



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

I Цифровые системы обеспечения безопасности	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
II Техносферная безопасность	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 I
Цифровые системы
обеспечения безопасности

УДК 614.842.47

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ, РЕАЛИЗАЦИИ И
ВНЕДРЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА
«СОУЭ-ПК» НА ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТАХ
ОАО «РЖД»**

С.В. Шархун

Уральский институт государственной противопожарной службы
МЧС России г. Екатеринбург, Россия

e-mail: *S_sharhun@mail.ru*

Н.Ф. Сирина

Уральский государственный университет путей сообщения
г. Екатеринбург, Россия

e-mail: *NSirina@usurt.ru*

В статье представлены результаты исследований по разработке, реализации, внедрению и оценки эффективности использования предлагаемого авторами дублирующего способа оповещения о нештатных ситуациях на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта.

По данным натурных наблюдений за эвакуацией работников из зданий ОАО «РЖД» определено время реагирования персонала на сигнал о нештатной ситуации при различных способах оповещения.

На основе выбранной математической модели времени принятия решения о начале эвакуации, выполнена оценка эффективности оповещения о нештатной ситуации в зависимости от способа оповещения в сравнении с нормативными значениями.

Ключевые слова: система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре; управление процессом эвакуации людей; время начала эвакуации; дублирующий способ оповещения; математическая модель; натурное наблюдение.

Надежное функционирование железных дорог, как и иного крупного предприятия, определяется наличием инфраструктуры и хозяйственной базы, обеспечивающей ее работоспособность, а именно способностью выполнять заданные функции с параметрами, принятыми в нормативной и проектной документации.

Обеспечение безопасности производственных процессов и их результатов, а также создание безопасных условий труда, направленных на сохранение жизни и здоровья работников ОАО «РЖД»

и холдинга «Российские железные дороги» в целом в условиях воздействия возможных нештатных и чрезвычайных ситуаций – одна из приоритетных задач, которой уделяется постоянное внимание.

В соответствии с реестром существенных рисков ОАО «РЖД», изложенном в годовом отчете компании за 2016 год [1], существует техногенная и природно-климатическая категория рисков, в состав которой включены:

- риски, приводящие к разрыву технологической цепи;
- аварии на объектах, связанных с обеспечением работы холдинга;
- техногенные аварии на смежных видах транспорта;
- пожары, стихийные бедствия в районах деятельности и на объектах холдинга; управленческая категория риска, которая включает в себя риск принятия необоснованного управленческого решения.

Стратегией обеспечения гарантированной надежности и безопасности перевозочного процесса [2] определены основные задачи, стоящие перед ОАО «РЖД», а именно: повышение надежности и функционирования безопасности технических средств, входящих в состав объектов инфраструктуры и подвижного состава, а также предупреждение травматизма и снижение ущерба субъектам деятельности в сфере железнодорожного транспорта.

Учитывая характер зданий ОАО «РЖД» в крупных городах Российской Федерации, а также специфику и ответственность работников (от сохранности жизни и здоровья ряда категории работников зависит безопасность движения на больших территориях), можно сделать вывод, что повышение эффективности систем оповещения работников о нештатных или чрезвычайных ситуациях, а также управление эвакуацией из зданий является актуальной задачей.

При работе над исследованием [3] установлено, что эффективная и своевременная эвакуация работников административных зданий ОАО «РЖД» зависит не только от правильности выбора, проектирования, монтажа и использования систем сигнализации и оповещения, но и так же от адекватности действий работников при получении сигнала о необходимости эвакуации.

Кроме того, также установлено, что фактическое время эвакуации представляет собой промежуток времени, который можно разделить на три этапа:

- 1 Инерционность систем АПС и СОУЭ.

2 Время принятия решения о начале эвакуации.

3 Непосредственно время движения по путям эвакуации.

Графически это представлено на рисунке 1 и подробно описано в работах [4, 5].

