

ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

1'2011

Оценка чувствительности методик расчета пожарных рисков к неопределенности (погрешности) расчетных характеристик

Критерии огнестойкости элементов строительных конструкций на пожаровзрывоопасных объектах

Разработка мультисенсорного газоанализатора для горючих газов



Повышение эффективности учета пожарного оборудования

Оценка вероятности возникновения пожара в резервуаре с мазутом на промплощадке ОАО "Завод им. Дегтярева"

Методы оценки взрывопожароопасности топливовоздушных смесей на примере керосина марки РТ

ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ

Том 20 • № 1 • 2011 FIRE & EXPLOSION SAFETY

Научно-технический журнал
ООО "Издательство "Пожнаука"

The Journal of the Russian Association
for Fire Safety Science ("Pozhnauka")

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Макаркин С. В., Иванов В. Е. Организация пожарно-профилактической работы и государственный пожарный надзор в СССР: становление и развитие (советский период)

Стажеев М. В., Черкасский Г. А., Максимова М. З., Кононенко Е. В., Воробьева Е. П. Оценка чувствительности утвержденных методик расчета пожарных рисков к неопределенности (погрешности) расчетных характеристик

Черник В. Б., Зверев А. В. Воздействие газетно-публицистических текстов на общественное сознание в области противопожарной пропаганды

ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ ВЕЩЕЙ И МАТЕРИАЛОВ

Алексеев С. Г., Левковец И. А., Рыжков О. В., Артемьев Г. А., Барбин Н. М., Пищальников А. В., Котовская С. К. Показатели пожаровзрывоопасности антибактериального препарата левофлоксацина и его основных полупродуктов

Алексеев С. Г., Авдеев А. С., Барбин Н. М., Тимашев С. А., Гурьев Е. С. Методы оценки взрыво-пожароопасности топливовоздушных смесей на примере керосина марки РТ. II. РД 03-409-01

Агафонов И. А., Гаркушин И. К., Шиков А. А., Баканов А. В. Анализ и прогнозирование пожаро-опасных свойств α -олефинов нормального строения

Рудаков О. Б., Калач А. В., Бердникова Н. В. Пожарная опасность водорастворимых растворителей и их водных растворов

ОГНЕСТОЙКОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Еналеев Р. Ш., Барбин Н. М., Теляков Э. Ш., Тучкова О. А., Качалкин В. А. Критерии огнестойкости элементов строительных конструкций на пожаро-взрывоопасных объектах

ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Трифонов К. И., Ларионов А. С. Оценка вероятности возникновения пожара в резервуаре с мазутом на второй промплощадке ОАО "Завод им. Дегтярева"

СТАТИСТИКА И АНАЛИЗ ПОЖАРОВ

Кайбичев И. А., Орлов С. А. Долгосрочный прогноз на год вперед с разбивкой по месяцам

ПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА

Калач А. В., Перегудов А. Н., Чуйков А. М. Разработка мультисенсорного газоанализатора для анализа горючих газов

Порхачев М. Ю., Худякова С. А. Повышение эффективности учета пожарного оборудования

ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ. СПРАВОЧНИК

CONTENTS

GENERAL QUESTIONS OF FIRE SAFETY

2 Makarkin S. V., Ivanov V. E. Organization of Fire-Prevention Work and the State Fire Inspection in the USSR: the Formation and Development (The Soviet Period)

9 Staheev M. V., Cherkasskii G. A., Maksimova M. Z., Kononenko E. V., Vorobyova E. P. Estimation of Sensitivity of the Confirmed Design Procedures of Fire Risks to Uncertainty (Error) of Settlement Characteristics

15 Chernik V. B., Zverev A. V. Influence of Newspaper and Journalistic Texts in the Public Conscience in the Field of Fire Protection

FIRE-AND-EXPLOSION HAZARD OF SUBSTANCES AND MATERIALS

18 Alexeev S. G., Levkovetz I. A., Ryzhkov O. V., Artem'ev G. A., Barbin N. M., Pishchal'nikov A. V., Kotovskaya S. K. Index of Fire and Explosive Properties of the Antibacterial Drug Levofloxacin and Its Main Semiproducts

21 Alexeev S. G., Avdeev A. S., Barbin N. M., Timashov S. A., Gur'ev E. S. Analysis Methods of Explosion Fire Hazard of Mixtures of Fuel and Air on an Example for Jetfuel RT. II. RD 03-409-01

28 Agafonov I. A., Garkushin I. K., Shikov A. A., Bakunov A. V. Analysis and Prediction of Fire and Explosive Properties of Normally Structured α -Olefins

31 Rudakov O. B., Kalach A. V., Berdnikova N. V. Fire Danger of Water-Soluble Solvents and Their Water Solutions

FIRE-RESISTANCE OF BUILDING CONSTRUCTIONS

33 Enaleev R. S., Barbin N. M., Telyakov E. S., Tuchkova O. A., Kachalkin V. A. Indices of Fire Resistance of Elements of Building Constructions on Fire Explosive Hazard Objects

FIRE-AND-EXPLOSION SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

42 Trifonov K. I., Larionov A. S. Estimated Probability of Fire Occurrence in a Tank Containing Black Oil on the Second Industrial Area of the "V. A. Degtyarev Plant" OJSC

STATISTIC AND ANALYZE OF FIRE

45 Kaibichev I. A., Orlov S. A. Long-Term Forecast for Year Onward with Breakdown on Month

FIRE ENGINEERING

54 Kalach A. V., Peregudov A. N., Chuykov A. M. Working Out of the Multisensor Gas Analyzer for the Analysis of Combustible Gases

57 Porhachev M. Yu., Khudyakova S. A. Improving the Efficiency of Accounting Fire Equipment

FIRE-AND-EXPLOSION SAFETY. REFERENCE BOOK

Журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК России для публикации трудов соискателей ученых степеней, в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ РАН. Сведения о журнале ежегодно публикуются в Международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям "Ulrich's Periodicals Directory".

Перепечатка материалов только по согласованию с редакцией. Авторы несут ответственность за содержание представленных в редакцию материалов и публикацию их в открытой печати



С. В. Макаркин

канд. юрид. наук, доцент, исполняющий
обязанности начальника кафедры
Уральского института ГПС МЧС России,
г. Екатеринбург, Россия



В. Е. Иванов

канд. ист. наук, доцент,
ученый секретарь Уральского
института ГПС МЧС России,
г. Екатеринбург, Россия

УДК 614.84

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ И ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЖАРНЫЙ НАДЗОР В СССР: СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ (СОВЕТСКИЙ ПЕРИОД)

Рассмотрены основные этапы становления надзорно-профилактических органов и органов Государственного пожарного надзора в СССР в период с 1917 по 1990 гг. (в контексте изменений в компетенции и практике взаимодействия).

Ключевые слова: пожарно-профилактическая работа; государственный пожарный надзор; пропаганда; агитация; законодательство.

Зарождение надзорно-профилактических органов в советском государстве принято отсчитывать с 17 апреля 1918 г. В этот день был подписан декрет Совета Народных Комиссаров (СНК) “Об организации государственных мер борьбы с огнем” [1], согласно которому в целях ограждения народного достояния Российской Советской Федеративной Республики от пожарных бедствий и для высшего руководства, объединения, направления и развития мероприятий по борьбе с огнем был учрежден Пожарный совет. Ведению Пожарного совета подлежали все дела по изысканию и применению как предупредительных, так и оборонительных мер по борьбе с пожарным бедствием.

Пожарный совет по своей сути стал первым надзорно-профилактическим органом. К обязанностям Совета относились: предварительное рассмотрение и разработка законодательных положений по пожарной части; установление порядка собирания материалов и форм ведения пожарной статистики, а также правил для производства разного рода анкет и обследований в области пожарного дела и огнестойкого строительства и др. Совету предоставлялось право образовывать местные органы по соглашению с местными Советами рабочих и крестьянских депутатов. И на своем первом заседании 21–27 мая 1918 г. Пожарный совет поставил вопрос об образовании местных органов для надзора за пожарной безопасностью в городах и сельской местности и контроля за деятельностью пожарных организаций [2]. 27 сен-

тября 1918 г. вышло в свет положение о местных органах противопожарного надзора [3], согласно которому при исполнках областных, губернских и уездных Советов, а также при исполнках городских Советов депутатов трудящихся в городах с населением свыше 10 тыс. человек были образованы местные пожарные комитеты. На них возлагались задачи не только по организации пожарной охраны и тушению пожаров, но и по ведению пожарно-профилактической работы.

В дальнейшем Пожарный совет определил порядок сбора по стране материалов по пожарной статистике, а также установил правила проведения обследований в области пожарного дела и огнестойкого строительства. Необходимо отметить, что первое крупномасштабное пожарно-техническое обследование всех общественных зданий, промышленных объектов, складов было проведено в 1921 г. В мероприятии принимали участие не только сотрудники пожарной охраны, но и представители профсоюзных организаций и местных Советов [4, с. 11; 5, с. 8].

Следующий шаг в становлении пожарно-профилактических органов связан с принятием 28 ноября 1918 г. декрета СНК “Об организации страхового дела в Российской Республике” [6] и объявлением в стране государственной монополии страхования. Согласно этому декрету Комиссариат по делам страхования и борьбе с огнем с существующими при нем учреждениями был преобразован в Страховой отдел Высшего совета народного хозяйства

(ВСНХ). Таким образом, произошло слияние страхового и пожарного отделов. Однако объединение пожарного и страхового дела оказалось нецелесообразным, и 12 июля 1920 г. общее заведывание и управление пожарным делом в РСФСР как в административно-техническом, так и в финансово-хозяйственном отношении, со всеми делами, имуществом и кредитами, были изъяты из ведения ВСНХ и переданы в Народный комиссариат внутренних дел (НКВД) [7], при котором был создан Центральный пожарный отдел. В губернских и городских отрядах коммунального хозяйства НКВД были созданы соответствующие подотделы. Центральный пожарный отдел и его территориальные подотделы руководили борьбой с пожарами, разрабатывали профилактические меры и т. д. Управление пожарным делом находилось в ведении НКВД до конца 1930 г., т. е. до момента его упразднения в союзных и автономных республиках [8].

В этот период пожары в стране приобрели массовый характер. Поэтому вполне обосновано появление постановления Совета Труда и Обороны “О мерах борьбы с пожарами” [9], в соответствии с которым для проведения срочных мероприятий по борьбе с пожарами была создана Пожарная комиссия при НКВД. Необходимо отметить, что постановления комиссии были обязательны для всех ведомств, учреждений и предприятий.

В 20-е годы XX столетия назрел также вопрос о статистическом учете всех пожаров, происходящих на территории СССР, в результате чего появился целый ряд нормативно-правовых актов [10–12].

Закрепление на правовом поле порядка и основных принципов организации пожарной безопасности страны привело к тому, что в 1923–1925 гг. произошел спад пожаров. К примеру, по данным Статбюро НКВД, уже в 1925 г. количество пожаров на территории РСФСР составило: в 39 губернских городах — 2449; в 239 уездных городах — 2504; в Москве — 1556; в Ленинграде — 2199 [13]. Однако отношение к пожарной безопасности по “остаточному” принципу систематически приводило к нарушению пожарных требований в строительстве, что, в конечном счете, стало причиной новой волны сокрушительного роста пожаров.

В целях снижения роста числа пожаров, привлечения внимания к вопросам пожарной профилактики и проведения практических мер по повышению пожарной безопасности объектов страны 15 апреля 1927 г. СНК СССР издал постановление “О мерах охраны государственных и имеющих государственное значение предприятий, складов и сооружений” [14], согласно которому ответственность за принятие противопожарных и иных мер охраны государственных фабрик, заводов, мастерских, лабораторий,

складов, сооружений и т. п. возлагалась персонально на их руководителей. Советское правительство не ограничилось только мерами повышения персональной ответственности руководителей за обеспечение пожарной безопасности, и уже в июле 1927 г. постановлением ВЦИК и СНК РСФСР утверждено Положение об органах Государственного пожарного надзора в РСФСР [15]. Положением устанавливается порядок образования местных органов Государственного пожарного надзора, были определены функции его центральных и местных органов, приванных осуществлять контроль за состоянием пожарной безопасности во всех коммунальных, ведомственных и общественных организациях.

Помимо общих функций, на вновь созданные органы Государственного пожарного надзора были возложены такие функции, как техническая нормализация пожарного инвентаря, снаряжения и оборудования, руководство делом автоматического гашения и пожарной сигнализации, рассмотрение уставов добровольных пожарных организаций, общий учет пожарно-технических сил и др. [16].

Положение явилось точкой отсчета в истории возникновения Государственного пожарного надзора в нашей стране. Впервые праздник отмечался сотрудниками органов ГПН в 2007 г.

К концу 1927 г. в стране стала складываться единая система органов Государственного пожарного надзора, начиналось планомерное осуществление профилактических мероприятий: на всех крупных промыслах и предприятиях стали проводиться пожарно-технические обследования. Вопросы пожарной безопасности стали предметом широко проводимой пожарно-профилактической работы. Органы Государственного пожарного надзора начали активно применять различные формы ее проведения: пропаганду, агитацию и пр.

В последующих правительственные актах уделялось внимание не только дальнейшему развитию функционирования пожарных инспекций и Государственного пожарного надзора, но и пожарной охране и пожарной безопасности советской республики в целом [17–20].

Значительным этапом в последующем развитии пожарно-профилактической деятельности и государственного пожарного надзора стало постановление ЦИК и СНК СССР от 7 апреля 1936 г. № 52/654, утвердившее новое Положение о государственном пожарном надзоре и о городской пожарной охране [21]. Это Положение действовало практически без изменений до 1977 г. и достаточно четко определяло функции и права Государственного пожарного надзора.

В соответствии с постановлением государственный пожарный надзор осуществлялся Народным

комисариатом внутренних дел СССР через Главное управление пожарной охраны НКВД СССР и его местные органы. В свою очередь Главное управление пожарной охраны и его органы при выполнении функций государственного пожарного надзора имели право:

- производить осмотры всех зданий, сооружений, складов и жилых помещений в порядке, определяемом инструкцией НКВД СССР, и составлять акты осмотров;
- требовать от всех предприятий, учреждений и отдельных лиц представления единовременных сведений по форме, установленной НКВД по согласованию с Центральным управлением народнохозяйственного учета Госплана СССР, а также материалов и документов, необходимых для выяснения состояния соответствующего объекта в отношении пожарной безопасности;
- привлекать к административной или судебной ответственности лиц, виновных в нарушениях обязательных постановлений, правил, норм и инструкций по противопожарной охране.

Необходимо также отметить, что в случае обнаружения на предприятии, в учреждении или организации таких нарушений правил, которые создают непосредственную угрозу возникновения пожара, начальник управления (отдела) пожарной охраны республики, края, области уже в то время имел право приостановить частично или полностью работу данного предприятия или общественной организации с немедленным уведомлением об этом начальника Главного УПО НКВД СССР, а также народного комиссара или начальника другого центрального учреждения СССР, союзной или автономной республики, в системе которого находилось соответствующее предприятие, учреждение или организация. Вопрос о дальнейшей работе предприятия или учреждения в этих случаях решался руководителем ведомства, в системе которого находился данный объект, по согласованию с НКВД СССР.

В предвоенный период, а также в годы Великой Отечественной войны сотрудники органов Государственного пожарного надзора проводили большую работу по улучшению пожаробезопасного состояния предприятий, городов и населенных пунктов (снос временных деревянных строений, создание запасов воды для тушения пожаров, устройство противопожарных преград и разрывов, внедрение огнестойкого строительства) [4, с. 13; 5, с. 10].

Требования военного времени наложили отпечаток и на деятельность органов Государственного пожарного надзора. Так, в годы Великой Отечественной войны, на предфронтовой территории, инспекторы Государственного пожарного надзора обучали гражданское население приемам тушения

пожаров и зажигательных бомб, организовывали противопожарную защиту зданий и сооружений, занимались подготовкой объектов к отражению воздушных налетов, совместно с начальствующим составом пожарных частей промышленных предприятий и транспорта проводили широкую профилактическую работу.

В глубоком тылу, где были сосредоточены эвакуированные предприятия, сотрудники пожарного надзора организовывали надзорную и профилактическую работу так, чтобы пожары не нарушили и без того напряженный ритм производства. Выявленные в ходе обследований объектов нарушения требований пожарной безопасности устраивались в экстренном порядке.

Восстановление объектов и населенных пунктов в послевоенный период, расширение производства, развитие науки и техники поставили перед государством новые задачи в деле обеспечения пожарной безопасности страны. В связи с этим постановлением Совета Министров РСФСР от 27 ноября 1947 г. № 893 “О мероприятиях по усилению пожарной охраны в городах, рабочих поселках и на промышленных предприятиях РСФСР” [22] в жилых домах городов и рабочих поселков был введен институт общественных уполномоченных по пожарной охране. Крайисполкомы, облисполкомы, Советы Министров автономных республик и горисполкомы городов республиканского подчинения должны были обеспечивать систематический надзор за противопожарным состоянием жилых домов со стороны управляющих и комендантov, возложив на них ответственность за своевременное осуществление противопожарных мероприятий.

Большое значение в работе по предупреждению пожаров имели Постановление Совета Министров Союза СССР от 2 марта 1954 г. № 359 “Об организации добровольных пожарных дружин на промышленных предприятиях и других объектах министерств и ведомств” [23] и Постановление Совета Министров РСФСР от 8 октября 1955 г. № 1347 “Об усилении пожарной охраны в сельской местности” [24].

В 1956 г. в крупных городах страны была начата реорганизация пожарной охраны. В результате ее функции предупреждения и тушения пожаров были возложены на одно подразделение.

В 1960 г. произошло упразднение МВД СССР. Ряд министерств и управлений были переданы в союзно-республиканское подчинение. Функции государственного пожарного надзора стали выполнять ГУПО, УПО (ОПО) МВД союзных и автономных республик, УПО (ОПО) УВД исполнительных комитетов краев и областей.

В 1966 г. все пожарные подразделения вернулись в подчинение МВД СССР, что, в свою очередь,

позволило значительно усилить аппараты управления Государственного пожарного надзора, организовав в большинстве городов и сельских районов его отделы, отделения и инспекции.

Период 60–70-х гг. был отмечен усилением роли Государственного пожарного надзора в обеспечении пожарной безопасности страны. Органы Государственного пожарного надзора решали поставленные задачи в тесном взаимодействии с другими государственными органами, добровольными пожарными дружинами (командами) и обществами, с внештатными инспекторами при исполнительных комитетах местных Советов народных депутатов, широко привлекая к профилактической работе рабочих и служащих предприятий, учреждений и организаций, а также население по месту жительства. Каждый работник Государственного пожарного надзора был обязан расширять и укреплять эту связь с коллективами трудящихся, активом добровольцев, широко использовать их помощь, настойчиво пропагандировать среди населения, рабочих и служащих меры пожарной безопасности, добиваться внедрения достижений науки и техники в противопожарную защиту объектов народного хозяйства.

Серьезные недостатки в обеспечении пожарной безопасности городов и других населенных пунктов, объектов народного хозяйства и зданий с массовым пребыванием людей, а также развитие газонефтедобывающей, химической, нефтехимической промышленности, широкая автоматизация промышленного и сельскохозяйственного производства, строительство зданий повышенной этажности, крупных животноводческих комплексов и уникальных объектов обязали различные министерства и ведомства обратить особое внимание на усиление профилактики пожаров и принять безотлагательные меры к устранению имеющихся недостатков. Необходимость усилить профилактическую работу на этих объектах была подчеркнута в Постановлении Совета Министров СССР от 15 июля 1977 г. № 654 “О мерах по повышению пожарной безопасности в населенных пунктах и на объектах народного хозяйства”. В нем указывалось, что обеспечение противопожарной защиты городов и других населенных пунктов, а также объектов народного хозяйства является важнейшей государственной задачей и руководители министерств, ведомств, промышленных предприятий, организаций, учреждений, совхозов и колхозов несут ответственность за ее выполнение.

Совет Министров СССР Постановлением от 15 июля 1977 г. № 654 возложил на Министерство внутренних дел СССР учет пожаров на всех объектах народного хозяйства (кроме объектов Министерства обороны СССР и Комитета государственной безопасности при Совете Министров СССР).

Обязал министерства и ведомства СССР и союзных республик предоставлять Министерству внутренних дел СССР и министерствам внутренних дел союзных республик сводные данные о пожарах на подведомственных им предприятиях и в организациях. Творческим организациям (союзам писателей, художников, композиторов) было рекомендовано привлечь творческие силы для создания высокийдейных художественных произведений о благородном всенародном деле защиты народного достояния от пожаров.

В союзных и автономных республиках СССР на этой основе были приняты безотлагательные меры к устраниению имеющихся недостатков в обеспечении пожарной безопасности в форме принятия соответствующих постановлений республиканских Советов Министров: постановления Совета Министров РСФСР от 5 августа 1977 г. № 412 “О мерах по повышению пожарной безопасности в населенных пунктах и на объектах народного хозяйства в РСФСР”, постановления Совета Министров БССР от 26 августа 1977 г. № 287 “О мерах по повышению пожарной безопасности в населенных пунктах и на объектах народного хозяйства Белорусской ССР”, постановления Совета Министров Коми АССР от 5 декабря 1977 г. № 485 “О мерах по повышению пожарной безопасности в населенных пунктах и на объектах народного хозяйства Коми АССР” и др.

В 70-х годах прошлого столетия государственный пожарный надзор осуществлялся в целях поддержания в стране высокого уровня пожарной безопасности городов и других населенных пунктов, а также объектов народного хозяйства. Органы, осуществляющие государственный пожарный надзор, входили в систему Министерства внутренних дел СССР.

Основные задачи, функции и права органов пожарного надзора МВД СССР определило Положение о государственном пожарном надзоре в СССР [25]. Согласно ему основными задачами органов Государственного пожарного надзора являлись: совершенствование работы по предотвращению пожаров и обеспечению пожарной безопасности городов, других населенных пунктов и объектов народного хозяйства; повышение эффективности борьбы с пожарами; осуществление контроля за выполнением пожарно-профилактических мероприятий и установленных требований пожарной безопасности.

Постановление Совета Министров СССР от 15 июля 1977 г. “О мерах по повышению пожарной безопасности в населенных пунктах и на объектах народного хозяйства” и Положение о государственном пожарном надзоре в СССР [25] нацеливали работу органов Государственного пожарного надзора на поддержание в стране высокого уровня пожарной

безопасности городов, других населенных пунктов и объектов народного хозяйства. Эта цель достигалась путем приведения в образцовое противопожарное состояние промышленных предприятий, электростанций, социально-культурных учреждений, мест концентрации материальных ценностей, объектов агропромышленного комплекса, жилых домов. Принятые Советом Министров СССР документы на длительный период определили не только пути развития органов Государственного пожарного надзора, но и отечественной пожарной охраны.

Необходимо отметить, что порядок осуществления пожарной охраны МВД СССР надзорных функций, помимо Положения [25], регламентировался также приказами и указаниями МВД СССР, инструкциями ГУПО МВД СССР. В соответствии с Положением [25] было разработано Наставление по организации работы органов Государственного пожарного надзора (приказ МВД СССР от 29 декабря 1978 г. № 359). Наставление было основным руководящим документом, определяющим конкретные формы и методы профилактической работы территориальных и местных органов Государственного пожарного надзора.

В обязанности представителя органа Государственного пожарного надзора уже в то время входил не только контроль за выполнением противопожарных норм и правил, но и оказание помощи руководителям предприятий, организаций и учреждений в осуществлении противопожарных мероприятий.

В 1987 г. было введено в действие новое Наставление по организации работы органов Государственного пожарного надзора [26]. Наставление определило, что государственный пожарный надзор в СССР осуществляется в целях поддержания высокого уровня пожарной безопасности городов, других населенных пунктов и объектов народного хозяйства. Отметим, что Наставление наделило органы Государственного пожарного надзора большей самостоятельностью. За инженерно-инспекторским составом и руководителями групп, инспекций и отделений Государственного пожарного надзора, горрайонорганов внутренних дел, самостоятельных военизованных пожарных частей (СВПЧ) и профессиональных пожарных частей (ППЧ), отрядов ВПО и ППО по охране городов, поселков и районных центров, отрядов и частей ВПО по охране объектов для осуществления государственного пожарного надзора, как правило, закреплялись определенные территориальные зоны (участки и микрорайоны города, городского района, охраняемого объекта, отдельные производства и цеха, здания и сооружения, участки железных дорог), наиболее крупные промышленные и общественные объекты, а для слежения за обстановкой, подготовки обобщающих мате-

риалов и предложений — отрасли (группы отраслей) народного хозяйства, а также специальные участки работы (учет и анализ пожаров, нормативно-техническая работа, противопожарная пропаганда, подготовка добровольных пожарных дружин и т. п.). Профилактической работе на объектах народного хозяйства они должны были уделять не менее 15 рабочих дней в месяц.

Являясь структурными подразделениями пожарной охраны МВД СССР, органы Государственного пожарного надзора руководствовались в своей повседневной деятельности не только Положением о государственном пожарном надзоре в СССР [25] и Наставлением по организации работы органов Государственного пожарного надзора [26], но и Уставом службы пожарной охраны МВД СССР. Так, Устав службы пожарной охраны МВД СССР (приказ МВД СССР от 15 февраля 1990 г. № 66), наряду с организацией и порядком несения службы, определял и общие обязанности должностных лиц органов Государственного пожарного надзора. Положения данного Устава распространялись на должностных лиц органов Государственного пожарного надзора вплоть до 1995 г. [27].

Характеризуя организацию и осуществление пожарно-профилактической работы, а также деятельность органов Государственного пожарного надзора в советский период, который продолжался до начала 90-х годов XX столетия, можно констатировать:

- вопросам пожарной профилактики государство уделяло особое внимание, в результате чего создавались и успешно функционировали различные государственные органы (1918 г. — Пожарный совет, местные органы противопожарного надзора; 1920 г. — Центральный пожарный отдел; 1921 г. — Пожарная комиссия; 1927 г. — органы Государственного пожарного надзора), а также общественные организации и формирования (1947 г. — общественные уполномоченные по пожарной охране; 1954 г. — ДПД), которые осуществляли контроль и руководство в области обеспечения пожарной безопасности объектов и населенных пунктов;
- государство ставило во главу угла не только состояние пожарной безопасности городов и других населенных пунктов, предприятий, организаций и учреждений, но и осуществляло необходимые мероприятия по усилению их противопожарной защиты, привлекая для этого как органы Государственного пожарного надзора, так и министерства, ведомства, общественные организации;
- наблюдалось стремительное развитие органов Государственного пожарного надзора, особенно в послевоенный период — период восстановле-

ния объектов народного хозяйства и населенных пунктов. В результате органы ГПН были наделены определенными властными полномочиями, предопределившими их становление в качестве незаменимых (с точки зрения дела) струк-

турных подразделений пожарной охраны. Главной целью деятельности органов ГПН стало приведение объектов народного хозяйства в состояние, позволяющее эффективно противостоять угрозе возникновения пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об организации государственных мер борьбы с огнем : Декрет СНК от 17 апреля 1918 г. // Собрание указаний и распоряжений. — 1918. — № 32. — Ст. 428. — С. 401–404.
2. ЦГАОР, Ф. 1885, Оп. 1, Ед. хр. 50, Л. 64.
3. ЦГАОР, Ф. 1885, Оп. 1, Ед. хр. 92, Л. 3.
4. Государственный пожарный надзор : учебник для вузов МЧС России / Под общ. ред. Г. Н. Кириллова. — СПб. : Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2006. — 396 с.
5. Савельев П. С. Организация работ по предупреждению пожаров на объектах народного хозяйства. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Стройиздат, 1985. — 360 с.
6. Об организации страхового дела в Российской Республике : Декрет СНК от 28 ноября 1918 г. // Собрание указаний и распоряжений. — 1918. — № 86. — Ст. 904. — С. 1098.
7. О сосредоточении пожарного дела в Народном Комиссариате Внутренних Дел : Декрет СНК РСФСР от 12 июля 1920 г. // Собрание указаний и распоряжений. — 1920. — № 66. — Ст. 295. — С. 313.
8. Евтушкин Н. М. Некоторые вопросы организации и развития пожарной охраны в СССР / Под ред. С. Г. Голубева. — М. : Прогресс, 1962. — С. 56–60.
9. О мерах борьбы с пожарами : Постановление СТО от 23 апреля 1921 г. // Противопожарная служба России. Документы и материалы. — Т. 2. — М. : ТРИО, 2002. — С. 211.
10. О статистическом учете пожаров : Постановление СТО от 8 декабря 1923 г. // Собрание законов и распоряжений РСФСР. — 1924. — № 16. — Ст. 156.
11. О порядке проведения в жизнь постановления СТО СССР от 8/XII-23 г. "О статистическом учете пожаров" : Постановление СТО от 5 августа 1924 г. // Сборник постановлений и распоряжений по пожарной охране / Сост. И. Рыданов, К. Яичков. — М. : Советское законодательство, 1931. — С. 271.
12. О сообщении органам Главного управления Госстраха сведений о пожарах : Постановление СНК РСФСР от 21 ноября 1924 г. // Собрание указаний и распоряжений РСФСР. — 1924. — № 89. — Ст. 895.
13. О состоянии пожарного дела в РСФСР и об очередных задачах его укрепления : доклад начальника Центрального пожарного отдела К. М. Яичкова // Пожарное дело. — 1926. — № 6. — С. 16.
14. О мерах охраны государственных и имеющих государственное значение предприятий, складов и сооружений : Постановление СНК СССР от 15 апреля 1927 г. // Собрание законов и распоряжений СССР. — 1927. — № 19. — Ст. 221. — С. 429–430.
15. Об утверждении Положения об органах государственного пожарного надзора в РСФСР : Постановление ВЦИК и СНК РСФСР от 18 июля 1927 г. // Собрание указаний и распоряжений РСФСР. — 1927. — № 76. — Ст. 516. — С. 914–916.
16. Макаркин С. В., Галанов А. П. Постановление ВЦИК и СНК от 18 июля 1927 года — начало построения единой системы государственного пожарного надзора в РСФСР // Сборник материалов Межкафедральной научно-практической конференции Уральского института ГПС МЧС России (3 декабря 2009 г.). — Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2009. — 96 с.
17. Положение о городских профессиональных пожарных командах РСФСР : циркуляр НКВД от 19 октября 1927 г. № 390 // Сборник постановлений и распоряжений по пожарной охране / Сост. И. Рыданов, К. Яичков. — М. : Советское законодательство, 1931. — С. 51–52.
18. Положение о пожарной охране в торговых портах СССР : циркуляр от 25 сентября 1929 г. № 318 // Противопожарная служба России. Документы и материалы. — М. : ТРИО, 2002. — Т. 2. — С. 45–48.
19. Об образовании в местных органах ВСНХ РСФСР пожарных инспекций : Приказ ВСНХ РСФСР от 18 января 1930 г. № 504 // Сборник постановлений и распоряжений по пожарной охране / Сост. И. Рыданов, К. Яичков. — М. : Советское законодательство, 1931. — С. 20–21.

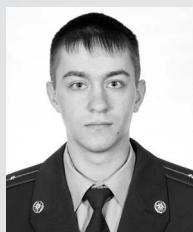
20. Об охране лесов от пожаров : Постановление СНК СССР от 14 мая 1931 г. // Собрание законов и распоряжений СССР. — 1931. — № 31. — Ст. 241.
21. Положение о государственном пожарном надзоре и о городской пожарной охране : Постановление ЦИК и СНК СССР от 7 апреля 1936 г. № 52/654 // Собрание законов и распоряжений СССР. — 1936. — № 18. — Ст. 149.
22. О мероприятиях по усилению пожарной охраны в городах, рабочих поселках и на промышленных предприятиях РСФСР : Постановление Совета Министров РСФСР от 27 ноября 1947 г. № 893 // Систематическое собрание законов РСФСР, указов Президиума Верховного Совета РСФСР и решений Правительства РСФСР. — М. : Юридическая литература, 1968. — Т. IV. — С. 605.
23. Об организации добровольных пожарных дружин на промышленных предприятиях и других объектах министерств и ведомств : Постановление Совета Министров Союза СССР от 2 марта 1954 г. № 359 // Свод Законов. — 1990. — Т. 10. — С. 367.
24. Об усилении пожарной охраны в сельской местности : Постановление Совета Министров РСФСР от 8 октября 1955 г. № 1347 // Противопожарная служба России. Документы и материалы. — М. : ТРИО, 2002. — Т. 2. — С. 263–268.
25. Об утверждении положения о государственном пожарном надзоре в СССР : Постановление Совета Министров СССР от 26 декабря 1977 г. № 1115 // Собрание постановлений правительства СССР. — 1978. — № 2. — Ст. 7.
26. Наставление по организации работы органов государственного пожарного надзора : Приказ МВД СССР от 15 января 1987 г. № 15 // Организация пожарно-профилактической работы и государственный пожарный надзор. Сборник документов и материалов. — Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2010. — Ч. 1. — С. 64–107.
27. Об утверждении нормативных правовых актов в области организации деятельности Государственной противопожарной службы : Приказ МВД России от 5 июля 1995 г. № 257 // Российские вести, № 169, 07.09.1995.

Материал поступил в редакцию 13 ноября 2010 г.

Электронные адреса авторов: mak_s@el.ru; cadet7678@yandex.ru.



М. В. Стахеев
преподаватель Уральского института ГПС МЧС России,
г. Екатеринбург, Россия



Г. А. Черкасский
преподаватель Уральского института ГПС МЧС России,
г. Екатеринбург, Россия



М. З. Максимова
студентка Уральского федерального университета им. Первого Президента России
Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия



Е. В. Кононенко
канд. физ.-мат. наук, доцент Уральского федерального университета им. Первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия



Е. П. Воробьева
канд. техн. наук, доцент,
доцент Уральского института ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия

УДК 614.841

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ УТВЕРЖДЕННЫХ МЕТОДИК РАСЧЕТА ПОЖАРНЫХ РИСКОВ К НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ (ПОГРЕШНОСТИ) РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Представлен оценочный расчет погрешности, возникающей при использовании интегральной модели, основанной на анализе простых сценариев и применении методик расчета погрешности косвенных измерений.

