inspector) to apply all the built – in potential of the system: to create reports on the required form, to make a selection on several objects, to apply data filtering, sorting, to create complex (with conditions) queries in the built-in structured SQL language, to create button forms and much more, including-internal user interfaces.

### Literature

1. Decree of the President of the Russian Federation of 01.01.2018 № 2 «on approval of the Foundations of the state policy of the Russian Federation in the field of fire safety for the period up to 2030».
2. Federal law of 30.12.2001 № 195-FZ «Code of the Russian Federation on administrative offences».
3. Resolution of the Government of the Russian Federation of 25.04.2012 № 390 «About the fire-prevention mode».
4. The order of EMERCOM of Russia from 24.03.2017 year № 132 «About approval of the design and content of jobs scheduled (RAID) examinations, surveys of the territories on issues of ensuring fire safety compliance in the field of protection of population and territories from emergency situations of natural and technogenic character and presentation of the results of such routine (journey) inspections, surveys».
5. Guidelines for the use of aerial robotic systems with unmanned aerial vehicles in the interests of the EMERCOM of Russia / FSI Far Eastern regional search and rescue detachment of the EMERCOM of Russia, 2014, 137 p.
6. The order of EMERCOM of Russia from 30.11.2016 year № 644 «On approving the Administrative regulations of the Ministry of the Russian Federation for civil defense, emergencies and elimination of consequences of natural disasters for the execution of the state function on supervision of execution of requirements of fire security».
7. The order of EMERCOM of Russia of 28.06.2018 N 261 «About the approval of forms of the check sheets used by officials of Federal state fire supervision of EMERCOM of Russia at carrying out planned checks on control of observance of requirements of fire safety».

## IMPROVEMENT OF FIRE SAFETY SYSTEMS OF AUTOMOBILE TRAINS IN THE RUSSIAN FEDERATION

**S.V. Ilnitsky; D.V. Ilnitskaya; I.L. Skripnik.**

**Saint-Petersburg university of State Fire Service of EMERCOM of Russia**

The article deals with the issues of fire safety in the operation of road trains in the territory of the Russian Federation. The analysis of the occurrence of fires in transport, concerning road trains and the degree of occurrence of dangerous consequences for the life and health of road users, as well as in the Parking or storage of goods.

*Keywords:* automobile train (road train), traffic, fire safety, fire danger

A road train can consist of both freight trailers and semi-trailers and passenger trains. On the territory of the Russian Federation, trams, as well as buses and trolleybuses with so-called «harmonicas» can act as passenger road trains. The main distinctive feature of the road train is the connection of all sections by a flexible joint. The number of such sections can reach 5–7. In Russia, the most that can be seen is a road train with three sections. In the West, for example, in Australia, the average number of sections in road trains is 4-5 semi-trailers. Also, an important feature of the definition of a road train in Russia is the difference between the license plates of a tractor and a trailer or semi-trailer.

Road trains have their own internal classification by type of trailers or semitrailers:

- tent;
- refrigeration;
- car transporter;
- containerized.

The length of the road train in Russia is regulated by the rules of the road, paragraph 23.5. Transportation of heavy and dangerous goods, the movement of the vehicle, dimensions of which with a cargo or without it exceed width 2,55 m (2,6 m for refrigerators and isothermal bodies), height 4 m from the surface of the roadway length (including one trailer) 20 m, or the movement of the vehicle with load projecting beyond the rear point of the clearance vehicle more than 2 m, and also the movement of road trains with two and more trailers is carried out in accordance with special rules [1, 2]. If we proceed from this paragraph of the rules, the length of the road train should not exceed 20 meters. With that, the length of the tractor and trailer separately should not be more than 12 meters. But this does not mean that trains longer than 20 meters are not allowed to travel on the roads of our country. Just for the movement of longer road trains requires special permission, but in any case, the length of a single vehicle (for example, a van) can not be more than 12 meters. Always remember that the length of the trailer is measured together with the hitch. that is, when a long truck is 8 metres long trailer of 12 meters, and the coupling device is 1,5 meters, the length of the total composition is equal to 21,5 meters, which is contrary to the rules of the road and requires a special permit for cargo.

The main advantage of road trains is that it is a multi-link combined vehicle. Road trains consist of: a tractor («motor vehicle») and a trailer (trailer road train). Road train is a convenient solution for transportation of relatively light, but bulky goods, such as food, packaging, insulation, packaging.

The length of the road train in Europe should not exceed 18 meters, this is the total length of the entire rolling stock. At the same time, the length of the semi-trailer itself is limited in Europe,

it can not exceed 12 meters. The weight of a road train with 5 or more axles in Russia cannot exceed 40 tons. This restriction applies in General to any vehicle and spelled out all in the same paragraph of the rules 23.5. In this rule there are exceptions, for example for container ships, with a 40-foot container, the maximum weight of such a road train cannot exceed 44 tons.

Figure 1 shows examples of possible types of freight trains that can be found on the territory of the Russian Federation and abroad.



Fig. 1. Truck train types

Statistics from the last five years show a steady increase in motor vehicle fires (picture 1).

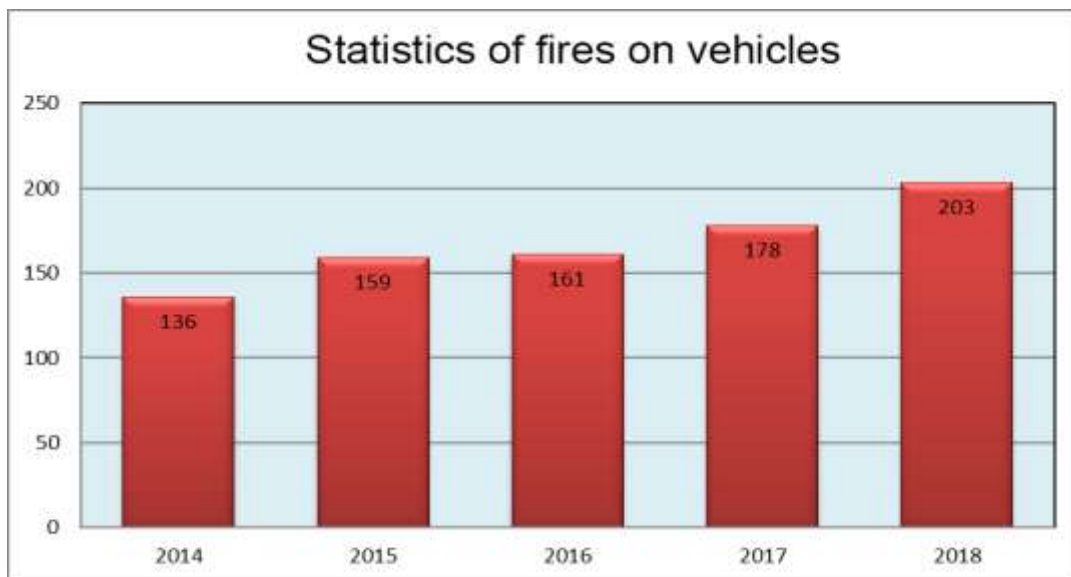


Fig. 2. Statistics of fires on vehicles

Regardless of the purpose and type of road trains, they can not be separated from a separate group for accounting for fires, taking into account the causes of fire, since such causes are characteristic of all vehicles. What you should do in fact is primarily seen from the point of view

of possible threats to the life and health of people in the case of passenger trains and the threat of material damage in case of freight trains, as well as the Parking of trucks.

Currently, there is a quantitative and qualitative growth of the vehicle fleet. Motor transport has new energy-intensive equipment, more and more high-octane gasoline and gas fuel are used, the modes of operation of transport are tightened. Meanwhile, the technical level of means of protection of cars from fires, in recent decades, has not changed and is based on only one method – a fire detection by a human driver and extinguishing a fire with a manual fire extinguisher.

However, the use of manual fire extinguishers in extinguishing fires on vehicles can not ensure the fulfillment of the above conditions-to detect and extinguish the fire at an early stage.

The main reasons for the low efficiency of this method method are:

- late detection of fire and, as a consequence, the development of fire to II and III stages;
- the need to open the hood-leads to a sharp increase in the intensity of combustion Gorenje;
- high probability of failures in the manual fire extinguishers available to drivers (constant vibration and shock loads, temperature differences, high humidity, etc.);
- weak skills of most drivers to work with fire extinguishers;
- the possibility of errors in actions in connection with a stressful situation (a car fire developing in an unpredictable scenario).

It follows from this that there is a need to create a modern regulatory framework regulating the issues of fire protection of vehicles [3]. At the same time, it is necessary to conduct research on the development and application of new and existing means and systems for detecting and extinguishing fire on trucks. Currently, technical solutions are used for the prevention, timely detection and extinguishing of fire on vehicles, depending on the purpose, characteristics of operation and transported goods, here are some of them:

- systems of blocking of the fuel line of the motor vehicle at accidents;
- systems of protection against current overload of electric circuits of the car;
- autonomous fire alarm systems;
- automatic fire extinguishers, etc.

In road trains, early detection of a fire is necessary to prevent the greatest possible harm to lives and health of people, as well as to prevent large material losses. Much attention in this area should be paid to road trains, which carry dangerous goods in a large volume. It is necessary to take into account the specifics of the transported goods, especially all aspects relating to the fire hazard of the transported materials.

Nowadays, there are many different examples of the development and implementation of some technical solutions aimed at improving the fire safety of vehicles. An example implementation of original technical solutions for detecting and extinguishing fire in the engine compartment of the vehicle are developed, OOO «GK EPOTOS» extinguishers at the base of the generator fire extinguishing aerosol (FEA) «Doping 2»; «Doping 2TP» and stand-alone installations of detection and fire extinguishing «Podkova-01» ZAO «Patch». These fire extinguishing installations are located in the engine compartment of the car and allow the fire to extinguish the fire in the engine compartment at the first stage. At the same time, it is necessary to state the fact that these developments are used by automakers and auto enterprises, as a rule, on an initiative and as an experiment.

The use of automatic and remote-controlled fire extinguishing systems in the engine compartment of the car, this is a partial solution to the problem, since the issues of detection and suppression of fire in the cabin, passenger compartment, body and trailer have not been solved. The possibility of automatic transmission of fire notification via radio channels to the nearest fire station, and heavy vehicles located on the highway in the immediate vicinity (mutual notification) is not implemented.

To solve the problematic issues outlined above, it is necessary to conduct research in order to develop an integrated approach to technical solutions for the detection of fire in trucks on the basis of modeling the processes of fire development in different scenarios. The results of these studies should ensure the development of technical requirements for systems and installations for

detection and suppression of fire on vehicles and regulate their application, which will ultimately provide a sharp reduction in statistical indicators for deaths and property losses as a result of fires on vehicles.

