



Безопасность  
в техносфере  
rintd.ru

Система управления  
эвакуацией людей  
eesystem.ru



ISBN 978-5-4344-0523-2



9 785434 405232

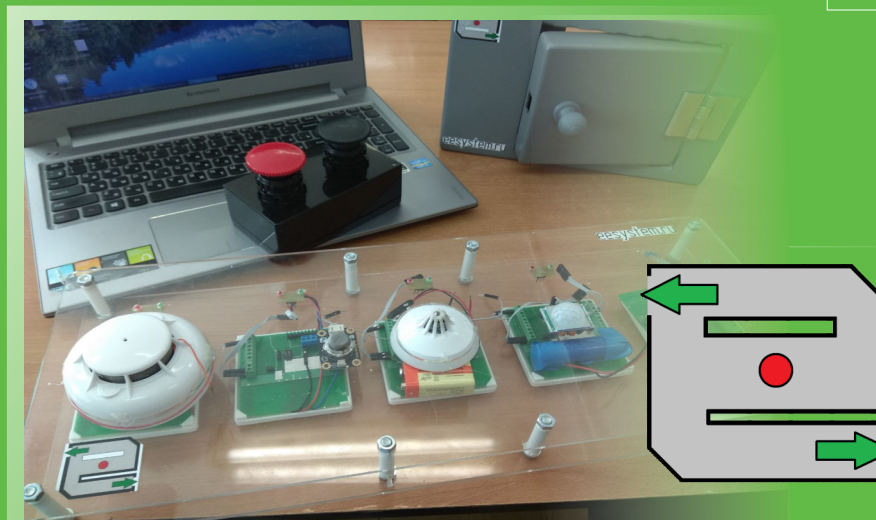
Безопасность в техносфере 12

Удмуртское региональное отделение  
Общероссийской общественной организации  
«Российское научное общество анализа риска»

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

# Безопасность в техносфере

12



Ижевск 2018

Удмуртское региональное отделение  
Общероссийской общественной организации  
«Российское научное общество анализа риска»

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

# **БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ**

*Сборник статей*

*Выпуск 12*



Ижевск  
2018

УДК 614.84, 681.51, 004.031.4, 004.492

ББК 68.9я431

Б40

*Научный редактор:*

доктор технических наук, профессор В. М. Колодкин

*Председатель организационного комитета:*

руководитель Российского научного общества анализа риска,

кандидат психологических наук М. И. Фалеев

**Б40 Безопасность в техносфере** : сборник статей / науч. ред. В. М. Колодкин. — Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2018. — 164 с.

ISBN 978-5-4344-0523-2

Данный сборник, в основном, соответствует материалам, представленным на XII Международной конференции «Безопасность в техносфере». Главная тема Конференции — Цифровые системы обеспечения безопасности.

Рассмотрены вопросы интеграции цифровых подсистем, таких как подсистема автоматического контроля количества людей в помещениях здания, подсистема автоматического мониторинга среды в горящем здании и т.д., в интегрированную систему автоматического формирования указаний людям путей эвакуации из горящего здания в режиме реального времени.

В статьях раскрываются принципы организации системы, вопросы создания математического, алгоритмического и программного обеспечения. Содержание статей дает системное представление о современных проблемах безопасности в техносфере и способах их решения.