Ключевые слова: риск; суммирование погрешностей; расчет.

В условиях действия Технического регламента [1] пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной, если в полном объеме выполнены нормативные требования. В случае, когда эти требования по каким-либо причинам не могут быть выполнены, требуется расчет пожарного риска. Основными документами по расчету индивидуального пожарного риска объектов строительства являются Постановление Правительства РФ от 31 марта 2009 г. № 272, ГОСТ 12.1.004–91* и Приказ МЧС № 382 от 30 июня 2009 г. [2–4].

Расчетные методики [3, 4] основаны на анализе пожарной опасности объекта защиты, учете частоты реализации пожарной опасности ситуаций, рассмотрении различных сценариев развития пожара, оценке последствий воздействия опасных факторов пожара (ОФП) на людей и наличии систем обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений, строений. Расчеты рисков достаточно трудоемки, поэтому для их выполнения часто используется программное обеспечение, которое может базироваться на разных моделях динамики развития пожара — интегральной, зонной или полевой.

Интегральные модели позволяют определить лишь усредненные значения интересующих термодинамических параметров и не предполагают аналитического решения задачи. Аналитическое решение может быть получено только при помощи компьютерных программ с применением численных методов.

При использовании *зонной модели* производится усреднение параметров в рамках каждой из рассматриваемых зон.

В случае применения *полевой модели* предусматривается разделение пространства на большое количество маленьких объемов, для каждого из которых проводится численное решение уравнений сохранения энергии, массы, импульса.

Наибольшее распространение при решении практических задач получила интегральная модель [4]. На основе интегральной модели разработаны компьютерные программы Intmodel (ВНИИПО), “Ситис” (ООО “Ситис”), КИС РТП (УрИ ГПС МЧС России) [5–7], нашедшие практическое применение при проектировании и оценке уровня пожарной безопасности

© Стакеев М. В., Черкасский Г. А., Максимова М. З., Кононенко Е. В., Воробьев Е. П., 2011

сти зданий и сооружений. Программа КИС имеет ряд преимуществ:

- позволяет создать конкретную модель помещения с любой пожарной нагрузкой и задать источник (или источники) зажигания;
- учитывает различные типы автоматических установок пожаротушения и тип вентиляции.

Использование данной программы позволяет расширить возможности по анализу и принятию экспериментальных решений. Для прямого применения методики расчета по интегральной модели нами на языке Delphi разработана программа “Расчет необходимого времени эвакуации” для отдельных помещений зального типа, позволяющая рассчитывать время наступления критических значений ОФП.

Проверка достоверности результатов расчетов по любой методике может быть выполнена путем оценки погрешности расчетов, что позволяет определить чувствительность имеющихся методик расчета пожарных рисков к неопределенности (погрешности) расчетных характеристик [4].

Для оценки погрешностей расчетов применен метод, используемый при косвенных измерениях. Результат косвенного измерения записывается в виде: $x \pm \Delta x$ (где $x = f(a, b, c)$ — значение искомой величины, рассчитанное по средним значениям параметров a, b, c ; Δx — абсолютная погрешность косвенного измерения, зависящая от погрешностей параметров a, b, c , т. е. от $\Delta a, \Delta b, \Delta c$, и вида зависимости).

Погрешность величины, зависящей от нескольких переменных, рассчитывается по формуле

$$\Delta x = \left\{ \left(\frac{\partial f}{\partial a} (a, b, c) \Delta a \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial b} (a, b, c) \Delta b \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial c} (a, b, c) \Delta c \right)^2 \right\}^{1/2}, \quad (1)$$

где $\frac{\partial f}{\partial a} (a, b, c)$ — частная производная функции f по переменной a в точке (a, b, c) ;
 $\frac{\partial f}{\partial b} (a, b, c)$ — частная производная функции f по переменной b в точке (a, b, c) ;
 $\frac{\partial f}{\partial c} (a, b, c)$ — частная производная функции f по переменной c в точке (a, b, c) .

Относительную погрешность $\gamma(a, b, c)$ можно вычислить и упрощенным способом:

$$\gamma(a, b, c) = \left(\frac{1,1}{\sqrt{3}} \right) \sqrt{\gamma_a^2 + \gamma_b^2 + \gamma_c^2}, \quad (2)$$

где $\gamma_a, \gamma_b, \gamma_c$ — относительные погрешности переменных величин.

При оценке погрешности расчета рассматривалось несколько вариантов конфигурации помеще-

ний, пожарной нагрузки и сценариев развития пожара. На рисунке приведен пример для аудитории, в которой горючей нагрузкой являлись линолеум и мебель. Площадь аудитории 120 м^2 , высота — 3 м, начальная температура $t_0 = 22^\circ\text{C}$.

При расчете вводились следующие допущения:

- через открытые проемы происходит только вытеснение газа из помещения;
- отношение теплопотерь в строительные конструкции к тепловой мощности очага пожара постоянно во времени;
- свойства среды и горящих веществ и материалов (низкая рабочая теплота сгорания, дымообразующая способность, удельный выход токсичных газов и т. д.) при пожаре постоянны;
- зависимость выгоревшей массы материала от времени представляет собой степенную функцию. Для оценки погрешности рассмотрены три случая. В первом случае задаваемые значения считались результатами измерений, характеризующимися конечной погрешностью, и погрешность справочных данных принималась равной нулю. Во втором случае предполагалось, что результаты измерений точны, а справочные данные имеют абсолютную погрешность, равную половине последнего знака. Учитываемые значения погрешностей, задаваемые и справочные, приведены в табл. 1.

Ниже приведен расчет погрешностей величин, входящих в формулы для определения критических значений ОФП:

$$\Delta Z(h, H) = \left\{ \left(\frac{\partial}{\partial h} Z(h, H) \right)^2 (\Delta h)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial H} Z(h, H) \right)^2 (\Delta H)^2 \right\}^{1/2} = 0,066;$$

$$\Delta B_1 (V_{\text{cb}}) = 0,1;$$

$$B_2 = B(C_p, \varphi, \eta, Q);$$

$$\Delta B_2 = \left\{ \left(\frac{\partial B_2}{\partial C_p} \right)^2 (\Delta C_p)^2 + \left(\frac{\partial B_2}{\partial \varphi} \right)^2 (\Delta \varphi)^2 + \left(\frac{\partial B_2}{\partial \eta} \right)^2 (\Delta \eta)^2 + \left(\frac{\partial B_2}{\partial Q} \right)^2 (\Delta Q)^2 \right\}^{1/2} = 6,804 \cdot 10^{-3};$$

$$B_3 = B(V, C_p, \varphi, \eta, Q);$$

$$\Delta B_3 = \left\{ \left(\frac{\partial B_3}{\partial V} \right)^2 (\Delta V)^2 + \left(\frac{\partial B_3}{\partial C_p} \right)^2 (\Delta C_p)^2 + \left(\frac{\partial B_3}{\partial \varphi} \right)^2 (\Delta \varphi)^2 + \left(\frac{\partial B_3}{\partial \eta} \right)^2 (\Delta \eta)^2 + \left(\frac{\partial B_3}{\partial Q} \right)^2 (\Delta Q)^2 \right\}^{1/2} = 6,804 \cdot 10^{-3};$$

Расчет необходимого времени эвакуации

Исходные данные		Расчет вспомогательных параметров	
высота помещения:	3 м	z	1,25
свободный объем	288 м ³	A	3,237E-6 кг/с ⁿ
температура	22 °C	B	19,17 кг
высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения:	0 м	B/A	5921941,45 с ⁿ
разность высот пола	0 (равна 0 при горизонтальном расположении пола)		

Горючая нагрузка

п=	3
теплота сгорания	14 МДж/кг
удельный расход кислорода	1,369 кг/кг
дымоудаление	47,7 (Н ² м ²)/кг
удельный выход CO	0,03 кг/кг
удельный выход CO ₂	1,478 кг/кг
удельная теплота сгорания ГМ	0,0137 кг/с ⁿ ·м ²
полнота сгорания ГМ	0,95
коэффициент теплоподачи	0,6
площадь горения линейная	0,015 м ² /(м/с) ²
скорость распространения пламени перпендикулярный к направлению движения пламени размер зоны горения	м
параметр дискретизации	0,001

Расчет критического времени наступления предельно-допустимых значений ОФП:

по повышенной температуре:	89,759 с
по пониженному содержанию кислорода:	84,621 с
по потере видимости:	59,335 с
по углекислому газу:	236,431 с
по угарному газу:	154,536 с

Критическая продолжительность пожара

59,335 ± 2,014 с

Относительная погрешность 3,394 %

Другие параметры

коэффициент отражения	0,3
начальная освещенность	50 лк
удельная изобарная теплопемкость	0,001003 МДж/(кг·K)
пределная дальность видимости	20 м
пределные значения концентрации токсичных газов	
X _{CO2} = 0,11 кг/м ³	X _{CO} = 0,00116 кг/м ³

Необходимое время эвакуации людей из рассматриваемого помещения:

тнб=0,8ткр/60 0,791 мин

Пример	Расчет	Сброс	Выход
			Печать

Окно программы с расчетом времени эвакуации для рассматриваемого случая

$$\Delta A = \left\{ \left(\frac{\partial A}{\partial \psi} \right)^2 (\Delta \psi)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial v} \right)^2 (\Delta v)^2 \right\}^{1/2} = 2,161 \cdot 10^{-7} \text{ кг/с}^n;$$

$$\Delta t_{kp1}^T = \left\{ \left(\frac{\partial t_{kp1}^T}{\partial B} \right)^2 (\Delta B_1)^2 + \left(\frac{\partial t_{kp1}^T}{\partial z} \right)^2 (\Delta z)^2 + \left(\frac{\partial t_{kp1}^T}{\partial t_0} \right)^2 (\Delta t_0)^2 \right\}^{1/2} = 1,642 \text{ с};$$

$$\Delta t_{kp2}^T = \left\{ \left(\frac{\partial t_{kp2}^T}{\partial B} \right)^2 (\Delta B_2)^2 + \left(\frac{\partial t_{kp2}^T}{\partial A} \right)^2 (\Delta A)^2 \right\}^{1/2} = 1,998 \text{ с};$$

$$\Delta t_{kp3}^T = \left\{ \left(\frac{\partial t_{kp3}^T}{\partial B} \right)^2 (\Delta B_3)^2 + \left(\frac{\partial t_{kp3}^T}{\partial A} \right)^2 (\Delta A)^2 + \left(\frac{\partial t_{kp3}^T}{\partial z} \right)^2 (\Delta z)^2 + \left(\frac{\partial t_{kp3}^T}{\partial t_0} \right)^2 (\Delta t_0)^2 \right\}^{1/2} = 2,581 \text{ с};$$

$$\Delta t_{kp1}^{pp} = \left\{ \left(\frac{\partial t_{kp1}^{pp}}{\partial B} \right)^2 (\Delta B_1)^2 + \left(\frac{\partial t_{kp1}^{pp}}{\partial E} \right)^2 (\Delta E)^2 + \left(\frac{\partial t_{kp1}^{pp}}{\partial l_{np}} \right)^2 (\Delta l_{np})^2 + \left(\frac{\partial t_{kp1}^{pp}}{\partial z} \right)^2 (\Delta z)^2 + \left(\frac{\partial t_{kp1}^{pp}}{\partial V} \right)^2 (\Delta V)^2 \right\}^{1/2} = 1,067 \text{ с};$$

Таблица 1. Задаваемые и справочные значения погрешностей, используемые в расчете

Измеряемый параметр	Значение параметра	
Задаваемые значения		
Свободный объем поме- щения, м ³	$V \pm \Delta V$	$288,0 \pm 0,1$
Линейная скорость пламени, м/с	$v \pm \Delta v$	$0,0150 \pm$ $\pm 0,0005$
Высота помеще- ния, м	$H \pm \Delta H$	$3,0 \pm 0,1$
Высота рабочей зоны, м	$h \pm \Delta h$	$1,7 \pm 0,1$
Начальная освещенность, лк	$E \pm \Delta E$	$50,0 \pm 0,1$
Начальная температура, °C	$t_0 \pm \Delta t_0$	22 ± 1
Предельная дальность видимости в дыму, м	$l_{\text{пп}} \pm \Delta l_{\text{пп}}$	$20,0 \pm 0,1$
Справочные значения		
Удельная изобарная теп- лоемкость, МДж/(кг·К)	$C_p \pm \Delta C_p$	$0,0010030 \pm$ $\pm 0,0000005$
Удельная скорость выго- рания, кг/(м ² ·с)	$\psi \pm \Delta \psi$	$0,01370 \pm$ $\pm 0,00005$
Коэффициент полноты сгорания	$\eta \pm \Delta \eta$	$0,950 \pm$ $\pm 0,005$
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	$Q \pm \Delta Q$	$14,0 \pm 0,1$
Коэффициент теплопогло- щения (теплопотерь)	$\varphi \pm \Delta \varphi$	$0,60 \pm 0,05$
Дымообразующая способ- ность горящего материала, Нп·м ² /кг	$D_m \pm \Delta D_m$	$47,70 \pm 0,05$
Коэффициент отражения предметов на путях эва- куации	$\alpha \pm \Delta \alpha$	$0,30 \pm 0,05$
Предельная концентрация, кг/м ³ :		
CO	$X_{\text{CO}} \pm \Delta X_{\text{CO}}$	$0,001160 \pm$ $\pm 0,000005$
CO ₂	$X_{\text{CO}_2} \pm \Delta X_{\text{CO}_2}$	$0,110 \pm 0,005$
Удельный выход, кг/кг:		
CO	$L_{\text{CO}} \pm \Delta L_{\text{CO}}$	$0,030 \pm 0,005$
CO ₂	$L_{\text{CO}_2} \pm \Delta L_{\text{CO}_2}$	$1,4780 \pm$ $\pm 0,0005$

$$\Delta t_{\text{kp}2}^{\text{пп}} = \left\{ \left(\frac{\partial t_{\text{kp}2}^{\text{пп}}}{\partial B} \right)^2 (\Delta B_2)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}2}^{\text{пп}}}{\partial \alpha} \right)^2 (\Delta \alpha)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}2}^{\text{пп}}}{\partial D_m} \right)^2 (\Delta D_m)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}2}^{\text{пп}}}{\partial A} \right)^2 (\Delta A)^2 \right\}^{1/2} = 1,796 \text{ с};$$

$$\Delta t_{\text{kp}3}^{\text{пп}} = \left\{ \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{пп}}}{\partial B} \right)^2 (\Delta B_3)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{пп}}}{\partial l_{\text{пп}}} \right)^2 (\Delta l_{\text{пп}})^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{пп}}}{\partial z} \right)^2 (\Delta z)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{пп}}}{\partial V} \right)^2 (\Delta V)^2 + \right\}^{1/2}$$

$$+ \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{пп}}}{\partial \alpha} \right)^2 (\Delta \alpha)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{пп}}}{\partial E} \right)^2 (\Delta E)^2 + \left. \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{пп}}}{\partial D_m} \right)^2 (\Delta D_m)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{пп}}}{\partial A} \right)^2 (\Delta A)^2 \right\}^{1/2} = 2,089 \text{ с};$$

$$\Delta t_{\text{kp}1}^{\text{CO}} = \left\{ \left(\frac{\partial t_{\text{kp}1}^{\text{CO}}}{\partial B} \right)^2 (\Delta B_1)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}1}^{\text{CO}}}{\partial V} \right)^2 (\Delta V)^2 + \left. \left(\frac{\partial t_{\text{kp}1}^{\text{CO}}}{\partial z} \right)^2 (\Delta z)^2 \right\}^{1/2} = 3,772 \text{ с};$$

$$\Delta t_{\text{kp}2}^{\text{CO}} = \left\{ \left(\frac{\partial t_{\text{kp}2}^{\text{CO}}}{\partial B} \right)^2 (\Delta B_2)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}2}^{\text{CO}}}{\partial A} \right)^2 (\Delta A)^2 + \left. \left(\frac{\partial t_{\text{kp}2}^{\text{CO}}}{\partial X_{\text{CO}}} \right)^2 (\Delta X_{\text{CO}})^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}2}^{\text{CO}}}{\partial L_{\text{CO}}} \right)^2 (\Delta L_{\text{CO}})^2 \right\}^{1/2} = 12,401 \text{ с};$$

$$\Delta t_{\text{kp}3}^{\text{CO}} = \left\{ \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{CO}}}{\partial B} \right)^2 (\Delta B_3)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{CO}}}{\partial A} \right)^2 (\Delta A)^2 + \left. \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{CO}}}{\partial X_{\text{CO}}} \right)^2 (\Delta X_{\text{CO}})^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{CO}}}{\partial L_{\text{CO}}} \right)^2 (\Delta L_{\text{CO}})^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{CO}}}{\partial V} \right)^2 (\Delta V)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{CO}}}{\partial z} \right)^2 (\Delta z)^2 \right\}^{1/2} = 12,962 \text{ с};$$

$$\Delta t_{\text{kp}1}^{\text{CO}_2} = \left\{ \left(\frac{\partial t_{\text{kp}1}^{\text{CO}_2}}{\partial B} \right)^2 (\Delta B_1)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}1}^{\text{CO}_2}}{\partial V} \right)^2 (\Delta V)^2 + \left. \left(\frac{\partial t_{\text{kp}1}^{\text{CO}_2}}{\partial z} \right)^2 (\Delta z)^2 \right\}^{1/2} = 15,53 \text{ с};$$

$$\Delta t_{\text{kp}2}^{\text{CO}_2} = \left\{ \left(\frac{\partial t_{\text{kp}2}^{\text{CO}_2}}{\partial B} \right)^2 (\Delta B_2)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}2}^{\text{CO}_2}}{\partial A} \right)^2 (\Delta A)^2 + \left. \left(\frac{\partial t_{\text{kp}2}^{\text{CO}_2}}{\partial X_{\text{CO}_2}} \right)^2 (\Delta X_{\text{CO}_2})^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}2}^{\text{CO}_2}}{\partial L_{\text{CO}_2}} \right)^2 (\Delta L_{\text{CO}_2})^2 \right\}^{1/2} = 5,263 \text{ с};$$

$$\Delta t_{\text{kp}3}^{\text{CO}_2} = \left\{ \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{CO}_2}}{\partial B} \right)^2 (\Delta B_3)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{CO}_2}}{\partial A} \right)^2 (\Delta A)^2 + \left. \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{CO}_2}}{\partial X_{\text{CO}_2}} \right)^2 (\Delta X_{\text{CO}_2})^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{CO}_2}}{\partial L_{\text{CO}_2}} \right)^2 (\Delta L_{\text{CO}_2})^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{CO}_2}}{\partial V} \right)^2 (\Delta V)^2 + \left(\frac{\partial t_{\text{kp}3}^{\text{CO}_2}}{\partial z} \right)^2 (\Delta z)^2 \right\}^{1/2} = 16,36 \text{ с}.$$

Таблица 2. Результаты оценки погрешностей

ОФП	Условия выполнения расчета					
	Вариант А		Вариант В		Вариант С	
	$t_{kp1} \pm \Delta t_{kp}$, с	$\gamma_1 (\gamma_2)$, %	$t_{kp2} \pm \Delta t_{kp}$, с	$\gamma_1 (\gamma_2)$, %	$t_{kp3} \pm \Delta t_{kp}$, с	$\gamma_1 (\gamma_2)$, %
Повышенная температура	$89,759 \pm 1,642$	1,829 (4,434)	$89,759 \pm 1,998$	2,226 (4,24)	$89,759 \pm 2,581$	2,876 (6,127)
Потеря видимости	$59,335 \pm 1,067$	1,798 (3,384)	$59,335 \pm 1,796$	3,027 (11,403)	$59,335 \pm 2,089$	3,521 (11,889)
Угарный газ (CO)	$154,536 \pm 3,772$	2,409 (3,366)	$154,536 \pm 12,401$	8,025 (11,406)	$154,536 \pm 12,962$	8,388 (11,888)
Углекислый газ (CO_2)	$236,431 \pm 15,530$	6,568 (3,366)	$236,431 \pm 5,263$	2,226 (5,13)	$236,431 \pm 16,36$	6,920 (6,127)

П р и м е ч а н и е . Вариант А — справочные данные не имеют погрешностей, задаваемые характеристики имеют погрешности; вариант В — справочные данные имеют погрешности, задаваемые характеристики не имеют погрешностей; вариант С — все характеристики, используемые в расчете, имеют погрешности (суммарная погрешность).

Абсолютные погрешности значений каждого ОФП были переведены в относительную форму (γ_1). Для сравнения была проведена оценка суммарной относительной погрешности γ_2 по формуле (2) (табл. 2). Установлено, что максимальные относительные погрешности не превышают 12 %.

Для выяснения критичности таких погрешностей необходимо оценить, насколько изменится заключение о приемлемости пожарного риска. Приведенные данные свидетельствуют, что прямое суммирование относительных погрешностей дает более высокое значение итоговой погрешности. Следовательно, метод с использованием косвенных измерений представляется более предпочтительным.

Кроме того, значение погрешности зависит от точности задания измеряемых параметров, что не всегда возможно на практике. Существенный вклад вносят погрешности справочных величин, которые к тому же не всегда можно найти для конкретной пожарной нагрузки. На сегодняшний день отсутствует единая база стандартизованных справочных данных, необходимых для расчета. Наконец, в практике строительства применяются новые материалы, показатели пожарной опасности которых практически недоступны.

Величина индивидуального пожарного риска Q_B определяется по методике [4] на основе расчетных значений необходимого времени эвакуации.

Расчетное значение индивидуального риска для рассмотренного помещения составит:

$$Q_B = 1,398 \cdot 10^{-1} \cdot 0,29 \cdot (1 - 0,999)(1 - 0,8704) = \\ = 5,284 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$$

с абсолютной погрешностью, рассчитанной по формуле (1), $\Delta Q_B = 2,642 \cdot 10^{-6}$ и относительной погрешностью $\gamma_1 = \Delta Q_B / Q_B \cdot 100 / Q_B = \pm 50\%$. При расчете по формуле (2) относительная погрешность $\gamma_2 = \pm 11,573\%$.

Проведенная оценка значения погрешности индивидуального пожарного риска свидетельствует о следующем:

- 1) при выполнении расчета индивидуального пожарного риска необходимо также проводить оценку погрешности расчета, поскольку она влияет на принятие решения о безопасности объекта защиты;
- 2) при использовании методики МЧС России [4] следует применять упрощенную оценку суммарной погрешности;
- 3) отсутствие результатов измерений при использовании метода косвенных измерений ($\gamma_1 = \pm 50\%$) может указывать на недостаточную обоснованность методики расчета индивидуального пожарного риска.

Полученные результаты подтверждают мнение практических работников о сложности расчетов [8], трудности их экспертной проверки и необходимости разработки упрощенных методов оценки риска. Кроме того, применение утвержденных методик требует их дополнительного информационно-методического обеспечения стандартными справочными данными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон РФ от 4 июля 2008 г. № 123-ФЗ : принят Гос. Думой 4 июля 2008 г. : одобр. Советом Федерации 11 июля 2008 г. — Екатеринбург : Изд. дом “Ажур”, 2009. — 131 с.

2. О порядке проведения расчета по оценке пожарного риска : Постановление Правительства РФ от 31 марта 2009 г. № 272 // Российская газета. — 8 апреля 2009 г.
3. ГОСТ 12.1.004–91*. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования : утв. Госстроем СССР 14 июня 1991 г. : введ. в действие с 1 июля 1992 г. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 2002. — 54 с.
4. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382. — М. : МЧС России, 2009. — 48 с.
5. Компьютерная программа Intmodel ФГУ ВНИИПО МЧС России. [Электронный ресурс]. URL : <http://www.vniipo.ru> (дата обращения 18.03.2010).
6. Компьютерная программа "Ситис" ООО "Ситис" [Электронный ресурс]. URL : <http://www.sitis.ru> (дата обращения: 21.03.2010).
7. Компьютерная программа КИС РТП [Сайт С. В. Субачева]. URL : <http://subachev.newmail.ru/cisfire.html> (дата обращения 22.03.2010).
8. Красавин А. Может ли принятый регламент обеспечить пожарную безопасность? // Строительная газета. — 11 декабря 2009 г.

*Материал поступил в редакцию 13 ноября 2010 г.
Электронные адреса авторов: docent-sport@mail.ru;
gregor2003@mail.ru; maxmar@e1.ru.*



Изательство «ПЖНАУКА»

Представляет новую книгу

ОГНЕТУШИТЕЛИ. УСТРОЙСТВО. ВЫБОР. ПРИМЕНЕНИЕ

Д. А. Корольченко, В. Ю. Громовой



В учебном пособии приведены классификация огнетушителей и конструкции основных их типов, средства тушения, используемые для зарядки огнетушителей, виды огнетушителей и правила их применения для ликвидации загораний различных веществ, рекомендации по расчету необходимого количества огнетушителей для разных объектов, по их размещению, хранению и техническому обслуживанию.

Рекомендации, содержащиеся в книге, разработаны на основе современных нормативных документов, регламентирующих конструкцию, условия применения, правила эксплуатации и технического обслуживания огнетушителей.

Учебное пособие рассчитано на широкий круг читателей: инженерно-технических работников предприятий и организаций, ответственных за оснащение объектов огнетушителями, поддержание их в работоспособном состоянии и своевременную перезарядку; преподавателей курсов пожарно-технического минимума и дисциплины "Основы безопасности жизнедеятельности" в средних и высших учебных заведениях; частных лиц, выбирающих огнетушитель для обеспечения безопасности квартиры, дачи или автомобиля.

121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 12, стр. 7;
тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru



В. Б. Черник
канд. филол. наук, доцент
Уральского института ГПС МЧС России,
г. Екатеринбург, Россия



А. В. Зверев
командир взвода Уральского
института ГПС МЧС России,
г. Екатеринбург, Россия

УДК 614.841.31

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГАЗЕТНО-ПУБЛИЦИСТИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ НА ОБЩЕСТВЕННОЕ СОЗНАНИЕ В ОБЛАСТИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ПРОПАГАНДЫ

Рассмотрены особенности публицистического текста как одного из средств формирования представлений населения о пожарной безопасности на основе анализа публикаций российской прессы. Затронуты аспекты влияния СМИ на создание позитивного имиджа как всего ведомства, так и отдельных сотрудников МЧС России.

Ключевые слова: пожарная охрана; пропаганда; средства массовой информации; общественное сознание; эффективность; имидж.

Объектом нашего анализа являются газетно-публицистические тексты, коммуникативная функция которых заключается в формировании положительного отношения населения к пожарной безопасности. Сложность лингвистического статуса подобных текстов обусловлена тем, что они, как правило, многослойны, рассчитаны на целенаправленное и полное использование глубинных уровней языка и специфических знаний в области пожарной безопасности, что в современных условиях “измененного состояния сознания человека” далеко не всегда используется в гуманных, общественно-полезных целях.

Многослойные (и в языковом, и в смысловом отношении) тексты требуют многослойного анализа, что не всегда может сделать читатель. Известно, что публицистический стиль выполняет две основные функции: информационную и воздействующую. Воздействующая функция реализуется через подбор языковых средств, композицию статьи, что позволяет автору выразить свое отношение к фактам действительности, т. е. субъективно отразить объективное, и что оживляет статью, делает ее интересной и читаемой. В. В. Виноградов утверждает, что “любая убеждающе-организующая массовая информация должна быть эмоционально-заражающей, а не только содержательно-рационалистической” [1], а В. В. Одинцов констатирует, что “...в языке массовой коммуникации соединение, взаимодействие рационального и эмоционального, логики и экспрессии очевидно” [2].

Для анализа освещения в СМИ деятельности МЧС России нами была проведена выборка мате-

риалов газет “Комсомольская правда”, “Российская газета”, “Областная газета” с 2002 по 2010 гг. — всего 123 статьи различного объема. Положительные оценки действий пожарных, позитивный имидж противопожарной службы создаются в 37 % случаев (“Пожарные всегда рискуют”, “Силами огнеборцев эвакуировано более 100 человек”, “Из отпусков в срочном порядке вызвали всех спасателей” и т. п.). Безусловно, важно моделировать в сознании читателя положительный образ пожарного, так как если граждане будут доверять действиям сотрудников пожарной охраны, то они будут стремиться к сотрудничеству с ними, соблюдению правил пожарной безопасности. При опросе респондентов по определению места пожарных по “шкале доверия” из представителей трех основных оперативных служб “01”, “02”, “03” выявлено, что пожарные по количеству предпочтений вышли на первое место.

Вместе с тем на страницах газет и журналов порой представляется и негативная информация, которая рисует картину беспомощности пожарных и безуспешности их действий как при профилактике пожаров, так и при непосредственном выполнении боевых задач по ликвидации пожаров и ЧС. За исследуемый период в “Российской газете” негативная информация составила 16 % от всех статей и заметок. Порой у читателя невольно формируют негативный взгляд на действия пожарных, а не на реальную ситуацию (отсутствие телефона, скрытие улик со стороны должностных лиц и т. п.). Так, например, в ряде публикаций о пожаре в доме ветеранов в г. Петрозаводске (февраль 2009 г.) оценки

события как траурного в текстах не дается, но благодаря вводным словам “может”, “казалось бы”, “конечно же” создается впечатление, что к гибели людей привели действия сотрудников ГПС, а меры по пожарной профилактике все равно бы не дали никакого положительного эффекта. То же наблюдаем в статьях о пожарной обстановке лета 2010 г.: “пожар начался рано утром”, “причина пожара — бесконтрольное выжигание травы”, “пожарным мешал ветер”, “когда пожарные прибыли, уже ничего нельзя было поделать” и т. п.).

Другой пример — пожар в филиале Сбербанка г. Владивостока. Автор заметки об этой трагедии засыпает читателя профессиональной терминологией и малопонятными аббревиатурами. Нередко журналисты при подготовке своих статей ссылаются на безымянные источники. В этом случае система социальных отношений выступает как обезличенная, бездейственная и бездействующая.

Скрытая ирония чувствуется в заголовках “Пожар под арестом”, “Кодекс для огня”, в которых освещается переход к новой политике в области пожарной безопасности. На самом деле Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123 “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” призван ввести более четкий алгоритм, позволяющий перейти на новую для нас систему пожарного аудита. Автор вышеназванных статей представляет этот Технический регламент как “изначально сырой”, “априори слабый”, “неэффективный”, однако такая неосторожная оценка не способствует улучшению ситуации.

В канун нового учебного года большинство граждан воспринимает визит инспектора ГПС в школу в лучшем случае как помеху в работе, в худшем — как нашествие врага (“За пожар ответишь”). Данный стереотип возник не без участия СМИ. Журналист “Комсомольской правды” Олег Головин пишет: “отдадим должное журналистам желтой прессы. Играт на страхах и тревогах рядового обывателя они умеют довольно искусно. ... Бьют по самомульному. Главные темы для “сенсационных” откровений — опасность потерять семью, детей, здоровье. Бьют так регулярно и кучно, что созданные в редакционных кабинетах мифы начинают восприниматься самой что ни на есть реальностью”. По нашему мнению, эти слова можно отнести практически ко всем СМИ.

Статья журналиста С. Чиркова “Едва потушенный пожар в заповеднике “Денежкин камень” разгорелся вновь” (“Комсомольская правда” от 3 июля 2010 г.) выполняет информационную функцию комментирования уже известных фактов. Данный материал классифицируется как новостийный, т. е. лишенный субъективизма. Статья основывается на

конкретных данных, которые передаются терминологической лексикой и причинно-следственными конструкциями. Официальный характер статьи подчеркнут прямым порядком слов, композиционным членением. Отдельные средства выразительности речи носят характер оценочно-официальной констатации фактов и серьезности сложившейся ситуации (“лес вспыхнул”, “пришло вступить в бой”, “трудно оценить ущерб”, “бой со стихией”). Социальная значимость статьи представляется в формировании общественного мнения о причинах пожара, о необходимости заботы государственных структур о сохранности национальных природных заповедников. Весомым аргументом является цитирование слов губернатора Свердловской области о сложившейся ситуации. Однако, оценивая вклад статьи в вопросы формирования имиджа структуры МЧС, можно отметить негативные высказывания: преамбула статьи акцентирует внимание на возможностях техники в ликвидации возгорания, подчеркивает как достоинство техническую оснащенность, а значимость человеческих ресурсов, наоборот, принижает. Данная формулировка указывает на ограниченность функций, выполняемых специалистами: пожарные лишь контролируют ситуацию, испытывая затруднения при недостатке численности личного состава, что негативно влияет на общественное мнение о приоритете интеллекта над стихией. Эта мысль еще раз прослеживается в следующих словосочетаниях: “пожар почти потушили”, “пожарные выдохнули”, что может быть трактовано как непрофессионализм в действиях пожарных, поскольку, по словам автора, “огонь вновь бушует”, невзирая на усилия людей. Отрицательную оценку также создает упоминание о количественном составе пожарных (88 человек), что в сознании не подготовленного к оценке события читателя порождает ощущение недостаточности задействованных сил. Использование глагола “приказать” (“приказал сотрудникам МЧС справиться со стихией в рекордно короткие сроки — максимум за два дня”), примененный в СМИ при комментировании действий губернатора Свердловской области по оценке пожароопасной ситуации в заповеднике “Денежкин камень”, нельзя признать удачным, так как для специалистов очевидно, что указанные сроки не являются реальными. Другой пример. В высказывании “глава региона велел спасателям...” подчеркивается функция контроля, которая не дает возможности реально изменить ситуацию и разрешить проблему.

В результате анализа публицистических материалов нами выявлены основные негативные элементы в формировании общественного мнения о ситуации с лесными пожарами лета 2010 г. и представлений населения о службах пожаротушения:

усиление контраста между возможностями и реальными последствиями; оперирование неясными для читателя сведениями, сомнительными данными.