### **Literature**

1. Rules of the road of the Russian Federation: Resolution Of the government of the Russian Federation of 23 Oct. 1993 № 1090 (as amended on 04 Dec. 2018) // Access from the Internet.-legal system «ConsultantPlus».
2. Convention on road traffic (concluded in Vienna 08.11.1968, with ed. from 23 Sept. 2014). Access from the Internet.-legal system «ConsultantPlus».
3. Collection of articles of the III all-Russian scientific and practical conferences with international participation «PROBLEMS of SAFETY and PROTECTION of POPULATION and TERRITORY FROM EMERGENCY SITUATIONS» (SAFETY-2013) within the VII Republican Forum «Safety-2013» / official website of UGATU. URL: <https://ugatu.su/nauka/> (accessed: 28.11.2019).

## **CALCULATION DETERMINATION OF FIRE HAZARD CLASS OF COMBINED COATINGS OF BUILDINGS ON REINFORCED CONCRETE SLABS**

**P.M. Ageev; E.Y. Cherkasov; S.A. Domrachev.**  
**Saint-Petersburg university of State Fire Service of EMERCOM of Russia**

The article is devoted to the actual problem of calculating the fire hazard class of combined coatings of buildings on reinforced concrete slabs. The dependence of the maximum temperature on the unheated surface of the reinforced concrete slab on the thickness of the reinforced concrete slab is given in the publication.

*Keywords:* fire safety, fire hazard class, fire safety requirements, regulatory framework

According to paragraph 6 of article 15 «General requirements for the results of engineering surveys and design documentation» [1] compliance of design values and characteristics of a building or structure with safety requirements must be justified by one or more methods, including calculations and (or) tests performed according to certified or otherwise approved methods.

In accordance with paragraph 10 of article 87 of the Technical regulations on fire safety requirements № 123-FZ [2] limits of fire resistance and classes of fire danger of building designs similar in form, materials, design structures, passed fire tests, may be determined by analytical method established by normative documents on fire safety. There is a clear contradiction between the requirements [1] and [2]: the calculation methods tested for decades may not be included in the regulatory documents for administrative and organizational reasons.

The roof and, accordingly, the coating are an indispensable element of any building. Currently, in residential buildings in the device coatings are often used polymer insulation and waterproofing materials on reinforced concrete slabs. From the fire-technical point of view, the reinforced concrete slab is characterized by the fire hazard class K0 [3], the limits of fire resistance in terms of load-bearing capacity, integrity and thermal insulation ability [4]. Polymer materials are combustible, so the assignment of fire hazard class design K0 by default is unacceptable. At the moment, there are no current normative documents containing methods for assessing the class of fire hazard of structures with combustible elements, which causes the need for their development.

The possibility of using combustible material in accordance with the design class K0, is determined by the integrity of the design and the heating temperature of combustible materials.

The integrity of the reinforced concrete slab is determined by the method of V. V. Zhukov, given in SRT 36554501-006-2006 [5] and Manual [6].

[5] and [6] also provide data on the thermal insulation capacity of enclosing structures. The loss of thermal insulation capacity of the structure in accordance with [4] is understood as an increase in temperature on the unheated surface by an average of more than 140 °C or at any point of this surface by more than 180 °C compared to the temperature of the structure before heating, or more than 220 °C regardless of its initial temperature. The change in the properties of polymeric materials begins with temperatures significantly lower than 160 °C. In tests for thermal insulation capacity, the warm-up temperature measurements are carried out during the test, while in tests for fire hazard class-after cooling of the structure. In the period of time between when the system of fuel combustion and cooling of the structure may be a considerable temperature increase of the unheated surface of the concrete slab due to the heated layer construction with heated side. Therefore, when testing for the fire hazard class, it is necessary to assess the maximum heating temperatures of combustible materials placed on the unheated surface of the reinforced concrete slab.

Determination of fire danger of samples of building designs is carried out at influence on the next sites of a surface of two temperature modes of a fire [3]. In the control zone of the heat chamber the temperature regime of the fire is determined as the following dependence:

$$T = T_0 + 200 \cdot \lg\left(\frac{8}{60} \tau + 1\right),$$

where  $T_0$  – initial temperature, °C;  $\tau$  – time from the beginning of the test, seconds.

In the fire chamber the surface of the structure is exposed to the standard temperature of the fire:

$$T = T_0 + 345 \cdot \lg\left(\frac{8}{60} \tau + 1\right),$$

where  $T_0$  – initial temperature;  $\tau$  – time from the beginning of the test, seconds.

The heat exposure time is 15, 30, 45 minutes, then – the cooling stage of the structure with heat transfer to the environment with temperature  $T_0$  [3].

The calculation of a temperature field cross-sectional design was performed by numerical solution of the heat equation taking into account dependence of thermophysical characteristics of materials by temperature [7, 8]:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \text{div}(\lambda \cdot \text{grad}T) - Q,$$

where  $c, \rho, \lambda$  – specific heat, density and thermal conductivity of the material;  
 $\lambda = A + BT$ ;  $c = D + ET$ ; A, B, D, E – experimental constants.

It is assumed that the moisture content of concrete is 2,5 %.

On the heated surface the conditions of radiant and convective heat exchange of the surface of the structure with the environment are set:

$$-\lambda \text{grad}T = \alpha_{\kappa} (T_{\Gamma} - T_{\Pi}) + \varepsilon_{\text{np}} \cdot \sigma \left( (T_{\Gamma} + 273)^4 - (T_{\Pi} + 273)^4 \right),$$

where  $\alpha_{\kappa} = 29 \text{ Bm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$  – coefficient of convective heat transfer for the heated surface;  $\varepsilon_{\text{np}}$  – given the degree of blackness of the system «heating medium – surface design»;  $\sigma$  – Stefan-Boltzmann constant;  $T_{\Pi}, T_{\Gamma}$  – structure surface and gas phase temperatures, °C.

The given degree of blackness of the system «heating medium – surface of the structure» was calculated by the formula:

$$\varepsilon_{\text{HP}} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_{\text{ЭФФ}}} + \frac{1}{\varepsilon_{\text{ПОВ}}} - 1},$$

where  $\varepsilon_{\text{ЭФФ}} = 0,85$  – effective degree of blackness of combustion products;  $\varepsilon_{\text{ПОВ}} = 0,74$  – the degree of blackness of the surface of the steel [5].

With the unheated surface of the structure adopted the condition of thermal insulation:

$$-\lambda \text{grad}T = 0.$$

The initial temperature of the construction is assumed equal to the ambient temperature.

The design diagram of the heating plate is shown in figure 1. Line 1 – the condition of the thermal effects of fire; lines 2–4 – the condition of thermal insulation. Line 3 – unheated surface of the plate.

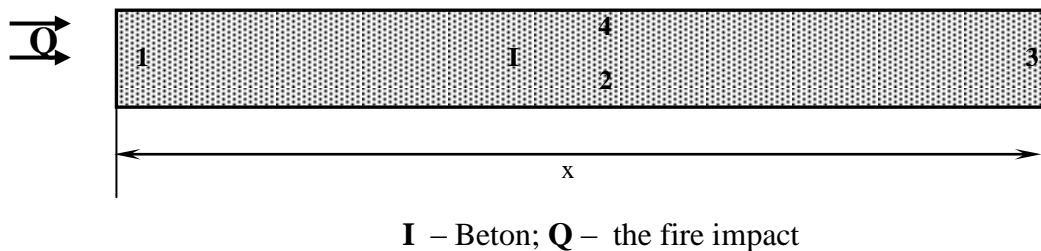


Fig. 1. Scheme of heating plate

Figures 2-4 show the maximum heating temperature of the unheated surface of the reinforced concrete slab in the fire and heat chambers during tests for the fire hazard class [3] depending on the thickness of the reinforced concrete slab.

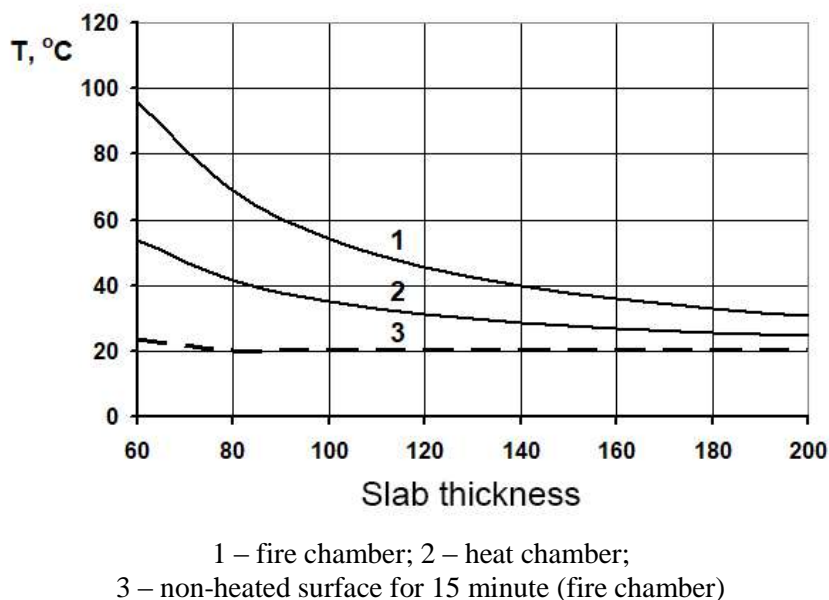


Fig. 2. Dependence of the maximum temperature on the unheated surface of the reinforced concrete slab on the thickness of the slab. Tests for fire hazard class K0 (15)

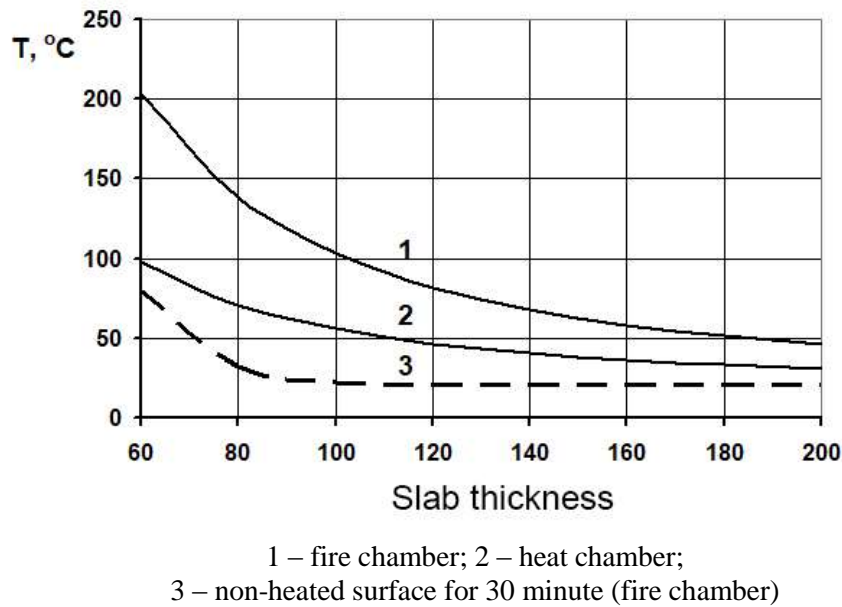


Fig. 3. Dependence of the maximum temperature on the unheated surface of the reinforced concrete slab on the thickness of the slab. Tests for fire hazard class K0 (30)