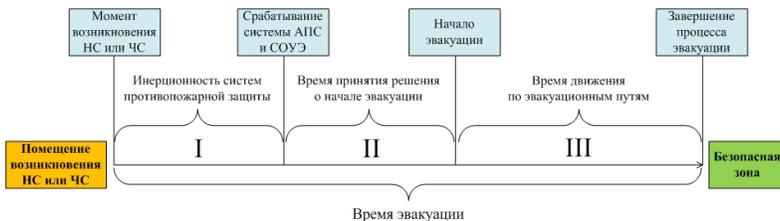


Рисунок 1 — Фактическое время эвакуации

Учитывая, что при реальной нештатной ситуации эвакуация из административных зданий представляет собой многогранный комплекс действий, и на фактическое время эвакуации влияет множество различных факторов, работать над повышением эффективности эвакуации необходимо в разрезе и уделять внимание каждому из трех этапов.

Для этого этап принятия решения о начале эвакуации разделен на три временных промежутка:

- 1 Время реагирования на сигнал – промежуток времени от момента включения систем сигнализации и оповещения до восприятия работником сообщения о пожаре.
- 2 Время, затраченное на окончание выполняемых работ, в том числе с использованием персональных компьютеров.
- 3 Время, затраченное на подготовительные для эвакуации работы – одевания, сбор личных вещей и т.д.

При этом в работе [6] установлено, что порядка 86 % работников выполняют действия напрямую не связанные с немедленным началом эвакуации, также существует доля работников примерно 10 %, которые полностью бездействуют при получении сигнала о нештатной ситуации тем самым время начала эвакуации существенно возрастает.

Для решения задачи сокращения временного интервала на принятие решения о начале эвакуации работниками административных зданий ОАО «РЖД» в современных условиях можно выделить два направления:

- 1 Обучение работников действиям при поступлении сигнала «Тревога» с целью выработки условного рефлекса: «тревога – немедленная эвакуация».
- 2 Применение специальных технических средств направленных на побуждение человека к принятию одного единственно верного решения при существующей угрозе жизни и здоровья от воздействия на него опасных факторов.

Работы по второму направлению, в настоящее время, на существующих объектах в Российской Федерации, в том числе в ОАО «РЖД» практически не ведутся, ввиду того, что относительно простые, но при этом достаточно эффективные технические средства попросту отсутствуют.

Разработка способов и технических систем, направленных на принуждение работника к определенным действиям при получении сигнала «Тревога» в целях своевременной эвакуации из здания необходимая и не решенная задача в настоящее время.

Так при работе над исследованием [3] предложен принципиально новый дублирующий способ оповещения работников административных зданий ОАО «РЖД» основывающийся на взаимосвязи систем сигнализации и оповещения с локально-вычислительной сетью предприятия.

Для реализации предлагаемого способа предусматривается установка разработанного мною специального программного обеспечения – Система оповещения и управления эвакуацией людей «СОУЭ-ПК» [7] подробно данный программный продукт описан в работе [8].

Программный комплекс «СОУЭ-ПК» представляет собой два самостоятельных программных решения – серверная и клиентская часть, находящихся под централизованным администрированием серверной части программы установленной на компьютере системного администратора сети (сервере).

Серверная часть предназначена для подключения клиентов к дублирующей системе оповещения путем указания IP-адресов необходимых персональных компьютеров, что позволит привязать к

каждому IP-адресу графическое изображение, разработанное индивидуально для каждого этажа, помещения или рабочего места. Реализация данной функции позволит в момент оповещения определить каждому пользователю свое местоположение относительно ближайших эвакуационных путей и выходов.

Следует отметить, что при интеграции данного способа в системы сигнализации адресного типа (позволяющие определить место сработки извещателя – место возникновения пожара) на данном графическом сообщении возможно указание места установки сработавшего извещателя. Что позволит исключить движение людей в сторону места возникновения НС или в сторону заблокированного эвакуационного выхода и еще до выхода из помещения позволит человеку принять решения о том, какой из имеющихся эвакуационных выходов он будет использовать для эвакуации из здания.

Также программный комплекс «СОУЭ-ПК» позволяет привязать к каждому IP-адресу индивидуальный звуковой ряд от простого звука сирены до предварительно записанного речевого оповещения. Данное речевое оповещение будет воспроизводиться через колонки, подключенные к персональному компьютеру неограниченное количество раз.

При срабатывании системы сигнализации и оповещения здания, серверная часть программного комплекса «СОУЭ-ПК» в соответствии с перечнем указанных IP-адресов активирует клиентские части программы на рабочих местах пользователя. Которые в свою очередь уже выводят дублирующие сигналы оповещения на монитор и колонки персонального компьютера пользователя. Тем самым оповещают индивидуально каждого работника находящегося в данный момент на рабочем месте, оборудованном персональным компьютером.