В заключение отметим, что жизнеспособность смоделированного в сознании граждан представления о пожаре как стихии, от которой нет спасения, периодически закрепляется в газетных публикациях. Поэтому хотелось бы рекомендовать представителям СМИ уделить больше внимания формированию

у граждан представлений об обществе, в котором каждый гражданин должен знать и знает, как нужно действовать в экстремальных ситуациях, где пожарные (они же огнеборцы и спасатели) приходят на помощь в нужную минуту и реально оказывают ее. Для этого в статьях и заметках о пожарах должны даваться практические рекомендации, которые ведут к формированию навыков конструктивного поведения в экстремальной ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов В. В. Стилистика. Теория поэтической речи. Поэтика. — М. : Наука, 1963. — С. 6.
2. Одинцов В. В. Стилистика текста. — М. : Русский язык, 1980. — С. 60.

*Материал поступил в редакцию 13 ноября 2010 г.
Электронные адреса авторов: 2_viktoria_2@mail.ru;
Anton-zverev1984@mail.ru.*



Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет новую книгу

**А. А. Антоненко, Т. А. Буцынская, А. Н. Членов.
ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ : учебно-справочное пособие
/ Под общ. ред. д-ра техн. наук А. Н. Членова. —
М. : ООО “Издательство “Пожнаука”, 2010. — 210 с.**



В учебно-справочном пособии изложены основы современного подхода к проблеме комплексного обеспечения безопасности объектов хозяйствования с помощью технических средств и систем; приведены сведения о технической эксплуатации комплексных систем безопасности, а также справочно-методическая информация для решения практических задач по эксплуатации. Дано основное содержание эксплюзивной разработки — ГОСТ Р 53704-2009 “Системы безопасности комплексные и интегрированные”, входящего в отраслевой комплект нормативно-технической документации по данной проблеме.

Книга предназначена для практических работников в области систем безопасности и может быть использована как учебное пособие для подготовки и повышения квалификации специалистов соответствующего профиля.

121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 12, стр. 7;
тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru



С. Г. Алексеев
канд. хим. наук, доцент,
начальник отдела Уральского
института ГПС МЧС России,
г. Екатеринбург, Россия



И. А. Левковец
старший инженер ГУ "Судебно-экспертное учреждение ФПС "Испытательная пожарная лаборатория по Пермскому краю", г. Пермь, Россия



О. В. Рыжков
инженер-исследователь Института органического синтеза им. И. Я. Постовского УрО РАН,
г. Екатеринбург, Россия



Г. А. Артемьев
инженер-исследователь Института органического синтеза им. И. Я. Постовского УрО РАН,
г. Екатеринбург, Россия



Н. М. Барбин
д-р техн. наук, канд. хим. наук,
заведующий кафедрой Уральского
института ГПС МЧС России,
г. Екатеринбург, Россия



А. В. Пищальников
начальник ГУ "Судебно-экспертное учреждение ФПС "Испытательная пожарная лаборатория по Пермскому краю", г. Пермь, Россия



С. К. Котовская
канд. хим. наук, старший научный сотрудник Института органического синтеза им. И. Я. Постовского УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

УДК 618.841

ПОКАЗАТЕЛИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА ЛЕВОФЛОКСАЦИНА И ЕГО ОСНОВНЫХ ПОЛУПРОДУКТОВ

Расчетными и экспериментальными методами определен ряд показателей пожаровзрывоопасности антибактериального препарата левофлоксацина и его ключевых полупродуктов — 2,3-дифтор-6-нитрофенола и 2-ацетонилокси-3,4-дифторнитробензола в синтезе.

Ключевые слова: показатель пожаровзрывоопасности; левофлоксацин; дифторнитрофенол; дифторнитробензол.

В предыдущей статье [1] нами были определены показатели пожаровзрывоопасности (*R,S*)-7,8-дифтор-2,3-дигидро-3-метил-4*H*-1,4-бензоксазина и (3*S*)-(-)-9,10-дифтор-3-метил-7-оксо-2,3-дигидро-7*H*-пиридо[1,2,3-*d,e*][1,4]-бензоксазин-6-карбоновой кислоты, которые являются полупродуктами антибактериального препарата нового поколения — левофлоксацина (гемигидрат 3(*S*)-(-)-3-метил-10-

(4-метилпиперазин-1-ил)-7-оксо-9-фтор-2,3-дигидро-7*H*-пиридо[1,2,3-*d,e*][1,4]-бензоксазин-6-карбоновой кислоты) (**I**). Соединение (**I**) получается в результате многостадийного синтеза через 2,3-дифтор-6-нитрофенол (**II**) и 2-ацетонилокси-3,4-дифторнитробензол (**III**). В настоящей работе продолжено изучение пожарной опасности левофлоксацина (**I**) и его полупродуктов синтеза (**II**) и (**III**).

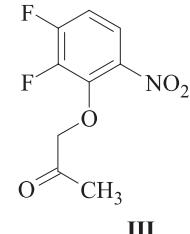
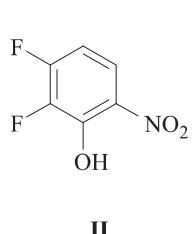
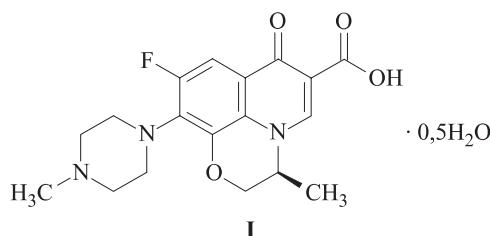


Таблица 1. Физико-химические свойства соединений (I), (II) и (III)

Показатель	Леофлоксацин (I)	Дифторнитрофенол (II)	Дифторнитробензол (III)
Брутто-формула	$C_{18}H_{20}FN_3O_4 \cdot 0,5H_2O$	$C_6H_3F_2NO_3$	$C_9H_7F_2NO_4$
Внешний вид	Кристаллический порошок от почти белого до светло-желтого цвета	Кристаллический порошок от бесцветного до светло-желтого цвета	Кристаллический порошок от бесцветного до слегка зеленоватого цвета
Молекулярная масса, г/моль	370,385	175,093	231,158
Температура плавления, °C	220–223	58–60	60–62
Растворимость	Растворим в кислоте уксусной ледяной и 0,1-М растворе кислоты хлористоводородной; ограниченно растворим в воде, спирте (95 %), метаноле	Легкорастворим в ацетонитриле; растворим в ацетоне, хлороформе, этаноле; очень мало растворим в воде; практически нерастворим в гексане, гептане	Легкорастворим в ацетонитриле; растворим в ацетоне, хлороформе, диэтиловом эфире, этаноле; нерастворим в гексане, воде
Содержание основного вещества, %	Не менее 98	Не менее 98	Не менее 99
УФ-спектр	УФ (HCl): λ_{max} (нм): 293	УФ (CH_3Cl): λ_{max} (нм): 330, 274 и 211	УФ (HCN): λ_{max} (нм): 257, 209 и 199
ИК-спектр	—	ИК (вазелиновое масло): 3239 (O—H), 3105 и 3073 (C—H (Ar)); 1633 и 1604 (C=C (Ar)); 1566 и 1547 (NO_2); 1491, 1467, 926, 819 и 759 (Ar); 1274 и 1220 (C—F)	—
ЯМР-спектр	1H ЯМР ($DMSO-d_6$), δ (м.д.): 1,49 (д., 3Н, $CHCH_3$, $J = 6,8$ Гц), 2,28 (с., 3Н, $N—CH_3$), 2,2–2,5 [м., 4Н, $N(CH_2)_2$], 3,2–3,3 [м., 4Н, $N(CH_2)_2$], 4,32 (д.д., 1Н, H-2 ^a , $J = 11,5$; 2,0 Гц), 4,53 (д.д., 1Н, H-2 ^b , $J = 11,5$; 1,3 Гц), 4,91–4,93 (м., 1Н, H-3), 7,55 (д., 1Н, H-8, $J = 11,9$ Гц), 8,94 (с., 1Н, H-5), 15,07 (уш.с., 1Н, COOH) ^{19}F ЯМР ($DMSO-d_6$), δ (м.д.): 120,67 (д., 1F, F-10, $J = 11,9$ Гц)	1H ЯМР ($CDCl_3$), δ (м.д.): 6,83–6,89 (м., 1Н, H-5), 7,96–8,00 (м., 1Н, H-4), 10,67 (с, 1Н, OH)	1H ЯМР ($CDCl_3$), δ (м.д.): 2,3 (с., 3Н, CH_3), 4,8 (с., OCH_2COCH_3), 7,03–7,10 (м., 1Н, H-6), 7,72–7,77 (м., 1Н, H-5)
ВЭЖХ	—	$T_{\text{уд}} = 7,901$ мин	$T_{\text{уд}} = 9,641$ мин
ГЖХ	—	$T_{\text{уд}} = 13,023$ мин	$T_{\text{уд}} = 8,51$ мин
Показатель удельного вращения	От –95 до –103° в пересчете на сухое вещество	—	—
Примечание. ЯМР — ядерно-магнитный резонанс; ВЭЖХ — высокоэффективная жидкостная хроматография; ГЖХ — газожидкостная хроматография; м.д. — миллионная доля; д. — дублет; уш.с. — уширенный синглет; д.д. — дублет дублетов; м. — мультиплет; J — константа спин-спинового взаимодействия; $T_{\text{уд}}$ — время удержания основного вещества.			

Физико-химические свойства леофлоксцина (I), 2,3-дифтор-6-нитрофенола (II) и 2-ацетонилокси-3,4-дифторнитробензола (III) приведены в табл. 1.

По описанному алгоритму [2] расчетным способом определен ряд показателей пожаровзрывоопасности соединений (I), (II) и (III). По ГОСТ 12.1.044–89* исследована совместимость этих соединений с кислородом воздуха и водой, определены их температуры самовоспламенения и тления.

Результаты расчетов и экспериментальных исследований пожаровзрывоопасных свойств леофлоксцина — гемигидрата 3(S)(–)-3-метил-10-(4-метил-

пиперазин-1-ил)-7-оксо-9-фтор-2,3-дигидро-7Н-пиридо[1,2,3-*d,e*][1,4]-бензоксазин-6-карбоновой кислоты (I), 2,3-дифтор-6-нитрофенола (II) и 2-ацетонилокси-3,4-дифторнитробензола (III) приведены в табл. 2.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного контракта № 02.522.12.2011 в рамках ФЦНП “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы”.

Таблица 2. Показатели пожаровзрывоопасности соединений (I), (II) и (III)

Показатель	Лефлоксацин (I)	Дифторнитрофенол (II)	Дифторнитробензол (III)
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	23,5	12,8	16,0
НКПВ, г/м ³ , для частиц с размером:			
≤ 10 мкм	82	156	124
40–50 мкм	33	63	50
Способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой и кислородом воздуха	Отсут.	Отсут.	Отсут.
Максимальное давление взрыва, кПа	548	616	584
Максимальная скорость нарастания давления при взрыве, МПа/с	41,1	46,2	43,8
Температура самовоспламенения, °С	450 (360*)	463	385
Температура тления, °С	Отсут.	Отсут.	Отсут.

* Температура воспламенения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев С. Г., Левковец И. А., Рыжков О. В. и др. Показатели пожаровзрывоопасности основных полупродуктов в синтезе антибактериального препарата левофлоксацина // Пожаровзрывобезопасность. — 2010. — Т. 19, № 5. — С. 34–36.
2. Алексеев С. Г., Барбин Н. М., Авдеев А. С. и др. Показатели пожаровзрывоопасности противовирусного препарата триазавирина и полупродуктов его синтеза // Пожаровзрывобезопасность. — 2008. — Т. 17, № 3. — С. 46–48.

Материал поступил в редакцию 13 ноября 2010 г.

Электронные адреса авторов: Alexshome@mail.ru; NMBarbin@yandex.ru.



Издательство «ПОЖНАУКА»

Представляет новую книгу

А. Я. Корольченко, Д. О. Загорский

КАТЕГОРИРОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ И ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ. — М.: Пожнаука, 2010. — 118 с.



В учебном пособии изложены принципы категорирования помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, содержащиеся в современных нормативных документах. На примерах конкретных помещений рассмотрено использование требований нормативных документов к установлению категорий. Показана возможность изменения категорий помещений путем изменения технологии или внедрения инженерных мероприятий по снижению уровня взрывопожароопасности и повышению надежности технологического оборудования и процессов.

Пособие рассчитано на студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Пожарная безопасность", "Безопасность технологических процессов и производств", "Безопасность жизнедеятельности в техносфере", студентов строительных вузов и факультетов, обучающихся по специальности "Промышленное и гражданское строительство", сотрудников научно-исследовательских, проектных организаций и нормативно-технических служб, ответственных за обеспечение пожарной безопасности.

121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 12, стр. 7;
тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru



С. Г. Алексеев
канд. хим. наук, доцент,
начальник отдела Уральского
института ГПС МЧС России,
г. Екатеринбург, Россия



А. С. Авдеев
начальник сектора ГУ Судебно-экспертное учреждение ФПС "Испытательная пожарная лаборатория по Пермскому краю", г. Пермь, Россия



Н. М. Барбин
д-р техн. наук, канд. хим. наук,
заведующий кафедрой Уральского
института ГПС МЧС России,
г. Екатеринбург, Россия



С. А. Тимашев
д-р техн. наук, профессор, директор
научно-инженерного центра "Надежность
и ресурс больших систем и машин" УрО РАН,
г. Екатеринбург, Россия



Е. С. Гурьев
канд. техн. наук, доцент, заместитель
директора научно-инженерного центра
"Надежность и ресурс больших систем и
машин" УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

УДК 614.84:665.74

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНОСТИ ТОПЛИВОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ НА ПРИМЕРЕ КЕРОСИНА МАРКИ РТ. II. РД 03-409-01

Проведен расчет параметров взрыва топливовоздушной смеси по РД 03-409-01 в различных режимах дефлаграции на примере керосина РТ. Выявлены возможности и недостатки методики РД 03-409-01.

Ключевые слова: взрыв; керосин; топливовоздушная смесь; избыточное давление.

В рамках начатой нами работы по оценке возможностей существующих методик оценки последствий аварийных взрывов топливовоздушных смесей (далее ТВС) [1] в настоящей статье проведен анализ нормативной методики РД 03-409-01 [2] на примере аварийной ситуации, связанной с разливом керосина марки РТ. Область применения рассматриваемой методики включает в себя взрывы ТВС, образующихся в атмосфере при промышленных авариях.

Для удобства последующего сравнения различных методов и методик по оценке взрывоопасности ТВС рассмотрим гипотетическую аварийную ситуацию [1]: в результате аварийной ситуации из системы хранения или транспортировки произошло разливание керосина марки РТ в количестве 25 м³, который сконцентрировался в яме, образовав пролив с площадью зеркала $F = 100 \text{ м}^2$; температура окружающей среды 35 °C; атмосферное давление P_0 равно нормальному. Свойства керосина РТ представлены в табл. 1.

Руководство [2] для определения массы горючих паров в паровоздушном облаке отсылает к правилам взрывобезопасности для химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств ПБ 09-170-97 [4], которые в настоящее время заменены новой редакцией [5]. ПБ 09-540-03 [5] предлагают следующий алгоритм действий. На основании данных табл. 2 с использованием уравнения (1) определяется масса парогазовой фазы (ПГФ) керосина:

$$M_r = M_{\text{табл}} \frac{F_n}{50} \frac{\tau}{180}, \quad (1)$$

где F_n — площадь контакта жидкости с твердой поверхностью розлива (площадь теплообмена между пролитой жидкостью и твердой поверхностью), м;

τ — время испарения жидкости; $\tau \leq 3600 \text{ с}$ [5].

Параметр F_n нам не известен, поэтому для простоты его нахождения введено допущение, что разливание керосина произошло в яму цилиндрической

© Алексеев С. Г., Авдеев А. С., Барбин Н. М., Тимашев С. А., Гурьев Е. С., 2011

Таблица 1. Свойства керосина РТ [1, 3]

Показатель	Значение
Брутто-формула	$C_{10,95}H_{19,80}$
Молекулярная масса μ , кг/кмоль	151,2
Плотность, кг/м ³ , при температуре:	
20 °C	779
35 °C	769
Стехиометрическая концентрация φ_{ct} , % (об.)	1,3
НКПВ φ_h , % (об.)	0,7
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	42,9
Температура начала перегонки, °C	146
Температура отгона, °C:	
10 %	164
50 %	177
90 %	191
98 %	205
Масса керосина, кг	19225

Таблица 2. Зависимость массы ПГФ пролитой жидкости от температуры ее кипения при $\tau = 180$ с [5]

Температура кипения жидкой фазы, °C	Масса ПГФ $M_{табл}$, кг (при $F_n = 50$ м ²)
Выше 60	< 10
От 60 до 40	10–40
От 40 до 25	40–85
От 25 до 10	85–135
От 10 до -5	135–185
От -5 до -20	185–235
От -20 до -35	235–285
От -35 до -55	285–350
От -55 до -80	350–425
Ниже -80	> 425

формы с радиусом 50 м и вместимостью 25 м³. С помощью математических уравнений для фигуры цилиндра найдено, что толщина слоя керосина РТ составит 0,25 м, а $F_n = 108,86$ м². В расчетах, при наличии альтернативы выбора, обычно принимается самый неблагоприятный и опасный вариант развития событий. Таким образом, в нашем случае время испарения τ будет равно 3600 с. Следовательно, масса ПГФ керосина РТ (M_r) по уравнению (1) составит менее 435,44 кг. Такой результат с приставкой “менее” фактически может поставить крест на дальнейшем проведении расчетов, поэтому очередной раз воспользуемся принципом “наибольшей опасности” и опустим “менее”. Более того, если принять во внимание идеологию руководства [6], то доля массы керосина χ , переходящего из жидкой фазы в облако ТВС, будет составлять 0,05. А это, в свою очередь, дает расчетное значение массы паров ке-

росина M_r , в 2,2 раза превышающее результат, полученный по уравнению (1). Таким образом, приемлемость нашего допущения, что $M_r = 435,44$ кг, получает дополнительное обоснование.

В отличие от РБ Г-5-05-039-96, в котором предполагается, что аварийный взрыв облака ТВС является наземным и облако горючей смеси имеет форму полусфера [6], РД 03-409-01 [2] позволяет рассматривать варианты как наземного, так и воздушного взрыва облака ТВС.

При расчете параметров взрыва облака, лежащего на поверхности земли, в [2] рекомендуется эффективный энергозапас горючей смеси E рассчитывать по формулам:

$$\begin{cases} E = M_r q_r & \text{при } C_r \leq C_{ct} \\ E = M_r q_r \frac{C_{ct}}{C_r} & \text{при } C_r > C_{ct}, \end{cases} \quad (2)$$

где q_r — удельная теплота сгорания, МДж/кг*;

C_r — концентрация паров керосина, кг/м³;

C_{ct} — стехиометрическая концентрация керосина, кг/м³.

При этом величина эффективного энергозапаса горючей смеси, рассчитанная по уравнению (2), для наземного взрыва удваивается. В руководстве [2] ничего не говорится о форме самого облака ТВС, но предлагается для оценки его объема V использовать уравнение

$$V = M_r / C_{ct}, \quad (3)$$

которое, в сущности, является преобразованным выражением массовой стехиометрической концентрации паров ТВС. Уравнение (3) вступает в противоречие с системой уравнений (2), которая предполагает, что концентрация ПГФ в облаке ТВС может быть не равна стехиометрической концентрации паров ТВС [2]. Эта ситуация стала возможна из-за допущения разработчиков РД 03-409-01 [2], что чаще всего концентрация ПГФ в облаке ТВС заранее известна. На практике, как и в нашем примере, данный параметр обычно попадает в категорию неизвестных величин. Для этого случая РД 03-409-01 [2] предполагает введение реалистического допущения, что концентрацию C_r можно заменить на НКПВ горючего газа или жидкости [2]. Таким образом, эффективный энергозапас керосиновоздушной смеси с учетом удвоения составит 12973,0 МДж.

* Очевидно, речь идет о низшей теплоте сгорания. РД предлагает брать значение q_r из справочников или рассчитывать по уравнению $q_r = 44\beta$, где β — поправочный коэффициент, равный от 0,23 до 2,73; для керосина $\beta = 1$ [2]. Отметим, что ранее рассчитанное нами по формуле Менделеева значение низшей теплоты сгорания керосина РТ (42,9 МДж/кг) [1] близко к расчетной величине q_r по [2] (44 МДж/кг).

РД 03-409-01 [2] с учетом вида окружающего пространства и класса горючего вещества по степени чувствительности к детонации** предлагает выбрать возможный сценарий взрывного превращения паров ТВС. В табл. 3 приведен фрагмент экспертной таблицы из РД [2] для определения режима взрывного превращения ПГФ в облаке ТВС, из которой видно, что в нашем случае детонация керосина РТ в паровоздушном облаке или горение его со скоростью фронта пламени более 300 м/с не прогнозируется.

По уравнениям (4) – (8) [2] для всех видов окружающего пространства через безразмерные расстояния от центра облака ТВС R_x , безразмерные давления P_x и импульсы фазы сжатия I_x рассчитаны избыточные давления ΔP и импульсы волны давления I при дефлаграционном взрыве (вспышке) ТВС:

$$R_x = R / \sqrt[3]{E/P_0}; \quad (4)$$

$$P_x = \left(\frac{V_r}{C_0} \right)^2 \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma} \right) \left(\frac{0,83}{R_x} - \frac{0,14}{R_x^2} \right); \quad (5)$$

$$I_x = \left(\frac{V_r}{C_0} \right)^2 \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma} \right) \left(1 - \frac{0,4(\sigma - 1)V_r}{\sigma C_0} \right) \times \\ \times \left(\frac{0,06}{R_x} + \frac{0,01}{R_x^2} - \frac{0,0025}{R_x^3} \right); \quad (6)$$

$$\Delta P = P_x P_0; \quad (7)$$

$$I = I_x (P_0)^{2/3} E^{1/3} / C_0, \quad (8)$$

где R — расстояние от центра облака ТВС, м;

P_0 — нормальное давление; $P_0 = 101325$ Па;

C_0 — скорость звука в воздухе; $C_0 = 340$ м/с;

σ — степень расширения продуктов сгорания; для парогазовоздушных смесей $\sigma = 7$ [2].

Скорость распространения фронта пламени V_r взята из табл. 3 с использованием принципа “наибольшей опасности”. Учтено также примечание РД [2] о том, что уравнения (5) и (6) справедливы только при условии $R_x \geq 0,34$, в противном случае вместо значения R_x в эти уравнения подставляется значение 0,34. Результаты расчетов приведены на рис. 1 и 2.

Найдено, что в нашем случае избыточное давление взрыва (вспышки) и импульс волны давления керосиновоздушной смеси с высокой точностью могут быть описаны следующими эмпирическими уравнениями:

$$\Delta P = aR^{-b} \quad (r^2 = 0,9947 \div 0,9955); \quad (9)$$

$$I = cR^{-d} \quad (r^2 = 0,9999), \quad (10)$$

где a, b, c, d — эмпирические коэффициенты (табл. 4).

** В РД 03-409-01 дана разбивка 75 горючих газов и жидкостей на 4 класса по степени их чувствительности к детонации. Керосин попадает в 4-й класс — слабочувствительных веществ [2].

Таблица 3. Фрагмент экспертной таблицы для определения режима взрывного превращения для 4-го класса веществ [2]

Класс горючего вещества	Вид окружающего пространства			
	A	B	C	D
Ожидаемый режим скорости взрывного превращения				
4	3	4	5	6

Примечание.

Вид А. Наличие длинных труб, полостей, каверн, заполненных горючей смесью, при сгорании которой можно ожидать формирования турбулентных струй продуктов сгорания с размером не менее трех размеров детонационной ячейки данной смеси. Если размер детонационной ячейки для данной смеси неизвестен, то для веществ 4-го класса минимальный характерный размер турбулентных струй принимается равным 150 см.

Вид Б. Сильно загроможденное пространство: наличие полузамкнутых объемов, высокая плотность размещения технологического оборудования, лес, большое количество повторяющихся препятствий.

Вид С. Среднезагроможденное пространство: отдельно стоящие технологические установки, резервуарный парк.

Вид Д. Слабо загроможденное и свободное пространство.

Режим 3. Дефлаграция, скорость фронта пламени 200–300 м/с.

Режим 4. Дефлаграция, скорость фронта пламени 150–200 м/с.

Режим 5. Дефлаграция, скорость фронта пламени определяется соотношением $V_r = 43M_r^{1/6}$.

Режим 6. Дефлаграция, скорость фронта пламени определяется соотношением $V_r = 26M_r^{1/6}$.

Методика РД позволяет определить импульсные параметры падающей и отраженной ударных волн и их длительность. В рассматриваемом документе говорится о существенной роли такого поражающего фактора, как длительность действия ударной волны, однако в алгоритме оценки поражающего воздействия не заложены ни длительность действия ударной волны, ни длительность и импульсы фаз сжатия и разрежения падающей и отраженной ударных волн [2]. Поэтому при решении этой задачи определение дополнительных параметров действия ударной волны не производилось.

Отличительной чертой РД [2] от руководства [6] является наличие алгоритма оценки поражающего воздействия взрывов (вспышек) ТВС. С помощью пробит-функций Pr_i можно оценить различные вероятности повреждения промышленных зданий и поражения людей P_i :

$$Pr_1 = 5 - 0,26 \ln V_1; \quad (11)$$

$$Pr_2 = 5 - 0,22 \ln V_2; \quad (12)$$

$$Pr_3 = 5 - 5,74 \ln V_3; \quad (13)$$

$$Pr_4 = 1,524 \ln(\Delta P) - 12,6; \quad (14)$$

$$Pr_5 = 5 - 2,44 \ln V_4; \quad (15)$$

Таблица 4. Значения коэффициентов a, b, c, d

Коэффициент	Режим скорости взрывного превращения			
	3	4	5	6
a	2876,3	1278,3	418,94	153,17
b	0,908		0,8944	
c	55063	28011	11006	4239,4
d	1,0344		1,0378	

$$V_1 = (1750/\Delta P)^{8,4} + (290/I)^{9,3}; \quad (16)$$

$$V_2 = (40000/\Delta P)^{7,4} + (460/I)^{11,3}; \quad (17)$$

$$V_3 = \frac{4,2}{1 + \Delta P/101325} + \frac{1,3}{I/(101325^{0,5} m^{1/3})}; \quad (18)$$

$$V_4 = \frac{7,38 \cdot 10^3}{\Delta P} + \frac{1,3 \cdot 10^9}{\Delta PI}, \quad (19)$$

где Pr_1 — пробит-функция вероятности повреждений стен промышленных зданий, при которых возможно восстановление зданий без их сноса, %; Pr_2 — пробит-функция вероятности разрушений промышленных зданий, при которых здания подлежат сносу, %; Pr_3 — пробит-функция вероятности длительной потери управляемости у людей (состояние нокауна), попавших в зону действия ударной волны при взрыве облака ТВС, %; Pr_4 — пробит-функция вероятности разрыва барабанных перепонок у людей от уровня перепада давления в воздушной волне, %; Pr_5 — пробит-функция вероятности отброса людей волной давления, %;

V_i — фактор опасности, который рассчитывается по уравнениям (16) – (19);

ΔP — избыточное давление, Па (см. рис. 1);

I — импульс волн давления, Па·с (см. рис. 2);

m — средняя масса человека, кг. В расчетах бралась как масса ребенка (25 кг), так и масса взрослого человека (80 кг).

Анализ таблицы связи вероятности поражения с пробит-функцией, приведенной в руководстве [2], позволяет для этой зависимости вывести уравнение

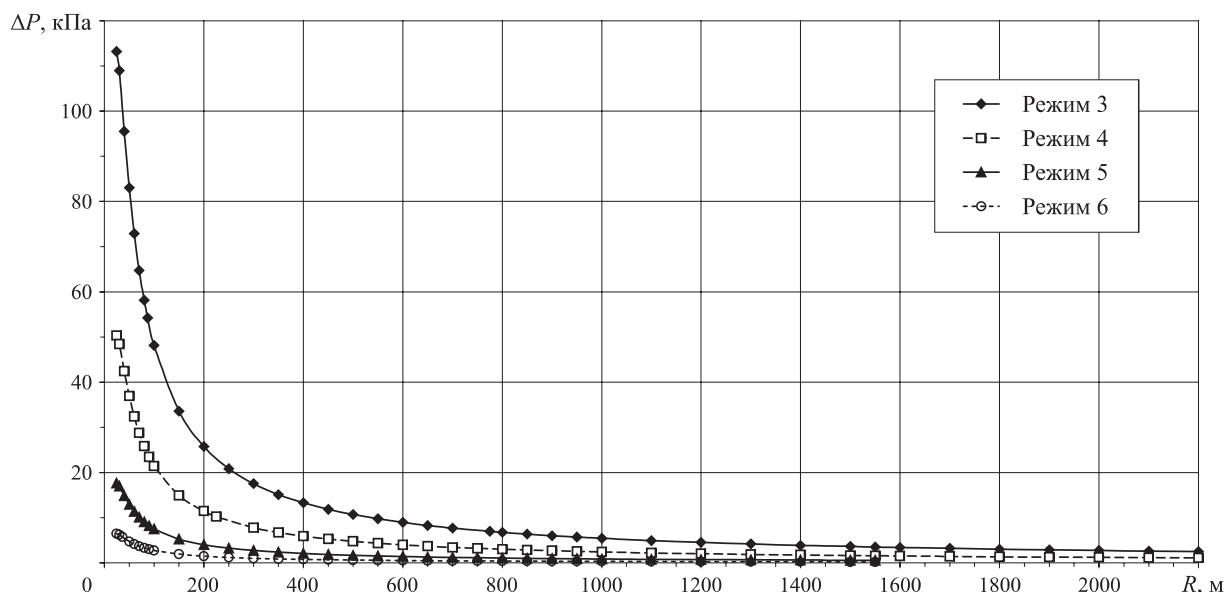
$$P_i = 0,4039(Pr_i)^5 - 10,092(Pr_i)^4 + 95,266(Pr_i)^3 - 420,16(Pr_i)^2 + 879,75(Pr_i) - 707,94 \quad (20)$$

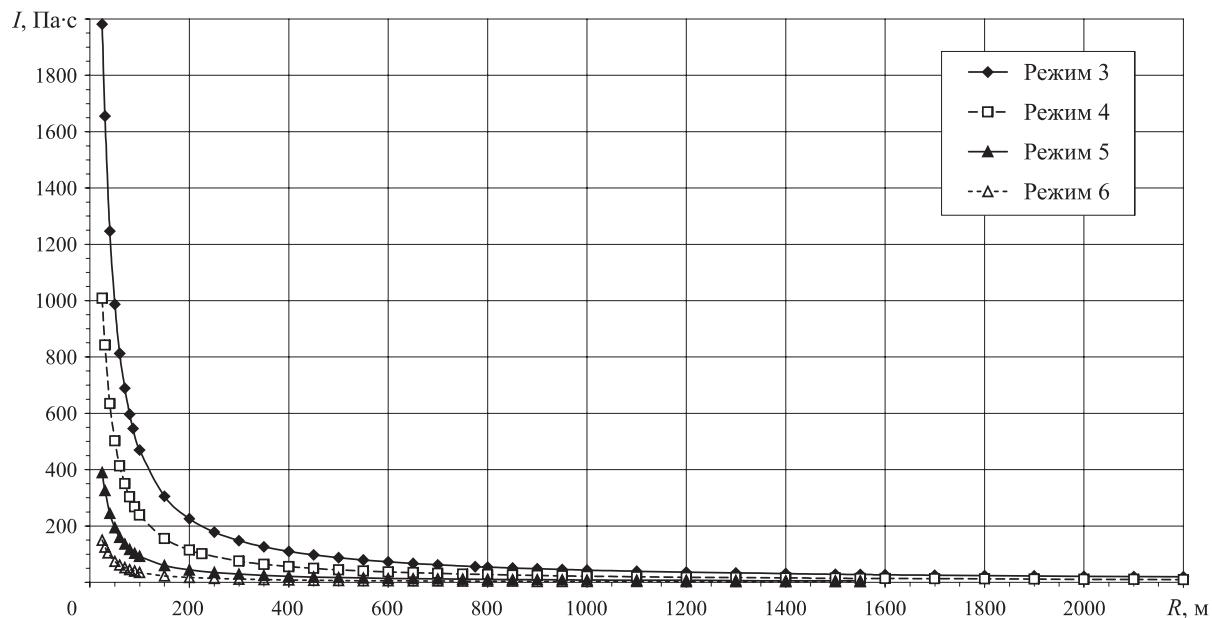
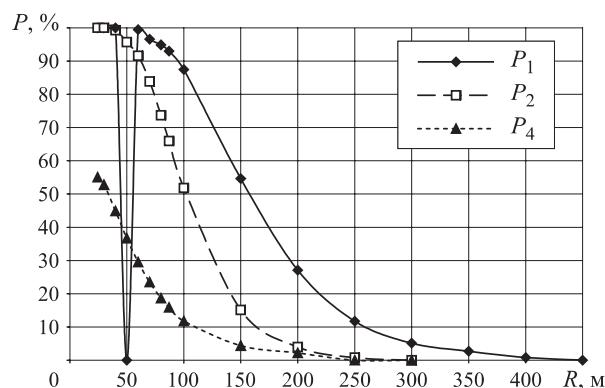
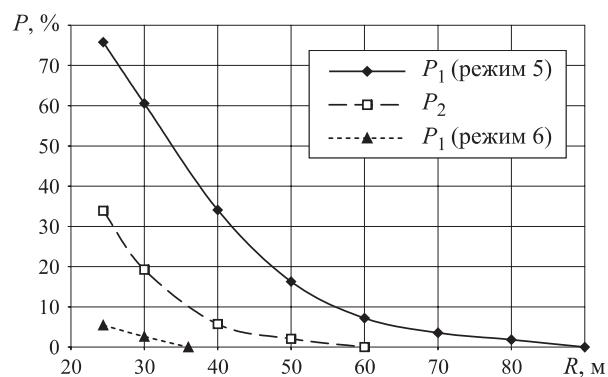
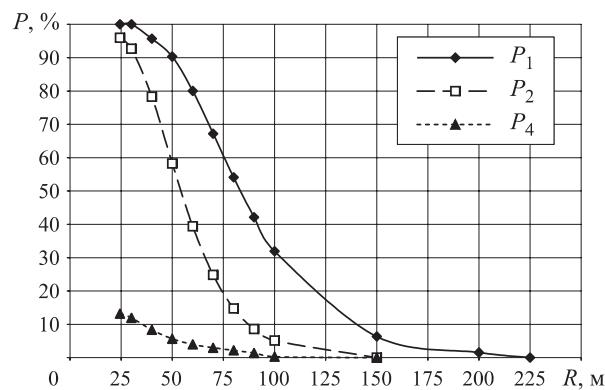
$(r^2 = 0,9999).$

По формуле (20) достигается 100 %-ное совпадение на отрезке функции вероятности P_i от 0 до 92 %. На отрезке от 93 до 99 % расхождение не превышает 2 %.