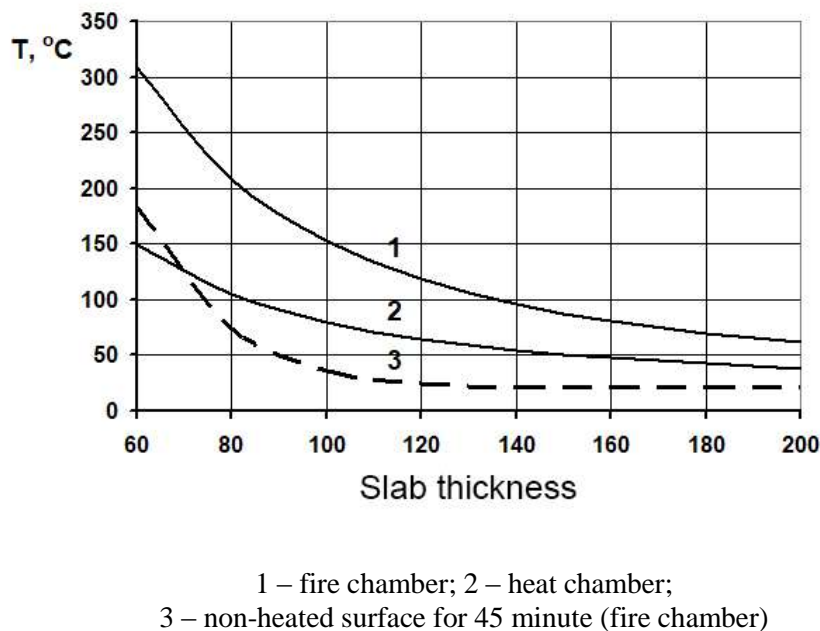


Fig. 4. Dependence of the maximum temperature on the unheated surface of the reinforced concrete slab on the thickness of the slab. Tests for fire hazard class K0 (45)

As expected, on an unheated surface, the difference between the maximum temperature and the temperature at the time of cessation of fuel combustion reaches noticeable values that cannot be ignored.

It is obvious that while maintaining the integrity of the plate and the maximum temperature of its unheated surface below the temperature of the beginning of the softening of the polymer (thermal decomposition, if the polymer is thermosetting), nothing will happen to the insulation. Thus, figures 2-4 allow to allocate time of thermal influence on the bottom surface of plates of coverings at which on the top surface of a plate there is no destructive processes with polymeric heat and waterproofing. The results obtained are in good agreement with the data presented in [9].



## Literature

1. Federal law «Technical regulations on the safety of buildings and structures» dated 30.12.2009 № 384-FZ.
2. Federal law «Technical regulations on fire safety requirements» dated 22.07.2008 № 123-FZ.
3. GOST 30403-96 «Construction Structures. Method of fire hazard determination».
4. GOST 30247.1-94 «Construction Structures. Fire resistance test methods. Load-bearing and enclosing structures».
5. SRT 36554501-006-2006 «Rules on fire resistance and fire safety of reinforced concrete structures». M.: FSUE SIC «Construction», 2006. 78 p.
6. Manual for the calculation of fire resistance and fire safety of reinforced concrete structures made of heavy reinforced concrete (K STO 36554501-006-2006) / A.F. Milovanov. M.: JSC «Tsp», 2008. 103 p.
7. Molchadsky I.S. Fire in the room. M.: VNIPO, 2005. 456 p.
8. Mosalkov I.L., Plyusnina G.F., Frolov A.Yu. Fire Resistance of building structures: M.: CJSC «SPETSTEKHNIKA», 2001. 496 p.
9. Conclusion on the assessment of fire hazard classes and fire resistance limits of combined coatings with insulation of extruded polystyrene foam and roll roof, as well as recommendations for the use of such coatings in buildings of various functional purposes (LLC «TechnoNIKOL-Building Systems»). M.: FGBI VNIPO EMERCOM of Russia, 2013. 44 p.



---

---

# SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND INDUSTRY

---

---

## SIMULATE THE PROCESS OF UNSTEADY HEAT CONDUCTIVITY WITH USE THE METHOD OF HEAT BALANCE

**A.Yu. Labinskiy.**

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

This article presents the problem of simulate the process of unsteady heat conductivity with use the method of heat balance. The method of heat balance to realize in form the mathematical model and computing program.

*Keywords:* unsteady heat conductivity, method of heat balance, computing program, mathematical model

In the practice of firefighting, the calculation of non-stationary thermal conductivity is used to determine the temperature in fire barriers at a given depth at a given time in order to further compare the calculated temperature with the maximum allowable or to calculate the allowable time spent behind a fire barrier.

The fire-safe temperature on the wall surface is determined by the possibility of ignition of combustible substances or materials in contact with these surfaces. On unheated surfaces of walls, partitions, overlappings at a fire the admissible temperature is accepted equal 150 °C.

As an unlimited plate in fire-technical calculations can be taken walls, partitions, flat elements of building structures, heated by fire on both sides.

Dimensionless temperature of the body (an infinite plate, cylinder or ball)

$$\Psi = (T - T_c)/(T_0 - T_c),$$

where  $T_c$  – the ambient temperature is determined by formulas that use a dimensionless coordinate  $X_0 = X/L$ , numb.  $Bi = \alpha * L / \lambda$  and Fourier number  $Fo = \alpha * \tau / L^2$ .

The equation of the unsteady temperature field has the form [1]:

$$\Psi = \sum A(\mu_n) * U(\mu_n * X_0) * \text{Exp}(-\mu_n^2 * Fo),$$

where  $A(\mu_n)$  and  $U(\mu_n * X_0)$  – some function,  $\mu_n$  – roots of the characteristic equation  $\mu = \mu(Bi)$ .

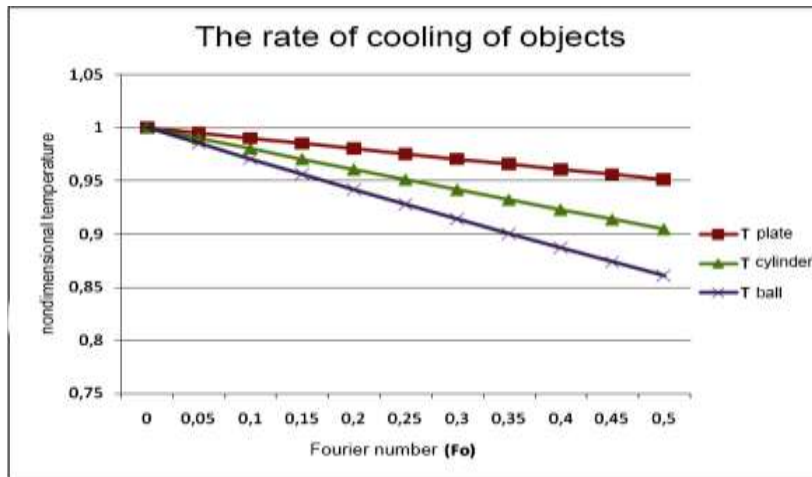
The above equation, describing the non-stationary temperature field in the body, allows you to calculate the temperature field in the case when one of the surfaces of the body is thermally insulated. To do this, it is enough to place the origin on a thermally insulated surface and use the entire thickness of the body (plate) as the characteristic size  $L$ .

The temperature field equations have the form [2]:

- for plates:  $\theta = \exp(-Bi * Fo)$ ;
- for the cylinder:  $\theta = \exp(-2 * Bi * Fo)$ ;
- for balls:  $\theta = \exp(-3 * Bi * Fo)$ .

Here  $\theta = \vartheta / \vartheta_0$  – nondimensional temperature,  $\vartheta = T - T_c$ .

For small numbers of  $Bi_0$  ( $Bi = 0,1$ ) calculations of the change of dimensionless temperature  $\theta$  in time (depending on dimensionless time  $Fo$ ) for bodies of different geometric shapes (plate, cylinder and ball) were performed. The calculation results are shown in picture 1.



Pic. 1. Dependence  $\theta = f(Fo)$  for  $Bi = 0,1$

For a Fourier number  $Fo > 0.3$ , a simpler equation [3] can be used to describe the change in time of the dimensionless temperature  $\Psi$  on the middle plane of the plate (the axis of the cylinder).]:

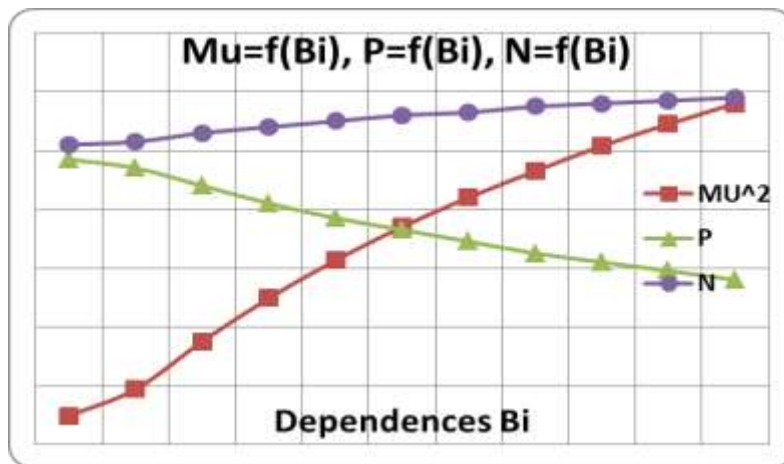
$$\Psi_0 = N(Bi) \cdot \text{Exp}(-\mu_1^2 \cdot Fo),$$

and for the temperature on the surfaces of these bodies :

$$\Psi_{\Pi} = P(Bi) \cdot \text{Exp}(-\mu_1^2 \cdot Fo),$$

where  $N(Bi)$  and  $P(Bi)$  – some functions whose values are given in the tables.

Dependences  $\mu_1^2(Bi)$ ,  $N(Bi)$  and  $P(Bi)$  for the plate shown in the picture 2.



Pic. 2. Dependences  $\mu_1^2(Bi)$ ,  $N(Bi)$  and  $P(Bi)$  from the Biot number for the plate

Dimensionless body temperature at the moment of time  $\tau$  at the value of the Fourier number:

$$\Psi_{CP} = M(Bi) \cdot \text{Exp}(-\mu_1^2 \cdot Fo),$$

where  $M(Bi)$  – some function whose values for the plate and  $0,1 < Bi < 2$ , 0 vary from 1.00 to 0.96.

### Unsteady three-dimensional temperature field

Consider a non-stationary three-dimensional temperature field of a parallelepiped (plate). The coefficients of heat transfer and heat flux density at the left and right boundaries of the body (plate), as well as the geometric dimensions and the initial temperature of the body (plate) are given. The thermal conductivity of the body depends on the current coordinate and is set using a subroutine function. To calculate the three-dimensional temperature field, we will use the thermal balance method [3].

### Arithmetic model

In fire-technical calculations, walls, partitions, flat elements of building structures heated by fire from two sides are usually taken as an unlimited plate.