Включенный в состав клиентской части программы модуль блокирования персонального компьютера, активируемый также по команде с серверной части, осуществляет блокировку основных устройств ввода/вывода, что исключает возможность дальнейшего продолжения работы на ПК.

Следует отметить, что достоинством предлагаемого программного комплекса является возможность многоразового применения, устройство его без существенных финансовых затрат, а так же невозможность самостоятельного снятия блокировки пользователем персонального компьютера.

Для практической оценки эффективности дублирующей СОУЭ проведено натурное наблюдение за поведением людей при различных способах оповещения о нештатной ситуации. Наблюдение проводилось в пяти различных административных зданиях входящих в инфраструктуру ОАО «РЖД» при этом фиксировалось время реагирования на сигнал «Тревога» (время принятия решения о начале эвакуации). Оповещение людей проводилось в одинаковое рабочее время с предварительным информированием работников.

При этом использовались 4-е различных способа оповещения работников о нештатной ситуации:

- 1 Стандартная АПС и СОУЭ.
- 2 Стандартная АПС и СОУЭ + дублирующий способ оповещения «СОУЭ-ПК» (только звуковая составляющая).
- 3 Стандартная АПС и СОУЭ + дублирующий способ оповещения «СОУЭ-ПК» (звуковая составляющая и визуальное оповещение).
- 4 Стандартная АПС и СОУЭ + дублирующий способ оповещения «СОУЭ-ПК» (звуковая составляющая, визуальное оповещение и блокировка персонального компьютера).

При наблюдении фиксировалось время реагирования на сигнал о нештатной ситуации, а именно интервал времени от момента включения системы оповещения до момента начала движения каждым отдельно взятым человеком. Результаты натурального наблюдения изложены в работе [9].

На основании использованной математической модели удалось получить следующие прогнозы реагирования. На рисунке 2 приведено соотношение отреагировавших и не отреагировавших на сигнал в момент времени 30 секунд от начала оповещения.

Как видно применение комплекса СОУЭ-ПК позволит повысить количество отреагировавших на 19 %. К исходу времени 1.0 мин после начала оповещения применение СОУЭ-ПК позволит повысить количество отреагировавших на 18 %, а в момент времени 1.5 мин после начала оповещения применение СОУЭ-ПК позволит повысить количество отреагировавших на 13 %. Подробные результаты моделирования изложены в работе [10].

Анализ распределения количества отреагировавших людей на сигнал при различных способах оповещения, позволяет сделать вывод, что использование полного комплекса дублирующего способа

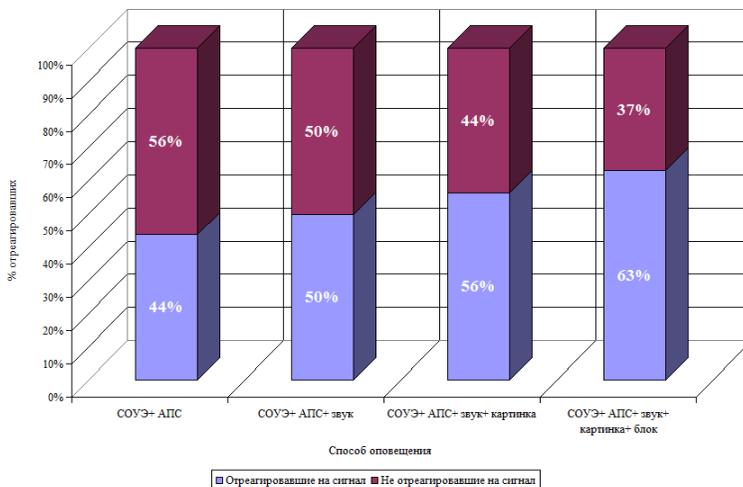


Рисунок 2 — Соотношение отреагировавших и не отреагировавших на сигнал через 0,5 мин после начала оповещения о НС или ЧС, %

оповещения СОУЭ-ПК позволяет наиболее близко приблизиться к нормативному значению времени начала эвакуации из административных зданий ОАО «РЖД».