УДК 614.84, 681.51, 004.031.4, 004.492

ББК 68.9я431

**ISBN 978-5-4344-0523-2**

© УРО ООО «Российское научное общество анализа риска», 2018

© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

<b>I Цифровые системы обеспечения безопасности</b> . . . . .	5
<i>В.М. Колоджин, Б.В. Чирков, Д.Е. Ушаков</i>	
Повышение эффективности системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в здании . . .	6
<i>Б.В. Чирков</i>	
Методы совершенствования и алгоритмы управления эвакуацией из здания . . . . .	19
<i>А.М. Сивков</i>	
Протокол последовательной передачи данных . . . . .	45
<i>Д.Е. Ушаков, Б.В. Чирков</i>	
Исследование ограничений расстановки беспроводных узлов на базе микроконтроллера ATmega128RFA1 . . . .	48
<i>А.М. Сивков, А.Н. Семакина</i>	
Об электрической схеме подключения сенсора инфракрасных лучей . . . . .	53
<i>А.М. Сивков, Д.А. Пухова</i>	
О влиянии солнечного света на инфракрасный сенсор .	56
<i>С.В. Шархун, Н.Ф. Сирина</i>	
Результаты разработки, реализации и внедрения программного комплекса «СОУЭ-ПК» на инфраструктурных объектах ОАО «РЖД» . . . . .	58
<b>II Техносферная безопасность</b> . . . . .	67
<i>М.Э. Галиуллин</i>	
Картографическая подсистема веб-сервиса оценки риска на техногенных объектах . . . . .	68
<i>А.В. Радикова, В.О. Анашин</i>	
Анализ и оценка аварийного риска с точки зрения системного анализа . . . . .	83
<i>В.О. Анашин, А.В. Радикова</i>	
Ранжирование территорий по уровню коллективного риска при авариях на техногенных объектах на примере автозаправочных станций . . . . .	88
<i>А.В. Романенко, Г.М. Чигвинцев, С.В. Широков, Д.В. Варламов, С.Ю. Загуменов</i>	
Проект противопожарного комплекса для повышения безопасности людей и эффективности применения средств индивидуальной защиты и средств пожаротушения . . . . .	96

<i>Д.М. Варламова</i>	
Обзор существующих методов по оценке экономической эффективности систем пожарной безопасности . . . . .	108
<i>И.М. Янников, В.С. Кужлин, В.И. Молчанов, А.Е. Любаков</i>	
О некоторых аспектах применения спринклерных установок пожаротушения на производстве . . . . .	115
<i>А.С. Соловьева, М.В. Телегина</i>	
Поддержка принятия решений по обеспечению безопасности химически опасных объектов . . . . .	121
<i>Ф.В. Недопекин, Н.С. Шестакин, А.В. Несова</i>	
Анализ потенциала поглощения диоксида углерода на перспективных участках его хранения в Донбассе . . . . .	126
<i>И.М. Янников, М.В. Шабардин, М.В. Телегина</i>	
Экологическое картографирование реабилитируемых территорий . . . . .	133
<i>А.Ю. Лучина</i>	
Двухскоростная модель движения газожидкостной смеси в аэротенках с пневматической системой аэрации . . . . .	138
<i>И.М. Янников, И.Н. Вологжанин, Р.Г. Бадамшина</i>	
Проблематика автоматизации прогнозирования паводков и наводнений . . . . .	143
<i>Д.М. Костин</i>	
Автоматизированная система персонифицированного учета нарушений требований охраны труда . . . . .	148
<i>В.В. Бодряга, Ф.В. Недопекин, В.В. Белоусов</i>	
Экологическая проблема утилизации графитной спели при переливах чугуна . . . . .	154

# Раздел II

## Техносферная безопасность

УДК 614.844

## О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ПРИМЕНЕНИЯ СПРИНКЛЕРНЫХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

*И.М. Янников, В.С. Куклин, В.И. Молчанов*  
Ижевский государственный технический университет  
им. М.Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия  
e-mail: *kuklinda95@mail.ru*

*А.Е. Любаков*  
Учебно-методический центр по делам ГО и ЧС, г. Томск, Россия

*Обеспечение пожарной безопасности в зданиях производственного назначения является важным направлением. Пожары на таких сооружениях могут привести к серьезным авариям. Основной активной защитой от пожаров являются автоматические установки пожаротушения. Их применение помогает прекратить горение на ранних стадиях. Оценка их эффективности следует рассмотреть подробнее.*

**Ключевые слова:** автоматические установки пожаротушения, эффективность тушения, интенсивность горения, пожар, коэффициент тепловой инерционности.

При возведении и эксплуатации зданий и сооружений производственного назначения одной из наиболее актуальных задач является обеспечение их пожарной безопасности. Чаще всего наиболее надежным, эффективным и, в конечном счете, наиболее экономичным способом защиты от пожара промышленных зданий, производственных объектов, лабораторий, а также складских помещений, на которых хранятся взрывоопасные и легковозгораемые вещества, является применение автоматических установок пожаротушения (АУП), которые позволяют эффективно защитить людей, дорогостоящее оборудование и другие материальные ценности от гибели. Важнейшим достоинством автоматических установок пожаротушения является то, что возгорание тушится на ранней стадии его возникновения. Данные установки в автоматическом режиме осуществляют круглосуточный контроль в обслуживаемом помещении и срабатывают в случае возникновения нештатной ситуации в соответствии с заданным алгоритмом. Тушение может

осуществляться различными агентами: огнетушащими жидкостями, порошками, газами, аэрозолями.