For a parallelepiped (plate), the nonstationary three-dimensional heat equation can be written as [3]:

$$c \cdot \rho * (\partial T / \partial \tau) = \lambda * (\partial^2 T / \partial x^2 + \partial^2 T / \partial y^2 + \partial^2 T / \partial z^2) + q_v,$$

with boundary conditions:  $[\pm \lambda * (\partial T / \partial n) + \alpha_0 * T]_{n=0} = q_0$ ,  $n = x, y, z$ ;

and initial conditions:  $T(x, y, z, \tau)_{\tau=0} = T_0$ .

The results of temperature calculation  $T(x,y,z,\tau)$  displayed at specified times  $\tau_j$  in given sections  $z_k$ , perpendicular to the axis Z. All temperatures are displayed in each section.

The considered mathematical model was implemented in the form of a computer program, the interface of which is shown in the picture 3.

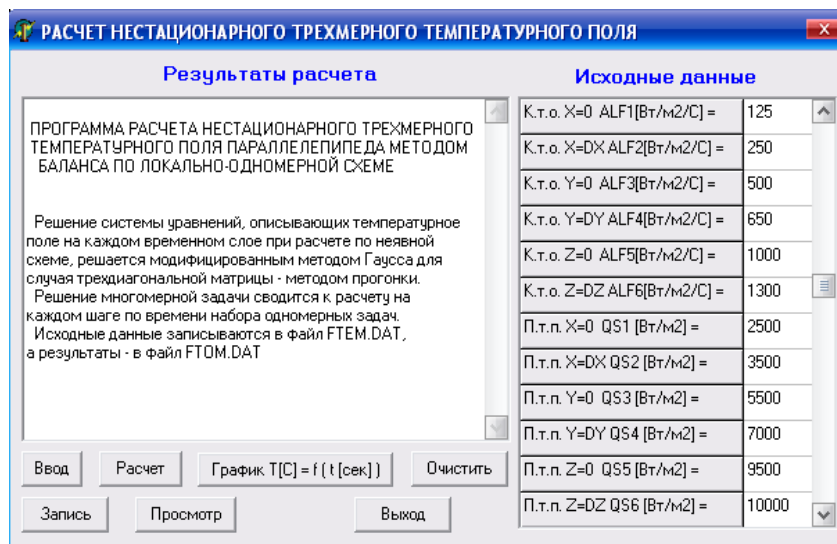


Fig. 3. Program of calculation of unsteady temperature field

The block diagram of the program input module is shown in the picture 4.

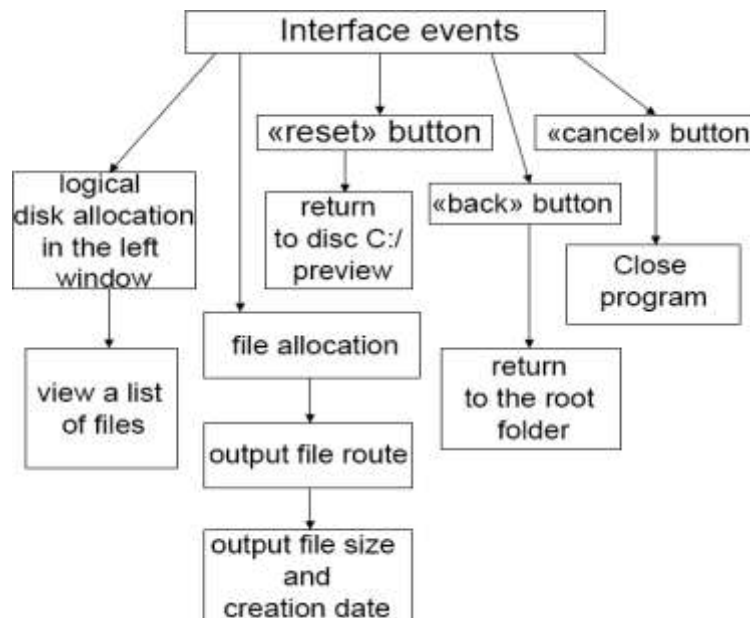


Fig. 4. The block diagram of the input module of the program

The enlarged algorithm of the program of calculation of the unsteady temperature field in the Object Pascal language is presented below:

```

unit Tempol;
interface
uses Graphics, Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls,
    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Grids;
type TPFrm = class(TForm)
    MemoClearBtn: TButton; GraphBtn: TButton;
    Label1: TLabel; Label2: TLabel;
    CalcBtn: TButton; ExitBtn: TButton; InputBtn: TButton;
    Memo1: TMemo; StringGrid1: TStringGrid;
    SaveBtn: TButton; ViewBtn: TButton;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure InputBtnClick(Sender: TObject);
    procedure CalcBtnClick(Sender: TObject);
    procedure ExitBtnClick(Sender: TObject);
    procedure TPFrm.GraphBtnClick(Sender: TObject);
    procedure SaveBtnClick(Sender: TObject);
private
public
end;
const dsi: array[1..26] of string[27];
var TPFrm: TPFrm;
    FTI, FTO: text;
    StrI, StrO: TStringList;
implementation
Uses TPVars, TPTools, TPGraph;
{$R *.dfm}
procedure TPFrm.MemoClearBtnClick(Sender: TObject);
begin Memo1.Clear; end;
procedure TPFrm.FormCreate(Sender: TObject);
var i: byte;
begin StrI:=TStringList.Create; StrO:=TStringList.Create;
    for i:=1 to 26 do v[i]:=0.0;
    for i:=1 to 15 do begin MT[i]:=0.0; MX[i]:=0.0; MY[i]:=0.0; end;
    for i:=1 to 26 do bt[i]:=dsi[i]; KL:=26; end;
    procedure TPFrm.InputBtnClick(Sender: TObject);
    var i,j: integer;
    begin if MessageDlg('Load data from file FTEM.DAT ?',
        mtConfirmation,[mbYes,mbNo],0)=mrYes then begin
        ShowMessage('Read the file FTEM.DAT !'); AssignFile(FTI,'FTEM.DAT');
        {$I-} Reset(FTI); {$I+} if IOResult<>0 then
        ShowMessage('Error opening file FTEM.DAT') else
        Begin for i:=1 to 26 do begin
            Readln(FTI,bt[i]); ast:=bt[i]; at:=Copy(ast,1,27);
            av:=Copy(ast,28,10); v[i]:=StrToFloat(av); end; CloseFile(FTI);
        end;
        procedure TPFrm.CalcBtnClick(Sender: TObject);
        var i,j: byte; s: string;
        begin Memo1.Clear; Memo1.Lines.Add("BASIC DATA");
        for i:=0 to 25 do begin
            v[i+1]:=StrToFloat(StrI[2*i+1]);
            s:=dsi[i+1]+FloatToStr(v[i+1]); Memo1.Lines.Add(s); s:=""; end;
            Prep1;
            Memo1.Lines.Add(' RESULT OF CALCULATION:');

```

```

Memo1.Lines.Add(' Constants:');
Memo1.Lines.Add(' NX1= '+IntToStr(NX1)+'; NY1= '+IntToStr(NY1)+
NZ1= '+IntToStr(NZ1)+'; NMAX= '+IntToStr(NMAX));
TPCalc; Prep2;
Memo1.Lines.Add(' Run rates:');
Memo1.Lines.Add(' BX[1]='+FloatToStrF(BX[1],ffFixed,10,3)+
BX[NX]='+FloatToStrF(BX[NX],ffFixed,10,3));
Memo1.Lines.Add(' Three-dimensional array of temperatures:');
Memo1.Lines.Add(' T[1,NY,1] =' +FloatToStrF(U[1,NY,1],ffFixed,10,3)+
T[1,NY,NZ] =' +FloatToStrF(U[1,NY,NZ],ffFixed,10,3));
if MessageDlg('Save results to file FTOM.DAT ?',
mtConfirmation,[mbYes,mbNo],0)=mrYes then
begin ShowMessage(SAVE TO FILE FTOM.DAT !);
AssignFile(FTO,'FTOM.DAT'); Rewrite(FTO); KL:=27; i:=KL;
Writeln(FTO,' BASIC DATA: ');
for i:=1 to KL+9 do begin
if i>KL then begin at:=bt[i]; Str(v[i]:10:3,av); Insert(av,at,20); bt[i]:=at; end;
Writeln(FTO,bt[i]); end; for i:=0 to StrO.Count-1 do Writeln(FTO,StrO[i]);
CloseFile(FTO); end; end;
procedure TPFrm.SaveBtnClick(Sender: TObject);
var i: byte;
begin if MessageDlg('Записать данные в файл FTEM.DAT ?',
mtConfirmation,[mbYes,mbNo],0)=mrYes then
begin ShowMessage(Save to file FTEM.DAT !); AssignFile(FTI,'FTEM.DAT');
Rewrite(FTI);
for i:=1 to 26 do Writeln(FTI,bt[i]); CloseFile(FTI); end; end;
procedure TPFrm.ViewBtnClick(Sender: TObject);
begin Memo1.Lines.LoadFromFile('FTOM.DAT'); end; end.
procedure TPFrm.ExitBtnClick(Sender: TObject);
begin Close; end;
procedure TPFrm.GraphBtnClick(Sender: TObject);
begin With TPGFrm.Create(Application) do
try ShowModal; finally Free; end; end;

```

Developed a computer model that is implemented in the form of a computer program in the programming language Object Pascal, calculations were made of the unsteady three-dimensional temperature fields by method of heat balance (balance on locally one-dimensional scheme), the results of which are presented in the graphical output window in picture 5.

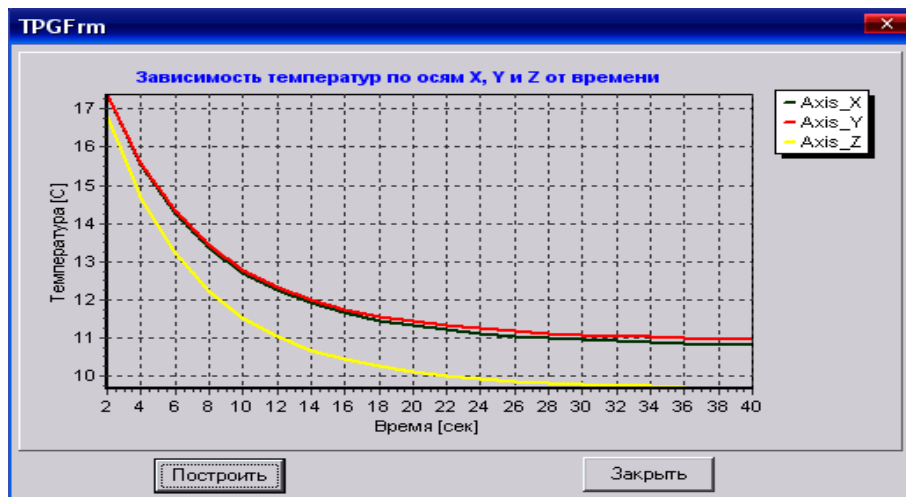


Fig. 5. Dependence of temperature on X,Y,Z axes on time

A computer simulation of the process of unsteady thermal conductivity is performed in order to obtain a three-dimensional temperature field of a parallelepiped by the method of thermal balance (balance according to a locally one-dimensional scheme), implemented in the form of a computer program in the programming language Object Pascal. The locally-one-dimensional calculation scheme is successfully used to solve multidimensional problems containing jointly occurring processes described by several equations. A distinctive feature of the local-one-dimensional scheme is the unconditional stability of the calculation.