Реализация и внедрение полученных результатов создаст дополнительную мотивацию к эвакуации человека из опасного здания и, тем самым, способствует уменьшению времени события «услышал – принял решение – начал движение», что снижает потенциальное количество пострадавших и погибших из числа работников административных зданий.

Практическая значимость полученных результатов состоит в качественной организации устойчивого функционирования и повышении эффективности системы управления эвакуацией работников при нештатных и чрезвычайных ситуациях в административных зданиях ОАО «РЖД».

Список литературы

1. Годовой отчет компании ОАО «РЖД» за 2016 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ar2016.rzd.ru/ru#city-gets-closer>, свободный.
2. Стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в холдинге ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 8 декабря 2015 г. № 2855р. – Режим доступа : http://rly.su/sites/default/files/strategiya_garantirovannoy_bezопасnosti_dvizheniya.pdf, свободный.
3. Шархун, С.В. Повышение эффективности организации эвакуации работников административных зданий ОАО «РЖД» в условиях воздействия нештатных и чрезвычайных ситуаций : дис. ... канд. техн. наук / С.В. Шархун — Екатеринбург, 2017.
4. Шархун, С. В. Своевременное начало эвакуации при пожаре как основа ее эффективности / С. В. Шархун, Е. Н. Брюхов // Безопасность жизнедеятельности. – 2015. – № 5. – С. 54–57 (0,1/0,05 п. л.).
5. Шархун, С. В. Снижение времени начала эвакуации при пожаре как основа обеспечения безопасности работников административных зданий ОАО «РЖД» / С. В. Шархун, Н. Ф. Сирина // Транспорт Урала. – 2016. – № 2 (49). – С. 34-38 (0,1/0,03 п. л.).
6. Эвакуация и поведение людей при пожарах : учеб. пособие / В.В. Холщевников [и др.]. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2015. – 262 с.
7. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре – ПК (СОУЭ-ПК) : свид. № 2012617518 / Шархун С. В. ; правообладатель : Шархун С. В. – заявка № 2012615195 ; дата поступления 22.06.2012 г. ; зарег. в Реестре программ для ЭВМ 20.08.2012 г.
8. Шархун, С.В. Средства оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на основе сетевых технологий / С. В. Шархун // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – № 2, Т. 22. – С. 60-64 (0,2 п. л.).
9. Шархун, С. В. О результатах натурного наблюдения за изменением времени реагирования персонала административных

зданий ОАО «РЖД» на сообщение о пожаре при применении программного комплекса «СОУЭ-ПК» / С. В. Шархун, Н. Ф. Сирина, В. А. Штерензон // Техносферная безопасность. – 2017. – № 1 (14). – С. 13-18.

10. Шархун, С. В. Анализ эффективности интеграции дублирующего способа оповещения в систему управления инфраструктурой железнодорожного транспорта на примере зданий ОАО «РЖД» » / С. В. Шархун, Н. Ф. Сирина, В. А. Штерензон // Транспорт Урала. – 2017. – № 1 (52). – С. 19-24.

**RESULTS OF DEVELOPMENT, REALIZATION AND
INTRODUCTION OF THE PROGRAM SOUE-ПК
COMPLEX ON INFRASTRUCTURE FACILITIES OF JSC
«RUSSIAN RAILWAYS»**

S. V. Sharkhun

Ural institute of State Firefighting Service of Emercom of Russia,
620062, Russian Federation, Yekaterinburg, Mira St., 22
e-mail: *S_sharhun@mail.ru*

N.F. Sirina

Ural State University of Railway Transport, 620034, Russian
Federation, Yekaterinburg, Kolmogorova St., 66
e-mail: *NSirina@usurt.ru*

Results of researches on development, realization, introduction and estimates of efficiency of use of the duplicating way of the notification offered by authors about emergency situations on infrastructure facilities of railway transport are presented in article.

According to natural observations of evacuation of workers from buildings of JSC «Russian Railways» time of reaction of personnel for a signal of an emergency situation at various ways of the notification is defined.

On the basis of the chosen mathematical model of time of making decision on the beginning of evacuation, assessment of efficiency of the notification about an emergency situation depending on a way of the notification in comparison with standard values is executed.

Keywords: the warning system and managements of evacuation of people at the fire; management of process of evacuation of people; time of the beginning of evacuation; the duplicating way of the notification; mat.

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