Результаты расчетов представлены на рис. 3–5. Найдено, что для нашей аварийной ситуации для всех возможных режимов взрывного превращения ТВС вероятности длительной потери управляемости P_3 и отброса людей волной давления P_5 равны нулю. Для режимов 5 и 6 вероятность разрыва барабанных перепонок у людей P_4 уже отсутствует. Для режима 6 нет угрозы существенных повреждений зданий от вспышки (взрыва) ТВС ($P_2 = 0$).

С учетом критического параметра K_{kp} для определения радиусов зон поражения при взрывах ТВС [2] составлена табл. 5, в которой отражены прогнозы для различных режимов взрыва (вспышки) при рассматриваемой аварийной ситуации. Отметим, что данные табл. 5 достаточно сложно сопоставлять с результатами, представленными на рис. 3–5.

Рис. 1. Зависимость избыточного давления взрыва (вспышки) керосиновоздушной смеси от расстояния R

Рис. 2. Зависимость импульса волны давления взрыва (вспышки) керосиновоздушной смеси от расстояния R Рис. 3. Зависимость вероятности поражения P_i от расстояния R для режима 3Рис. 5. Зависимость вероятности поражения P_i от расстояния R для режимов 5 и 6Рис. 4. Зависимость вероятности поражения P_i от расстояния R для режима 4

В руководстве [2] приведено категорирование повреждений (табл. 6), которое отличается от классификации характеристики действия ударной вол-

ны при определении радиусов зон поражения при взрыве ТВС (см. табл. 5).

Для грубой оценки последствий взрыва (радиусы зон поражения) руководством [2] предлагается уравнение

$$R_{\text{пор}} = \frac{KW^{1/3}}{(1 + (3180/W)^2)^{1/6}}, \quad (21)$$

где K — индекс по табл. 6;

W — тротиловый эквивалент взрыва;

$W = 9,877 \cdot 10^{-8} M_r q_r$ [2];

q_r — удельнаяя теплота сгорания керосина, Дж/кг.

Результаты оценки по уравнению (21) представлены в табл. 6. Как видно из таблицы, данные грубой оценки плохо согласуются с результатами расчетов, представленными на рис. 3–5.

В заключение отметим, что РД 03-409-01 [2] предлагает расчетный подход по определению и оценке

Таблица 5. Радиусы зон поражения и критические параметры в зависимости от характера воздействия ударной волны

Характер воздействия ударной волны	$K_{kp} \cdot 10^{-3}$, Па ² ·с (ΔP_{kp} , кПа)	R_{por} , м, для режима			
		3	4	5	6
Полное разрушение зданий	886,1	55	Нет	Нет	Нет
Граница области сильных разрушений: 50–75 % стен разрушено или находится на грани разрушения	541,0	87	40	Нет	Нет
Граница области значительных повреждений: повреждение некоторых конструктивных элементов, несущих нагрузку	119,2	149	78	28	Нет
Граница области минимальных повреждений: разрывы некоторых соединений, расщепление конструкций	8,95	434	225	91	36
Полное разрушение остекления	(7,0)	775	335	108	Нет
50 % остекления разрушено	(2,5)	2223	963	329	111
10 % и более остекления разрушено	(2,0)	2733	1208	415	143

Примечание. K_{kp} — критический параметр: $K_{kp} = (I - I_{kp})(\Delta P - \Delta P_{kp})$, где I_{kp} и ΔP_{kp} — критические параметры соответственно импульса волны давления и избыточного давления взрыва (вспышки) керосиновоздушной смеси для каждой зоны поражения (взяты из [2]). При определении радиусов поражения руководство [2] фактически предполагает, что источник зажигания находится в центре облака ТВС, т. е. в данном случае $R = R_{por}$.

Таблица 6. Радиусы зон поражения при различных режимах взрыва (вспышки) керосиновоздушной смеси по индексу K и ΔP_{kp}

Категория повреждения	Характеристика поражений	ΔP_{kp} , кПа	K	Прогноз R_{por} по уравнению (21)	Прогноз R по ΔP_{kp}			
					Режим скорости взрывного превращения			
					3	4	5	6
A	Полное разрушение здания, смертельное поражение человека	≥ 100	3,8	37	36,5	—	—	—
B	Тяжелые повреждения, здание подлежит сносу	70	5,6	55	63,0	—	—	—
C	Средние повреждения, возможно восстановление здания	28	9,6	94	183	72,5	—	—
D	Разрушение оконных проемов, легкосбрасываемых конструкций	14	28,0	273	380	161	44,5	—

поражающих факторов и характеристик ударных волн при взрыве (вспышке) паро- и газовоздушных смесей как на поверхности земли, так и в атмосфере. Приведенный в этой статье анализ гипотетической аварийной ситуации может рассматриваться как дополнительный пример к руководству [2].

В качестве замечаний по РД 03-409-01 отметим следующее.

1. Название документа неточно отражает его содержание. Например, ацетилен, оксиды пропилена и этилена, акрилонитрил, акролеин, сероуглерод, эфиры диметиловый и диэтиловый, ацетон, бензол, дихлорэтан и ряд других веществ, представленные в руководстве, сложно отнести к классу топлив.

2. Фенол и нафталин в обычном состоянии представляют собой легкоплавкие твердые вещества с температурой плавления 43 и 80 °C соответственно

[7], однако они также фигурируют в руководстве в качестве жидкого топлива. Для фенола известна область воспламенения при 100 °C, а для нафталина приведен только расчетный НКПВ [7].

3. Метод определения массы ПГФ в облаке ТВС достаточно груб, что, в свою очередь, увеличивает ошибку прогнозирования.

4. В руководстве без критического анализа приведены различные подходы к оценке поражающих факторов взрывов (вспышек) ТВС, которые плохо согласуются между собой.

Работа выполняется по целевой программе научных исследований УрО РАН по проекту “Природные и техногенные катастрофы”. Регистрационный номер проекта 09-С-2-1014.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев С. Г., Авдеев А. С., Барбин Н. М. и др. Методы оценки взрывопожароопасности топливовоздушных смесей на примере керосина марки РТ. I. РБ Г-05-039-96 // Пожаровзрывобезопасность. — 2010. — Т. 19, № 5. — С. 37–47.
2. РД 03-409-01. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей : утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 26 июня 2001 г. № 25 [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы “Консультант Плюс”.
3. Паспорт на авиатопливо РТ от 30 апреля 2009 г. № 157 / Лаборатория ГСМ (г. Пермь, аэропорт Б. Савино-1).
4. ПБ 09-170-97. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств : утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 22 декабря 1997 г. № 52 [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы “Консультант Плюс”.
5. ПБ 09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств : утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 5 мая 2003 г. № 29 [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы “Консультант Плюс”.
6. РБ Г-5-05-039-96. Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению параметров их механического воздействия. — М. : НТЦ ЯРБ Госатомнадзора России, 2000. — 40 с.
7. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник. В 2 ч. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Пожнаука, 2004. — Ч. 2. — С. 179, 587.

Материал поступил в редакцию 13 ноября 2010 г.

*Электронные адреса авторов: Alexshome@mail.ru;
NMBarbin@yandex.ru; TimashevS@wekt.ru; sec@wekt.ru.*



И. А. Агафонов
канд. хим. наук, доцент
Самарского государственного
технического университета,
г. Самара, Россия



И. К. Гаркушин
д-р хим. наук, профессор,
заведующий кафедрой Самарского
государственного технического
университета, г. Самара, Россия



А. А. Шиков
аспирант Самарского
государственного техни-
ческого университета,
г. Самара, Россия



А. В. Баканов
аспирант Самарского
государственного техни-
ческого университета,
г. Самара, Россия

УДК 536.755+541.11

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ *α*-ОЛЕФИНОВ НОРМАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ

Проанализирован характер изменения некоторых пожаровзрывоопасных свойств α -олефинов нормального строения в их гомологическом ряду. Выведены формулы, описывающие зависимости между числом углеродных атомов в молекулах α -олефинов и такими пожароопасными свойствами, как температура кипения, относительная плотность паров по воздуху и теплота сгорания. При помощи найденных уравнений определены значения рассмотренных свойств высокомолекулярных α -олефинов. Приведены результаты расчетов по предложенным формулам.

Ключевые слова: пожаровзрывоопасные свойства; α -олефин.

Изучение свойств веществ рано или поздно приводит к созданию аналитических зависимостей между свойствами веществ и их различными характеристиками, что позволяет осуществлять поиск тех или иных свойств, не прибегая к экспериментальным исследованиям. Наиболее простым и очевидным является изменение свойств органических соединений в гомологических рядах — предельных и непредельных углеводородов нормального строения, спиртов и др. Достоинством указанных рядов является высокая степень исследованности свойств веществ, входящих в них, и отсутствие у этих веществ изомеров. Тем не менее остальные углеводороды, образующие свои гомологические ряды, также привлекают внимание с точки зрения аналитического описания свойств.

Рассмотрим некоторые зависимости, обнаруживаемые при анализе пожароопасных свойств непредельных углеводородов (α -олефинов) в зависимости от числа углеродных атомов в их молекулах. Данные для анализа взяты из справочного пособия [1]. Методика анализа была нами рассмотрена ранее [2, 3].

Зависимость температуры кипения α -олефинов $t_{\text{кип}}$ от числа углеродных атомов в молекуле N выражается достаточно просто уравнением вида

$$t_{\text{кип}} = -421,77 + 244,63069N^{0,3823} \quad (r^2 = 0,9993). \quad (1)$$

Таблица 1. Сопоставление расчетных и справочных данных по температуре кипения некоторых нормальных α -олефинов

N	Значения $t_{\text{кип}}$, °C		Отклонение расчетных данных	
	справочные по [1]	расчетные по (1)	абсолютное, °C	относительное, %
2	-103,7	-102,9	-0,8	0,77
3	-47,7	-49,4	1,7	-3,56
4	-6,25	-6,16	-0,1	1,44
5	29,9	30,9	-1,0	-3,34
6	63,5	63,5	0,0	0,00
7	94,0	93,0	1,0	1,06
8	121,28	120,0	1,3	1,06
9	137,5	144,9	-7,4	-5,38
10	172,0	168,2	3,8	2,21
11	192,7 [4]	190,1	2,6	1,35
12	213,0	210,8	2,2	1,03
13	232,78	230,44	2,3	1,01
14	246,0	249,2	-3,2	-1,30
15		267,1		
16		284,3		
17		300,9		
18		316,8		
19		332,3		
20		347,2		
30		476,1		
40		580,5		

© Агафонов И. А., Гаркушин И. К., Шиков А. А., Баканов А. В., 2011

Таблица 2. Сопоставление расчетных и справочных данных по относительной плотности некоторых нормальных α -олефинов

N	Значения D		Отклонение расчетных данных	
	справочные по [1]	расчетные по (2)	абсолютное	относительное, %
2	0,974	0,965	0,009	0,92
3	1,45	1,45	0,00	0,00
4	1,93	1,93	0,00	0,00
5	2,40	2,42	-0,02	-0,83
6	2,90	2,90	0,00	0,00
7	3,39	3,39	0,00	0,00
8	3,90	3,87	0,03	0,77
9	4,35	4,36	-0,01	-0,23
10	4,84	4,84	0,00	0,00
11		5,33		
12	5,81	5,81	0,00	0,00
13		6,30		
14		6,78		
30		14,54		
40		19,38		

В табл. 1 приведено сравнение расчетных значений температуры кипения олефинов по уравнению (1) со справочными данными. Как видно из табл. 1, относительная погрешность расчетов не превышает 5,5 %. В табл. 1 приведен также прогноз температуры кипения для высших алкенов.

Зависимость относительной плотности паров α -олефинов по воздуху D от числа углеродных атомов в молекуле N имеет линейный вид и описывается уравнением

$$D = -0,005 + 0,48471429N \quad (r^2 = 0,9999). \quad (2)$$

Результаты расчета по уравнению (2) в сопоставлении с литературными данными приведены в табл. 2. Из табл. 2 видно, что уравнение (2) описывает данную зависимость с высокой точностью: относительное отклонение расчетных данных от справочных не превышает 1 %.

Найдено, что зависимость теплоты сгорания $\Delta_C H$ α -олефинов от числа углеродных атомов в молекуле N имеет линейный вид и описывается формулой

Таблица 3. Сопоставление расчетных и справочных данных по теплоте сгорания для о-олефинов

N	Значения $\Delta_C H$, кДж/моль		Отклонение расчетных данных	
	справочные по [1]	расчетные по (3)	абсолютное	относительное, %
2	-1318,0	-1312,3	-5,7	0,43
3	-1919,0	-1926,4	7,4	-0,39
4	-2542,6	-2540,5	-2,1	0,08
5	-3154,0	-3154,6	0,6	-0,02
6	-3767,7	-3768,8	1,1	-0,03
7		-4382,9		
8	-4998,0	-4997,0	-1,0	0,02
9		-5611,1		
10		-6225,2		
11		-6839,4		
12		-7453,5		
13		-8067,6		
14	-8682,0	-8681,7	-0,3	-0,003
15		-9295,8		
16		-9910,0		
17		-10524,1		
18		-11138,2		
19		-11752,3		
20		-12366,4		
30		-18507,6		

$$\Delta_C H = -84,03 - 614,12041N \quad (r^2 = 1,0000). \quad (3)$$

Результаты сравнения расчетных и справочных данных по теплоте сгорания для олефинов приведены в табл. 3. Как видно из табл. 3, относительное отклонение результатов, полученных с помощью уравнения (3), не превышает 0,5 %. В табл. 3 представлен также прогноз для алкенов, сведения по которым не приведены в справочнике [1].

Зависимость температуры самовоспламенения олефинов от длины углеводородной цепи не поддается описанию простыми, применимыми на практике уравнениями.

Найденные уравнения (1) – (3) могут быть использованы для поиска неизвестных значений физико-химических свойств α -олефинов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баратов А. Н., Корольченко А. Я., Кравчук Г. Н. и др. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справоч. изд. : в 2 кн. / Под ред. А. Н. Баратова, А. Я. Корольченко. — М. : Химия, 1990. — Кн. 1. — 496 с.; Кн. 2. — 384 с.

2. Агафонов И. А., Гаркушин И. К., Люстрицкая Д. В. и др. Анализ и прогнозирование пожароопасных свойств индивидуальных н-алканов // Пожаровзрывобезопасность. — 2009. — Т. 18, № 2. — С. 16–19.
3. Агафонов И. А. Гаркушин И. К., Люстрицкая Д. В. и др. Анализ пожароопасных свойств индивидуальных предельных углеводородов нормального строения // Тез. Второй Всеросс. научн.-техн. конф. "Безопасность критичных инфраструктур и территорий". — Екатеринбург : УрО РАН, 2008. — С. 55–56.
4. Потехин А. А. Свойства органических соединений. — Л. : Химия, 1984. — С. 369.

*Материал поступил в редакцию 13 ноября 2010 г.
Электронный адрес авторов: baschem@samgtu.ru.*

**ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПОЖНАУКА»
ПРЕДЛАГАЕТ ВАШЕМУ ВНИМАНИЮ**

Учебное пособие

В. Н. Черкасов, В. И. Зыков

**Обеспечение
пожарной безопасности
электроустановок**



Обеспечение
пожарной
безопасности
электроустановок

Рецензенты: Федеральное государственное учреждение Всероссийский ордена «Знак почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, кафедры физики и пожарной безопасности технологических процессов Академии ГПС МЧС России.

В учебном пособии рассмотрены общая схема электроснабжения потребителей, классификация электроустановок и причины пожаров от них, а также вероятностная оценка пожароопасных отказов в электротехнических изделиях и пожарная безопасность комплектующих элементов. Приведены нормативные обоснования и инженерные решения по обеспечению пожарной безопасности электроустановок и защите зданий и сооружений от молний и статического электричества. Учебное пособие предназначено для практических работников в области систем безопасности и может быть использовано для подготовки и повышения квалификации специалистов соответствующего профиля.



Web-сайт: firepress.ru

Эл. почта: mail@firepress.ru, izdat_pozhnauka@mail.ru

Тел.: (495) 228-09-03, тел./факс: (495) 445-42-34



О. Б. Рудаков
д-р хим. наук, профессор,
заведующий кафедрой Государственного
архитектурно-строительного
университета, г. Воронеж, Россия



А. В. Калач
канд. хим. наук, доцент, заместитель
начальника института по научной
работе Воронежского института ГПС
МЧС России, г. Воронеж, Россия



Н. В. Бердникова
аспирант Государственного
архитектурно-строительного
университета, г. Воронеж,
Россия

УДК 614.84

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ВОДРАСТВОРИМЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ И ИХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Экспериментально определены температуры вспышки чистых растворителей — ацетонитрила, диоксана, изопропанола и их водных растворов. Проведено сопоставление экспериментальных данных с известными литературными источниками.

Ключевые слова: растворитель; пожароопасные свойства; температура вспышки.

В качестве растворителей в строительном производстве используют более 300 веществ органической и неорганической природы, однако наиболее часто применяются лишь несколько десятков жидкостей. Значительная роль отводится растворителям в очистке органических соединений (перекристаллизация, экстракция, препартивная хроматография) и их идентификации с помощью спектральных методов. В современных условиях отказаться полностью от пожароопасных растворителей на практике невозможно, так как без их помощи в принципе невозможно реализовать многие технологии. Поэтому актуальность обеспечения пожарной безопасности в отраслях промышленности и в быту, где используются органические растворители, не вызывает сомнений.

Целью работы явилось установление взаимосвязи физико-химических параметров некоторых растворителей и их водных растворов с температурой вспышки в открытом тигле $t_{\text{всп}}$. В табл. 1 приведены некоторых свойства исследованных растворителей [1].

Отметим, что корреляция между химическим строением вещества и показателями пожарной опасности не раз привлекала внимание многих исследователей, результатом чего стало появление различных методик по определению температур вспышки. В этих методиках либо использовался аддитивный подход, основанный на выделении структурных элементов атома или условных фрагментов мо-

лекулы, либо предлагалась для определенного класса органических соединений своя эмпирическая формула [2, 3].

В работе исследованы такие широко распространенные растворители, как ацетонитрил, диоксан и изопропиловый спирт, а также их водные растворы. Температура вспышки определялась по п. 4.5 ГОСТ 12.1.044–89*. Растворы сольвентов (концентрации 100, 80, 70, 50, 40 % об.) приготовлены путем последовательного разбавления чистого растворителя водой при температуре (25 ± 2) °C.

Таблица 1. Некоторые свойства исследуемых растворителей [2]

Растворитель	$t_{\text{всп}}$, °C (о.т.)	$t_{\text{всп}}$, °C	$t_{\text{кип}}$, °C
Ацетонитрил	6	525	82,0
Диоксан	11	375	101,3
Изопропанол	18	430	82,3
Этанол	18	392	78,0

Таблица 2. Значения эмпирических коэффициентов a , b , c

Растворитель	a	b	c	Коэффициент детерминации r^2
Ацетонитрил	-0,0021	0,0631	22,61	0,9828
Диоксан	0,0036	-0,7298	54,526	0,9699
Изопропанол	-0,0039	0,3452	20,538	0,9444

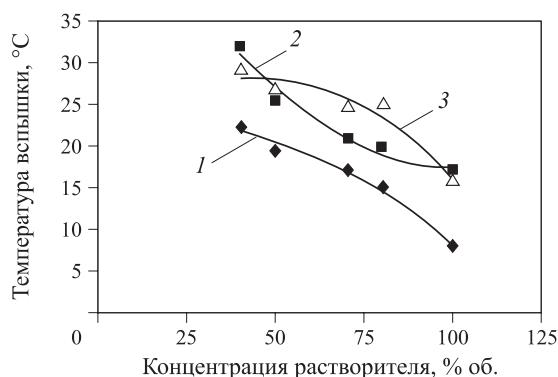


Рис. 1. Зависимость температуры вспышки от концентрации органического растворителя: 1 — ацетонитрил; 2 — диоксан; 3 — изопропиловый спирт

Зависимости температуры вспышки $t_{\text{всп}}$ от концентрации растворителей w (% об.) приведены на рис 1. Найдено, что эти зависимости описываются полиномом второй степени:

$$t_{\text{всп}} = aw^2 + bw + c,$$

где a, b, c — эмпирические коэффициенты (табл. 2).

Заметим, что зависимость температуры вспышки этанола в открытом тигле от его концентрации резко отличается от влияния концентрации выше-

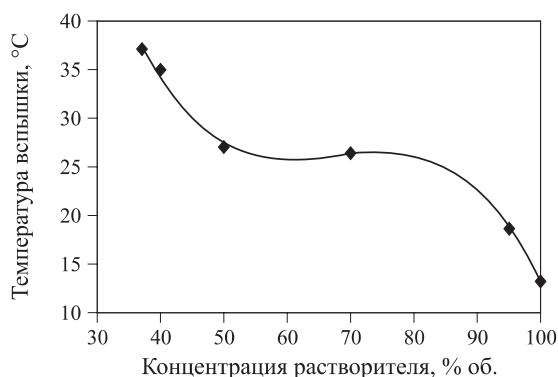


Рис. 2. Зависимость температуры вспышки этанола от концентрации растворителя

изученных растворителей. Она не описывается полиномом второй степени и носит S-образный характер (см. рис. 1 и 2).

В заключение отметим, что найденное в ходе работы эмпирическое уравнение позволяет, не прибегая к эксперименту, прогнозировать неизвестные температуры вспышки водных растворов ацетонитрила, диоксана и изопропилового спирта. Полученные данные могут быть использованы при разработке обобщенного критерия оценки суммарной пожарной опасности данных растворителей [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рабинович В. А., Хавин З. Я. Краткий химический справочник. — Л. : Химия, 1991. — 432 с.
2. Алексеев С. Г., Барбин Н. М., Алексеев К. С., Орлов С. А. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. I. Алканолы // Пожаровзрывобезопасность. — 2010. — Т. 19, № 5. — С. 23–30.
3. Шебеко Ю. Н., Навценя В. Ю., Копылов С. Н. и др. Расчет основных показателей пожаровзрывобезопасности веществ и материалов : руководство. — М. : ВНИИПО, 2002. — 77 с.
4. Рудаков О. Б., Беляев Д. С., Паринов Д. Б., Рудакова Л. В. Обобщенный критерий химической и пожарной безопасности сольвентов // Пожарная безопасность. — 2005. — № 6. — С. 81–85.

Материал поступил в редакцию 13 ноября 2010 г.

Электронные адреса авторов: robi57@mail.ru; a_kalach@mail.ru; nadezhda-mankova@mail.ru.



R. Ш. Еналеев
канд. техн. наук, доцент Казанского
технологического университета,
г. Казань, Республика Татарстан



Н. М. Барбин
д-р техн. наук, канд. хим. наук, заведующий
кафедрой Уральского института ГПС МЧС
России, г. Екатеринбург, Россия



Э. Ш. Теляков
д-р техн. наук, профессор Казанского
технологического университета,
г. Казань, Республика Татарстан



О. А. Тучкова
аспирантка Казанского
технологического университета,
г. Казань, Республика Татарстан



В. А. Качалкин, канд. техн. наук,
заведующий кафедрой Казанского института
(филиала) Российского государственного
торгово-экономического университета,
г. Казань, Республика Татарстан

УДК 614.841

КРИТЕРИИ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

Разработана математическая модель с объемным источником испарения влаги для расчета температурного поля элементов конструкций при воздействии пламени пожаров. Обоснован инвариантный к скорости высокointенсивного нагрева градиентный критерий разрушения железобетонных конструкций. Предложен метод прогнозирования предела огнестойкости элементов конструкций при различных сценариях развития пожара в нефтегазовом комплексе.

Ключевые слова: элемент конструкции; модели пожаров; градиентный критерий разрушения.

Разработка и совершенствование методов оценки пределов огнестойкости пожароопасных материалов при высокointенсивном нагреве имеет важное теоретическое и прикладное значение при проектировании элементов строительных конструкций и разработке противопожарных средств защиты зданий и сооружений.

В отечественных нормативных документах [1] и научно-технической литературе [2–4] обычно рассматриваются четыре сценария развития аварий на нефтегазохимическом комплексе с воздействием опасных факторов пожара на окружающие объекты: пожар-вспышка, огненный шар, горение пролива и факельное горение. Отметим, что образование, зажигание, горение и эволюция топливного облака при выбросе газов и паров в атмосферу являются сложными физико-химическими процессами. Эти процессы включают в себя турбулентное смешение горючего с атмосферным воздухом, воспламенение от источника зажигания, диффузионное горение или

горение предварительно перемешанных реагентов в ламинарном и турбулентном режимах, тепловое излучение высокотемпературных продуктов реакции. Из-за сложности перечисленных процессов, происходящих при горении углеводородных топлив, специалистами на основе обработки экспериментальных данных предложены корреляционные соотношения между интегральными характеристиками — средней температурой пламени, средней постоянной плотностью теплового потока излучения, средними постоянными геометрическими размерами источника горения и временем горения массы аварийного выброса топлива.

В данной работе для моделирования сценариев горения аварийных выбросов углеводородов предложено использовать только две интегральные характеристики — эффективную температуру пламени T_f и излучательную способность продуктов горения углекислого газа и паров воды ε_f .

© Еналеев Р. Ш., Барбин Н. М., Теляков Э. Ш., Тучкова О. А., Качалкин В. А., 2011

Для определения температуры пламени использовано уравнение (1) [5], выведенное по аналогии со стандартной кривой пожара:

$$T_f = 1100[1 - 0,325 \exp(-0,167\tau) - 0,204 \exp(-1,417\tau) - 0,472 \exp(-1,583\tau)] + T_0, \quad (1)$$

где τ — время, мин;

T_0 — начальная температура, °С.

Расчет плотности облучения объекта q (кВт/м²) производится по формуле

$$q = \alpha_f [T_f - T(0)] + \varepsilon_{\text{пр}} \sigma \left[\left(\frac{T_f}{100} \right)^4 - \left(\frac{T(0)}{100} \right)^4 \right], \quad (2)$$

где α_f — коэффициент теплоотдачи от пламени к поверхности; для тяжелого бетона $\alpha_f = 29$ [1];

$T(0)$ — температура окружающей среды, °С;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ — приведенный коэффициент поглощения излучения; $\varepsilon_{\text{пр}} = 1/(1/\varepsilon_f + 1/\varepsilon_m - 1)$;

ε_m — степень черноты облучаемого материала; для тяжелого бетона $\varepsilon_m = 0,56$ [1];

σ — коэффициент излучения.

Результаты расчета для основных сценариев пожара представлены на рис. 1. Дополнительно на рис. 1 приведены зависимости специального нагрева горящего терmita (кривая 6) и стандартного пожара (кривая 1). Из рис. 1 видно, что плотности тепловых потоков реальных пожаров в разы превышают плотность тепловых потоков стандартного пожара.

Полученные результаты являются решением внешней задачи в оценке пожарного риска и позволяют решать сопряженную внутреннюю задачу по количественной оценке воздействия тепловых потоков излучения пламени пожаров на объекты окружающего пространства, в том числе на материалы строительных конструкций.

Железобетонные конструкции являются одной из основных частей сооружений на предприятиях по добыче, переработке и транспортировке углево-

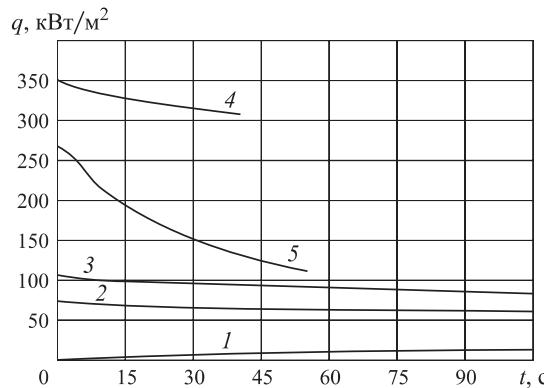


Рис. 1. Тепловые потоки облучения объекта при различных сценариях пожара: 1 — стандартный пожар; 2 — пожар пролива; 3 — факельное горение; 4 — огненный шар; 5 — горение терmita

дородного сырья. При кратковременном высокоинтенсивном нагреве, связанном с аварийным выбросом, зажиганием и горением углеводородных топлив, в конструкциях возникают сильно нелинейные нестационарные поля, которые вызывают в бетоне и арматуре структурные изменения, температурные напряжения, потерю прочности и разрушение. В настоящее время теория разрушения бетона, учитывающая весь комплекс факторов теплового воздействия и механизмы высокотемпературных процессов разрушения, далека от своего завершения. В связи с этим совершенствование существующих расчетных методов, разработка адекватных реальным ситуациям моделей и критериев разрушения имеют важное теоретическое и прикладное значение для количественной оценки предельных состояний бетона при высокоинтенсивном нагреве.

При расчетном определении пределов огнестойкости решаются две последовательные задачи: теплотехнический расчет температурного поля в элементе конструкции и статический расчет прочности и устойчивости конструкций при совместном воздействии нагрузки и высокой температуры.

При решении теплофизической задачи должны учитываться нелинейные граничные условия нестационарного теплообмена между обогреваемыми и необогреваемыми поверхностями конструкции и окружающей средой, зависимости теплофизических свойств бетона от температуры, теплопотери на испарение находящейся в порах бетона воды. Для расчета огнестойкости конструкций используются типовые теплотехнические схемы в виде плоских элементов стен и покрытий строительных конструкций при одно- и двухстороннем нагреве или цилиндрических элементов колонн при четырехстороннем нагреве. На рис. 2 представлена схема одностороннего нагрева плоского элемента железобетонной конструкции.

В стандартных методах расчета влияние влажности бетона при нагреве и фазовом превращении учитывается введением приведенного коэффициента температуропроводности. В данной работе в отличие от стандартного метода расчета предела огнестойкости в качестве граничных условий, кроме стандартного пожара, предусмотрено воздействие теплового излучения пламени пожаров при различных аварийных сценариях выброса углеводородного топлива. Кроме того, в математической постановке задачи высокоинтенсивного нагрева бетона учитывается объемное испарение влаги, описываемое формально-кинетическим уравнением [6]:

$$\frac{d\eta}{dt} = k(1 - \eta)^n \exp\left(-\frac{L_0}{RT_s}\right), \quad (3)$$

где η — глубина (степень) фазового превращения влаги при объемном испарении;

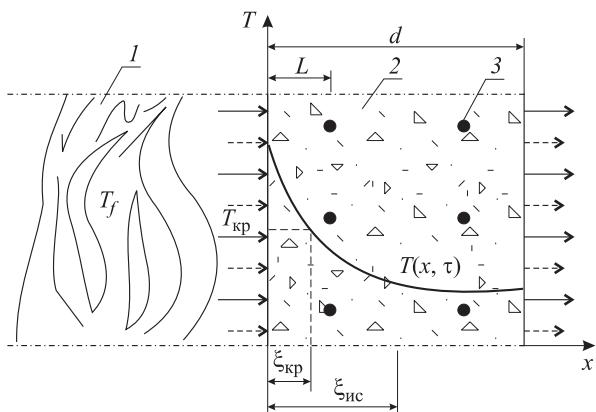


Рис. 2. Типовая теплотехническая схема элемента железобетонной конструкции: 1 — пламя пожара; 2 — бетон; 3 — арматура; d — ширина элемента; L — толщина защитного слоя бетона; — тепловой поток излучением; — тепловой поток конвекцией; ξ_{kp} — подвижная граница при постоянной критической температуре T_{kp} ; ξ_{is} — подвижная граница волны испарения влаги; $T(x, \tau)$ — профиль температуры бетона с арматурой

k — предэкспонента;

n — эффективный порядок реакции;

L_0 — эффективная энергия активации испарения, Дж/моль; $L_0 = L\mu$;

L — теплота испарения влаги со свободной поверхности, Дж/кг;

μ — молярная масса воды, кг/кмоль;

$\mu = 18$ кг/кмоль;

R — универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);

T_s — температура материала, К.

С учетом затрат тепла на испарение влаги и зависимости теплофизических свойств от температуры для одномерного одностороннего нагрева элемента конструкции уравнение энергии записывается в виде

$$c(T)\rho \frac{\partial T(x, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \lambda \frac{\partial T(x, \tau)}{\partial x} - L\rho \omega_0 \frac{d\eta}{dt}, \quad (4)$$

где c — теплоемкость, Дж/(кг·К);

ρ — плотность, кг/м³;

λ — коэффициент теплопроводности материала конструкции, Вт/(м·К);

ω_0 — начальное влагосодержание.

Уравнение (4) с начальными и граничными условиями, учитывающими теплообмен элемента с окружающей средой излучением и конвекцией, решено методом конечных разностей [3]. Результаты вычислительного эксперимента для нагрева тяжелого бетона на силикатном заполнителе при воздействии стандартного пожара представлены на рис. 3.