### **Literature**

1. Kruglov G.A., Bulgakova R.I., Kruglova E.S. Heat Engineering. M.: LAN, 2012.
2. Kruglov G.A., Bulgakova R.I., Kruglova E.S., Andreeva M.V. Heat Engineering. Practical course. M.: LAN, 2017.
3. Deryugin, V.V., Vasiliev V.F., Olesheva V.M. Heat and Mass Transfer. M.: LAN, 2018.



---

---

## LIFE SAFETY

---

---

### THE APPROACH OF FUZZY LOGIC TO VALUATION THE RISE IN THE WATER-LEVEL OF FLOOD

**A. Yu. Labinskiy.**

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

This article presents the special feature of employment the fuzzy logic to valuation the rise in the water-level of flood. The special feature of using a fuzzy output system with fuzzy membership functions.

*Keywords:* rise in the water-level of flood, fuzzy logic, output fuzzy system

In this paper, we consider a fuzzy-multiple approach to the assessment of a natural disaster caused by the rise of water levels on a mountain river. The rise of water on the river can be caused by two natural phenomena-high water and high water [1].

The flood is a relatively long increase in the rise of the river level, which is repeated every year and is accompanied by a long and high rise in water, as well as the release of water from the channel to the floodplain [1].

A flood is a relatively non-periodic and short-term rise in the water level in the river, resulting from the relatively rapid melting of glaciers and snow during a thaw [1]. The spread of the flood downstream of the mountain river can occur at a significant speed, reaching 50 km / h or more [2]. Significant flooding can lead to flooding.

Flooding is the flooding of water in the area adjacent to the river. Flooding can cause loss of life, damage public health and cause material damage [3].

In the valleys of the highlands, there is usually a significant rise in the water level. Here, the spring-summer runoff is formed due to the melting of high-altitude snow and glaciers [3]. If the period of melting of snow and ice in the mountains coincides with the melting of the snow cover in the valleys, it can lead to floods and have particularly severe consequences [4]. At the same time, the water level can rise from 2 to 10 meters or more depending on the size of the river, the conditions of accumulation and melting of snow and other factors [4].

The flood in Gorno-Altai on the Katun river is shown in figure 1.



Fig. 1. The flood in Gorno-Altai



Modeling of estimation of water level rise at flood.

Today fuzzy logic is considered as a standard method of modeling and design [6]. Systems on fuzzy sets are developed and successfully used for calculating the reliability of system elements, forecasting, assessment of technogenic risk, in automatic control systems, information retrieval, in solving classification and regression problems. To solve all the above problems, a fuzzy inference system [5] is usually used, implemented in the form of a computer program.

The application of fuzzy inference system includes a number of stages, the implementation of which is carried out on the basis of the provisions of fuzzy logic:

- formation of the fuzzy inference system rules base;
- transition to fuzzy data (fuzzification) of input variables;
- aggregation of sub-conditions and activation of sub-conclusions;
- accumulation of conclusions;
- move to clear data (defuzzification) the output variables [5].

The scheme of operation of the fuzzy output system is shown in the figure 2.

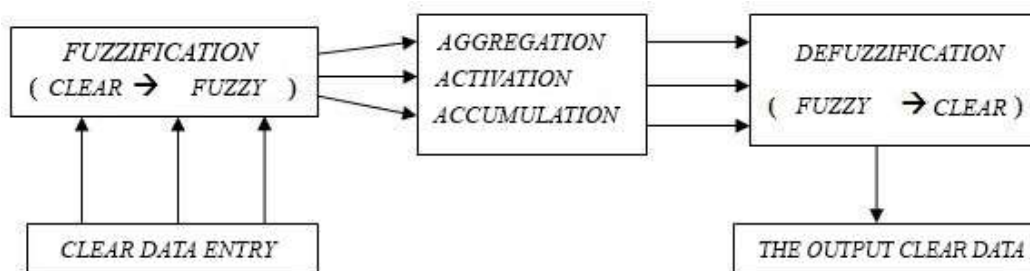


Fig. 2. The scheme of operation of the fuzzy output system

The task of assessing the rise of the water level in a flood can be formulated as follows. There are statistical data on the impact of elevation changes in the source and mouth of mountain rivers and the magnitude of a sharp rise in air temperature on the magnitude of the rise in the water level in the river due to intense melting of snow and ice in the mountains. This phenomenon can cause an emergency (flooding of the coastal area). It is necessary to simulate the specified dependence with the help of fuzzy inference system.

The required dependence has the form:  $Y = f(X1, X2)$ , where  $X1$  is the value of the height difference ( $H N$ ),  $X2$  is the value of the temperature rise ( $T T$ ),  $Y$  is the value of the water level rise [m]. The fuzzy inference system rule base can be represented as follows:

**1: IF** Height difference =  $\Delta H_i$  & Temperature rise =  $\Delta T_j$

**SO,** The water level rise =  $Y_k$ .

**2: IF** Height difference =  $\Delta H_i$  & Temperature rise =  $\Delta T_j$

**SO,** The water level rise =  $Y_k$ .

.....  
**N: IF** Height difference =  $\Delta H_i$  & Temperature rise =  $\Delta T_j$

**SO,** The water level rise =  $Y_k$ .

$N$  – the number of combinations of indicators  $\Delta H_i$ ,  $\Delta T_j$  и  $Y_k$ , given by experts.

As a result of expert assessments, the values of the height difference and temperature rise were obtained, presented in the tables:

Height difference	Parameter evaluation criterion «Height difference»	Parameter value
Small	The height difference is not more than 500 meters	from 0 to 5
Average	The height difference is not more than 1000 meters	From 0 to 10
Big	Height difference from 500 to 1000 meters	from 5 to 10

Temperature rise	Parameter evaluation criterion «Temperature rise»	Parameter value
Small	Temperature rise no more than 10 degrees	From 0 to 10
Average	Temperature rise no more than 15 degrees	From 0 to 15
Big	Temperature rise from 10 to 20 degrees	From 10 to 20

For a qualitative description of the fuzzification process, it is necessary to compare a certain interval of values of the input variables  $X_1$  (elevation) and  $X_2$  (temperature rise) with a certain interval of values of the membership function  $\mu(x)$ , presented in the table:

Interval values $\mu(x)$	Linguistic accessory	The form of a membership function	
		$X_1 \cdot 10^{-2}$ [M]	$X_2$ [degree]
0 ÷ 1	Small	Gauss (0÷5)	Gauss (0÷10)
0 ÷ 1	Average	Gauss (0÷10)	Gauss (0÷15)
0 ÷ 1	Big	Gauss (5÷10)	Gauss (10÷20)

In order to assess the values of the output variable of the fuzzy output system  $Y$  (water rise), the experts evaluated the possible rise of water as a result of the flood, presented in the table:

Rising water	Criterion for assessing the rise of water	Values $Y_k$
Low, $k=1$	Flooding no more than 25 % of the coastal area	From 0,0 to 2,0
Average, $k=2$	Flooding from 25 % to 75 % of the coastal area	From 2,0 to 4,0
High, $k=3$	Flooding more than 75 % of the coastal area	From 4,0 to 6,0

The correspondence of the value interval of the output variable (water rise) to the value interval of the membership function  $\mu(x)$  is shown in the table:

Interval Values $\mu(x)$	Linguistic affiliation	The form of a membership function
0 ÷ 1	Low	Triangle-type (0,0÷2,0)
0 ÷ 1	Average	Triangle-type (2,0÷4,0)
0 ÷ 1	High	Triangle-type (4,0÷6,0)

The fuzzy inference system was implemented as a computer program [6,7]. The possible interface of the program is shown in figure 3.

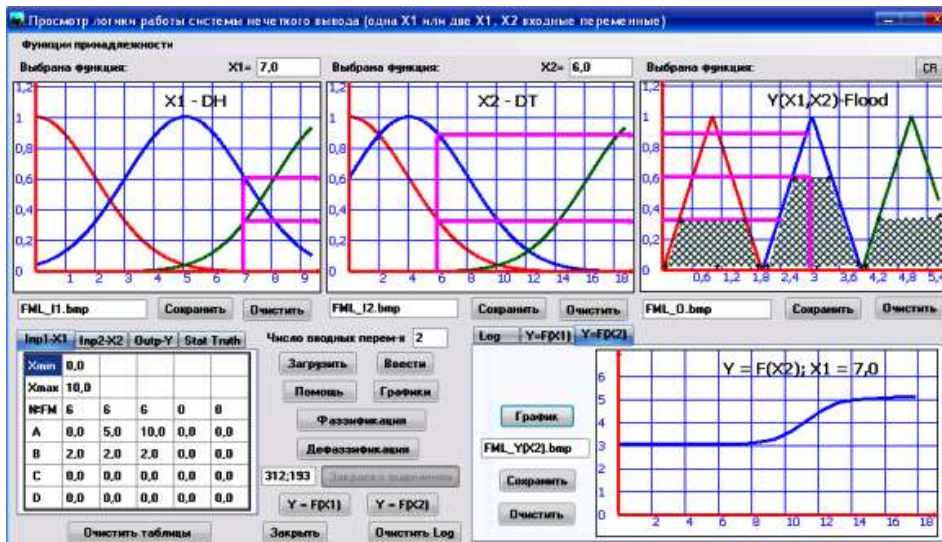


Fig. 3. A program that implements a fuzzy inference system

As a result of computational experiments on a computer, the dependences of the value of the water rise  $Y$  (Flood) on the values of the input variables  $X_1$  (height difference,  $DH$ ) and  $X_2$  (temperature rise,  $DT$ ) are obtained. Graphs of dependence  $Y=F(X_1)$  [m] for fixed values  $X_2 = 10$  [Deg] and  $X_2 = 20$  [Deg] are presented in figure 4.

