



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. Ширококов, 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 004.031.4

## РАНЖИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ПО УРОВНЮ КОЛЛЕКТИВНОГО РИСКА ПРИ АВАРИЯХ НА ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТАХ НА ПРИМЕРЕ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

*В.О. Анашин, А.В. Радикова*

Удмуртский государственный университет г. Ижевск, Россия

e-mail: *anashin2111@gmail.com, anna.radikova.ar@gmail.com*

*В статье предлагается метод ранжирования урбанизированных территорий по уровню коллективного риска при авариях на стационарных техногенных объектах. В статье предлагается использование WEB-сервиса по оценке техногенных рисков в качестве платформы для наполнения необходимой информацией базы данных. Рассмотрены преимущества использования WEB-сервиса для оценки техногенных рисков. В статье рассмотрены существующие методы оценки риска территорий. В статье приведен пример ранжирования территорий районов города Ижевска.*

**Ключевые слова:** ранжирование территорий, техногенная авария, коллективный риск, онлайн-сервис, прогнозирование аварий.

### Введение

В соответствии с разрабатываемым проектом «Развитие проблемно-ориентированного наполнения прототипа онлайн WEB-сервиса оценки рисков чрезвычайных ситуаций, устойчивости территорий и хозяйствующих субъектов Российской Федерации» [1] рассматриваются и разрабатываются методы ранжирования урбанизированных территорий по прогнозам последствий аварий на техногенных объектах.

Ранжирование территорий по прогнозам последствий аварий на техногенных объектах необходимо для регулирования уровня риска на территориях, отлаживания новых методов по снижению уровня риска и обмена опытом между областями, республиками, городами, муниципальными образованиями в области анализа риска и снижения риска на опасных объектах.

## **Обзор работ в области ранжирования территорий по уровням риска природных и техногенных чрезвычайных ситуаций**

В статье [2] предлагается методологический подход к анализу и оценке территориального риска на основе системы формализованных критериев оценки опасности территорий. В статье представлен подход к зонированию территории по уровням риска чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В качестве формализованных критериев оценки опасности территории предлагается использовать комплексный показатель потенциального территориального риска и показатель коллективного риска, который наиболее пригоден для зонирования территорий по уровню риска. Зонирование территорий происходит при сравнении значений среднестатистической частоты возникновения ЧС каждого вида за год и среднестатистического количества пострадавших в ЧС за год с нормативами приемлемого риска территории или части территории муниципального образования.

В статье [3] представлен метод ранжирования территорий по уровню пожарной опасности общественных зданий. Ранжирование производится по средним по территории показателям индивидуального пожарного риска.

### **Сбор информации**

Одной из проблем для решения задачи ранжирования служит: наполнение базы данных информацией об опасных объектах.

Следующая проблема заключается в обработке введенных данных и расчете необходимых величин. Для процедуры ранжирования территорий по уровню техногенного риска такой величиной служит коллективный риск.

Предлагается использовать WEB-сервис, который предназначен для прогнозирования ущерба от аварий и катастроф на техногенных объектах Российской Федерации. Проект решает одну из задач в данной области – создание технической базы для прогнозирования и управления техногенными рисками в пределах территории Российской Федерации. С точки зрения Пользователя инфраструктура представляется в виде проблемно-ориентированного WEB-сервиса, каждая компонента которого поддерживает определенную функциональность. Одной из таких функциональностей является автома-

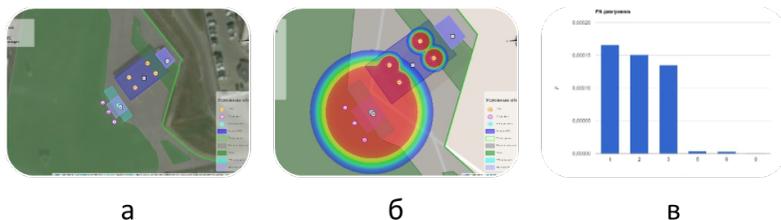


Рисунок 1 — Пример представления данных: а – схема объекта, б – вероятность поражения человека, в – FN-диаграмма.

тизированная разработка паспорта безопасности автозаправочной станции.

Разработчику или другому ответственному лицу предоставлена возможность составления ситуационных планов на заранее подготовленной топооснове, где пользователь сам вводит план разрабатываемого объекта с указанием мест расположения очагов аварий, персонала объекта и мест массового скопления людей и их количество, пример введенного объекта представлен на рисунке 1. Все введенные данные хранятся в базе данных сервиса.