Как видно из рис. 3, в течение 2/3 периода воздействия стандартного пожара наблюдается заметное различие в изменении температуры по сравни-

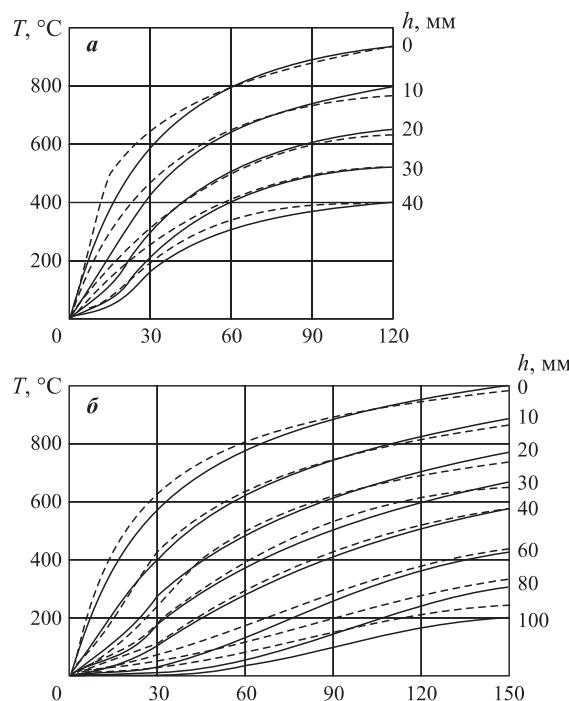


Рис. 3. Сравнительные данные по расчету температурного поля по стандартной методике (—) и модели с объемным испарением влаги (—): *a* — $h = 40$ мм; *б* — $h = 100$ мм

ваемым моделям, которое можно объяснить “сдерживанием” процесса теплопроводности при движении волны испарения от поверхности в глубь материала. Этот факт не может повлиять на оценку предела огнестойкости по критерию критической температуры на глубине расположения арматуры ($h = 20 \div 30$ мм), но на оценку предела огнестойкости по теплоизолирующей способности это влияние оказывается значимым. Например, температура достигает 160 °C на тыльной стороне элемента при расчете по стандартной методике примерно через 90 мин, а на модели с объемным испарением влаги — через 110 мин (рис. 3, *б*).

Следует отметить, что кинетическое уравнение (3) применяется не только в процессах с фазовым превращением, но и в других физико-химических процессах, например в теории горения [7]. Используя вычислительный алгоритм [8], авторы получили зависимость степени превращения влаги в волне испарения, которая представлена на рис. 4.

Через 90 мин передний фронт испарения достигает тыльной поверхности бетона, и “сдерживание” процесса теплопроводности прекращается.

Важно отметить, что основным критерием при оценке предела огнестойкости по потере несущей способности является критическая температура бетона и арматуры, значение которой для тяжелых бетонов лежит в пределах 500–600 °C.

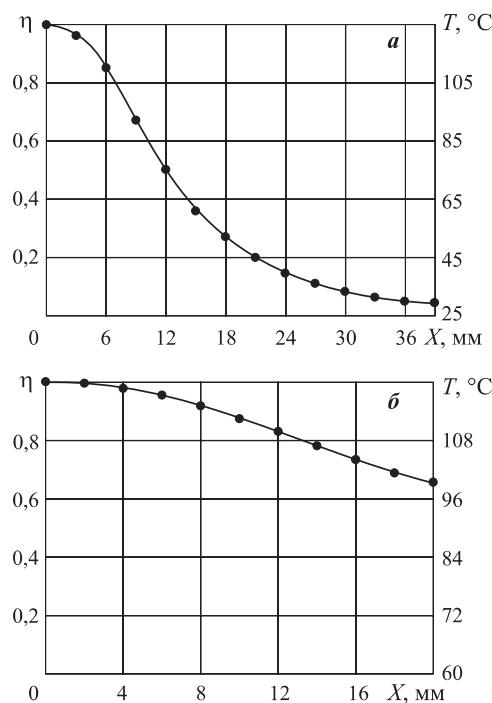


Рис. 4. Изменение степени превращения влаги в волне испарения в бетоне в зависимости от расстояния от тыльной поверхности и времени воздействия стандартного пожара: *a* — 55 мин; *б* — 75 мин

Другим альтернативным подходом в оценке предельного состояния материала при высокointенсивном нагреве является применение математического аппарата теории теплового удара. Проблема теплового удара — одна из центральных в термомеханике [9]. Проводившиеся для решения данной проблемы исследования с использованием моделей динамической термоупругости получили широкое развитие при изучении закономерностей термонапряженного состояния в изотропных и анизотропных упругих телах. Применительно к одностороннему равномерному нагреву элементов конструкций можно записать известное уравнение В. И. Даниловской [10]:

$$V^2 \frac{\partial^2 U(x, \tau)}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 U(x, \tau)}{\partial \tau^2} = S \frac{\partial^2 T(x, \tau)}{\partial x^2}, \quad (5)$$

где V — скорость распространения упругой волны, м/с;

$U(x, \tau)$ — напряжение, Па.

В [10] было показано, что если условия нестационарного нагрева вызывают достаточно высокую скорость изменения температуры, то при исследованиях температурных напряжений следует учитывать динамические эффекты, обусловленные движением частиц твердого тела при быстром тепловом расширении (или сжатии). Уже в первой динамической задаче была описана термоупругая волна, распространяющаяся в данной среде со скоростью звука.

На фронте волны имеет место разрыв напряжения со скачком:

$$\sigma = E\alpha T_0 / (1 - 2\nu), \quad (6)$$

где E — модуль Юнга;

α — коэффициент линейного теплового расширения, K^{-1} ;

ν — коэффициент Пуассона.

Если подставить справочные данные для бетона в формулу (6), то значение напряжения будет на уровне предела прочности разрушения бетона. Таким образом, критерий критической температуры, используемый в стандартном методе оценки предела огнестойкости [1] при воздействии стандартного пожара, должен быть сопряжен с критерием градиента температуры.

При обосновании комплексного критерия огнестойкости, учитывающего влияние критической температуры, градиента температуры и теплофизические свойства бетона, авторами проанализированы постановка и решение различных краевых задач нестационарной теплопроводности. Впервые подход к решению нелинейного нестационарного уравнения теплопроводности, основанный на предельном упрощении граничных условий краевой задачи, был предложен М. Я. Ройтманом [11]. Упрощение заключается в замене граничного условия II рода нагрева элемента строительных конструкций нестационарным тепловым потоком от пламени пожара граничным условием I рода путем задания средней постоянной температуры нагреваемой поверхности.

Среднее значение температуры пламени стандартного пожара рассчитано с использованием теоремы математического анализа о среднем для каждого интервала времени стандартной кривой с шагом 0,5 ч. Для каждого интервала времени по среднему значению температуры пожара расчетно-экспериментальным методом определяются интервальные значения постоянной температуры нагреваемой поверхности материала конструкции. Средние значения температуры пожара и поверхности конструкции табулируются для каждого интервала времени, равного 1 ч. Таким образом, решение дифференциального равнения Фурье применительно к названным условиям нагрева имеет вид:

$$T(x, \tau) = T(0, \tau) - (T(0, \tau) - T_0) \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}} \right), \quad (7)$$

где $T(x, \tau)$ — температура материала на глубине x от поверхности, $^{\circ}\text{C}$;

τ — время, с;

$T(0, \tau)$ — температура поверхности, $^{\circ}\text{C}$;

$\operatorname{erf}(x/2\sqrt{a\tau})$ — функция ошибок Гаусса (функция Крампа).

Применительно к расчету огнестойкости строительных конструкций формула (7) используется для определения времени достижения критической температуры T_{kp} на заданной глубине x . Из формулы (7) определяется значение

$$\operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}}\right) = \frac{T(0, \tau) - T_{kp}}{T_n - T_0}, \quad (8)$$

где T_n — постоянная температура поверхности, °C.

По полученному значению функции устанавливается значение аргумента функции Крампа:

$$A = x/(2\sqrt{a\tau}). \quad (9)$$

Из (9) рассчитывается предел огнестойкости:

$$\tau_{np} = x^2/(4A^2\alpha). \quad (10)$$

А. И. Яковлевым [12] на основании обобщения опытных данных предложена формула для граничного условия I рода без процедуры усреднения:

$$T(0, \tau) = 1523 - (1523 - T_0) \operatorname{erf}\left(\frac{60K}{2\sqrt{\tau}}\right), \quad (11)$$

где K — коэффициент, зависящий от плотности сухого бетона.

Для линеаризации уравнения Фурье вводятся постоянные значения теплофизических свойств бетона при средней температуре, а влияние влажности учитывается введением приведенного коэффициента температуропроводности a_{np} :

$$a_{np} = \frac{\lambda_{t, cp}}{(C_{t, cp} + 50\omega_0)\gamma_c}, \quad (12)$$

где $\lambda_{t, cp}$, $C_{t, cp}$ — средние значения коэффициентов теплопроводности и теплоемкости соответственно при температуре 723 K;

γ_c — плотность сухого материала, кг/м³.

Решение уравнения Фурье при граничных условиях (11) и с учетом (12) имеет вид:

$$I(L, \tau) = 1523 - (1523 - T_0) \times \\ \times \operatorname{erf}\left(\frac{60K + (d + K_1 d_1)/\sqrt{a_{np}}}{2\sqrt{\tau}}\right), \quad (13)$$

где L — расстояние от поверхности материала до арматуры, м;

d_1 — диаметр арматуры, м;

K_1 — постоянный коэффициент.

Для заданных значений L и критической температуры арматуры из уравнения (13) по значению функции erf по таблицам находится значение аргумента:

$$x = \frac{60K + (d + K_1 d_1)/\sqrt{a_{np}}}{2\sqrt{\tau}}. \quad (14)$$

Из (14) определяется предел огнестойкости τ .

Однако полученные решения не могут быть использованы для расчета пределов огнестойкости конструкций под воздействием произвольно заданных тепловых потоков от пламени крупномасштабного пожара при горении углеводородных топлив по двум причинам. Во-первых, решения получены для линейного уравнения Фурье в условиях стандартного пожара. Во-вторых, в качестве критерия огнестойкости принимается только критическая температура на заданной глубине от поверхности нагреваемого материала.

В связи с этим авторами предлагается принципиально другой подход, основанный не на упрощении граничных условий при воздействии стандартного пожара, а на формализации граничных условий II рода для тепловых потоков при крупномасштабном горении энергоемких веществ в возможных сценариях развития пожара. Сущность подхода заключается в модификации решения нелинейного уравнения Фурье путем учета не только критической температуры, но и градиента температуры в любом сечении элемента конструкции в процессе нагрева его пламенем пожара. В реализации предлагаемого подхода анализируются две краевые задачи. В первой задаче рассматривается решение классической задачи Стефана по промерзанию грунта [13]:

$$T_0 - B \operatorname{erf} \frac{\xi}{2\sqrt{a\tau}} = T_3, \quad (15)$$

где T_0 — температура талой воды, °C;

B — постоянный коэффициент;

ξ — подвижная граница при постоянной температуре замерзания T_3 ;

a — коэффициент температуропроводности, м²/с;

τ — время, с.

Применительно к расчету огнестойкости конструкции задача Стефана предельно упрощается за счет исключения теплоты фазового перехода. При этом градиент температуры с обеих сторон подвижной границы становится одинаковым, и за ξ принимается граница распространения критической температуры T_{kp} , за T_0 — температура бетона на расстоянии шага численного интегрирования уравнения энергии h_x от подвижной границы T_h . Кроме того, в диапазоне изменения параметров ξ , a , τ функция Крампа линейно зависит от аргумента. Тогда, после замены T_3 на T_{kp} , выражение (15) можно представить в виде

$$\frac{|\operatorname{grad} T|}{T_{kp}} = K_1 \frac{\xi}{2\sqrt{a\tau}}, \quad (16)$$

где $|\operatorname{grad} T| = |T_{kp} - T_h| / h_x$.

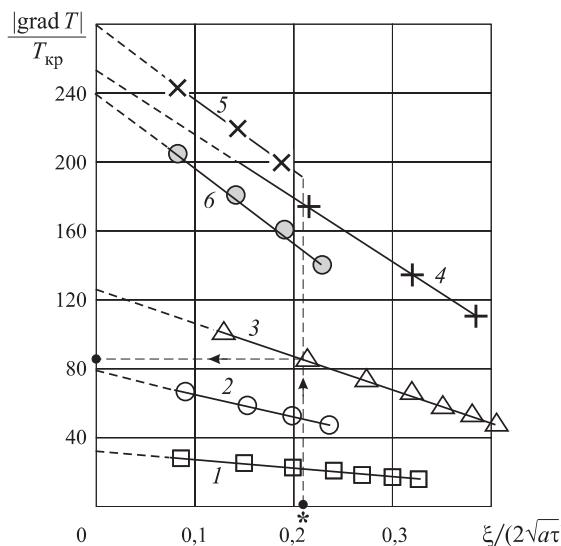


Рис. 5. Зависимость приведенного градиента температуры от безразмерной подвижной границы: 1 — стандартный пожар; 2 — пожар пролива; 3 — факельное горение; 4 — огненный шар; 5 — вспышка; 6 — горение термита; * — критическое значение аргумента

Во второй задаче в начальный момент времени ($\tau = 0$) все точки полуограниченного твердого тела имеют одинаковую начальную температуру T_0 и задан произвольный закон изменения теплового потока от времени на границе тела. В этой задаче имеется частный случай, когда изменение теплового потока обеспечивает постоянство температуры на поверхности [14]:

$$q(\tau) = -\frac{T_0}{\sqrt{\pi}\tau}. \quad (17)$$

Принимая за T_0 критическую температуру T_{kp} , уравнение (17) можно записать следующим образом:

$$\frac{|\text{grad } T|}{T_{kp}} = K_2 \frac{1}{\sqrt{\pi}\tau}. \quad (18)$$

С использованием критериев (16) и (18) обработаны данные вычислительного эксперимента по модели (2) – (4) для всех видов пожаров, включая пожар-вспышку, стандартный пожар и горение терmita. Результаты моделирования представлены на рис. 5 и 6.

Как видно из рис. 5 и 6, в первом случае приведенный градиент температуры линейно зависит от безразмерного комплекса $\xi / (2\sqrt{at})$ для каждого вида пожара с различными угловыми коэффициентами, а во втором — линейная зависимость приведенного градиента температуры от $1/\sqrt{at}$ является единой для всех видов пожаров с угловым коэффициентом $K_2 = 0,75$.

Полученные зависимости могут быть использованы для прогнозирования предела огнестойкости элементов железобетонных конструкций. Однако

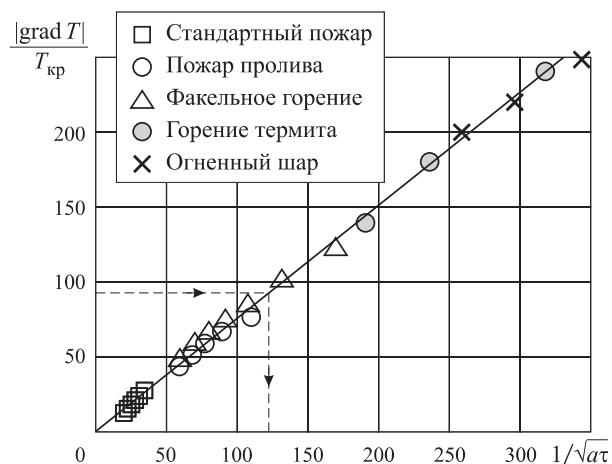


Рис. 6. Зависимость приведенного градиента температуры от обратной координаты подвижной границы

результаты расчетов экспериментально могут быть подтверждены только для случая стандартного пожара. Поэтому обоснование предлагаемых критериев для пожаров с высокointенсивным тепловым потоком излучения требует дополнительных экспериментальных исследований с имитацией пожара в форме огненного шара и пожара-вспышки. Имитация высокointенсивных тепловых потоков в лабораторных условиях на относительно большой равномерно облучаемой поверхности является сложной технической задачей. Для проверки адекватности математических моделей авторами предложен специальный метод высокointенсивного нагрева элементов конструкций за счет химической энергии пиротехнических составов (ПС), при горении которых плотность тепловых потоков с приемлемым приближением имитирует реальные потоки теплового излучения от огненных шаров и пожаров проливов.

Эксперимент, схема которого представлена на рис. 7, проведен следующим образом. Смесь цемента, заполнителя и воды, приготовленная по ГОСТ 10180–90, заливается в разборный кубический контейнер с ребром 200 мм и с центральным сквозным отверстием (шпуром) диаметром 26 мм. Для измерения температуры в бетонном блоке при изготовлении образцов в процессе заливки размещаются 12 термопар с заданным шагом. Ближайшая к поверхности ПС термопара позиционирована на расстоянии 2 мм.

Готовые шашки ПС помещаются в шпур с зазором 0,5 мм. После зажигания ПС горят в полузамкнутом объеме со скоростью 3–5 мм/с. Распределение температуры по толщине блока передается в аналого-цифровой преобразователь и обрабатывается на персональном компьютере (ПК).

Для расчета поля температур в бетоне построена математическая модель теплообмена в системе

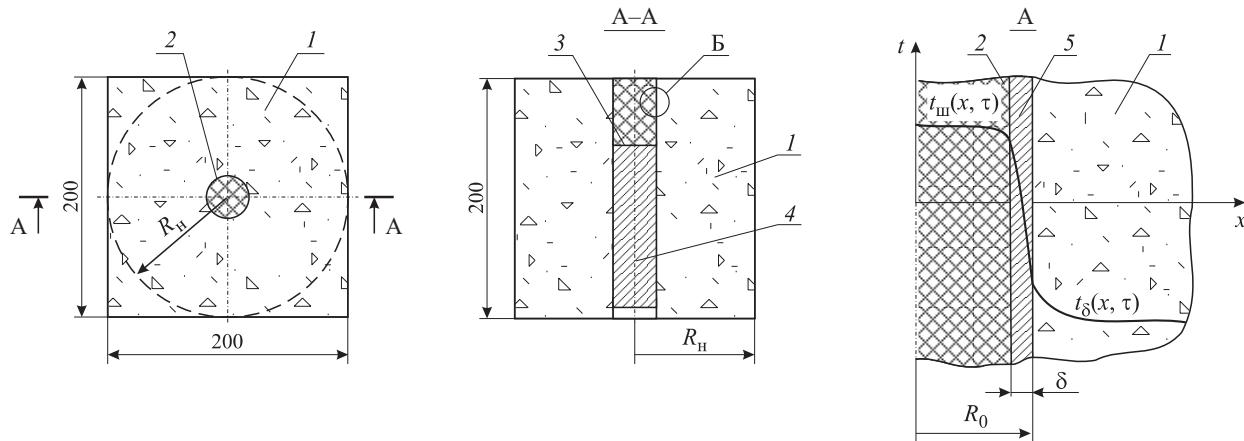


Рис. 7. Схема горения пиротехнического состава (ПС) в контакте с бетоном: 1 — бетон; 2 — продукты горения ПС (шлаки); 3 — фронт горения; 4 — исходный ПС; 5 — недогоревший подслой толщиной δ на поверхности контакта

Таблица 1. Экспериментальные данные по пределам огнестойкости тяжелого бетона

Предел огнестойкости τ_{kp} , мин	Критическое значение границы ξ_{kp} , мм	Критическое значение аргумента $\frac{\xi_{kp}}{2\sqrt{a}\tau_{kp}}$	
		Стандартный пожар	Специальный нагрев
60	17	0,212	—
90	20	0,204	—
132	30	0,250	—
1	2	—	0,203

ПС – бетон [15]. Анализ результатов эксперимента нагрева бетона с использованием ПС показывает, что после сгорания ПС образование магистральных трещин на поверхности бетонных блоков и, как следствие, снижение прочности наступает через 3–8 мин у образцов, критическая температура которых достигает 600 °C на глубине 2 мм и выше от поверхности высокоинтенсивного нагрева. При этом у образцов базового состава, максимальная температура которых сохраняется более длительное время, протяженность трещин и ширина раскрытия являются максимальными.

Очевидно, при высоконагреве проявляется другой механизм разрушения, чем при стандартном пожаре. Этот механизм описывается в теории динамической термоупругости для массивных тел, находящихся в условиях теплового удара.

Для прогнозирования предела огнестойкости элемента конструкции из тяжелого бетона на силикатном заполнителе выбран вид пожара “факельное горение”, которое является наиболее распространенным сценарием развития пожара при авариях на газопроводах со сжатым природным газом. В этом случае для прогнозирования пределов огнестойкости

Таблица 2. Параметры линейных зависимостей, приведенных на рис. 5

Вид пожара i	Сценарий пожара	$K_1(i)$	$\frac{ \text{grad } T _0}{T_{kp}}$
1	Стандартный	51,0	31
2	Пожар пролива	138,5	77
3	Факельное горение	198,5	129
4	Огненный шар	371,5	245
5	Пожар-вспышка	415,5	249
6	Горение термита	446,5	280,7

использование одних критериев (16) и (18) недостаточно, поэтому результаты вычислительного эксперимента, приведенные на рис. 5 и 6, интерпретированы следующим образом. Прежде всего, зависимости 1–6 на рис. 5 представлены в виде линейной функции:

$$\left. \frac{|\text{grad } T|}{T_{kp}} \right| = \left. \frac{|\text{grad } T|}{T_{kp}} \right|_{\xi=0} - K_1(i) \frac{\xi}{2\sqrt{a}\tau}, \quad (19)$$

где $|\text{grad } T|/T_{kp}$ — приведенное значение градиента температуры на подвижной границе ξ ; $|\text{grad } T|/T_{kp}|_{\xi=0}$ — значение приведенного градиента на фронтальной поверхности бетона в момент начала движения подвижной границы ξ ; $i = 1, 6$;

$K_1(i)$ — угловой коэффициент i -го вида пожара.

Для краткости изложения введено следующее обозначение:

$$\left. \frac{|\text{grad } T|}{T_{kp}} \right|_{\xi=0} = \frac{|\text{grad } T|_0}{T_{kp}}. \quad (20)$$

Пределы огнестойкости и расстояния до сечений, в которых температура тяжелого бетона дости-

гает критического значения 600 °С, полученные в огневых испытаниях [1] и специальном нагреве при горении термита, приведены в табл. 1.

Эти данные также можно определить по рис. 5 и рассчитать критическое значение аргумента $\frac{\xi_{\text{кр}}}{2\sqrt{a\tau_{\text{кр}}}}$ (на рис. 5 отмечено звездочкой).

Как видно из табл. 1, для условий специального нагрева элемента бетона и нагрева при различной глубине расположения арматуры от поверхности бетона при стандартном пожаре критические значения аргумента различаются в пределах 4 %. Поэтому их среднее значение можно рассматривать в качестве универсального критерия для прогнозирования предела огнестойкости.

Исключение составляет нагрев при расположении арматуры от поверхности бетона на глубине 30 мм. Объясняется это тем, что значения критерия обосновываются для полуограниченного тела. Для элемента шириной 100 мм при этом времени нагрева температура тыльной стороны элемента повышается (см. рис. 2, б), предел огнестойкости уменьшается, а значение критического критерия увеличивается.

Для прогнозирования предела огнестойкости для любого вида пожара с использованием универсального критерия необходимо исходя из данных рис. 5 определить угловые коэффициенты прямых 1–6 и значения приведенного градиента на фронтальной поверхности для каждого вида пожара. Значения этих коэффициентов приведены в табл. 2.

Тогда после подстановки значения универсального критерия в (19) можно определить критическое значение приведенного градиента температуры.

Например, при факельном горении из (19) находится значение $|\text{grad } T|/T_{\text{кр}} = 89,3$. Далее по критерию (18) определяется значение $1/\sqrt{a\tau_{\text{пр}}} = 119$

и при известном коэффициенте температуропроводности материала бетона a достигается конечная цель — устанавливается предел огнестойкости $\tau_{\text{пр}} = 158$ с. Схематично алгоритм определения предела огнестойкости показан на рис. 5 и 6 пунктирными линиями со стрелками.

В соответствии с требованиями пожарной безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий, сооружений и строений [16] пределы огнестойкости строительных конструкций, аналогичных по норме материалам и конструктивному исполнению строительных конструкций, прошедших огневые испытания, могут определяться расчетно-аналитическим методом, установленным нормативными документами по пожарной безопасности.

Результаты проделанной работы могут найти применение при разработке нормативных документов в области пожарной безопасности строительных конструкций на пожаровзрывобезопасных объектах.

Выводы

1. Обоснован новый градиентно-температурный критерий разрушения бетона при высоконинтенсивном нагреве строительных конструкций от продуктов горения углеводородов на нефтехимических предприятиях.

2. Разработана вычислительная модель теплопередачи в бетоне с объемным источником испарения влаги при радиационно-конвективном нагреве от пламени пожаров проливов, огненных шаров, факельного горения.

3. Предложен новый метод расчета огнестойкости элементов конструкций при пожарах в нефтегазохимических отраслях промышленности по результатам стандартных огневых испытаний с использованием градиентно-температурного критерия разрушения бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТО 36554501-006-2006. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. — Введ. 2006-20-10. — М. : ФГУП “НИЦ “Строительство”, 2006. — 78 с.
2. Численный анализ пожарной опасности магистральных газопроводов / Под. ред. В. Е. Селезнева. — М. : Едиториал УРСС, 2004. — 328 с.
3. Махвиладзе Г. М., Робертс Дж. П., Якуш С. Е. Образование и горение газовых облаков при аварийных выбросах в атмосферу // Физика горения и взрыва. — 1997. — Т. 33, № 2. — С. 23–38.
4. Lees F. P. Loss Prevention in the Process Industries. — Oxford : Elsevier, 2004. — Vol. 1. — 750 p.
5. Каледин В. О., Каледин Вл. О., Стаков В. П. и др. Анализ системной прочности оборудования и сооружений при огневом поражении // Математическое моделирование. — 2006. — Т. 18, № 8. — С. 93–100.
6. Исаков Г. Н. Некоторые вопросы методологии кинетического эксперимента при термическом анализе полимерных материалов и композитов на их основе // Деп. ВИНИТИ. — 1980. — № 4207–80.

7. Зельдович Я. Б. Математическая теория горения и взрыва. — М. : Наука, 1980. — 478 с.
8. Еналеев Р. Ш. Численное моделирование волны горения в газовых смесях // Современные проблемы химической и радиационной физики : сб. статей. — М. : Объединенный институт химической физики РАН, 2009. — С. 119–122.
9. Карташов Э. М., Ожереликова Л. М. Новые модельные представления в проблеме теплового удара // Математическое моделирование. — 2002. — Т. 14, № 2. — С. 95–108.
10. Даниловская В. И. Температурные напряжения в упругом полупространстве, возникающие вследствие нагрева его границ // Прикладная математика и механика. — 1950. — Т. 12, № 3. — С. 216–218.
11. Ройтман М. Я. Противопожарное нормирование в строительстве. — М. : Стройиздат, 1985. — 590 с.
12. Яковлев А. И. Расчет огнестойкости конструкций. — М. : Стройиздат, 1988. — 142 с.
13. Лыков А. В. Теория теплопроводности. — М. : Высшая школа, 1967. — 599 с.
14. Карслу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. — М. : Наука, 1964. — 488 с.
15. Еналеев Р. Ш., Теляков Э. Ш., Тучкова О. А. и др. Огнестойкость элементов строительных конструкций при высокointенсивном нагреве // Пожаровзрывобезопасность. — 2010. — Т. 19, № 5. — С. 48–53.
16. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ : принят Гос. Думой 4 июля 2008 г. : одобр. Советом Федерации 11 июля 2008 г. // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2008. — № 30 (часть I). — Ст. 3579.

*Материал поступил в редакцию 13 ноября 2010 г.
Электронные адреса авторов: firepredic@yandex.ru;
NMBarin@yandex.ru; touchkova-o-a@mail.ru.*



Издательство «ПЖНАУКА»

ВНИМАНИЕ! Распространяется БЕСПЛАТНО!

**А. Я. Корольченко, О. Н. Корольченко
СРЕДСТВА ОГНЕ- и БИОЗАЩИТЫ
Изд. 3-е, перераб. и доп. — 2010. — 250 с.**



В третье издание внесены существенные изменения: включена глава, посвященная механизму огнебиозащиты древесины, расширена глава по анализу требований, содержащихся в нормативных документах по средствам огнезащиты, и их применению в практике строительства. Приведена информация ведущих производителей средств, предлагаемых на отечественном рынке для огнезащиты: древесины (пропитки, лаки и краски), несущих металлических конструкций (средства для конструктивной огнезащиты, огнезащитные штукатурки, вслучивающиеся покрытия), воздуховодов, кабелей и кабельных проходок, ковровых покрытий и тканей. Представлены также биозащитные составы для древесины.

Информация о средствах огне- и биозащиты включает данные о рекомендуемых областях их применения, эффективности, технологии нанесения, организациях-производителях.

Издание предназначено для работников проектных организаций, специалистов в области огне- и биозащиты и пожарной безопасности.

121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 12, стр. 7;
тел./факс: (495) 228-09-03; e-mail: mail@firepress.ru; www.firepress.ru



К. И. Трифонов

д-р хим. наук, профессор,
заведующий кафедрой ГОУ ВПО "Ковровская
государственная технологическая академия
им. В. А. Дегтярева", г. Ковров, Россия



А. С. Ларионов

канд. техн. наук, доцент ГОУ ВПО
"Ковровская государственная
технологическая академия
им. В. А. Дегтярева", г. Ковров, Россия

УДК 614.84

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКОВЕНИЯ ПОЖАРА В РЕЗЕРВУАРЕ С МАЗУТОМ НА ВТОРОЙ ПРОМПЛОЩАДКЕ ОАО "ЗАВОД им. ДЕГТЯРЕВА"

Дана теоретическая оценка вероятности возникновения пожара в резервуаре с мазутом. Показано, что риск возникновения этой чрезвычайной ситуации не превышает допустимого.

Ключевые слова: вероятность; риск; мазут; пожар; чрезвычайная ситуация.

Оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) является актуальной задачей, поскольку в современной промышленности, с одной стороны, происходит увеличение мощностей установок и аппаратов, усложнение технологий и режимов управления, а с другой — наблюдается износ основных производственных фондов и, как следствие, рост числа техногенных чрезвычайных ситуаций и увеличение наносимого ими ущерба. Анализ риска ЧС является частью системного подхода к принятию решений и практических мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций и уменьшению ущерба в случае их возникновения на потенциально опасных объектах [1].

Нами проведена работа по анализу потенциально опасных объектов на второй промплощадке ОАО "Завод им. Дегтярева" (г. Ковров). Найдено, что наибольшую опасность с точки зрения возможных последствий представляет авария, связанная с пожаром на резервуаре с мазутом. Оценка риска возникновения данной ЧС проводилась на основе нормативной методики [2]. Исходные данные для анализа, полученные из технической документации, а также из [2], приведены в табл. 1.

Рассмотрено два аварийных сценария.

Вариант А.

Источник зажигания в резервуаре

Учитено, что средняя температура мазута выше верхнего температурного предела воспламенения (ВТПВ), поэтому вероятность образования горючей

смеси внутри резервуара при неподвижном уровне мазута $Q_b^u(\Gamma C)$ равна нулю, а при операции по откачке мазута $Q_b^{ot}(\Gamma C)$ определяется по уравнению

$$Q_b^{ot}(\Gamma C) = n_{ob} \tau_{otk} / \tau_p . \quad (1)$$

Число попаданий молний в резервуар $N_{y,m}$, вероятности образования горючей среды внутри резервуара в течение года $Q_b(\Gamma C)$, прямого удара молнии в резервуар в течение года $Q_p(t_2)$, отказа молниезащиты в течение года при исправности молниеввода $Q_p(t_1)$ и поражения резервуара молнией $Q_p(C_1)$ находятся по формулам:

$$N_{y,m} = (2R + 6H)^2 n_y \cdot 10^{-6}; \quad (2)$$

$$Q_b(\Gamma C) = Q_b^{ot}(\Gamma C); \quad (3)$$

$$Q_p(t_2) = 1 - e^{-N_{y,m} \tau_p}; \quad (4)$$

$$Q_p(t_1) = (1 - \beta_6); \quad (5)$$

$$Q_p(C_1) = Q_p(t_1) Q_p(t_2). \quad (6)$$

В ходе исследования установлено, что имеющееся на резервуаре защитное заземление находится в исправном состоянии, поэтому вероятность вторичного воздействия молнии на резервуар $Q_n(C_2)$ и заноса в него высокого потенциала $Q_n(C_3)$ равна нулю, поэтому вероятность появления в резервуаре разряда атмосферного электричества $Q_p(TI_1)$ рассчитывается по формуле

$$\begin{aligned} Q_p(TI_1) &= 1 - \prod_{i=1}^3 [1 - Q_p(C_i)] = \\ &= 1 - [1 - Q_p(C_1)]. \end{aligned} \quad (7)$$

Таблица 1. Исходные данные для анализа ЧС на резервуаре с мазутом

Параметр	Значение
Масса мазута, т	17000
Средняя рабочая температура мазута T , °C	195
Геометрические размеры резервуара, м:	
радиус R	17,1
высота H	8,9
Число оборотов резервуара в год $n_{\text{об}}$, год ⁻¹	24
Температурный предел воспламенения мазута, °C:	
нижний	91
верхний	155
Концентрационный предел воспламенения мазута, % об.:	
нижний $C_{\text{н}}$	0,02
верхний $C_{\text{в}}$	0,10
Рабочая концентрация паров в резервуаре C_p , % об.	0,4
Время существования горючей среды в резервуаре при откачке за один оборот резервуара $\tau_{\text{отк}}$, ч	10
Производительность операций наполнения g , м ³ /с	0,56
Продолжительность выброса богатой смеси $\tau_{\text{бог}}$, ч	5
Тип молниезащиты ($\beta_6 = 0,95$)	Б
Число ударов молнии n_y , км ⁻² · год ⁻¹	6
Число включений электрозадвижек $N_{3,y}$, год ⁻¹	40
Число искроопасных операций, год ⁻¹ :	
при ручном измерении уровня $N_{3,y}$	1100
при проведении ТО резервуара $N_{\text{ТО}}$	24
Вероятность ошибки оператора, выполняющего операции измерения уровня $Q(\text{ОП})$	$1,52 \cdot 10^{-3}$
Вероятность штиля $Q_{\text{ш}}$ (скорость ветра $u \leq 1$ м/с)	0,12
Анализируемый период времени τ_p , год	1,0

Появление фрикционных искр в резервуаре возможно только при проведении искроопасных ручных операций (при измерении уровня и отборе проб), поэтому вероятность данного события $Q_p(TI_3)$ определяется по формуле

$$Q_p(TI_3) = [1 - e^{-N_{3,y} \tau_p}] Q(\text{ОП}). \quad (8)$$

Тогда вероятность появления в резервуаре теплового источника $Q_p(TI)$ может быть найдена из уравнения

$$Q_p(TI) = 1 - [1 - Q_p(TI_1)] [1 - Q_p(TI_3)]. \quad (9)$$

При анализе ЧС выбраны самые неблагоприятные условия: энергия и время существования этих источников достаточны для воспламенения горючей среды, и в этом случае вероятность появления источника зажигания в резервуаре $Q_p(\text{ИЗ})$ определяется по формуле

$$Q_p(\text{ИЗ}) = Q_p(TI) \cdot 1. \quad (10)$$

Таким образом, вероятность возникновения пожара внутри резервуара

$$Q_{\text{в}}(\text{ПР}) = Q_p(\text{ИЗ}) Q_{\text{в}}^{\text{от}}(\Gamma C). \quad (11)$$

Полученные результаты представлены в табл. 2.