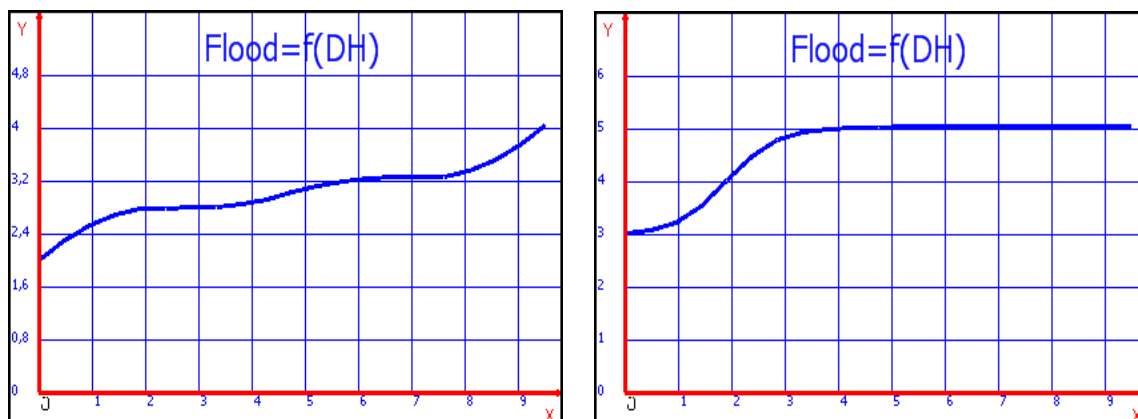


Fig. 4. Dependency graphs  $Y=F(X_1)$ ,  $X_2=10$  и  $Y=f(X_1)$ ,  $X_2= 20$

Graphs of dependence  $Y=F(X_2)$  for fixed values  $X_1 = 5 \cdot 10^2$  [m] and  $X_1 = 10 \cdot 10^2$  [m] are shown in the figure 5.

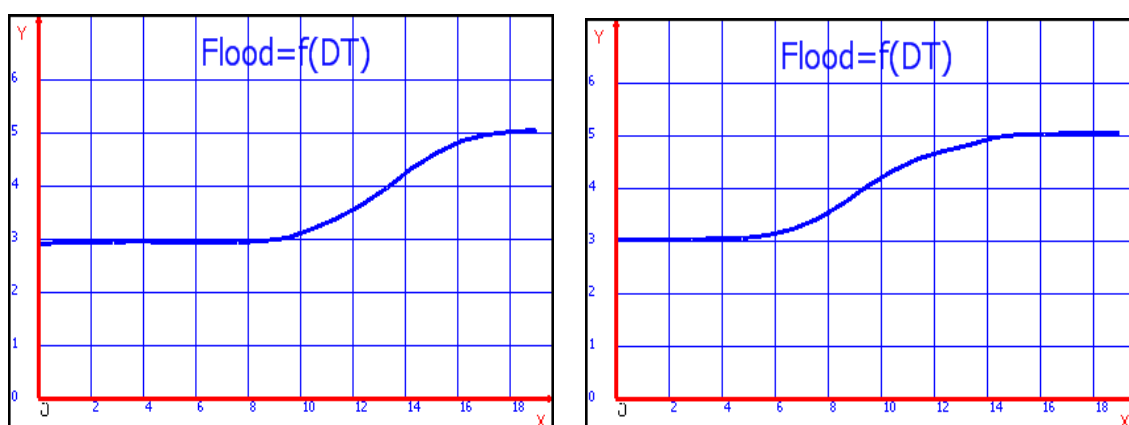


Fig. 5. Dependency graphs  $Y=F(X_2)$ ,  $X_1=5$  и  $Y=f(X_2)$ ,  $X_1= 10$

The use of fuzzy logic in the assessment of water level rise in flood allows to assess the impact of incomplete and inaccurate initial data. Modeling of estimation of water level rise by means of fuzzy logic occurs with setting of the interval of possible values (uncertainty interval [5]) of height difference in the source and mouth of a mountain river and air temperature rise. Therefore, as a result of modeling, a range of possible values [6] of water level rise in flood can be obtained depending on the average values of the height difference and temperature rise.

#### Literature

1. Nezhikhovskiy R.A. Floods on rivers and lakes. M.: Gidrometeoizdat, 1988.
2. Avakyan A. Natural and anthropogenic causes of floods. M.: Bulletin of the Russian Academy of Sciences. 2001. № 9.
3. Oleynik T.F. Natural disasters: floods, earthquakes, volcanoes, tornadoes. Rostov/on-Don: Phoenix, 2009.
4. Volosukhin V.N. Floods on mountain rivers of the black sea coast. M.: Journal «Hydrotechnics». 2010. № 4.
5. Pegat A. Fuzzy modeling and control. M.: BINOM, 2013
6. Labinsky A. Yu., Gvozdik M.I. On the use of fuzzy modeling and control. SPb UGPS, Journal «Natural and technogenic risks». 2015. № 3.
7. Labinsky A.Yu. Modeling of fuzzy inference system. SPb: SPb UGPS, Journal «Natural and technogenic risks» 2016. № 2.

---

---

## DIALOGUES WITH SPECIALISTS

---

---

### ISSUES OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE EDUCATIONAL PROCESS AT THE DEPARTMENT

**I.L. Skripnik.**

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

Directions of improvement of quality of educational process are considered: a role in it of the teacher and the trained; forms and types of occupations, their features; stages of preparation of an educational and methodical complex; approaches to an assessment of activity of faculty.

*Keywords:* education, discipline, process, situation, activity, pedagogy, teacher, quality, methodology

The expansion in the number of tasks facing the organs of State Fire Service of EMERCOM of the Russian Federation, conditions of its functioning show that existing standards of professional training of students does not guarantee a satisfactory operation as bodies of State Fire Service and divisions (facilities management) in which they work after graduation [1].

Studies of previous principles, methods and training mode, which were focused on the repeatability of situations and restrictions, making standard decisions in modern conditions have shown that the number of accidents and fires of man-made nature does not decrease.

Currently, the education system is in the process of reforming. The main goal and reference point of the reform is the development of personality, and in higher education - the development of the personality of a highly qualified specialist who meets modern requirements, in general, and the requirements for specialists of the fire service in particular.

Therefore, the Department of «Fire safety of technological processes and production» is constantly searching for new approaches that could provide training of a specialist-engineer of fire safety in the field of fire prevention activities, able to make non-standard decisions based on the creative way of operational and tactical thinking.

Currently, the teaching of the discipline «Fire safety of technological processes» and «Electrical engineering and fire safety of electrical installations» is built as a single complex of all types of training sessions aimed at obtaining and improving the knowledge, skills and abilities of students. To instill them with the necessary practical skills in their future profession, the Department has developed and is constantly improving a coherent system of practical, group, object classes, laboratory work, command and staff exercises [2, 3]. The main purpose of this system is the formation of students broad Outlook, tactical and special thinking, the ability to quickly respond to changing circumstances, make timely decisions, clarify, persistently implement them, as well as to ensure control of their execution.

It is known that the activities of the employee of the EMERCOM of the Russian Federation is very multifaceted and responsible. First of all, it is aimed at maintaining the required level of fire safety. Therefore, the teaching staff of the Department, carrying out the training of students for professional activities, focus their skills mainly on the process of forming their skills, primarily to make informed decisions during preventive activities to ensure fire safety of diverse complex technological systems and the organization of this work.

However, the experience of teaching of disciplines indicates that the transformation of ready-made knowledge is not always encourages the learner to the ability to identify problem issues to produce a comprehensive analysis and evaluation, and most importantly – to determine their solutions.

The main reasons that many students have difficulty in decision-making in non-standard situations are:

- insufficient knowledge of the methodology of analysis and evaluation of fire hazard of technological processes;
- lack of skills of comparative analysis of various non-standard situations of fire danger and their assessment;
- indecision and lack of practical creative skills;
- unsteady mastery of mathematical analysis of decision theory.

With this in mind the teaching staff in their teaching activities successfully practice:

- a wide change in the course of classes of such active teaching methods as problem, the method of analysis of critical situations, «brainstorming»;
- providing students with greater autonomy in resolving disputes and the ability to assess decisions;
- individual assessment of each student in preparation for classes: their basic potential of knowledge, skills, scientific Outlook, psychological compatibility, etc.
- active use of various interactive forms of learning.

*As a result, the activity of students increases and the educational goals of classes on instilling knowledge in their chosen profession are achieved much more effectively.*

*Thus, a coherent system of training, education and development of fire safety analysis created at the Department allows to comprehensively develop the creative potential of the student in the process of studying at the Department, to prepare a specialist of the fire service for effective activities to ensure fire safety in various industries.*

Pedagogical skills of the teacher largely depend on the analysis of the experience of other teachers of the Department, which, ultimately, is the quality of training, education and development of students.

Based on this, the Department radically revise the role of the teacher and student in all types of classes. A systematic approach to obtaining a quality result is being introduced – training of a highly qualified specialist of the state fire service.

The Department staff believes that a teacher with fundamental theoretical knowledge and expertly trained in the modern active methods of teaching should be as highly professional, competent consultant for the assessment of explosive technological systems and solving various situations that arise in technological process of different industries, and the student must act as an active participant in the learning process, whose main task should be the maximum achievement of the learning objectives of the lesson. In this case, it is with a greater degree of independence to seek to master the skill of fire hazard analysis of technological processes and assessment of the situation under consideration or the development of reasonable proposals to ensure fire safety. Proposals, recommendations and instructions are reflected in the regulation, based on the requirements of regulatory and guidance documents on fire safety. The teacher, in turn, directs the actions of students and brings them closer to the correct answer, after the justification of which they independently determine the possible options for implementation, determine its rationality, while acting as experts.

The level of training and Outlook of the teacher should constantly grow. The teaching staff approached itself is in a state of continuous improvement of knowledge. At the Department it is realized by means of meetings of subject-methodical commissions, mutual visits of occupations, including on profiling departments, professional development, through self-education, courses, defense of dissertations, receiving additional education. Many teachers cooperate with other universities of St. Petersburg in the preparation of textbooks, joint writing of scientific articles, monographs. The teacher should never stop in his development. The leadership of universities should help them to study both within their own University and through inter-University structures. The implementation of such a constantly developing educational system will allow universities to successfully select teaching staff and solve the issues of their optimal placement.

In the laboratory and practical classes, teachers consistently increase efforts to develop the necessary practical skills in the analysis of fire hazard of technological processes, devices and technologies [4]. The main feature of this is the creation for them of the usual, often encountered

in practice, standard situations. However, in non-standard situations, students use modern methodology of development and examination of decisions, show creativity, initiative, improvisation when choosing options for non-standard decisions [5].

In the study of educational issues, the main attention is paid to: fire danger during fireworks, the output of combustible substances from normally working, damaged technological devices and equipment; categorization of premises, buildings and external technological installations for explosion and fire hazard; measures to protect technological equipment from destruction in an explosion; fire-retaining devices on technological equipment; methods of fire hazard analysis of technological processes and assessment of individual and social risks for technological installations.

Special attention is paid to the practical component of the Department. For this purpose, object classes are held, in which students study the features of the technological equipment used, its fire danger, acquire the skills of checking the fire condition of objects.

Object classes are the final stage in the study of each of the topics of the thematic plan. For its preparation such methods of training as: business game, production situation, brainstorming, development of scenarios is applied. The main purpose of these classes is to improve knowledge, skills, the formation of students organizational and educational work in a real environment. To achieve the goals of object classes, students independently deepen their knowledge, using legal acts, information obtained at related departments. When visiting the real production, along with familiarization with the features of fire hazards, they also get the skills of self-employment. When answering the questions of their colleagues, they form a coherent, logical knowledge and beliefs.

To conduct lectures are allowed only experienced teachers with a degree and title, long work experience. It can be accompanied by demonstration material, presentations, videos, which undoubtedly enhances the perception of new material and contributes to its memorization, and then comprehension.