В дальнейшем к базе данных будет применен алгоритм, который позволит вычислить коллективный риск территорий и расположить их в ранжированном порядке. Результатом работы служит карта, разделенная на территории. Каждая территория выделяется цветом в соответствии с рангом.

### Метод ранжирования территорий по уровню коллективного риска на опасных объектах

Для ранжирования территорий по уровню техногенной опасности предлагается использовать метод средних показателей риска по территории. В качестве критерия оценки опасности применяется коллективный риск.

Коллективный риск (или ожидаемые людские потери) – ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенный период времени [4]. Коллективный риск рассчитывается по формуле 1:

$$R_{\text{колл}} = \sum_{j=1}^J N_{\Gamma}^j \times Q_j, \quad (1)$$

где  $Q_j$  – частота  $j$ -го сценария, при котором ожидаемое количество погибших равно  $N_{\Gamma}^j$ .

Формула определения среднего коллективного риска на территории:

$$R_{\text{колл}}^{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{\text{колл}} i}{n}, \quad (2)$$

где  $n$  – число объектов на территории.

Так как ранжирование происходит по величине коллективного риска, то наиболее целесообразно использовать в расчетах количество проживающего на территории населения и работающего персонала.

$$R_{\text{терр}} = \frac{R_{\text{колл}}^{\text{ср}}}{M}, \quad (3)$$

где  $M$  – площадь территории.

Для реализации данного проекта необходимо разработать и наполнить базу данных информацией о территориях и опасных объектах.

### Пример работы

Для демонстрации работы была рассмотрена территория города Ижевска, а именно его районы: Ленинский район, Октябрьский район, Первомайский район, Индустриальный район, Устиновский район – рисунок 2. В качестве опасных объектов служат автозаправочные станции, так как их количество достаточно велико в черте заданных территорий. Было введено 20 традиционных автозаправочных станций (АЗС) – таблица 1.

Таблица 1 – Характеристики районов города Ижевска.

Наименование района	Площадь, м <sub>2</sub>	Количество АЗС, шт.
Ленинский район	127308200	4
Октябрьский район	81602491	2
Первомайский район	49526724	6
Устиновский район	24148476	4
Индустриальный район	35173422	4

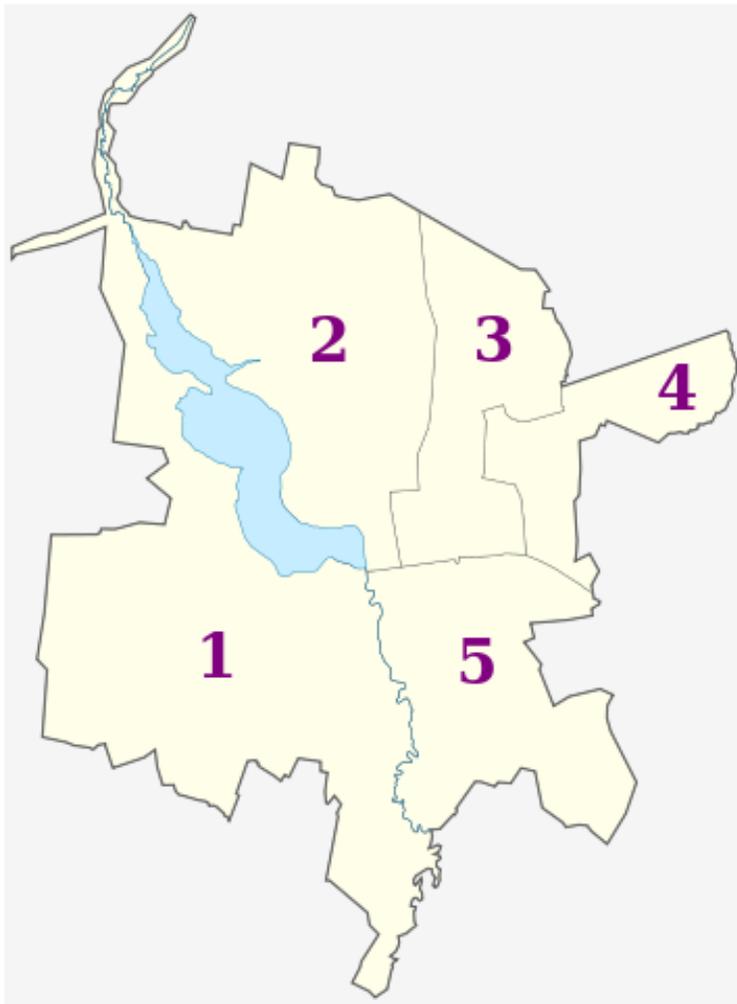


Рисунок 2 — Административное деление города Ижевска, где 1 – Ленинский район, 2 – Октябрьский район, 3 – Индустриальный район, 4 – Устиновский район, 5 – Первомайский район.