Вариант Б. Оценка вероятности возникновения пожара в окрестностях резервуара

В этом варианте также предполагалось, что рабочая концентрация паров мазута выше ВКПВ, т. е. при неподвижном слое мазута в резервуаре находится негорючая среда. Образование горючей среды и ее выброс в окрестности резервуара возможны при его заполнении мазутом, причем вероятность выброса $Q_{\text{оп}}(\text{БГС})$ определяется по формуле

$$Q_{\text{оп}}(\text{БГС}) = K_6 n_{\text{об}} \tau_{\text{бог}} / \tau_p, \quad (12)$$

где K_6 — коэффициент безопасности; $K_6 = 1$ [2].

Вероятность образования взрывоопасной зоны при скорости ветра менее 1 м/с $Q_{\text{оп}}(\Gamma C)$, ее диаметр D_3 , число ударов в нее молний $N_{y,\text{м}}$, а также вероятности прямого удара молнии в данную зону $Q_{\text{вз}}(t_2)$, поражения молнией взрывоопасной зоны $Q_{\text{вз}}(C_1)$ и появления в окрестностях резервуара разряда атмосферного электричества $Q_{\text{вз}}(TI_1)$ находятся по зависимостям:

$$Q_{\text{оп}}(\Gamma C) = Q_{\text{оп}}(\text{БГС}) Q_{\text{ш}}; \quad (13)$$

Таблица 2. Результаты анализа ЧС на резервуаре с мазутом

Вариант А										
$Q_{\text{в}}^{\text{от}}(\Gamma C)$	$Q_{\text{в}}(\Gamma C)$	$N_{y,\text{м}}$	$Q_p(t_2)$	$Q_p(t_1)$	$Q_p(C_1)$	$Q_p(TI_1)$	$Q_p(TI_3)$	$Q_p(TI)$	$Q_p(\text{ИЗ})$	$Q_{\text{в}}(\text{ПР})$
$2,74 \cdot 10^{-2}$	$2,74 \cdot 10^{-2}$	$4,6 \cdot 10^{-2}$	$4,5 \cdot 10^{-2}$	0,05	$2,25 \cdot 10^{-3}$	$2,25 \cdot 10^{-3}$	$1,52 \cdot 10^{-3}$	$3,77 \cdot 10^{-3}$	$3,77 \cdot 10^{-3}$	$1,03 \cdot 10^{-5}$
Вариант Б										
$Q_{\text{оп}}(\text{БГС})$	$Q_{\text{оп}}(\Gamma C)$	D_3 , м	$N_{y,\text{м}}$	$Q_{\text{вз}}(t_2)$	$Q_{\text{вз}}(C_1)$	$Q_{\text{вз}}(TI_1)$	$Q_{\text{вз}}(TI_3)$	$Q_{\text{вз}}(TI_2)$	$Q_{\text{вз}}(TI)$	$Q_{\text{в}}(\text{ПР})$
$1,37 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	50,75	0,108	0,102	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$1,52 \cdot 10^{-3}$	10^{-8}	$6,62 \cdot 10^{-3}$	$1,06 \cdot 10^{-5}$

$$D_3 = 2R + 10H \left(\frac{gC_p}{C_{\text{НКПВ}} H^2} \right)^{0.86}; \quad (14)$$

$$N_{y.m.}^{\text{бог.}} = [D_3 + 6(H + 5)]^2 n_y \cdot 10^{-6}; \quad (15)$$

$$Q_{\text{вз}}(t_2) = 1 - e^{-N_{y.m.}^{\text{бог.}} \tau_p}; \quad (16)$$

$$Q_{\text{вз}}(C_1) = Q_p(t_1) Q_{\text{вз}}(t_2); \quad (17)$$

$$Q_{\text{вз}}(TI_1) = Q_{\text{вз}}(C_1), \quad (18)$$

где $C_{\text{НКПВ}}$ — нижний концентрационный предел воспламенения, % об.

Еще одним источником возможного возгорания мазута в окрестностях резервуара являются фрикционные искры, а также электрические искры замыкания и размыкания контактов электродвигателей. Соответствующие вероятности $Q_{\text{вз}}(TI_3)$ и $Q_{\text{вз}}(TI_2)$ определяются по выражениям:

$$Q_{\text{вз}}(TI_3) = \left[1 - e^{-(N_{3.y} + N_{\text{TO}}) \tau_p} \right] Q(\text{ОП}); \quad (19)$$

$$Q_{\text{вз}}(TI_2) = 10^{-8} \left(1 - e^{-N_{3.3} \tau_p} \right). \quad (20)$$

С учетом всех приведенных выше возможных источников возгорания общая вероятность появления около резервуара теплового источника $Q_{\text{вз}}(TI)$ составит:

$$Q_{\text{вз}}(TI) = Q_{\text{вз}}(TI_1) + Q_{\text{вз}}(TI_2) + Q_{\text{вз}}(TI_3). \quad (21)$$

Рассматривая, как уже было указано, самые неблагоприятные условия, при которых время суще-

ствования источников достаточно для возгорания горючей среды, получили зависимость (22) для нахождения вероятности появления источника зажигания $Q_{\text{вз}}(ИЗ)$ в окрестностях резервуара:

$$Q_{\text{вз}}(ИЗ) = Q_{\text{вз}}(TI) \cdot 1. \quad (22)$$

Таким образом, вероятность возникновения взрыва в окрестностях резервуара $Q_{\text{вз}}(BP)$ будет составлять:

$$Q_{\text{вз}}(BP) = Q_{\text{оп}}(\Gamma C) Q_{\text{вз}}(ИЗ). \quad (23)$$

Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Окончательно вероятность возникновения ЧС, связанной с пожаром или взрывом в резервуаре с мазутом на второй промплощадке ОАО “Завод им. Дегтярева”, была определена по уравнению (24) и составила $2,09 \cdot 10^{-5}$:

$$Q(PBP) = 1 - [1 - Q_{\text{вз}}(ПР)][1 - Q_{\text{вз}}(BP)]. \quad (24)$$

Полученная вероятность соответствует одному пожару или взрыву в год в массиве из 47847 резервуаров, работающих в условиях, аналогичных расчетному.

Выводы

Анализ полученного значения риска позволяет сделать вывод, что его величина соответствует приемлемому пожарному риску согласно [3]. Тем не менее для сохранения приемлемой величины риска необходимо своевременное проведение профилактических осмотров и планово-предупредительных ремонтов, а также строгое соблюдение техники безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Мартынюк В. Ф., Прусенко Б. Е. Защита окружающей среды в чрезвычайных ситуациях. — М. : Изд-во “Нефть и газ” РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2003. — 336 с.
- ГОСТ 12.1.004–91*. ССБТ. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. — Введ. 1992–07–01 // Сборник НСИС ПБ. — 2007. — № 3 (31) [Электронная версия].
- Руководство по оценке пожарного риска для промышленных предприятий : утв. ФГУ ВНИИПО МЧС России 17 марта 2006 г. [Электронная версия]. URL : http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/541573/rukovodstvo_po_otcenke_pozharnogo_riska_dlya_promyshlennykh_predpriyatii.pdf.

*Материал поступил в редакцию 13 ноября 2010 г.
Электронный адрес авторов: kitkgta@mail.ru.*



И. А. Кайбичев

д-р. физ.-мат. наук, доцент,
профессор Уральского института
ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия



С. А. Орлов

канд. техн. наук, доцент, заместитель начальника
института по научной работе Уральского института
ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия

УДК 614.84:519.2

ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ НА ГОД ВПЕРЕД С РАЗБИВКОЙ ПО МЕСЯЦАМ

Прогноз числа пожаров на год вперед с разбивкой показателей по месяцам необходим для обоснования графика расхода материальных ресурсов по месяцам года, составления плана ремонта техники и графика отпусков личного состава. Для решения этой проблемы применены два метода математического прогнозирования: расчет будущих показателей каждого месяца на основе данных двух последних лет и выделение на основе известных данных прошедшего года линейного тренда с учетом сезонного фактора в мультиплексной модели. Разработано программное приложение для математического прогноза на основе данных двух последних лет, которое сделает этот метод доступным для сотрудников подразделений МЧС. В результате сравнения прогнозных данных с фактическими показана перспективность метода линейного тренда для практического применения, так как он дает меньшее значение среднего абсолютного отклонения. Показано, что предложенный метод прогноза с использованием данных двух последних лет может быть полезным в ряде случаев.

Ключевые слова: математическое прогнозирование; прогноз; год; сезонный фактор; метод; линейный тренд.

Актуальной задачей деятельности МЧС было и остается прогнозирование числа чрезвычайных ситуаций (ЧС) на территории субъекта Российской Федерации [1]. Цель работы состоит в разработке метода математического прогноза на основе данных двух последних лет и сравнения его результатов с расчетными данными путем выделения на основе известных данных прошедшего года линейного тренда с учетом сезонного фактора в мультиплексной модели.

1. Долгосрочный прогноз на основе данных двух последних лет

В настоящее время достаточно широко применяют долгосрочный прогноз на год [2]. В рамках этого метода прогнозируемое количество природных или техногенных ЧС локального или местного уровня $N_{\text{пр}}$ на территории Российской Федерации, федерального округа, субъекта Федерации рассчитывают по формуле [2]:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{m} K, \quad (1)$$

где N — фактическое количество природных или техногенных ЧС локального или местного уровня за m лет;

m — число лет наблюдений;

K — коэффициент, учитывающий динамику повторяемости чрезвычайных ситуаций локального или местного уровня.

Численное значение K рассчитывается для каждой территории отдельно. В случае затруднений расчета данного коэффициента для оценки количества ЧС используют среднегодовое значение числа ЧС для данной территории. Расчет прогнозируемого количества ЧС регионального и федерального уровня проводят аналогично.

Наиболее часто долгосрочный прогноз выполняют на основе данных двух последних лет. Тогда прогнозируемое число природных или техногенных ЧС рассчитывают по формуле

$$N_{i+1} = N_i K_i, \quad K_i = N_i / N_{i-1}, \quad (2)$$

где N_{i+1} — прогнозируемое число ЧС на следующий год;

N_i — фактическое число ЧС за прошедший год;

K_i — коэффициент динамики;

N_{i-1} — фактическое число ЧС за предшествующий прошедшему год.

Долгосрочный прогноз дает основу для планирования деятельности подразделений МЧС на год вперед. Он позволяет обосновать заявки на материальные ресурсы. Недостаток долгосрочного прогно-

за состоит в том, что он не дает распределения числа ЧС по месяцам планируемого года.

Для решения этой проблемы прибегнем к модификации метода, применяемого в МЧС, которая позволит получить прогноз на год вперед с разбивкой по месяцам.

В качестве базы прогноза используем данные двух последних лет. Распределение числа пожаров по месяцам года при этом известно. Для каждого месяца вычислим коэффициент динамики:

$$K_i = N_i / N_{i-24}, \quad (3)$$

где N_i — фактическое число пожаров в требуемом месяце прошедшего года;

N_{i-24} — фактическое число пожаров в аналогичном месяце предшествующего прошедшему года.

Ожидаемое число ЧС в интересующем нас месяце будущего года находим путем умножения числа пожаров в таком же месяце прошедшего года N_i на коэффициент динамики K_i :

$$N_{i+24} = N_i K_i. \quad (4)$$

Итоговое число пожаров на будущий год определяем путем суммирования прогнозных показателей для каждого месяца.

Разработанный способ долгосрочного прогноза на год вперед на основе данных двух последних лет позволяет получить прогнозные значения для каждого месяца будущего года. Такой прогноз позволит обосновать график расхода материальных ресурсов на год, который необходим для повышения готовности подразделений МЧС к ликвидации ЧС.

2. Долгосрочный прогноз на год вперед по методу линейного тренда

Достаточно известен метод математического прогнозирования на основе линейного тренда с учетом сезонного фактора [3–5]. Базой прогноза являются данные последнего года.

Известные данные за 12 месяцев года проанализируем с целью выделения линейного тренда:

$$y_{\text{тренд}} = -ax + b, \quad (5)$$

где $y_{\text{тренд}}$ — трендовое значение показателя в месяце; a и b — коэффициенты, определяемые по методу наименьших квадратов; x — номер месяца.

С помощью (5) рассчитаем трендовое значение показателя для каждого месяца года. Для выделения сезонного фактора используем мультипликативную и аддитивную модели [3–5].

В рамках мультипликативной модели сезонный коэффициент для каждого месяца определим как

$$K = y_{\text{факт}} / y_{\text{тренд}}, \quad (6)$$

где $y_{\text{факт}}$ — фактическое число пожаров в данном месяце;

$y_{\text{тренд}}$ — трендовое значение данного показателя.

Прогноз на следующий год выполним в два этапа. На первом этапе на основе уравнения линии тренда (5) определим прогнозные трендовые значения. На втором этапе проведем учет сезонного фактора. Для этого используем предположение о том, что значения сезонных коэффициентов, вычисленные на основе данных для прошедшего года, будут справедливы и для следующего года.

Итоговое прогнозное значение числа пожаров для каждого месяца с учетом сезонного фактора вычислим по формуле

$$y_{\text{прог}} = y_{\text{тренд}}^{\text{прог}} K, \quad (7)$$

где $y_{\text{тренд}}^{\text{прог}}$ — прогнозное трендовое значение показателя.

Для оценки правдоподобия прогнозных значений проведем их сравнение с реальными данными. В качестве показателя достоверности используем среднее абсолютное отклонение:

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_{i \text{ прог}} - y_i|, \quad (8)$$

где y_i — фактическое число пожаров в данном месяце;

$y_{i \text{ прог}}$ — прогнозное значение данного показателя.

Выделим сезонный фактор с помощью аддитивной модели. В рамках этой модели для каждого месяца определим сезонную добавку:

$$\Delta y = y_{\text{факт}} - y_{\text{тренд}}. \quad (9)$$

При данном методе прогнозирования отличия наблюдаются только на этапе определения окончательного прогнозного значения с учетом сезонного фактора. Итоговое прогнозное значение для каждого месяца получим по формуле

$$y_{\text{прог}} = y_{\text{тренд}}^{\text{прог}} + \Delta y. \quad (10)$$

Сравнение фактических данных с прогнозными показало, что мультипликативная модель дает меньшее значение среднего абсолютного отклонения по сравнению с аддитивной [6], поэтому она более перспективна для практического использования.

Изложенный метод математического прогнозирования позволяет на основе данных о числе пожаров, имевших место в каждом месяце года, определить прогнозное значение для каждого месяца следующего года. Преимущества рассмотренного метода состоят в простоте его применения и доступности для практических работников.

Недостатком метода является проектирование ситуации предшествующего года на следующий с некоторым смещением в направлении линейной линии тренда. Поэтому такой метод не дает возможности предсказать бурный рост или резкий спад, но

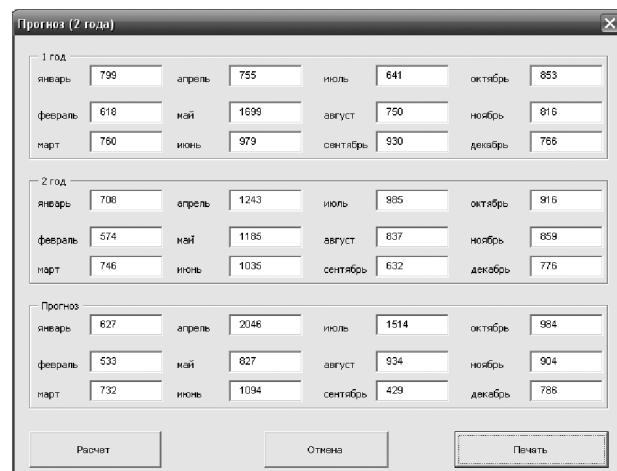
может дать неплохие результаты для ситуаций сравнительно стабильного развития.

3. Программа для долгосрочного прогноза по данным двух последних лет

В целях упрощения процедуры долгосрочного прогнозирования с помощью программы Microsoft Excel и языка программирования Visual Basic for Applications разработано программное приложение, позволяющее прогнозировать показатели деятельности подразделения на год вперед на основе данных двух последних лет.

Прогноз на следующий год программа выполняет в два этапа (см. рисунок). На первом этапе производится расчет коэффициента динамики для каждого месяца по формуле (3). На втором этапе по формуле (4) рассчитываются прогнозные значения для каждого месяца на будущий год. Итоговое число пожаров на будущий год находится путем суммирования прогнозных значений для всех месяцев года. При нажатии кнопки *Расчет* результаты прогноза будут выведены в разделе *Прогноз* (см. рисунок). Нажатие на кнопку *Печать* выведет результат прогноза в виде графика и таблицы. Кнопка *Отмена* очищает поля рабочего окна программы в случае ошибочного ввода данных.

Благодаря разработке программного приложения математический прогноз на год вперед стал доступен для сотрудников подразделений МЧС. Программное приложение выдает прогноз с учетом сезонного фактора в мультипликативной и аддитивной моделях.



Рабочее окно программы “Прогноз на год”

4. Результаты прогнозирования

Выполним прогноз на основе данных 1998–2007 гг. по числу пожаров, произошедших в Свердловской обл. (табл. 1–9). Для удобства в таблицах приведена база прогноза, на основе которой выполнены расчеты прогнозных значений в мультипликативной модели и с использованием данных двух последних лет, фактические данные на прогнозируемый год и модули разницы между фактическими и прогнозными данными в этих моделях. Ошибка прогноза оценена с помощью среднего абсолютного отклонения, вычисленного в строке *Среднее* в колонках *Модуль ошибки* (*Мультипликативная модель, По данным 2-х лет*). Можно сделать вывод, что в целом эти модели дают различные результаты.

Таблица 1. Данные за 1998, 1999, 2000 гг. и прогноз на 2000 г.

Месяц	Данные			Прогноз на 2000 г.		Модуль ошибки	
	1998 г.	1999 г.	2000 г.	Метод линейного тренда (мультипликативная модель)	По данным 2-х лет	Мультипликативная модель	По данным 2-х лет
Январь	799	708	654	719	627	65	27
Февраль	618	574	627	585	533	42	94
Март	760	746	761	758	732	3	29
Апрель	755	1243	997	1263	2046	266	1049
Май	1699	1185	942	1204	827	262	115
Июнь	979	1035	971	1052	1094	81	123
Июль	641	985	896	1002	1514	106	618
Август	750	837	736	850	934	114	198
Сентябрь	930	632	906	642	429	264	477
Октябрь	853	916	960	931	984	29	24
Ноябрь	816	859	928	873	904	55	24
Декабрь	766	776	859	788	786	71	73
Среднее	864	875	853	889	951	113,17	237,58
Среднее отклонение	169,42	165,11	105,72	167,90	305,78		
Дисперсия	79727,06	43325,88	16107,17	16107,17	198434,15		
Стандартное отклонение	282,36	208,15	126,91	211,42	445,46		

Таблица 2. Данные за 1999, 2000, 2001 гг. и прогноз на 2001 г.

Месяц	Данные			Прогноз на 2001 г.		Модуль ошибки	
	1999 г.	2000 г.	2001 г.	Метод линейного тренда (мультипликативная модель)	По данным 2-х лет	Мультипликативная модель	По данным 2-х лет
Январь	708	654	734	842	604	108	130
Февраль	574	627	607	801	685	194	78
Март	746	761	579	967	776	388	197
Апрель	1243	997	1247	1261	800	14	447
Май	1185	942	1026	1186	749	160	277
Июнь	1035	971	753	1216	911	463	158
Июль	985	896	759	1119	815	360	56
Август	837	736	757	915	647	158	110
Сентябрь	632	906	754	1122	1299	368	545
Октябрь	916	960	716	1185	1006	469	290
Ноябрь	859	928	765	1128	1003	363	238
Декабрь	776	859	1006	1053	951	47	55
Среднее	875	853	809	1066	854	257,67	215,08
Среднее отклонение	165,11	105,72	142,21	125,54	150,14		
Дисперсия	43325,88	16107,17	36274,45	36274,45	37403,97		
Стандартное отклонение	208,15	126,91	190,46	151,37	193,40		

Таблица 3. Данные за 2000, 2001, 2002 гг. и прогноз на 2002 г.

Месяц	Данные			Прогноз на 2002 г.		Модуль ошибки	
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	Метод линейного тренда (мультипликативная модель)	По данным 2-х лет	Мультипликативная модель	По данным 2-х лет
Январь	654	734	736	818	824	82	88
Февраль	627	607	565	677	588	112	23
Март	761	579	618	655	441	37	177
Апрель	997	1247	1327	1387	1560	60	233
Май	942	1026	1473	1139	1117	334	356
Июнь	971	753	778	835	584	57	194
Июль	896	759	758	842	643	84	115
Август	736	757	829	838	779	9	50
Сентябрь	906	754	857	834	628	23	229
Октябрь	960	716	714	792	534	78	180
Ноябрь	928	765	657	845	631	188	26
Декабрь	859	1006	864	1111	1178	247	314
Среднее	853	809	848	898	792	109,25	165,42
Среднее отклонение	105,72	142,21	188,17	157,29	251,67		
Дисперсия	16107,17	36274,45	75794,00	75794,00	108663,66		
Стандартное отклонение	126,91	190,46	275,31	210,13	329,64		

В нашем случае прогноз на основе данных двух последних лет давал среднее абсолютное отклонение в среднем в 1,42 раза больше аналогичной величины, вычисленной по методу линейного тренда (табл. 10). Достаточно близкими оказались результаты прогноза для 2004 и 2008 гг. Метод прогноза по данным двух последних лет дал хорошие резуль-

таты для 2001 и 2003 гг. Метод линейного тренда оказался полезнее для 2000, 2002, 2005, 2006 и 2007 гг.

В результате сравнения прогнозного числа пожаров с фактическими значениями установлено, что среднее абсолютное отклонение меньше для метода линейного тренда, поэтому он более перспективен для практического использования.

Таблица 4. Данные за 2001, 2002, 2003 гг. и прогноз на 2003 г.

Месяц	Данные			Прогноз на 2003 г.		Модуль ошибки	
	2001 г.	2002 г.	2003 г.	Метод линейного тренда (мульти-плакативная модель)	По данным 2-х лет	Мультиплакативная модель	По данным 2-х лет
Январь	734	736	660	686	738	26	78
Февраль	607	565	570	527	526	43	44
Март	579	618	657	577	660	80	3
Апрель	1247	1327	1308	1238	1412	70	104
Май	1026	1473	2063	1373	2115	690	52
Июнь	753	778	741	725	804	16	63
Июль	759	758	803	705	757	98	46
Август	757	829	785	771	908	14	123
Сентябрь	754	857	812	797	974	15	162
Октябрь	716	714	1117	663	712	454	405
Ноябрь	765	657	884	611	564	273	320
Декабрь	1006	864	764	803	742	39	22
Среднее	809	848	930	790	909	151,5	118,50
Среднее отклонение	142,21	188,17	282,83	175,39	295,50		
Дисперсия	36274,45	75794,00	168640,06	168640,06	197222,97		
Стандартное отклонение	190,46	275,31	410,66	256,93	444,10		

Таблица 5. Данные за 2002, 2003, 2004 гг. и прогноз на 2004 г.

Месяц	Данные			Прогноз на 2004 г.		Модуль ошибки	
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	Метод линейного тренда (мультиплакативная модель)	По данным 2-х лет	Мультиплакативная модель	По данным 2-х лет
Январь	736	660	742	689	592	53	150
Февраль	565	570	716	594	575	122	141
Март	618	657	772	685	698	87	74
Апрель	1327	1308	802	1363	1289	561	487
Май	1473	2063	2714	2152	2889	562	175
Июнь	778	741	971	772	706	199	265
Июль	758	803	1108	837	851	271	257
Август	829	785	778	819	743	41	35
Сентябрь	857	812	694	846	769	152	75
Октябрь	714	1117	679	1163	1747	484	1068
Ноябрь	657	884	679	920	1189	241	510
Декабрь	864	764	782	796	676	14	106
Среднее	848	930	953	970	1060	232,25	278,58
Среднее отклонение	188,17	282,83	322,29	294,83	478,78		
Дисперсия	75794,00	168640,06	323529,17	323529,17	452109,70		
Стандартное отклонение	275,31	410,66	568,80	428,34	672,39		

5. Связь параметров исходного набора данных с ошибкой прогноза

Исходный набор данных для прогнозирования (см. табл. 1–9) может быть охарактеризован:

- средним числом пожаров;
- средним абсолютным отклонением от среднего числа;

- дисперсией;
- стандартным отклонением.

Для установления возможной связи параметров прошедшего года со средним абсолютным отклонением вычислим коэффициент корреляции (табл. 11).

Для мультиплакативной модели коэффициент корреляции оказался больше 0,5 только для средне-

Таблица 6. Данные за 2003, 2004, 2005 гг. и прогноз на 2005 г.

Месяц	Данные			Прогноз на 2005 г.		Модуль ошибки	
	2003 г.	2004 г.	2005 г.	Метод линейного тренда (мультиплексивная модель)	По данным 2-х лет	Мультиплексивная модель	По данным 2-х лет
Январь	660	742	756	548	834	208	78
Февраль	570	716	700	525	899	175	199
Март	657	772	548	560	907	12	359
Апрель	1308	802	1149	578	492	571	657
Май	2063	2714	1404	1935	3570	531	2166
Июнь	741	971	741	685	1272	56	531
Июль	803	1108	940	775	1529	165	589
Август	785	778	922	537	771	385	151
Сентябрь	812	694	803	474	593	329	210
Октябрь	1117	679	1287	459	413	828	874
Ноябрь	884	679	989	451	522	538	467
Декабрь	764	782	745	513	800	232	55
Среднее	930	953	915	670	1050	335,83	528,00
Среднее отклонение	282,83	322,29	199,83	230,83	536,75		
Дисперсия	168640,06	323529,17	65120,42	65120,42	733103,42		
Стандартное отклонение	410,66	568,80	255,19	409,12	856,21		

Таблица 7. Данные за 2004, 2005, 2006 гг. и прогноз на 2006 г.

Месяц	Данные			Прогноз на 2006 г.		Модуль ошибки	
	2004 г.	2005 г.	2006 г.	Метод линейного тренда (мультиплексивная модель)	По данным 2-х лет	Мультиплексивная модель	По данным 2-х лет
Январь	742	756	929	937	770	8	159
Февраль	716	700	624	863	684	239	60
Март	772	548	619	673	389	54	230
Апрель	802	1149	883	1408	1646	525	763
Май	2714	1404	2912	1713	726	1199	2186
Июнь	971	741	1029	901	565	128	464
Июль	1108	940	788	1139	797	351	9
Август	778	922	855	1114	1093	259	238
Сентябрь	694	803	947	968	929	21	18
Октябрь	679	1287	838	1546	2439	708	1601
Ноябрь	679	989	811	1185	1441	374	630
Декабрь	782	745	742	890	710	148	32
Среднее	953	915	998	1111	1016	334,50	532,50
Среднее отклонение	322,29	199,83	324,14	239,42	426,00		
Дисперсия	323529,17	65120,42	378101,36	378101,36	328083,48		
Стандартное отклонение	568,80	255,19	614,90	307,94	572,79		

го значения, поэтому можно утверждать, что среднее абсолютное отклонение нелинейно зависит только от среднего числа пожаров за прошедший год.

Для предложенного метода прогнозирования по данным двух последних лет ситуация оказалась сложнее. Коэффициент корреляции среднего абсолютного отклонения прогноза и среднего числа пожаров для прошедшего года равен 0,84, что позво-

ляет говорить о практически линейной связи между этими величинами. Наблюдается также нелинейная зависимость среднего абсолютного отклонения прогноза от среднего отклонения (0,59) и стандартного отклонения (0,6).

Среднее абсолютное отклонение линейной аппроксимации (см. табл. 11) вычисляли следующим образом. На первом этапе с помощью функции

Таблица 8. Данные за 2005, 2006, 2007 гг. и прогноз на 2007 г.

Месяц	Данные			Прогноз на 2007 г.		Модуль ошибки	
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	Метод линейного тренда (мультипликативная модель)	По данным 2-х лет	Мультипликативная модель	По данным 2-х лет
Январь	756	929	717	753	1142	36	425
Февраль	700	624	590	504	556	86	34
Март	548	619	698	498	699	200	1
Апрель	1149	883	1280	707	679	573	601
Май	1404	2912	1114	2323	6040	1209	4926
Июнь	741	1029	802	817	1429	15	627
Июль	940	788	791	623	661	168	130
Август	922	855	870	673	793	197	77
Сентябрь	803	947	865	742	1117	123	252
Октябрь	1287	838	1303	653	546	650	757
Ноябрь	989	811	961	629	665	332	296
Декабрь	745	742	869	572	739	297	130
Среднее	915	998	905	791	1256	323,83	688,00
Среднее отклонение	199,83	324,14	173,00	259,61	826,33		
Дисперсия	65120,42	50090,00	50090,00	242019,61	2342831,00		
Стандартное отклонение	255,19	614,90	223,81	491,95	1530,63		

Таблица 9. Данные за 2006, 2007, 2008 гг. и прогноз на 2008 г.

Месяц	Данные			Прогноз на 2008 г.		Модуль ошибки	
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	Метод линейного тренда (мультипликативная модель)	По данным 2-х лет	Мультипликативная модель	По данным 2-х лет
Январь	929	717	811	965	553	154	258
Февраль	624	590	620	788	558	168	62
Март	619	698	592	926	787	334	195
Апрель	883	1280	4011	1587	1855	2424	2156
Май	2912	1114	2276	1459	426	817	1850
Июнь	1029	802	902	1043	625	141	277
Июль	788	791	1040	1024	794	16	246
Август	855	870	708	1119	885	411	177
Сентябрь	947	865	697	1108	790	411	93
Октябрь	838	1303	890	1659	2026	769	1136
Ноябрь	811	961	717	1219	1139	502	422
Декабрь	742	869	792	1096	1018	304	226
Среднее	998	905	1171	1166	955	537,58	591,50
Среднее отклонение	324,14	173,00	657,39	209,94	369,89		
Дисперсия	378101,36	50090,00	1001122,79	72327,17	253553,52		
Стандартное отклонение	614,90	223,81	1000,56	268,94	503,54		

ЛИНЕЙНЫЕ программы Microsoft Excel определяли коэффициенты линейной аппроксимации a и b числа пожаров в каждом месяце по формуле (5). На втором этапе на основе линейной аппроксимации (5) рассчитывали трендовое число пожаров в каждом месяце. При этом проводили округление полученных значений до целого числа (число пожаров может быть

только целым). Далее вычисляли модуль разницы между реальным и трендовым значениями числа пожаров в каждом месяце. Затем определяли среднее значение за год. Полученная величина давала среднее абсолютное отклонение линейной аппроксимации, которая характеризует отклонение фактических данных от линейной аппроксимации.

Таблица 10. Среднее абсолютное отклонение

Прогнозный год	Метод линейного тренда	По данным 2-х лет	Отношение
2000	113,17	237,58	2,10
2001	257,67	215,08	0,83
2002	109,25	165,42	1,51
2003	151,50	118,50	0,78
2004	232,25	278,58	1,20
2005	335,83	528,00	1,57
2006	334,50	532,50	1,59
2007	323,83	688,00	2,12
2008	537,58	591,50	1,10
Среднее	266,18	372,80	1,42

Таблица 11. Коэффициент корреляции среднего абсолютного отклонения прогноза с параметрами прошедшего года

Показатель	Мультипликативная модель	По данным 2-х лет
Среднее	0,55	0,84
Среднее отклонение	0,26	0,59
Дисперсия	0,16	0,22
Стандартное отклонение	0,24	0,60
Среднее абсолютное отклонение линейной аппроксимации	0,21	0,54

Отметим, что в методе линейного тренда среднее абсолютное отклонение прогноза не зависело от среднего абсолютного отклонения линейной аппроксимации прошедшего года (коэффициент корреляции равен 0,21). В методе прогнозирования на

основе данных двух последних лет коэффициент корреляции равен 0,54, что дает основание для утверждения о наличии нелинейной связи среднего абсолютного отклонения прогноза со средним абсолютным отклонением линейной аппроксимации прошедшего года.