A professional lecturer, by which we will understand a highly qualified lecturer, will always be able to adjust to the level of knowledge of the audience in order to present the material available, and will also be able to create the right mood; arrange an emotional discharge if students get tired. The structure and content of lectures should be reviewed and approved by the teaching staff.

At the same time, it is necessary to improve the normative documentation by developing and updating the system of national standards, a set of rules, other normative-methodological and normative-technical documents, considering modern dangers, risks, and best foreign experience.

For the successful functioning of the educational process in the disciplines of the Department prepared academic and methodological complex (AMC) [6]. In all classrooms there are information stands, technical training facilities, laboratory and computer equipment. To review the processes in the petrochemical industry, the audience is equipped with a model of an oil refinery, where students study the sequence of technological processes, design features of the equipment used, the specifics of its fire hazard.

For modeling of emergency situations and carrying out engineering calculations the computer software complex allowing to perform virtual laboratory works is prepared.

In the course of AMC training, from the point of view of pedagogical science, three stages are considered in the studied disciplines:

– the first is called «empirical», believing that it created AMC prepared on the basis of experience and intuition without considering the main provisions of the theory of psychology and pedagogy. Therefore, it is impossible to prepare a good AMC and its quality in the educational process is of little importance, but it sets the stage for further improvement of the quality of training;

– the second is called «theoretical», on it the necessary materials are developed in accordance with the provisions of psychological and pedagogical science. Therefore, this stage opens the opportunity to adjust the prepared AMC for further improvement of the educational process.

At the third stage, considering the developed, perfect educational and material base, AMC is realized in the form of electronic information and educational environment. This makes it possible to significantly improve the quality of the disciplines taught.

On the basis of the analysis of special literature the requirements are revealed, the implementation of which is a necessary condition for the organization of effective purposeful independent work of cadets (students) with the use of modern automated training systems. The teacher first of all needs to make selection of the educational material corresponding to all criteria of the principle of scientific character and to include in the automated course. On an intuitive basis, the decision does not always lead to success.

To improve the quality of training sessions, a complex of information support is developed, based on the principles of: modular information content, dialogue interaction, interactivity and practice-oriented technology, which is a system in which the developed AMC teaching staff are accumulated in the form of a database, knowledge and special software, taking into account the psychological characteristics of students, the experience of already created similar AMC in other subject areas of knowledge.

Methodological support is an integral component of educational activities. It includes:

- conducting scientific and methodological research;
- discussion of problems of Informatization and automation;
- increasing the effectiveness of training;
- consideration of the organization of different classes;
- analysis of the results of boundary (rating) control, intermediate and final state certification with relevant conclusions, recommendations and proposals;
- conducting classes with scientific and pedagogical staff on the problems of pedagogy and psychology of higher education;
- discussion of the range of issues of organization of independent training;
- generalization and introduction in educational process of positive experience of methodical work of teaching staff of different departments;
- use of interactive forms and types during classes;
- attraction of practical workers with extensive experience in the relevant field for conducting classes.

Improved methods of training with a well-trained AMC, will prepare highly qualified specialists for the EMERCOM of Russia in the field of fire prevention and organization of firefighting.

The effectiveness of the educational process is difficult to determine. If it is evaluated by the quality of products - training of students, the complexity of this approach is obvious, since the result of training is not immediately apparent (graduates only eventually become leading experts in their field), but only after going through a certain competition, acquiring knowledge and experience of practical work.

The choice of characteristics of the quality of teaching staff will help to avoid the subjective approach of the management of structural units of universities to assess the work of teachers, which is important for the formation of a healthy climate in this environment.

These indicators can be the basis for assessing the teacher's pedagogical qualification and suggest a personal-activity approach, when his qualification can be considered by some system in which there is a structure of the teacher's personality in the collective indicators of his activity.

Assessment of the business qualities of the faculty of the Department can be carried out using questionnaires-feedback received from graduates in order to find weak links in the chain of the educational process.

Thus, the considered questions and directions of increase of efficiency of educational process will help PPP, trained to pass to more qualitative level of training of experts of fire safety.

## **Literature**

1. Osipchuk I.V., Skripnik I.L., Voronin S.V. The role of the Institute of life safety and scientific and pedagogical staff of the Department in the organization of work with graduates. «Vestnik of Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia». 2018. № 3. P. 125–131.

2. Kaverzneva T.T., Leonova N.A., Rummyantseva N.V., Skripnik I.L. Experience of practical training in interactive form in the direction of «Technosphere safety». Industrial safety of enterprises of mineral complex in the XXI century. Volume 1: Mining information and analytical Bulletin (scientific and technical journal). 2017. № 4 (5-1), P. 359–364.
3. Leonova N.A., Kaverzneva T.T., Borisova M.A., Skripnick I.L. Integration of Physics Courses and Operating Security Courses in the Education in the Technosphere Safety Area. Proceedings of 2018 17th Russian Scientific and Practical Conference in Planning and Teaching Engineering Staff for the Industrial and Economic Complex of the Region, PTES 2018 8604206. P. 213–215.
4. Kuzmina T.A., Kuzmin A.A. Structure of information support of practical training in universities of EMERCOM of Russia // Scientific-analytical journal. Natural and technogenic risks (Physical, mathematical and applied aspects). 2019. № 2 (30). P. 50–57.
5. Kuzmin A.A., Romanov N.N., Kuzmina T.A. Virtual laboratory experiment based on emulation of thermal radiation parameters // Scientific-analytical journal. Natural and technogenic risks (Physical, mathematical and applied aspects). 2018. № 4 (28). P. 48–55.
6. Voronin S.V. Questions of development of educational and methodical complex of discipline // Actual problems and innovations in safety assurance: materials Of days of science with international participation (3–7 December 2018) devoted to the 90th anniversary of the Ural Institute of GPS of EMERCOM of Russia: in 2 parts / comp. M.Y. Porhachev, A.A. Kornilov, O.Y. Demchenko. Ekaterinburg: Ural Institute of state fire service of EMERCOM of Russia, 2019. Part 2. P. 28–31.





## INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Ageev Pavel** – head of the Department of fire safety of transport of the Research Institute of research prospects and innovative technologies in the field of life safety. Saint-Petersburg University of state fire service EMERCOM of Russia (193079, St. Petersburg, Oktyabrskaya nab., 35), candidate of technical Sciences;

**Bobrov Alexander** – associate Professor of the Department of civil protection (as part of the educational and scientific complex of civil protection) Of the Academy of GPS EMERCOM of Russia (129366, Moscow, Boris Galushkin str., 4), e-mail: alexbrv@mail.ru, candidate of technical Sciences, associate Professor;

**Votenok Oleg** – head of the Department of supervision of Saint-Petersburg University of state fire service EMERCOM of Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., d. 149), e-mail: vogps@igps.ru, kand. technical Sciences, associate Professor;

**Domrachev Sergey** – Deputy head of the Department of fire safety of transport Research Institute of research prospects and innovative technologies in the field of life safety. Saint-Petersburg University of state fire service EMERCOM of Russia (193079, St. Petersburg, Oktyabrskaya nab., 35);

**Yelizarov Pavel** – second-year master's student of St. Petersburg state University of emergency situations of Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., 149), e-mail: 89111396227@ail.ru;

**Ilitskaya Daria** – inspector of the Department of practical training of the training center of Saint-Petersburg University of state fire service EMERCOM of Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., 149);

**Ilitsky Sergey** – senior inspector of the Centre of organization and coordination Intern. acts. and inform. the policy of the Saint-Petersburg University of state fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky prospect, d. 149);

**Konchakov Sergey** – Deputy head of the Department of civil protection (as part of the educational and scientific complex of civil protection) Of the Academy of GPS EMERCOM of Russia (129366, Moscow, Boris Galushkin str., 4), e-mail: konchakov82@mail.ru, candidate of technical Sciences;

**Kuzmina Tatiana** – associate Professor of the Department of supervision of Saint-Petersburg University of state fire service EMERCOM of Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., d. 149), e-mail: kuzmina@igps.ru, candidate of pedagogical Sciences. sciences';

**Labinsky Alexander** – associate Professor of the Department of applied mathematics and information technology of Saint-Petersburg University of state fire service EMERCOM of Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., d. 149), candidate of technical Sciences, associate Professor;

**Makarenko Anastasia** – a second-year master's student of Saint-Petersburg University of state fire service EMERCOM of Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., d. 149), e-mail: anastasyamakarenko013@gmail.com;

**Mokryak Anna** – researcher of the Department of innovation and information technology in the examination of the fire Research center of expertise fire research Institute prospects of the research and innovative technologies in the field of health and safety. Saint-Petersburg University of state fire service EMERCOM of Russia (193079, St. Petersburg, Oktyabrskaya nab., 35);

**Skripnik Igor** – prof. of the Department of fire safety of technological processes and PR-in Saint-Petersburg University of state fire service EMERCOM of Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., d. 149), candidate of technical Sciences, associate Professor;

**Cherkasov Evgeny** – senior researcher of the Department of fire safety of transport of the Research Institute of research prospects and innovative technologies in the field of life safety. Saint-Petersburg University of state fire service EMERCOM of Russia (193079, St. Petersburg, Oktyabrskaya nab., d. 35), Cand. technical Sciences;

**Yuntsova Olga** – associate Professor of the Department of supervision of Saint-Petersburg University of state fire service EMERCOM of Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky Ave., d. 149), e-mail: uncova@igps.ru, kand. of pedagogical Sciences, associate Professor.

## SUMMARY OF INFORMATION

The oldest educational institute of fire and technical specialization was established in 1906 October 18<sup>th</sup>, when based on the decision of City Council of Saint-Petersburg courses of fire engineer started the work. Along with training of specialists the institute was responsible for correlation and systematization of fire and technical knowledges and creation of new special discipline. There were published first national textbooks which were used for all Russian firefighters training.

For Century University history more than 30 000 specialists were trained which had higher professional level and unlimited loyalty to work of firefighters and oath loyalty. As result huge quantity of officers and graduates of the institute who got a higher reward from the country such as: knights of Saint George's Cross, four heroes of Soviet Union and one hero of Russian Federation. It is not accident that there are many graduates among head staff of fire service of our country.

Nowadays Saint-Petersburg University of State Fire Service of Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergency Situations and the Rectification of the Consequences of Natural Disasters is modern scientific and educational complex integrated in world scientific and educational. The University provides studying of secondary and high, post graduates students, retraining of specialists more than for 30 staff categories using systems of classroom studying and distance.

Chief of the University – Lieutenant General Chizhikov Eduard Nikolayevich.

The main direction of activity of the university is training of specialists in the specialty «Fire safety», and at the same time training is organized for other specialties that are in demand in the EMERCOM system. They are specialists in the field of system analysis and management, higher mathematics, legislative support and legal regulation of EMERCOM of Russia, psychology of risk and emergency situations, budgetary accounting and audit in EMERCOM divisions, fire-technical expertise and inquiry. Innovative training programs included training specialists in the specialization «Managing of rescue operations of special risk» and «Carrying out emergency humanitarian operations» with knowledge of foreign languages, as well as training specialists for paramilitary mine-rescue units in the specialties «Mining» and «Technological safety and mine rescue».