Основными нормативными документами при разработке автоматических систем пожаротушения, их проектировании, монтаже, наладке, сервисном обслуживании являются: требования Технического регламента, Приказ МЧС России, утвердивший свод правил СП 5.13130.2009, Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390, национальные стандарты (ГОСТы) [1–4].

Согласно требований вышеуказанных регламента и свода правил [1, 2], а также рекомендаций ВНИИПО [5], выбор типа АУП, способа тушения и огнетушащего вещества для каждого конкретного объекта определяется лицензированной организацией-проектировщиком с учетом пожарной опасности и физико-химических свойств производимых, хранимых и применяемых веществ и материалов, а также особенностей защищаемого оборудования и строительных конструкций.

Автоматические установки пожаротушения следует проектировать с учетом общероссийских, региональных и ведомственных нормативных документов, действующих в этой области, а также строительных особенностей защищаемых зданий, помещений и сооружений, возможности и условий применения огнетушащих веществ исходя из характера технологического процесса производства. Проектирование системы пожаротушения является сложным многоуровневым процессом, поэтому от правильности расчетов и выводов, зависит большая часть пожарной безопасности сооружения.

Установки предназначены для тушения пожаров классов А и В по ГОСТ 27331 [6], но допускается проектирование АУП для тушения пожаров класса С, если при этом исключается образование взрывоопасной атмосферы.

Автоматические установки (за исключением автономных) должны выполнять одновременно и функцию пожарной сигнализации. Для обнаружения пожара в России применяются механические устройства – термоэлементы, электрические устройства – тепловые, газовые, оптико-электронные извещатели. Коэффициент полезности зависит от основных характеристик помещения (высота, заполненность и т.д.) [7].

Для определения эффективности при проектировании и монтаже АУП должны учитываться следующие параметры [2]:



- коэффициент тепловой инерционности спринклерных оросителей;
- площадь орошения одного оросителя;
- номинальная температура срабатывания теплового замка оросителя и др.

При устройстве установок пожаротушения в зданиях и сооружениях с наличием в них отдельных помещений, где в соответствии с нормативными документами [1–3] требуется только пожарная сигнализация, вместо нее с учетом технико-экономического обоснования допускается предусматривать защиту этих помещений установками пожаротушения, принимая во внимание приложение А [2]. В этом случае интенсивность подачи огнетушащего вещества следует принимать нормативной, а расход не должен быть диктующим. При срабатывании установки пожаротушения должна быть предусмотрена подача сигнала на управление (отключение) технологическим оборудованием в защищаемом помещении.

На основании вышеизложенного можно констатировать, что несоблюдение требований регламентирующих документов [1–4], может привести к неэффективности работы автоматической установки пожаротушения, а, следовательно, к развитию пожара, который приведет к серьезным последствиям.

Значительное количество спринклерных АУП используются для защиты производственных и складских помещений. Согласно статданным ВНИИПО [8] по эффективности функционирования АУП за 2013–2017 гг., 50 % из них выполняют свое предназначение в случае возникновения пожара. Во многом это связано с тем, что на протяжении долгих лет оценка эффективности систем пожарной автоматики проводилась формально и не давала оснований для объективного анализа. Согласно указанной статистике оценка эффективности применения АУП является актуальной задачей. Несмотря на это, многие предприятия зачастую пренебрегают требованиями к АУП, устанавливают данные установки с грубыми нарушениями требований [9–11], а также не проводят оценку эффективности данных систем.

В соответствии с приложением Г свода правил 5.13130.2009 [2], для автоматических установок пожаротушения необходимо рассчитывать эффективность их применения на конкретном объекте. Приведённая в этом же своде правил расчетная методика

оценки эффективности спринклерных АУП которая в качестве критериев эффективности данных установок предусматривает:

- площадь очага возгорания, не превышающего площадь орошения установкой пожаротушения;
- время активации оросителя меньше времени, соответствующего развития пожара на площади очага;
- реальную высоту помещения меньше критической для данной АУП.