Ситуации, когда использование предложенного метода прогноза с использованием данных двух лет дает меньшую ошибку прогноза, представлены в табл. 12. Для 2004 и 2008 гг. предложенный метод прогноза и метод линейного тренда дают близкие результаты (табл. 13). В большинстве ситуаций меньшую ошибку прогноза давал и метод линейного тренда (табл. 14). Диапазоны параметров прошедшего года для ситуаций удачного, средних и неудачных прогнозов по методу использования данных двух последних лет перекрываются, поэтому установить четкие критерии полезности того или иного метода прогноза (по данным двух последних лет или по методу линейного тренда) нет возможности. Вероятно, эти критерии будут установлены в дальнейшем по мере накопления статистического материала.

Выходы

Для решения проблемы прогнозирования на год вперед с разбивкой показателей по месяцам применены два метода математического прогнозирования: расчет будущих показателей каждого месяца на основе данных двух последних лет и метод линейного тренда.

Разработано программное приложение, которое сделает метод математического прогнозирования с использованием данных двух последних лет доступным для сотрудников подразделений МЧС.

Таблица 12. Параметры прошедшего года для удачных прогнозов

Год	Модуль ошибки			Данные прошедшего года		
	Мультипликативная модель	По данным 2-х лет	Среднее	Среднее отклонение	Стандартное отклонение	Среднее абсолютное отклонение линейной аппроксимации
2001	257,67	215,08	853	105,72	126,91	86,00
2003	151,50	118,50	848	188,17	275,31	191,50
Диапазон		848–853	105,72–188,17	126,91–275,31	86,00–191,50	

Таблица 13. Параметры прошедшего года прогнозов среднего качества

Год	Модуль ошибки			Данные прошедшего года		
	Мультипликативная модель	По данным 2-х лет	Среднее	Среднее отклонение	Стандартное отклонение	Среднее абсолютное отклонение линейной аппроксимации
2004	232,25	278,58	930	282,83	410,66	284,25
2008	537,58	591,50	905	173,00	223,81	165,50
Диапазон		905–930	173,00–282,83	223,81–410,66	165,50–284,25	

Таблица 14. Ситуации, в которых прогноз по методу линейного тренда давал меньшую ошибку

Год	Модуль ошибки			Данные прошедшего года		
	Мультиплексивная модель	По данным 2-х лет	Среднее	Среднее отклонение	Стандартное отклонение	Среднее абсолютное отклонение линейной аппроксимации
2000	113,17	237,58	875	165,11	208,15	165,17
2002	109,25	165,42	809	142,21	190,46	140,08
2005	335,83	528,00	953	322,29	568,80	316,33
2006	334,50	532,50	915	199,83	255,19	186,33
2007	323,83	688,00	998	324,14	614,90	318,25
	Диапазон		809–998	142,21–324,14	190,46–614,90	140,08–318,25

На основе данных 1998–2007 гг. по числу пожаров, произошедших в Свердловской обл. (см. табл. 1–9), выполнен долгосрочный прогноз на год вперед с разбивкой по месяцам. В результате сравнения с фактическими значениями числа пожаров показана перспективность метода линейного тренда для практического применения, так как он в большинстве ситуаций дает меньшее значение среднего абсолютного отклонения.

Предложенный метод математического прогнозирования с использованием данных двух послед-

них лет может оказаться полезным, поскольку в ряде случаев он дает меньшую ошибку прогноза.

Критерии целесообразности применения этого метода прогнозирования будут установлены в дальнейшем по мере накопления статистического материала.

Долгосрочный прогноз на год вперед с разбивкой по месяцам позволяет обосновать график расхода материальных ресурсов на год, что даст возможность повысить готовность подразделений МЧС к ликвидации ЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении Положения о системе мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера : Приказ МЧС России от 12 ноября 2001 г. № 483 [электронный ресурс]. URL : <http://www.prokvo.ru/load/5-1-0-95> (дата обращения: 10.11.2010).
2. Методические рекомендации по организации взаимодействия центров мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций регионального и территориального уровней. — М. : МЧС России, 2004. — 37 с.
3. Минько А. А. Статистика в бизнесе. Руководство менеджера и финансиста. — М. : Эксмо, 2008. — 504 с.
4. Минько А. А. Прогнозирование в бизнесе с помощью Excel. — М. : Эксмо, 2007. — 208 с.
5. Захарченко Н. И. Бизнес-статистика и прогнозирование в MS Excel. — М. : Издательский дом “Вильямс”, 2004. — 208 с.
6. Кайбичев И. А., Алексеев К. С. Сезонный фактор при прогнозировании деятельности подразделений МЧС // Пожаровзрывобезопасность. — 2010. — Т. 19, № 5. — С. 11–20.

Материал поступил в редакцию 13 ноября 2010 г.
Электронный адрес авторов: Kaibitchev@mail.ru.



А. В. Калач

канд. хим. наук, доцент,
заместитель начальника по научной
работе Воронежского института ГПС
МЧС России, г. Воронеж, Россия



А. Н. Перегудов

канд. техн. наук, старший
преподаватель Воронежского
института ГПС МЧС России,
г. Воронеж, Россия



А. М. Чуйков

старший преподаватель
Воронежского института
ГПС МЧС России,
г. Воронеж, Россия

УДК 543:614.84

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИСЕНСОРНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ДЛЯ АНАЛИЗА ГОРЮЧИХ ГАЗОВ

Приведены особенности конструкции и информационного сопровождения мультисенсорной системы типа “электронный нос”. Показана возможность разработанной системы в анализе горючих газов и паров.

Ключевые слова: пьезосенсор; горючие газы; “электронный нос”.

Информацию об окружающем мире человек получает посредством своих органов чувств. Однако в ряде случаев использование органолептического метода исследования сопряжено с опасностью для человека или в принципе невозможно, например при анализе горючих газов и паров, образующихся при горении строительных материалов, нефтепродуктов и т. п. [1].

В связи с этим представляет практический интерес разработка “обонятельной” системы, основанной на представлении системы в виде набора аппаратно-зависимых и аппаратно-независимых примитивов и собственной системы управления. В данном исследовании приведены результаты работы по созданию электронного аналога системы обоняния типа “электронный нос”, в котором в качестве обонятельных рецепторов использованы пьезосенсоры [2]. Для создания этой системы использована многоуровневая нейронная семиотическая модель, описывающая механизм работы обонятельной системы человека. Согласно этой модели обонятельная система представляется в виде трех подсистем взаимодействия:

1-я подсистема — сбор первичной информации;

2-я подсистема — передача данных посредством программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) на ПК;

3-я подсистема — программный модуль сбора, обработки и последующего анализа сигналов пьезосенсоров.

Блок-схема системы типа “электронный нос” представлена на рис. 1.

Пьезосенсоры осуществляют сбор первичной информации о природе и составе газовой фазы, т. е. соответствуют обонятельным рецепторным нейронам первой подсистемы предлагаемой модели, в которой целевая функция $\vec{Y}(X)$ представлена в виде:

$$\vec{Y}(X) = \vec{f}_i \left[\vec{X}, \sum_{i=1}^n x_i \omega_i \right],$$

где \vec{f}_i — функция активации;

\vec{X} — матрица характеристик значений частотных сигналов x_i ;

ω_i — весовые коэффициенты частотных сигналов x_i .

Начальные условия: $\vec{f}_i(0) = \vec{f}_i^0$, где \vec{f}_i^0 — начальное значение функции активации нейронов.

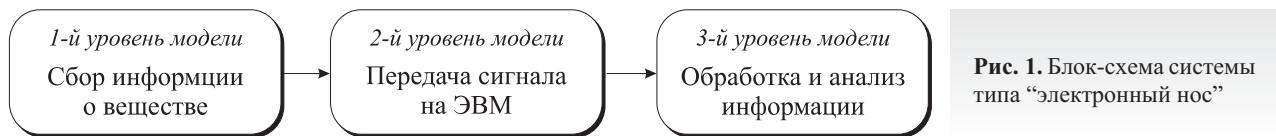


Рис. 1. Блок-схема системы “электронный нос”

© Калач А. В., Перегудов А. Н., Чуйков А. М., 2011

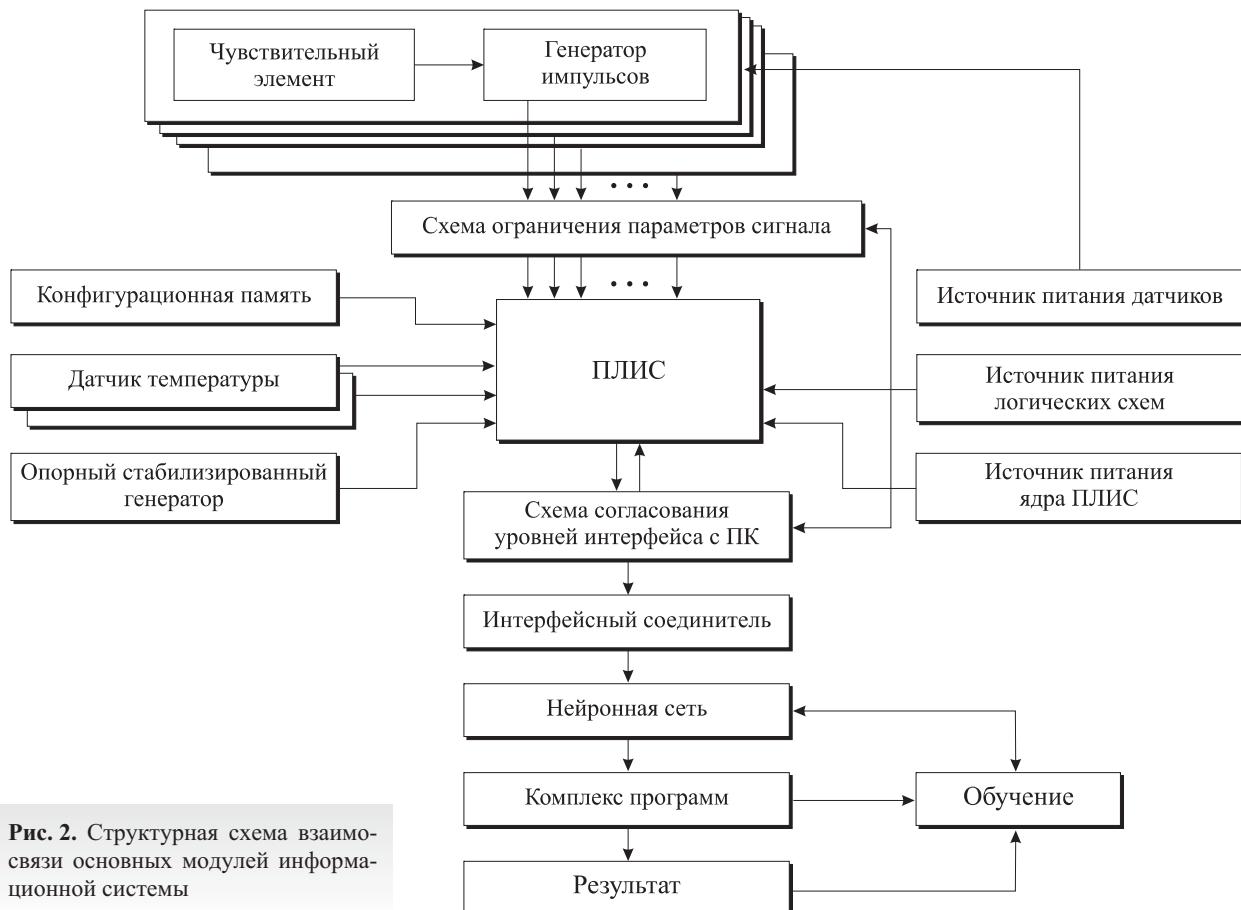


Рис. 2. Структурная схема взаимосвязи основных модулей информационной системы

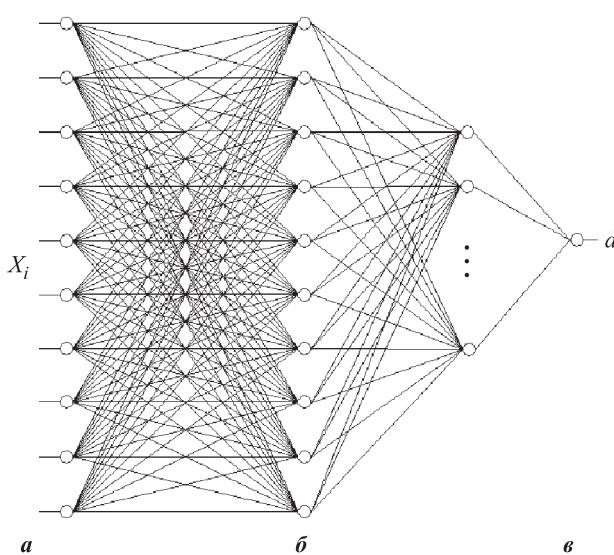


Рис. 3. Архитектура нейронной сети: a — входной слой X_i ; β — промежуточные (скрытые) слои; b — выходной слой d

Сигналы пьезосенсоров, зависящие от их чувствительности и концентрации анализируемого вещества, группируются системой сбора и передачи информации во 2-й подсистеме модели. Для многоканальной регистрации сигналов пьезосенсоров в

системе типа “электронный нос” и последующей передачи полученных данных на ПК используется программируемая логическая интегральная схема фирмы “Altera”. Такое решение позволяет создать малогабаритную высокоинтегрированную систему сбора данных с гибкой структурой, поддерживающую функцию внутрисхемного программирования.

Выходной сигнал “электронного носа” обрабатывается в 3-й подсистеме модели, представляющей собой программу, реализующую теорию нейронных сетей, которая располагается уже в ПК. Эта подсистема представлена многослойной нейронной сетью (МНС), способной обучаться по методу обратного распространения ошибки (back propagation). Элементами такой сети являются нейроны, которые в зависимости от суммарного воздействия входных сигналов могут возбуждаться или тормозиться. В результате этого процесса формируется конкретный выходной сигнал. Каждый сигнал, поступающий по дендритам нервной клетки, характеризуется возбуждающей или тормозящей способностью, т. е. обладает некоторым отрицательным или положительным весом. При достижении нейроном определенного порогового значения уровня возбуждения происходит его активизация, и по аксону передается сигнал другим элементам сети, которые образуют взаимосвязанный последовательный ряд слоев.



Рис. 4. Схема организации анализа горючих газов с использованием поверхностно-модифицированных пьезорезонаторов (ε — допустимая погрешность определений, задаваемая исследователем)

Контроль правильности определения некоторых токсикантов разработанной информационно-поисковой системой ($d = 0,5$; $\sigma = 0,01$)

Токсикант	Δf , Гц	Δf_x , Гц	Δ_1	Δ_2	a	b	P
Гексан	650	655	5	10	0	0,32	0,68
Гептан	565	585	10	8	0,044	0,54	0,42
Октан	435	450	3	5	0,014	0,23	0,77
Нонан	320	335	5	5	0	0,21	0,79

П р и м е ч а н и е . σ — допустимая погрешность определения; $\Delta f, \Delta f_x$ — сдвиги частот колебаний сенсоров при определении эталона и пробы соответственно, Гц; Δ_1, Δ_2 — девиация частот колебаний сенсоров, Гц; a, b — частота ложного прогнозирования и частота неправильного прогнозирования соответственно; P — частота правильного прогноза; $P = 1 - a - b$.

Принцип функционирования информационной системы представлен на рис. 2.

Для анализа горючих газов и паров используется полносвязная искусственная нейронная сеть (ИНС), т. е. состоящая из нескольких слоев нейронов, причем каждый нейрон слоя i связан с каждым нейроном слоя $i + 1$. Архитектура этой нейронной сети представлена на рис. 3.

В таблице приведены результаты экспериментального определения некоторых горючих паров ряда растворителей с помощью разработанной системы.

Проведенные исследования позволяют предложить следующий алгоритм аналитического контроля горючих газов с использованием поверхностно-модифицированных пьезорезонаторов (рис. 4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Перегудов А. Н., Калач А. В., Ситников А. И. Разработка мультисенсорной системы на основе методов искусственного интеллекта для определения некоторых токсикантов в воздухе // Известия ОрелГТУ. — 2008. — № 4. — С. 88–95.
- Перегудов А. Н. Моделирование системы обоняния // Вестник Воронежского института МВД России. — 2009. — № 3. — С. 109–114.

Материал поступил в редакцию 13 ноября 2010 г.
Электронный адрес авторов: a_kalach@mail.ru.



М. Ю. Порхачев
канд. пед. наук, доцент,
начальник кафедры Уральского института
ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия



С. А. Худякова
канд. пед. наук, доцент
Уральского института ГПС МЧС России,
г. Екатеринбург, Россия

УДК 614.842.02

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕТА ПОЖАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Проведен анализ деятельности инженера отдела вооружения и техники управления МТО Главного управления МЧС РФ по Свердловской области. Разработано программное обеспечение для оптимизации деятельности специалиста по учету пожарного оборудования.

Ключевые слова: анализ; программное обеспечение; пожарное оборудование.

К числу основных задач технической службы Государственной противопожарной службы (ГПС) относятся: организация хранения, консервации и списания пожарного оборудования; материально-техническое обеспечение деятельности подразделений ГПС; нормирование расхода эксплуатационных материалов, запасных частей, а также мероприятия по их экономии, обеспечивающие снижение затрат на содержание техники.

Однако до настоящего времени в подразделениях Главного управления МЧС РФ по Свердловской области, в Уральском региональном центре МЧС РФ учет пожарного оборудования ведется путем создания записей в специальных книгах на основании машинописных отчетов, предоставляемых подразделениями. В подчинении Главного управления МЧС России по Свердловской области находится около 70 самостоятельных подразделений ФПС (ГПС), в состав которых входит около 200 пожарных частей. В зависимости от укомплектованности пожарных частей размеры одного отчета в подразделении составляют в среднем 10–12 листов машинописного текста. К числу основных проблем, возникающих при ведении делопроизводства таким образом, можно отнести недостаточную эффективность обработки информации, низкий уровень качества представляющейся информации, высокая стоимость ее получения. Обозначенные проблемы напрямую влияют на своевременность и точность принятия управленческих решений.

Наиболее перспективным путем повышения эффективности деятельности по сбору сведений, учету и анализу состояния пожарного оборудования является применение современных технологий обработ-

ки информации. Сегодня, по нашим сведениям, не существует централизованно разработанных специализированных компьютерных программ, направленных на улучшение способов учета пожарного оборудования для подразделений ГПС в субъектах Российской Федерации. Существующие программы бухгалтерского учета направлены на достижение иных целей и, как правило, не учитывают специфику этой сферы. Все вышеперечисленное подтвердило необходимость разработки такой компьютерной программы, которая бы позволяла решать весь комплекс задач по учету и сопровождению пожарного оборудования и представляла собой простой, понятный инструмент.

На основе проведенного анализа деятельности инженера отдела вооружения и техники управления МТО Главного управления МЧС РФ по Свердловской области в ходе постановки задачи был выявлен основной набор функций программного продукта:

- 1) вывод общего количества выданного пожарного оборудования по его наименованию;
- 2) вывод общего количества выданного пожарного оборудования по его наименованию по заданному бюджету;
- 3) вывод сведений об укомплектованности пожарным оборудованием по его наименованию;
- 4) вывод сведений о сроках эксплуатации пожарного оборудования на настоящий момент времени (на определенную дату) по его наименованию;
- 5) вывод общего количества выданного пожарного оборудования, подлежащего списанию, по его наименованию;

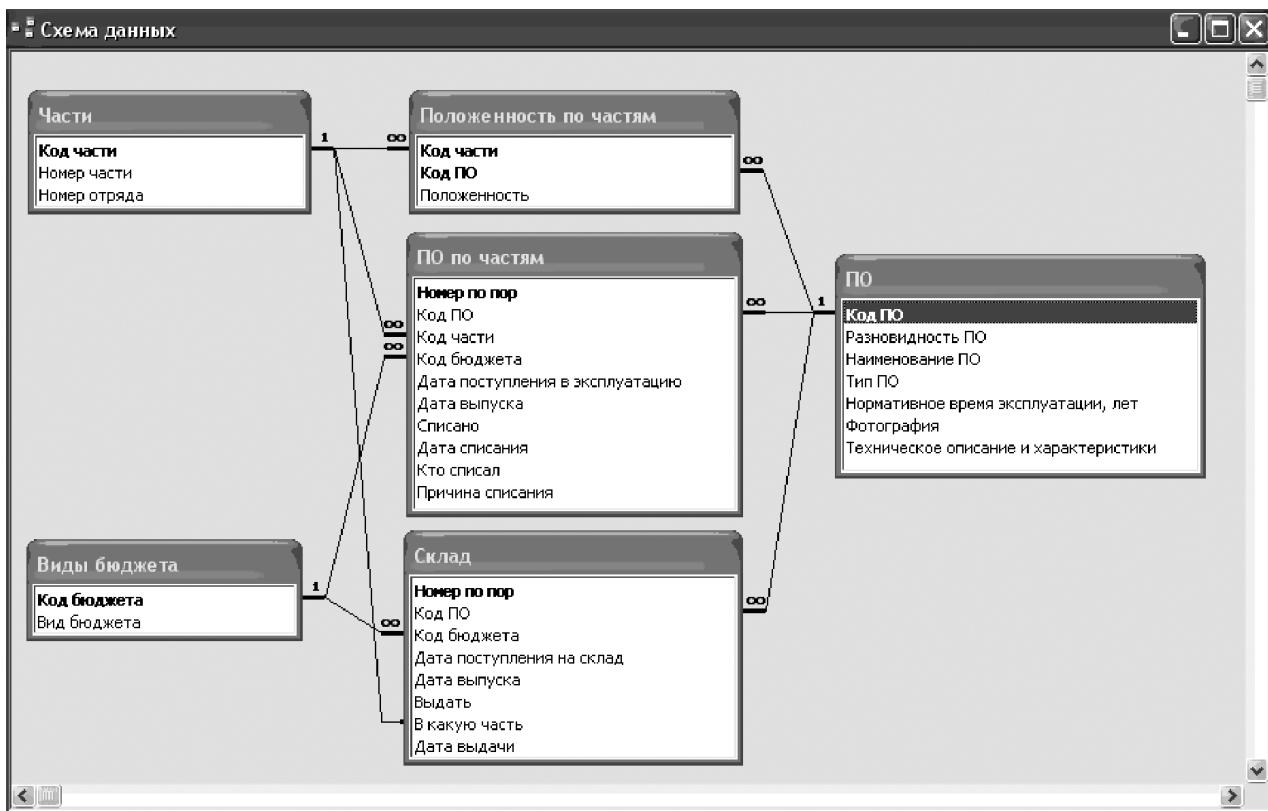


Рис. 1. Структура таблиц базы данных

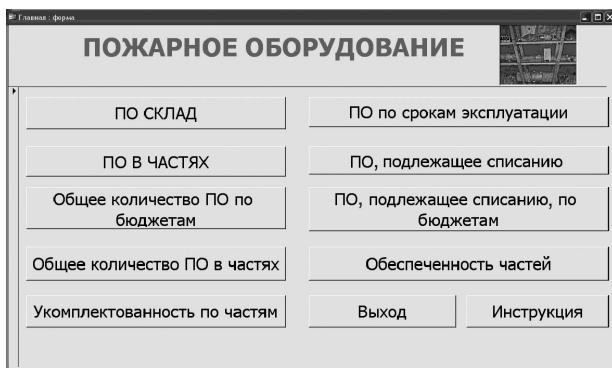


Рис. 2. Стартовая страница пользовательского интерфейса

- 6) вывод общего количества выданного пожарного оборудования, подлежащего списанию, по его наименованию по заданному бюджету;
- 7) сравнение укомплектованности пожарным оборудованием разных подразделений;
- 8) распределение пожарного оборудования со склада по подразделениям;
- 9) вывод списка пожарного оборудования, полученного подразделением в определенный период с указанием даты выдачи;
- 10) вывод списка и количества пожарного оборудования, списанного в подразделении за определенный период.

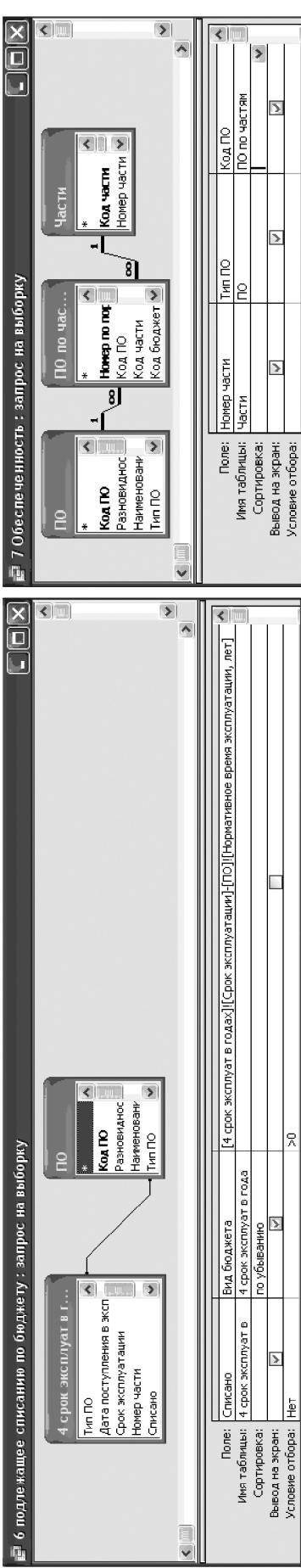
Разработанный программный продукт, предназначенный для реализации указанных функций, пред-

ставляет собой специализированную автоматизированную базу данных (БД). Для ее создания использована система управления базами данных (СУБД) Microsoft Access из пакета Microsoft Office. Эта СУБД является компонентом наиболее распространенного в пользовательской среде пакета офисных программ, имеет удобный интерфейс, достаточный набор средств разработки для создания профессиональных баз данных. Для реализации функций программного продукта разработаны многотабличная структура базы данных (рис. 1), запросы, экранные формы, отчеты и макросы. Разработанная база данных представляет собой электронный каталог, обеспечивающий хранение информации, выборку информации, печать отчетов, разграниченный для пользователя и разработчика доступ. Стартовая страница пользователяского интерфейса программы представлена на рис. 2.

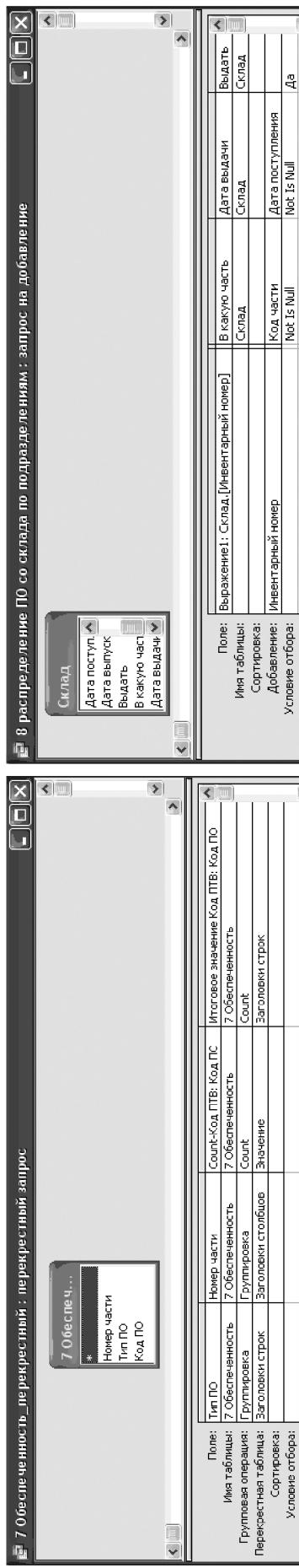
Понятно, что разработанная специализированная база данных не может являться окончательным продуктом. Нами лишь сконструирована действующая модель, которая может использоваться для ведения учета пожарного оборудования (рис. 3). Это связано с необходимостью сопровождения, что характерно для любого программного обеспечения, адаптации для работы конкретного специалиста (заполнения конкретными данными, введение дополнительных функций и т. п.). На рис. 3 представлен



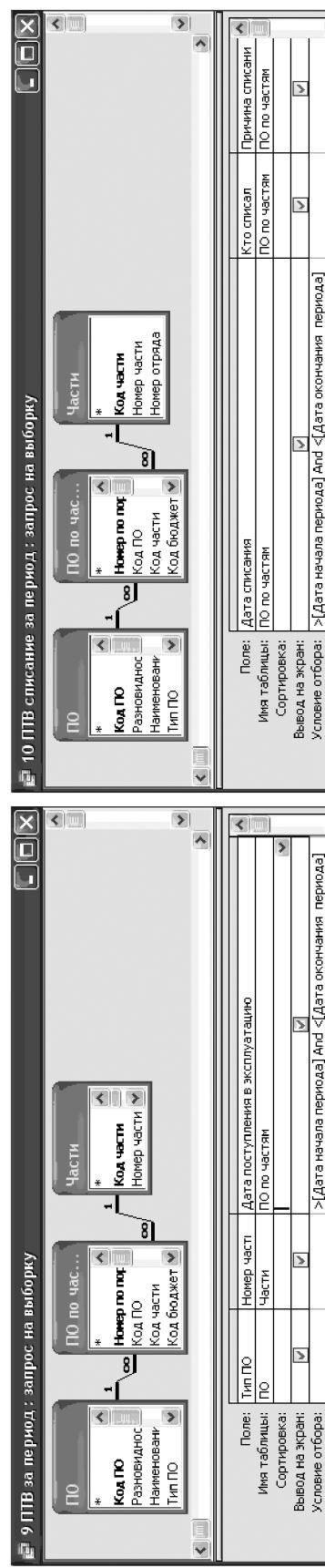
Рис. 3. Основные функции программы



7 Обеспечность переходный : переходный запрос



תְּלִימָדָה בְּבֵית-הַמִּזְבֵּחַ וְבְבֵית-הַמִּשְׁמֶרֶת



Окончание табл. 3

основной набор функций разработанного программного продукта. Проведенные экономические расчеты показали сокращение трудозатрат специалиста

по учету пожарного оборудования на 60 %. Окупаемость расходов на разработку, внедрение и адаптацию составляет менее года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наставление по технической службе Государственной противопожарной службы Министерства внутренних дел Российской Федерации : приложение к Приказу МВД России от 24 января 1996 г. № 34 [электронный ресурс]. URL : <http://www.nachkar.ru/prikaz/index4.htm> (дата обращения: 10.11.2010).
2. Инструкция по бюджетному учету : утв. Приказом Минфина РФ от 26 августа 2004 г. № 70н.
3. Инструкция о порядке составления и предоставления годовой, квартальной и месячной бюджетной отчетности : утв. Приказом Минфина РФ от 21 января 2005 г. № 5н.
4. Методические указания по инвентаризации имущества и финансовых обязательств : утв. Приказом Минфина России от 13 июня 1995 г. № 49.
5. Кошелев В. Е. Access 2003 : Практическое руководство. — М. : ООО “Бином-Пресс”, 2005. — 464 с.
6. Сенов А. С. Access 2007 : учебный курс. — СПб.: Питер, 2007. — 541 с.

*Материал поступил в редакцию 13 ноября 2010 г.
Электронный адрес авторов: Porhachyov_M@uralweb.ru.*



ООО “Издательство “Пожнаука”
121352, г. Москва, ул. Давыдковская, д. 12, стр. 7
тел./факс: (495) 228-09-03, 445-42-34
e-mail: mail@firepress.ru, izdat_pozhnauka@mail.ru
<http://www.firepress.ru>

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

ООО “Издательство “Пожнаука” более 15 лет успешно работает в области информационного обеспечения. На страницах выпускаемой нами учебной, справочной, нормативной и научно-практической литературы публикуется информация для высококвалифицированных специалистов и руководителей. В наших изданиях Вы можете разместить сведения о продукции и услугах, предоставляемых Вашим предприятием.

Научно-техническая литература и периодика, выпускаемые ООО “Издательство “Пожнаука”, распространяются по всей территории Российской Федерации, в странах СНГ, Балтии и в ряде зарубежных стран.

Специализированный журнал “Пожаровзрывобезопасность”

Издается с 1992 г. Периодичность — 12 номеров в год. С октября 2001 г. журнал включен в Перечень периодических научных и научно-технических изданий РФ, рекомендуемых для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук. В статьях журнала рассматриваются теоретические вопросы и способы практического обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, технологических процессов и оборудования.

Журнал “Пожарная безопасность в строительстве”

Издается с декабря 2004 г. Полноцветное рекламное научно-практическое издание. Публикует статьи рекламного и аналитического характера, модельный ряд, справочник по фирмам-производителям и услугам. Тематика Приложения посвящена проблемам комплексной безопасности строительных объектов, включая огнестойкость материалов и конструкций, пожаро- и взрывоустойчивость зданий и сооружений, новым технологическим решениям в области пожарной автоматики и сигнализации, а также проблемам сертификации и стандартизации.

Виды рекламы в журнале “Пожаровзрывобезопасность” и расценки на ее размещение

1. Реклама на обложке (полноцветная):
2-я полоса — 28 000 руб. + 1 черно-белая полоса бесплатно;
3-я полоса — 25 000 руб. + 1 черно-белая полоса бесплатно;
4-я полоса — 35 000 руб. + 2 черно-белых полосы бесплатно.
2. Рекламная статья: 1/1 черно-белой полосы — 15 000 руб.
3. Статья обзорно-аналитического, проблемного, научно-технического характера — бесплатно.
4. Рекламные вклейки:

Размер модуля	Стоимость полноцветного модуля, руб.
1/1 полосы (215 × 300 мм)	28 000
1/2 полосы (190 × 137 мм)	15 000

5. Реклама справочного характера (название компаний, контактные данные, перечень предлагаемых услуг и продукции — 500 печатных знаков) — 2300 руб.

Тираж: 5000 экз.

Спецпредложение!