The breadth of scientific interests, high professionalism, extensive experience in scientific and pedagogical activity, possession of modern methods of scientific research allow the university staff to multiply the scientific and scientific-pedagogical potential of the university, ensure continuity and succession of the educational process. Today, 1 Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, 5 Honored Scientists of the Russian Federation, 13 Honored Workers of the Higher School of the Russian Federation, 2 Honored Lawyers of the Russian Federation, Honored Inventors of the Russian Federation and the USSR transfer their knowledge and vast experience to the university. The preparation of highly qualified specialists is currently carried out at the University by 4 laureates of the Government of the Russian Federation Prize in the field of science and technology, 42 doctors of science, 228 candidates of sciences, 63 professors, 155 associate professors, 20 academicians of branch academies, 11 corresponding members of branch academies, 6 senior researchers, 8 Honored Workers of Higher Professional Education of the Russian Federation, 1 Honorary Worker of Science and Technology of the Russian Federation, 2 Honorary Radio Operators of the Russian Federation and 2 Honorary Workers of General Education of the Russian Federation.

University consists of:

- Institute for Advanced Professional Education;
- Institute of distance education;
- Institute of Life Safety.

Three faculties:

- Engineers;
- Economics and law;
- Training and retraining of scientific and pedagogical staff.

In the university are created:

- An educational center;
- Centre for Scientific Research Organization;
- Center for Information Technology and Systems;
- Educational and scientific center of engineering and technical expertise;
- Distance Learning Center;
- Expert Center;

- Industrial park of science and innovation;
- Center for international cooperation and information policy;
- Science and innovative technologies park.

The University has representations in the cities of Vyborg (Leningrad region), Petrozavodsk, Strezhevoy (Tomsk region), Khabarovsk, Syktyvkar, Burgas (Republic of Bulgaria), Almaty (Republic of Kazakhstan), Bar (Republic of Montenegro), Baku (Azerbaijan), Nis (Serbia), Sevastopol, Pyatigorsk.

At the university in 31 areas of training more than 8000 people studies. The annual class of graduates is more than 1550 specialists.

One dissertational council for defending dissertations for the academic degree of a doctor and candidate of science in technical sciences operates at the university. In order to improve scientific activity, 12 research laboratories have been established at the university.

Annually, the University conducts international scientific-practical conferences, seminars and round tables on a wide range of theoretical and applied scientific problems, including the development of a system for preventing, eliminating and reducing the consequences of natural and man-made emergencies, improving the organization of interaction between various administrative structures in conditions of extreme situations, etc.

Among them: the All-Russian Scientific and Practical Conference «Security Service in Russia: Experience, Problems and Perspectives», International Scientific and Practical Conference «Training of Personnel in the System of Prevention and Elimination of Consequences of Emergencies», Forum of the EMERCOM of Russia and public organizations «Society for Security», All-Russian Scientific and Practical Conference «The Arctic – the Territory of Security. Development of providing of complex security system for the Arctic zone of the Russian Federation».

On the basis of the university, joint scientific conferences and meetings were held by the Government of the Leningrad Region, the Federal Service of the Russian Federation for the Control of the Traffic of Drugs and Psychotropic Substances, the Scientific and Technical Council of the EMERCOM of Russia, the Northwest Regional Center of the EMERCOM of Russia, The International Technical Committee for the Prevention and Extinction of Fire (CTIF), Legislative Assembly of the Leningrad Region.

The University annually takes part in exhibitions organized by the EMERCOM of Russia and other departments. Traditionally, the University stands at the annual International exhibition «Integrated Security» and the International Forum «Security and Safety» SFITEX enjoys great interest.

Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia has been cooperating with the State Hermitage for several years in the field of innovative projects on fire safety of cultural heritage sites.

During the teaching of specialists in the University, advanced domestic and foreign experience is widely used. The university maintains close ties with the educational and research institutions and structural subdivisions of the fire and rescue profile of Azerbaijan, Belarus, Bulgaria, Great Britain, Germany, Kazakhstan, Canada, China, Korea, Serbia, Montenegro, Slovakia, USA, Ukraine, Finland, France, Estonia and other states.

The university is a member of the International Association of Fire and Rescue Services (CTIF), which unites more than 50 countries around the world.

In the framework of international activities, the university actively cooperates with international organizations in the field of security.

In cooperation with the International Civil Defense Organization (ICDO) Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia organized and conducted seminars for foreign experts (from Moldova, Nigeria, Armenia, Sudan, Jordan, Bahrain, Azerbaijan, Mongolia and other countries) for expert evaluation of fire, ensure the safety of oil facilities, the design of fire extinguishing systems. In addition, University staff participated in conferences and seminars conducted by ICDO in the territory of other countries. Nowadays five programs on technosphere safety in English have been developed for representatives of the ICDO.

One of the key directions of the University's work is participation in the scientific project of the Council of the Baltic Sea States (CBSS). The University participated in the project 14.3, namely in the direction C – «Macro-regional risk scenarios, analysis of hazards and gaps in the legislation» as a full-fledged partner. At present, work is underway to create a new joint project within the framework of the CBSS.

A lot of work is underway to attract foreign citizens to study. Representative offices have been opened in five foreign countries (Bulgaria, Montenegro, Kazakhstan, Azerbaijan, and Serbia).

Nowadays, more than 200 citizens from 8 foreign countries study at the university.

Cooperation agreements have been concluded with more than 20 foreign educational institutions, including the Higher Technical School in Novi Sad and the University of Nis (Serbia), the Fire Academy

of Hamburg (Germany), the College of Fire and Rescue Service in Kuopio (Finland), Kokshetau Technical Institute of the EMERCOM of the Republic of Kazakhstan and many others. The training in Harvard University for university's representatives has been organized using training program for safety leaders qualification increasing.

In virtue of intergovernmental agreements, Ministries of Emergency Situations of the Kyrgyz Republic and the Republic of Kazakhstan staff is provided with a training at the university.

Over the years, the university has trained more than 1 000 specialists for fire protection in Afghanistan, Bulgaria, Hungary, Vietnam, Guinea-Bissau, Korea, Cuba, Mongolia, Yemen and other foreign countries.

The training under the program of additional professional education «Translator in the field of professional communication» was organized for students, cadets, adjuncts and employees.

The monthly information-analytical packet and analytical reviews on fire and rescue topics of the Center for international cooperation and information policy is published. University website is translated into English and constantly updated.

The University's computer park is more than 1400 units, united in a local network. Computer classes allow students to work in the international computer network Internet. With the help of the Internet, access to Russian and international information sites is provided, which makes it possible to significantly expand the possibilities of the educational, teaching, methodological and scientific-methodical process. The necessary regulatory information is in the database of computer classes provided with the full version of the programs «Consultant Plus», «Garant», «Legislation of Russia», «Fire Safety». For information support of educational activities in the university there is a unified local network.

Increasing multiplicity and complexity of modern tasks significantly increase the requirements for the organization of the educational process. Nowadays the University use distance-studying technologies.

The university library corresponds to all modern requirements. The fund of the University's library accounts more than 359 thousand numbers of literature on all branches of knowledge. The library's funds have information support and are united into a single local network. All processes are automated. The library program «Irbis» is installed. The library provides electronic book loan. This makes it possible to bring the book to user as soon as possible.

Reading rooms of the library are equipped with computers with Internet access and a local network of the university. The Electronic Library has been created and is functioning; it is integrated with the electronic catalog.

2/3 of the educational and scientific foundation was digitized in the Electronic Library. The following libraries are connected to the electronic library: a branch in Zheleznogorsk and a library of the Vytegra training and rescue center, as well as training centers. There is access to the largest libraries of our country and the world (BN Yeltsin Presidential Library, Russian National Library, Russian State Library, Library of the Academy of Sciences, Library of Congress). A contract was concluded with EBS IPRbooks for the using and viewing of educational and scientific literature in electronic form.

The library has more than 150 copies of rare and valuable publications. The library has a rich fund of periodicals, their number is 8121 copies. In 2017, in accordance with the requirements of the state educational standard, 80 titles of magazines and newspapers were issued. All incoming periodicals are signed by a bibliographer for electronic catalogs and card files. Publications of periodicals are actively used by readers in educational and research activities. Also, 3 foreign journals are issued.

On the basis of the library, a professorial library and a professorial club of the university were established.

The Polygraphist Center of the University is equipped with modern printing equipment for full-color printing, which allows providing orders for printed products of the University, as well as a plan for publishing activities of the Ministry. The University publishes 7 scientific journals, publishes materials of a number of International and All-Russian scientific conferences, packet of scientific works of the faculty of the university. The University's editions 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 Scientific Citation Index, and also have an international index. The scientific and analytical journal «Problems of risk management in the technosphere» and the electronic scientific and analytical journal «Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia» are included in the list of peer-reviewed scientific journals approved by the decision of the Higher Attestation Commission, in which the main scientific results of dissertations should be published for the degree of candidate of sciences, for the degree of Doctor of Sciences.

All cadets of the university are trained in the initial training programs for rescuers and firefighters. The training takes place on the basis of the Vytegra Training and Rescue Center, a branch of the North-West regional search-and-rescue detachment of the EMERCOM of Russia; The rescue training center of the Baikal search and rescue team, located in the settlement of Nikola near Lake Baikal; 40th Russian Rescue Training Center; 179th Rescue Center in Noginsk; Center for the training of rescuers «Krasnaya Polyana» of the Southern Regional search and rescue team of the. On July 1, 2013, the Center for the Education of Cadets was established on the basis of the St. Petersburg's University of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia.

The main goals of the Center's activities are intellectual, cultural, physical and the spiritual and moral development of the Cadets, their life adaptation in society, the creation of the preparation basis of minors to serve the Fatherland in the field of state civil, military, law enforcement and municipal service.

The Center implements the training of cadets in general secondary education programs, taking into account additional educational programs.

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

Sport club «Nevskiy Lions» was organized which includes professional fire and rescue sport teams, also includes ice hockey, volleyball, basketball, American football teams and other different kinds of strength sport.

Cadets and students have opportunity to develop their cultural standards and their creative capacity in the Institute of Arts. Cadets and students actively take a part in games of the club of humor between Emercom units, annual professional and art competitions «Miss Emercom», «The best club», «The best museum» and also musical competition of firefighters and rescuers «Melodies of sensitive hearts».

All necessary conditions for training higher educated specialists for fire and rescue service of Emercom of Russia were created in the Saint-Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia.



**ФГБОУ ВО МЧС России**  
**«Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы»**  
**EMERCOM of Russia**  
**FSBEI HPE «Saint-Petersburg university of State fire service»**

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

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

**№ 4 – 2019**

**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 20.12.2019. Формат 60×84<sub>1/8</sub>. Усл.-печ. п.л. 11,75. Тираж 1000 экз.  
Passed for printing 20.12.2019. Format 60×84<sub>1/8</sub>. Tentative printed sheets 11,75. 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.