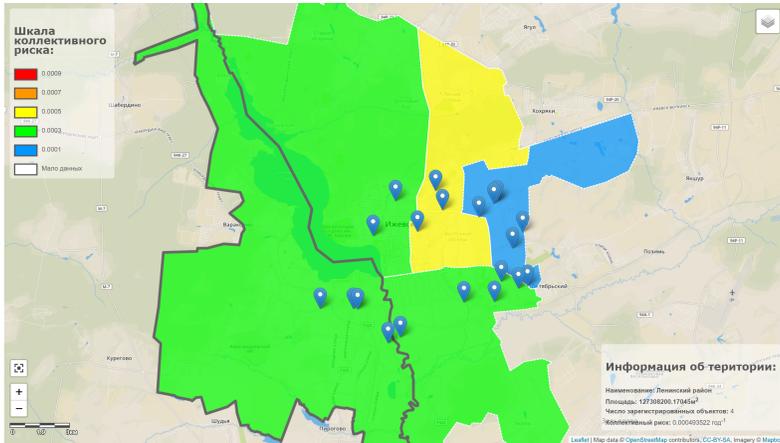


Рисунок 3 — Пример отображения ранжированных территорий.

Результат проделанной работы представлен на рисунке 3 и в таблице 2.

Таблица 2 — Ранжированный список по среднему коллективному риску территорий города Ижевска.

Наименование района	Коллективный риск, 1/год
Индустриальный район	0.00054
Ленинский район	0.00049
Октябрьский район	0.00041
Первомайский район	0.00032
Устиновский район	0.00025

Ранжирование по среднему значению коллективного риска территории будет происходить не корректно. Поэтому необходимо определить факторы, которые характеризуют урбанизированную территорию. К таким факторам могут относиться:

- площадь территории;
- количество проживающего и работающего населения.

## Заключение

Применив данный подход мы можем:

- оцифровать данные об опасных объектах, что является современным способом представления информации;
- разработать и заполнить единую базу данных об опасных объектах, что позволит структурировать и привести к единому виду информацию об опасных объектах;
- выделить проблемные территории по уровню техногенного риска на опасных объектах (регионы, субъекты, города, муниципальные образования);
- визуализировать поля потенциального территориального риска.

В дальнейшей работе планируется внедрить методику оценки коллективного риска территории включающую в себя характеристики территории. Необходимо оценить приемлемый коллективный риск на единицу площади территории.

## Список литературы

1. Галиуллин М.Э., Анашин В.О., Радикова А.В. Проект «Облачного сервиса оценки рисков ЧС и устойчивости для территорий и хозяйствующих субъектов» // Безопасность в техносфере: сборник статей/ науч. Ред. Колодкин В.М. - Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2017 – 96-121с.
2. Фалеев М.И., Малышев В.П., Быков А.А., Кондратьев – Фирсов В.М. Методологические подходы к зонированию территорий Российской Федерации по уровням риска чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования, том – 5, 2015, №1(8). С. 67 – 90.
3. Колодкин В.М., Морозов О.А. Ранжирование территорий по уровню пожарной опасности общественных зданий // Пожарная безопасность. 2013, №1.
4. Приказ Ростехнадзора от 11.04.206 № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».

**RANKING OF TERRITORIES BY THE LEVEL OF  
COLLECTIVE RISK IN CASE OF ACCIDENTS ON  
TECHNOGENIC OBJECTS BY THE EXAMPLE OF GAS  
STATIONSY**

*V.O. Anashin, A.V. Radikova*

Udmurt State University, 426034 Russia, Izhevsk, Universitetskaya, 1

e-mail: *anashin2111@gmail.com, anna.radikova.ar@gmail.com*

*The article proposes a method for ranking urbanized territories by the level of collective risk in case of accidents at stationary technogenic objects. The article proposes the use of an online service for the assessment of technogenic risks as a platform for filling the database with the necessary information. The advantages of using the online service for assessing technogenic risks are considered. The article considers existing methods of risk assessment of territories. The article gives an example of the ranking of the territories of the districts of the city of Izhevsk.*

Keywords: ranking of territories, technogenic accident, collective risk, online service, accident forecasting.

*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