Для наших рекламодателей мы предоставляем возможность бесплатного распространения буклетов и листовок на выставках в г. Москве, в которых данный номер журнала будет принимать участие.

**ПРЕДЛАГАЕМ ВАМ СЛЕДУЮЩИЕ ИЗДАНИЯ
В СФЕРЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Январь 2011 г.

Авторы	Наименование	ISBN	Цена, руб./экз.
НОВИНКИ			
Книги написаны с учетом требований Федерального закона № 123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности”!			
	Своды правил. Системы противопожарной защиты. — 2009. — 618 с.	Электронная версия	500
	Федеральный закон “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности”. — 2010. — 150 с.		220
Антоненко А. А., Буцынская Т. А., Членов А. Н.	Основы эксплуатации систем комплексного обеспечения безопасности объектов: учебно-справочное пособие. — 2010. — 220 с.	978-5-91444-017-3	380
Бабуров В.П., Бабурин В.В., Фомин В.И.	Автоматические установки пожаротушения: учебно-справочное пособие. — 2010.	Готовится к выпуску	
Корольченко А. Я.	Пожарная опасность материалов для строительства: учебное пособие. — 2009. — 217 с.	978-5-91444-013-5	350
Корольченко А. Я., Загорский Д. О.	Категорирование помещений и зданий по взрыво-пожарной и пожарной опасности. — 2010. — 118 с.	978-5-91444-015-9	250
Корольченко А. Я., Корольченко О. Н.	Средства огне- и биозащиты. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — 2010. — 250 с.	БЕСПЛАТНО	
Корольченко Д. А., Громовой В. Ю.	Огнетушители. Устройство. Выбор. Применение. — 2010. — 94 с.	978-5-91444-014-02	140
Пилигин Л. П.	Прогнозирование последствий внутренних аварийных взрывов. — 2010. — 380 с.	978-5-91444-016-6	450
Смелков Г. И.	Пожарная безопасность электропроводок. — 2009. — 328 с.	978-5-9901554-2-8	540
Черкасов В. Н., Зыков В. И.	Обеспечение пожарной безопасности электроустановок: ученое пособие. — 2010. — 430 с.	978-5-91444-020-3	470
Членов А. Н., Буцынская Т. А., Дровникова И. Г., Бабуров В. П., Бабурин В. В., Фомин В. И.	Технические средства систем охранной и пожарной сигнализации: учебно-справочное пособие: в 2 ч. — 2009. — Ч. 1. — 316 с.; Ч. 2. — 300 с.	978-5-91444-008-1	950
СУПЕРСКИДКИ			
Баранин В. Н.	Экономика чрезвычайных ситуаций и управление рисками. — 2004. — 332 с.	5-901-283-02-5	70
Любимов М. М., Собурь С. В.	Пожарная и охранно-пожарная сигнализация: справочник. — Изд. 2-е, с изм. — 2008. — 384 с.: ил.	978-5-98629-001-2	180
Собурь С. В.	Заполнение проемов в противопожарных преградах: пособие. — Изд. 2-е, с изм. и доп. — 2006. — 168 с.	5-98629-005-4	90
Собурь С. В.	Пожарная безопасность: справочник. — Изд. 2-е, с изм. — 2005. — 292 с.	5-98629-001-1	50
Собурь С. В.	Пожарная безопасность общественных и жилых зданий: справочник. — Изд. 3-е, с изм. и доп. — 2007. — 192 с.: ил.	978-5-98629-014-0	125
Собурь С. В.	Пожарная безопасность промпредприятий: справочник. — Изд. 2-е, с изм. — 2007. — 176 с.	5-98629-013-5	110
Собурь С. В.	Пожарная безопасность сельскохозяйственных предприятий: справочник. — 2005. — 88 с.	5-98629-004-6	36

Авторы	Наименование	ISBN	Цена, руб./экз.
Собурь С. В.	Установки пожарной сигнализации: учебно-справочное пособие. — Изд. 5-е, с изм. и доп. — 2006. — 280 с.	5-98629-003-8	150
Собурь С. В.	Установки пожаротушения автоматические: справочник. — Изд. 4-е, с изм. — 2004. — 408 с.: ил.	5-98629-008-9	50
Теребнев В. В., Артемьев Н. С., Грачев В. А.	Транспорт: наземный, морской, речной, воздушный, метро: учебное пособие. — 2007. — 383 с.	5-903049-09-5	280
Теребнев В. В., Артемьев Н. С., Подгрушинский А. В.	Леса, торфяники, лесосклады. — 2007. — 358 с.	5-903049-12-5	280
Теребнев В. В., Артемьев Н. С., Подгрушинский А. В.	Объекты добычи, переработки и хранения горючих жидкостей и газов: учебное пособие. — 2007. — 325 с.	5-903049-11-7	280
Шароварников А. Ф., Шароварников С. А.	Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав. Свойства. Применение. — 2005. — 335 с.	5-903049-02-X	120
Бондарь В. А.	Электрооборудование для взрывоопасных и пожароопасных зон производств различных отраслей промышленности. — 2009. — 126 с.	978-5-91444-004-3	220
Брушилинский Н. Н., Корольченко А. Я.	Моделирование пожаров и взрывов. — 2000. — 492 с.		540
Грачев В. А., Поповский Д. В., Теребнев В. В.	Газодымозащитная служба: учебно-методическое пособие. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — 2009. — 328 с.	978-5-91444-007-4	350
Грачев В. А., Собурь С. В.	Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД): пособие. — Изд. 2-е, с изм. и доп. — 2007. — 224 с.: ил.	5-98629-006-2	345
Корольченко А. Я.	Процессы горения и взрыва: учебник. — 2007. — 266 с.: ил.	978-5-91444-001-2	450
Корольченко А. Я., Корольченко Д. А.	Основы пожарной безопасности предприятия. Полный курс пожарно-технического минимума: учебное пособие. — 2008. — 314 с.	5-903049-10-9	300
Корольченко А. Я., Корольченко Д. А.	Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник: в 2 ч. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — 2004. — Ч. I. — 713 с.; Ч. II. — 774 с.	5-901283-02-3	2500
Корольченко А. Я., Корольченко О. Н.	Средства огнезащиты. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — 2009. — 560 с.: ил.	978-5-91444-010-4	540
Корольченко А. Я., Трушкин Д. В.	Пожарная опасность строительных материалов: учебное пособие. — 2006. — 232 с.	978-5-91444-006-7	250
Пилигин Л. П.	Обеспечение взрывоустойчивости зданий с помощью предохранительных конструкций. — 2000. — 224 с.: ил.	5-901283-03-1	240
Теребнев В. В., Артемьев Н. С., Грачев В. А.	Справочник спасателя-пожарного: справочник. — 2006. — 528 с.	5-91017-019-8	385
Теребнев В. В., Артемьев Н. С., Шадрин К. В.	Основы пожарного дела: учебное пособие. — 2006. — 328 с.	5-91017-016-3	390
Теребнев В. В., Грачев В. А., Теребнев А. В.	Организация службы начальника караула пожарной части: пособие. — 2007. — 216 с.: ил.	5-901520-06-8-006-2	340
Теребнев В. В., Грачев В. А., Шехов Д. А.	Подготовка спасателей-пожарных. Пожарно-строительная подготовка: учебно-методическое пособие. — 2008. — 350 с.	5-91017-019-9	460

Авторы	Наименование	ISBN	Цена, руб./экз.
Теребнев В. В., Подгрушин А. В.	Пожарная тактика. Основы тушения пожаров. — 2008. — 512 с.	5-91017-019-8	595
Теребнев В. В., Теребнев А. В., Грачев В. А., Шехов Д. А.	Организация службы пожарной части: учебное пособие. — 2008. — 344 с.	5-98629-305-8	460
Теребнев В. В., Теребнев А. В., Подгрушин А. В., Грачев В. А.	Тактическая подготовка должностных лиц органов управления силами и средствами на пожаре: учебное пособие. — 2006. — 304 с.	5-98135-004-0	330
Теребнев В. В., Шадрин К. В.	Подготовка спасателей-пожарных. Пожарно-профилактическая подготовка: учебное пособие. — 2007. — 270 с.	5-91017-019-8	420
	Электронная версия комплекта типовых инструкций по пожарной безопасности для руководителя предприятия		980

ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ!

**ООО “Издательство “Пожнаука” предлагает подписку на 2011 г.
на комплект журналов “Пожаровзрывобезопасность”
и “Пожарная безопасность в строительстве”.**

	Стоимость, руб.
ПОЛУГОДИЕ	
Комплект журналов “Пожаровзрывобезопасность” (6 номеров) и “Пожарная безопасность в строительстве” (3 номера)	3790
Журнал “Пожарная безопасность в строительстве” (3 номера)	1140
ГОД	
Комплект журналов “Пожаровзрывобезопасность” (12 номеров) и “Пожарная безопасность в строительстве” (6 номеров)	7080 (экономия 500 руб.)
Журнал “Пожарная безопасность в строительстве” (6 номеров)	2080 (экономия 200 руб.)

Подписка осуществляется через следующие агентства:

Название организации	Телефон/факс	Адрес	Индекс в каталоге
Агентство подписки и розницы “АПР”	(495) 974-11-11	123995, г. Москва, просп. Маршала Жукова, д. 4	83647
Агентство “РОСПЕЧАТЬ”	(495) 921-25-50	123995, г. Москва, просп. Маршала Жукова, д. 4	83340
Агентство “ИНТЕР-ПОЧТА”	(495) 500-00-60, 684-55-34	129090, г. Москва, пер. Васнецова, д. 4, стр. 2	—
Агентство “УРАЛ-ПРЕСС ХХI”	(495) 789-86-37, 789-86-36	125040, г. Москва, ул. Нижняя Масловка, д. 11-13	—
Агентство “Артос-ГАЛ”	(495) 981-03-24	г. Москва, ул. 3-я Гражданская, д. 3, стр. 2	107564
ООО “Информнаука”	(495) 787-38-73, 152-54-81	125190, г. Москва, ул. Усиевича, д. 20	—
ЗАО “МК-ПЕРИОДИКА”	(495) 672-70-12, 672-72-34	111524, г. Москва, ул. Электродная, д. 10	—

Образец заявки для оформления заказа на литературу

Название организации (полностью), реквизиты (ИНН/КПП обязательно)
Наименование и количество заказываемой литературы
Вид доставки: • самовывоз; • почтовая (ВНИМАНИЕ! + 25 % от стоимости заказа)
Почтовый адрес, тел./факс, e-mail, контактное лицо

Для БЕСПЛАТНОГО получения справочника “СРЕДСТВА ОГНЕ-И БИОЗАЩИТЫ”:

1. Заполните все поля анкеты:

Название организации	
Профиль деятельности	
Почтовый адрес (индекс)	
Контактное лицо	
Должность	
Телефон рабочий	Код ()
Факс	Код ()
Способ получения (нужное отметить)	<input type="checkbox"/> Наложенным платежом (Вы оплачиваете только стоимость пересылки из г. Москвы до вашего города) <input type="checkbox"/> Курьером (по г. Москве) — стоимость 150 руб. <input type="checkbox"/> Самовывоз (со склада издательства “Пожнаука” в г. Москве)
Откуда узнали о справочнике (нужное отметить)	<input type="checkbox"/> Из журнала <input type="checkbox"/> Из интернет-рассылки <input type="checkbox"/> На выставке <input type="checkbox"/> На сайте издательства <input type="checkbox"/> Другое

2. Пришлите анкету удобным для Вас способом — по факсу или электронной почте.

***Желающие сделать заказ в “Издательстве “Пожнаука” (г. Москва)
могут отправить заявку в отдел распространения:***

- по почте: 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 12, стр. 7;
- по тел./факсу: (495) 228-09-03, 445-42-15, 445-42-34;
- по e-mail: mail@firepress.ru, izdat_pozhnauka@mail.ru



К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Направляемые в журнал “ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ” статьи должны представлять собой результаты научных исследований и испытаний, описания технических устройств и программно-информационных продуктов, проблемные обзоры и краткие сообщения, комментарии и собственно нормативно-технические документы, справочные материалы и т. п. Методы расчета и экспериментальные данные автора должны быть оформлены в соответствии с рекомендациями КОДАТА. Остальные численные данные, за исключением общезвестных величин, следует снабжать ссылками на первоисточник. Научные статьи должны иметь практическую направленность. В начале работы (например, во введении) целесообразно кратко изложить состояние проблемы и место в ней данной задачи. В конце публикации желательны краткие выводы с указанием научной новизны и практической полезности материала.

Редакция просит авторов при подготовке рукописи руководствоваться изложенными ниже правилами.

1. Статья должна быть представлена на бумажном и магнитном носителях или может быть послана в редакцию по электронной почте (mail@firepress.ru). Статья должна быть ясно изложена, тщательно отредактирована и подписана авторами.

2. Текст статьи должен быть напечатан через 2 интервала без помарок и вставок на одной стороне стандартного листа формата А4 с левым полем 3 см. При первой ссылке на рисунки и таблицы в тексте на полях проставляются их номера.

3. Материал статьи излагается в такой последовательности:

- номер УДК (универсальная десятичная классификация);
- название статьи (на русском и английском языках);
- имена, отчества и фамилии всех авторов (полностью), должности, степени, звания и название организации (полностью) (на русском и английском языках), фотографии авторов, контактные телефоны, почтовый и электронный адреса. Число авторов — не более трех от одной организации и не более четырех от разных организаций. Авторами являются лица, принимавшие участие во всей работе или ее главных разделах. Лица, участвовавшие в работе частично, указываются в сносках;
- аннотация (на русском и английском языках);
- ключевые слова (на русском и английском языках);
- текст статьи;
- цитируемая литература;
- рисунки и подписи к ним.

4. Сокращения и условные обозначения физических величин должны соответствовать действующим международным стандартам. Формулы и буквенные обозначения должны быть четкими и ясными. При возможности неоднозначного понимания формул и обозначений: показатели и другие надстрочные знаки отмечаются простым карандашом дугой \cup , а подстрочные — дугой \cap ; заглавные буквы подчеркиваются двумя черточками снизу, строчные — сверху (например, \underline{Q} и \bar{O}); греческие буквы подчеркиваются красным карандашом. Все буквенные обозначения, входящие в формулы, должны быть расшифрованы с указанием единиц измерения. Размерность всех характеристик должна соответствовать системе СИ.

5. Иллюстрации (на бумажном носителе и электронные версии) прилагаются отдельно. Фотографии должны быть сделаны с хорошего негатива контрастной печатью (файлы растровых изображений представляются с разрешением не менее 300 dpi, черно-белая штриховая графика — 600 dpi). Файлы векторной графики представляются в формате той программы, где они созданы. Все иллюстрации должны иметь сквозную нумерацию. Чертежи в качестве иллюстраций не приемлемы.

6. Таблицы должны быть составлены лаконично и содержать только необходимые сведения, однотипные таблицы строятся одинаково. Цифровые данные следует округлять в соответствии с точностью эксперимента. Сведения в таблицах и на рисунках не должны повторяться.

7. Цитируемая литература должна быть оформлена в виде общего списка в порядке цитирования или по алфавиту. В тексте ссылка на литературу отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. Литература в списке дается на языке оригинала. Библиографические данные приводятся по титульному листу издания. Порядок изложения элементов библиографического описания определяется требованиями ГОСТ 7.1–2003 и ГОСТ Р 7.0.5–2008.

8. Отклоненные статьи автору не возвращаются. Просьба редакции о переработке материала не означает, что он принят к печати.

9. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Приглашаем Вас к сотрудничеству на страницах нашего журнала.

Organization of Fire-Prevention Work and the State Fire Inspection in the USSR: the Formation and Development (The Soviet Period)

Makarkin S. V., Dr. Law, Docent (Associate Professor), Head of Department of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

Ivanov V. E., Dr. Ph. (History), Docent (Associate Professor), Head of Department of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

The main stages in the inspection-preventive enforcement and state supervision in the USSR from 1917 to 1990 are considered (in the context of changes in competence and practice of interaction).

Keywords: fire-prevention work; state fire inspection; propagation; legislation.

Estimation of Sensitivity of the Confirmed Design Procedures of Fire Risks to Uncertainty (Error) of Settlement Characteristics

Staheev M. V., Lecturer of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

Cherkasskii G. A., Lecturer of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

Maksimova M. Z., Student of Ural Federal University named by the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

Kononenko E. V., Dr. Ph. (Physics and Mathematics), Docent (Associate Professor), Associate Professor of Ural Federal University named by the First President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

Vorobyova E. P., Dr. Ph. (Enginerry), Docent (Associate Professor), Associate Professor of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

Estimated calculation of the error arising at application of integrated model, based on the analysis of simple scenarios and application of design procedures of an error of indirect measurements is presented.

Keywords: risk; error summation; calculation.

Influence of Newspaper and Journalistic Texts in the Public Conscience in the Field of Fire Protection

Chernik V. B., Ph. Dr. (Philology), Associate Professor of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

Zverev A. V., Platoon Commander of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

The article describes the features of journalistic texts as a means of forming representations of people on fire safety. Aspects of the media's influence on creating a positive image as a whole department and individual employees are mentioned. The material is based on the current publication of the Russian press.

Keywords: fire service; propaganda; the media; public consciousness; efficiency; image.

Index of Fire and Explosive Properties of the Antibacterial Drug Levofloxacin and Its Main Semiproducts

Alexeev S. G., Dr. Ph. (Chemistry), Docent (Associate Professor), Head of Department of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

Levkovetz I. A., Senior Engineer of Forensic Expert Establishment of Federal Fire Service "Testing Fire Laboratory for the Perm Territory", Perm, Russia

Ryzhkov O. V., Researcher of I. Ya. Postovsky's Institute of Organic Synthesis of Ural Branch Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

Artem'ev G. A., Researcher of I. Ya. Postovsky's Institute of Organic Synthesis of Ural Branch Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

Barbin N. M., Dr. Sc. (Enginerry), Dr. Ph. (Chemistry), Head of Department of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

Pishchal'nikov A. V., Head of Forensic Expert Establishment of Federal Fire Service "Testing Fire Laboratory for the Perm Territory", Perm, Russia

Kotovskaya S. K., Dr. Ph. (Chemistry), Senior Researcher of I. Ya. Postovsky's Institute of Organic Synthesis of Ural Branch Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

2,3-Difluoro-6-nitrophenol and 2-acetyloxy-3,4-difluoronitrobenzene difluoronitrophenol are the main semiproducts in synthesis of an antibacterial drug of levofloxacin. A number of indexes of fire and explosive hazard for these compounds and the antibacterial drug of levofloxacin is determined by calculated and experimental methods.

Keywords: index of fire and explosive hazard; levofloxacin; difluoronitrophenol; difluoronitrobenzene.

Analysis Methods of Explosion Fire Hazard of Mixtures of Fuel and Air on an Example for Jetfuel RT.

II. RD 03-409-01

Alexeev S. G., Dr. Ph. (Chemistry), Docent (Associate Professor), Head of Department of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

Avdeev A. S., Leader of Sector for Research and Testing in the Field of Fire Safety of Forensic Expert Establishment of Federal Fire Service "Testing Fire Laboratory for the Perm Territory", Perm, Russia

Barbin N. M., Dr. Sc. (Enginerry), Dr. Ph. (Chemistry), Head of Department of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

Timashev S. A., Dr. Sc. (Enginerry), Professor, Head of Science and Engineering Centre "Reliability and Safety of Large Systems" of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

Gur'ev E. S., Dr. Ph. (Enginerry), Docent (Associate Professor), Deputy director of Science and Engineering Centre "Reliability and Safety of Large Systems" of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

On an example of kerosene RT (Jetfuel RT) explosion parameters of fuel-air mixture are calculated by RD 03-409-01 in various modes of deflagration. Possibilities and defects of method of RD 03-409-01 are revealed.

Keywords: detonating; kerosene; fuel-air mixture; blast pressure.

Analysis and Prediction of Fire and Explosive Properties of Normally Structured α -Olefins

Agafonov I. A., Dr. Ph. (Chemistry), Docent (Associate Professor) of Department of Samara State Technical University, Samara, Russia

Garkushin I. K., Dr. Sc. (Chemistry), Professor, Head of Department of Samara State Technical University, Samara, Russia

Shikov A. A., Post-Graduated Student of Samara State Technical University, Samara, Russia

Bakanov A. V., Post-Graduated Student of Samara State Technical University, Samara, Russia

The character of some flammable and explosive property changes of normally structured α -olefin's among their homologous series was analyzed. Formulas which describe the dependences between numbers of carbonic atoms in molecules of α -olefin's and such the flammable properties as boiling-point, relative density of fumes by air and burnout temperature were deducted. Using the found equations the values of considered properties of high-molecular α -olefins were determined. The results of calculations by suggested formulas are given.

Keywords: fire and explosive properties; α -olefin.

Fire Danger of Water-Soluble Solvents and Their Water Solutions

Rudakov O. B., Dr. Sc. (Chemistry), Professor, Head of Department of Voronezh State Architecturally-Building University, Ph. D., Professor, Voronezh, Russia

Kalach A. V., Dr. Ph. (Chemistry), Docent (Associate Professor), Vice-Rector-Commandant of Voronezh Institute of State Fire Service of Emercom of Russia, Voronezh, Russia

Berdnikova N. V., Post-Graduated Student of State Architecturally-Building University, Voronezh, Russia

Flash points of pure solvents acetonitrile, dioxane, isopropyl alcohol and their water solutions are experimentally defined. Comparison of experimental data to known references is effected.

Keywords: solvent; fire-dangerous properties; flash point.

Indices of Fire Resistance of Elements of Building Constructions on Fire Explosive Hazard Objects

Enalejev R. S., Dr. Ph. (Enginerry), Associate Professor of Chemical Cybernetics Department of Food-Processing Industries Faculty of Kazan State Technological University, Kazan, Republic Tatarstan

Barbin N. M., Dr. Sc. (Enginerry), Dr. Ph. (Chemistry), Head of Department of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

Telyakov E. S., Dr. Sc. (Enginerry), Professor of Chemical Industry Machines and Apparatus Department of Mechanical Faculty of Kazan State Technological University, Kazan, Republic Tatarstan

Tuchkova O. A., Post-Graduated Student of Chemical Industry Machines and Apparatus Department, Mechanical Faculty of Kazan State Technological University, Kazan, Republic Tatarstan

Kachalkin V. A., Dr. Ph. (Enginerry), Head of Computer Science and Higher Mathematics Department of Kazan Institute (Branch) of Russian State Trade and Economic University, Kazan, Republic Tatarstan

There was developed mathematical model with volume source of water loss for calculating temperature field of construction elements while influencing fire flame. Invariant to rate of high-intensive heating, a gradient criterion of reinforced constructions damage has been grounded. It was offered the method of predicting fire resistance limit of construction elements at different scenarios of fire development in oil-and-gas complex.

Keywords: construction element; fire models; gradient criterion of damage.

Estimated Probability of Fire Occurrence in a Tank Containing Black Oil on the Second Industrial Area of the "V. A. Degtyarev Plant" OJSC

Trifonov K. I., Dr. Sc. (Chemistry), Professor, Head of the Department of Kovrov State Technological Academy named by V. A. Degtyarev, Kovrov, Russia

Larionov A. S., Dr. Ph. (Enginerry), Docent (Associate Professor) of Kovrov State Technological Academy named by V. A. Degtyarev, Kovrov, Russia

Estimation probability of fire occurrence in a tank containing black oil has been theoretically made. It has been shown that the risk of an emergency situation does not exceed the admissible level.

Keywords: probability; risk; black oil; fire; emergency situation.

Long-Term Forecast for Year Onward with Breakdown on Month

Kaibichev I. A., Dr. Sc. (Physics and Mathematics), Docent (Associate Professor), Professor of Department of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

Orlov S. A., Dr. Ph. (Enginerry), Docent (Associate Professor), Vice-Commandant of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

The forecast of the number fire for year onward with splitting the factors on month necessary graphics for motivation of the consumptions material resource on month of the year, scheduling the plan of the repair of the technology and graphics furlough personal composition. For decision of this problem applying two methods of the mathematical forecasting: calculation of the future factors of each month on base given two last years and separations on base known data past of the year linear trend with provision for seasonal factor in multiplicative models. Programmer exhibit is designed for mathematical forecast on base given two last years, which will do this method available employee Emercom subdivisions. As a result of comparisons of the forecast with fact is shown prospect for practical application of the method linear trend, since he gave smaller value of the average absolute deflection. It is shown that offered method of the forecast with using data two last years can be useful in row of the events.

Keywords: mathematical forecasting; forecast; year; seasonal factor; method; linear trend.

Working Out of the Multisensor Gas Analyzer for the Analysis of Combustible Gases

Kalach A. V., Dr. Ph. (Chemistry), Docent (Associate Professor), Vice-Rector-Commandant of Voronezh Institute of State Fire Service of Emercom of Russia, Voronezh, Russia

Peregovodov A. N., Dr. Ph. (Enginerry), Senior Lecturer of Voronezh Institute of State Fire Service of Emercom of Russia, Voronezh, Russia

Chuykov A. M., Senior Lecturer of Voronezh Institute of State Fire Service of Emercom of Russia, Voronezh, Russia
Features of a design and information support of multisensor system as "an electronic nose" are resulted. Possibility of the developed system in the analysis of combustible gases and vapours is shown.

Keywords: piezosensor; combustible gas; "electronic nose".

Improving the Efficiency of Accounting Fire Equipment

Porhachev M. Yu., Dr. Ph. (Pedagogic), Docent (Associate Professor), Head of the Department of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

Khudyakova S. A., Dr. Ph. (Pedagogic), Associate Professor of Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

The analysis of the engineering department of weapons and equipment procurement department of the Main Department of Russian Emercom for the Sverdlovsk region is carried. The software for optimizing the activity of the expert to incorporate fire-fighting equipment is developed.

Keywords: analysis; soft; fire equipment.

Председатель Редакционного совета:

д.т.н., профессор, академик МАНЭБ
А. Я. Корольченко

Зам. председателя Редакционного совета:

д.т.н., профессор, член-корреспондент НАНПБ
Ю. М. Глуховенко

д.т.н., профессор, академик Нью-Йоркской академии наук
В. В. Мольков

д.т.н., профессор В. П. Назаров

Редакционный совет:

д.т.н., профессор, действительный член НАНПБ,
заслуженный деятель науки РФ А. Н. Баратов

д.т.н., профессор Н. М. Барбин

д.т.н., профессор, академик РАЕН,
заслуженный деятель науки РФ Н. Н. Брушинский

к.т.н., профессор Е. Е. Кирюхантцев

к.т.н. Д. А. Корольченко

к.т.н. В. А. Меркулов

д.т.н., профессор, академик РАЕН
А. В. Мишуев

д.т.н., профессор, действительный член НАНПБ
В. М. Ройтман

д.т.н., профессор,
действительный член НАНПБ Б. Б. Серков

д.т.н., профессор, член-корреспондент НАНПБ
С. В. Пузач

д.т.н., профессор, академик РАЕН, НАНПБ
Н. Г. Топольский

д.т.н., член-корреспондент МАНЭБ
Н. А. Тычино

д.т.н., профессор, действительный член НАНПБ
Ю. Н. Шебеко

профессор Т. Дж. Шилдс

д.т.н., профессор, академик и почетный член РАЕН
В. В. Холщевников

Редакция:

Главный редактор журнала

д.т.н., профессор, академик МАНЭБ
А. Я. Корольченко

Шеф-редактор
Н. Н. Соколова

Редактор
Л. В. Крылова

Отдел рекламы и распространения:
Е. В. Майорова

Chairman of Editorial Council:

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Academician of International Academy
of Ecology and Life Safety A. Ya. Korolchenko

Deputy of Chairman of Editorial Council:

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Corresponding Member
of the National Academy of Fire Science Yu. M. Gluhovenko

Dr.Sc.(Eng.), Professor, an Active Member of the New-York Academy
of Sciences V. V. Molkov

Dr.Sc.(Eng.), Professor V. P. Nazarov

Editorial Council:

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Full Member of National Academy
of Fire Science, the Honoured Scientist of the Russian Federation
A. N. Baratov

Dr.Sc.(Eng.), Professor N. M. Barbin

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Academician of the Russian Academy
of Natural Sciences, the Honoured Scientist of the Russian
Federation N. N. Brushlinsky

Cand.Sc.(Eng.), Professor E. E. Kiryuhantsev

Cand.Sc.(Eng.) D. A. Korolchenko

Cand.Sc.(Eng.) V. A. Merkulov

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Academician of the Russian Academy
of Natural Sciences A. V. Mishuev

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Full Member of National Academy
V. M. Roitman

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Full Member of National Academy
of Fire Science B. B. Serkov

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Corresponding Member
of the National Academy of Fire Science S. V. Puzach

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Academician of the Russian Academy
of Natural Sciences, National Academy of Fire Science
N. G. Topolskiy

Dr.Sc.(Eng.), Corresponding Member of International Academy
of Ecology and Life Safety N. A. Tyichino

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Full Member of National Academy
of Fire Science Yu. N. Shebeko

Professor Thomas Jim Shields

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Academician and the Honoured Member
of the Russian Academy of Natural Sciences
V. V. Kholshchevnikov

Editorial Office:

Deputy Editor-in-Chief

Dr.Sc.(Eng.), Professor, Academician of International Academy
of Ecology and Life Safety A. Ya. Korolchenko

Editor-in-Chief
N. N. Sokolova

Editor
L. V. Krylova

PR and Subscription Section:
E. V. Maiorova

Учредитель – ООО “Издательство “Пожнauка”

Тел./факс: (495) 228-09-03, 445-42-34

121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 12, стр. 7

E-mail: mail@firepress.ru, izdat_pozhnauka@mail.ru

<http://www.firepress.ru>

ISSN 0869-7493



9 770869 749006

Подписано в печать 24.12.10.

Формат 60×84 1/8. Тираж 5000 экз.

Бумага офсетная №1. Печать офсетная.

Отпечатано в типографии “ГранПри”, г. Рыбинск

Здравствуйте, наши дорогие читатели!

Издательство “Пожнauка” предлагает Вам оформить годовую или полугодовую подписку на журналы “Пожаровзрывобезопасность” и “Пожарная безопасность в строительстве” на 2011 г.

Подписка на полугодие включает в себя шесть номеров журнала “Пожаровзрывобезопасность” и три номера журнала “Пожарная безопасность в строительстве”. Стоимость полугодовой подписки на комплект составляет 3790 руб. (в том числе НДС — 18 %).

Годовая подписка включает в себя двенадцать номеров журнала “Пожаровзрывобезопасность” и шесть номеров журнала “Пожарная безопасность в строительстве”. Стоимость годовой подписки на комплект составляет 7080 руб. (в том числе НДС — 18 %).



ПЕРСОНАЛЬНАЯ ПОДПИСКА на журнал пожаровзрыво- БЕЗОПАСНОСТЬ КУПОН '2011

Издание	Цена подписки, руб., включая НДС	Количество экземпляров	Стоимость подписки, руб.
Комплект журналов “Пожаровзрывобезопасность” и “Пожарная безопасность в строительстве”: полугодие год	3790 7080		
Журнал “Пожарная безопасность в строительстве”: полугодие год	1140 2080		

- Укажите в таблице количество экземпляров, которое Вам необходимо. В связи с введением обязательного составления счетов-фактур при совершении операций по реализации просим заполнить карточку на обороте купона. Эти сведения необходимы для подготовки и высылки Вам счета-фактуры.
- Заполненный купон и копию платежного поручения вышлите по тел./факсу (495) 445-42-34 или по e-mail: mail@firepress.ru в отдел распространения. Проследите, пожалуйста, чтобы были высланы **обе стороны** купона.
- Оплату за подписку Вы можете произвести по следующим реквизитам:
ООО “Издательство “ПОЖНАУКА”
Юридический адрес: 121357, г. Москва, ул. Вересаева, д.10
ИНН / КПП 7731652572 / 773101001
Р/с 40702810930130056301 в ОАО “Промсвязьбанк” г. Москва
К/с 30101810600000000119
БИК 044583119
Главный редактор — Корольченко Александр Яковлевич

*По вопросам подписки прошу обращаться по телефонам
(495) 228-09-03, 445-42-29, 445-42-34*

ПОДПИСКА:

через редакцию журнала “Пожаровзрывобезопасность”;

через агентство “РОСПЕЧАТЬ”, индекс 83340;

через агентство “АПР”, индекс 83647

(в любом почтовом отделении в каталоге “Газеты и журналы”);

через подписные агентства:

ООО “Интер-почтa”, ООО “Урал-Пресс XXI”,

ООО “Артос-ГАЛ”, ООО “Информнаука”, ЗАО “МК-ПЕРИОДИКА”

Вы можете также отдельно подписатьсь на журнал "Пожарная безопасность в строительстве".

Стоимость полугодовой подписки (три номера) составляет 1140 руб. (в том числе НДС — 18 %). Стоимость годовой подписки (шесть номеров) составляет 2080 руб. (в том числе НДС — 18 %).

Расширяя тематику журнала, в 2011 г. редакция планирует увеличить количество обзоров, посвященных состоянию отечественного рынка средств обеспечения пожарной безопасности. В журнале также будут опубликованы тексты основных нормативных документов в сфере пожарной безопасности и комментарии ведущих специалистов к ним, даны необходимые пояснения.

**Редакция с благодарностью примет все замечания и пожелания
по тематике журнала и содержанию публикуемого материала.
Надеемся на длительное и плодотворное сотрудничество!**



Карточка учета сведений о подписчике

Полное наименование фирмы (в соответствии с учредительными документами)	
Идентификационный номер (ИНН)	
Код отрасли по ОКОНХ	
Код отрасли по ОКПО	
Полное наименование банка	
Местонахождение банка	
БИК	
Расчетный счет	
Корсчет	
Юридический адрес (в соответствии с учредительными документами)	
Фактический адрес	
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС	
Индекс	
Область, край	
Город	
Улица	
Дом	
Телефон	
Факс	
Контактное лицо	
Телефон контактного лица	