Выполнение данных условий обеспечит полную (100 %-ю) эффективность спринклерных АУП. Однако, оценка с применением данной методики весьма трудоемка, если расчеты производить вручную. Представляется целесообразным разработать такой оперативный способ, который бы позволял в автоматическом режиме по основным ключевым параметрам оценивать эффективность спринклерных АУП для защиты различных помещений.

### Список литературы

1. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Свод правил СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. М.: МЧС России, 2009, 103с. (Утв. Приказом МЧС России от 25.03.2009 г. №175).
3. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме».
4. Распоряжение Правительства РФ от 10.03.2009 г. № 304-р «Об утверждении перечня национальных стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и осуществления оценки соответствия».
5. Средства пожарной автоматики. область применения. Выбор типа: рекомендации. ВНИИПО, 2004. – 96 с.
6. ГОСТ 27331-87 Пожарная техника. Классификация пожаров.

7. Альянс «Комплексная безопасность» Устанавливаем надежную автоматическую систему пожаротушения. URL:[www.kp.ru/guide/avtomaticheskaja-pozharotusheniija.html](http://www.kp.ru/guide/avtomaticheskaja-pozharotusheniija.html)
8. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), федеральное государственное учреждение «Всероссийский ордена Знак почета научно-исследовательский институт противопожарной обороны» (ФГУ ВНИИПО МЧС России) пожары и пожарная безопасность в 2012-2017 г. Статистический сборник.
9. С.Н.Копылов, Л.М. Мешман., А.Ю.Снегирев, Л.Т. Танклевский, А.А.Таранцев, А.С.Цой. Оценка эффективности спринклерной установки пожаротушения // Пожарная безопасность №1, 2015, с. 72-79.
10. Таранцев А.А., Снегирев А.Ю., Мешман Л.Н., Копылов С.Н., Цой А.С. Оценка эффективности спринклерной установки пожаротушения. Пожарная безопасность. – 2015. – №10. – С.72-79.
11. Янников, И.М. Проблемы реализации и внедрения систем мониторинга потенциально опасных объектов / И.М. Янников, В.С. Куклин, Д.А. Першакова // Наука сегодня: проблемы и перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции / Часть 1. Вологда : Изд-во ООО «Маркер», 2017. – С. 64 – 67.

## ON SOME ASPECTS OF THE APPLICATION OF SPRINKLER FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS IN PRODUCTION

*I.M. Yannikov, V.S. Kuklin, V.I. Molchanov*  
Kalashnikov State Technical University, 426069, Udmurt Republic,  
city of Izhevsk, ul. Stencheskaya, d. 7  
e-mail: *kuklinda95@mail.ru*

*A.E. Lubakov*  
Educational and methodical center for civil DEFENSE and emergency,  
634050, Tomsk, Maxim Gorky str. 33

*Providing fire safety in buildings for industrial purposes is an important area. Fires in such structures can lead to serious accidents. The main active fire protection is automatic fire extinguishing systems. Their use helps to stop burning in the early stages. The evaluation of their effectiveness should be considered in more detail.*

Keywords: automatic fire extinguishing systems, fire extinguishing efficiency, burning intensity, fire, thermal inertia coefficient.

*Научное издание*

Научный редактор  
Колодкин Владимир Михайлович

# **БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ**

Сборник статей

*Выпуск 12*

Компьютерный набор и верстка  
Радикова Анна Владимировна

*Авторская редакция*

Подписано в печать 18.06.2018. Формат  $60 \times 84 \frac{1}{16}$ .  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 9,53. Уч.-изд. л. 10,12.  
Гарнитура Computer Modern Roman. Бумага офсетная № 1.  
Тираж 100 экз. Заказ № 18-34.

АНО «Ижевский институт компьютерных исследований»  
426057, г. Ижевск, ул. К. Маркса, д. 250, кв. 55  
E-mail: mail@rcd.ru Тел./факс: +7 (3412) 50-02-95