



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 528.946

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РЕАБИЛИТИРУЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*И.М. Янников, М.В. Шабардин, М.В. Телегина*

Ижевский государственный технический университет

им. М.Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия

e-mail: *ityannikov@mail.ru, Shabardin23@yandex.ru,*

*mar\_tel@mail.ru*

*В статье приведены методы оценки экологической ситуации на территориях бывших объектов по уничтожению и хранению химического оружия. Описаны существующие картографические методы создания экологических карт, последовательность этапов разработки. Данная статья показывает актуальность применения картографического метода в экологическом мониторинге.*

**Ключевые слова:** экологическое картографирование, экологический мониторинг, химическое оружие

Российская федерация в 1993 году подписала, а в 1997 году ратифицировала Конвенцию о запрещении химического оружия, таким образом взяв на себя обязательство уничтожить существующие запасы химического оружия и промышленную базу по его производству. На тот момент эти запасы в России составляли 4 млн 351 тыс. 747 боеприпасов разных видов (ствольной и реактивной артиллерии, боевых частей ракет, авиационных боеприпасов). Все эти боеприпасы были выпущены предприятиями ВПК в период с 1953 по 1987 годы. Установленные сроки хранения на все виды боеприпасов истекли. Для выполнения данных обязательств постановлением Правительства РФ от 21.03.1996 № 305 была утверждена федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации». Для полного уничтожения запасов химоружия в стране были введены в эксплуатацию 7 объектов по его уничтожению [1].

23 сентября 2017 г. на территории объекта в поселке Кизнер Удмуртской Республики уничтожен последний химический боеприпас, что почти на 2 года раньше намеченного срока. Хранившиеся на бывших объектах по хранению и уничтожению химического оружия (ОУХХО) боевые токсические химические вещества (БТ-ХВ) априори, в той или иной степени, повлияли на состояние

окружающей среды. Поэтому, несмотря на беспрецедентные меры безопасности, применявшиеся на объектах в процессе уничтожения химического оружия, зоны их влияния (зоны защитных мероприятий, санитарно-защитные зоны, и, особенно, территории самих объектов), безусловно нуждаются в санации и реабилитации. То есть до полного восстановления территорий работу по уничтожению химического оружия нельзя считать завершённой. В настоящее время Федеральным управлением по безопасному хранению и уничтожению химического оружия (ФУБХУХО) подготовлен проект государственной программы по реабилитации и санации этих территорий на период до 2025 года, который в настоящее время находится на рассмотрении в Правительстве РФ.

Наблюдение и контроль за экологической ситуацией в ходе уничтожения химического оружия на объектах носили комплексный характер и осуществлялись путём применения трёх взаимосвязанных подсистем: государственного экологического контроля и мониторинга (ГЭКиМ), производственного экологического мониторинга (ПЭМ) и медико-социального мониторинга. Все имеющиеся для решения методы и средства экологического мониторинга позволяют получать достоверную и объективную информацию об экологической обстановке и состоянию окружающей среды [2].

В любом случае мониторинг территории вокруг бывших объектов уничтожения и хранения химического оружия не возможен без подробных экологических карт. С помощью картографического метода на картах наглядно видны количественные и качественные характеристики явлений, возможно их изучение во времени и в пространстве, а также прогнозирование экологической ситуаций территории вокруг бывших объектов уничтожения и хранения химического оружия.

Картографирование экологических ситуаций – процесс сложный, особенно при выявлении острых экологических ситуаций, требующий прежде всего обобщения большого количества картографических материалов.

Последовательность этапов разработки карт экологических ситуаций включает 5 этапов:

- 1 Определение субъекта оценки и картографирование, масштаб исследования.
- 2 Формулировка цели.

- 3 Определение территориального каркаса, территориальных единиц (индивидуальное районирование – проблемные ареалы), «жесткий» территориальный каркас (ландшафтные выделы, контуры использования земель и т.д.).
- 4 Оценка, разработка оценочных шкал, проведение оценивания.
- 5 Разработка картографической модели, знаковых систем, проектирование легенды, пояснительных текстов [4].

Работы по созданию карт ведутся с помощью геоинформационной системы. При составлении карт используются данные результата государственного экологического мониторинга, содержащие результаты атмосферного воздуха, почвы, воды и т.д., а также координаты забора проб. Атрибутивные данные мониторинга с помощью геокодирования наносятся на карту. На карте отражаются населенные пункты, дорожная сеть, гидрография и зоны с показателями ПДК при помощи использования сложных сочетаний фоновых заливок и штриховок, производится топологическое наложение. Экологические проблемы на карте разделяют на шесть категорий по остроте экологических ситуаций: условно удовлетворительная, конфликтная, напряженная, критическая, кризисная, катастрофическая.

С учетом наличия исходной информации существуют два метода составления карт экологических ситуаций [3]. Метод географических экспертных оценок позволяет решить две задачи: выявить экологические проблемы и определить их пространственную локализацию. Особенность заключается в том, что анализ должен проводить эксперт знающий территорию и владеющий навыком обобщения информации. При выборе масштаба исследования хорошие результаты дают карты обзорных и средних масштабов, но с привлечением количественных данных.

Для составления карт методом формализованных оценок привлекаются показатели, имеющие количественное выражение, и ставится задача исключения экспертных оценок уже на начальном этапе выявления экологических проблем. И только на последнем этапе определение остроты экологической ситуации – в целом вводятся географические экспертные оценки. Создание карт данным методом применяются значения показателей, при которых происходит экологическая проблема, например загрязнение среды по содержанию химических веществ, превышающих ПДК.

Следовательно, экологические карты являются важной частью экологического мониторинга территории бывших объектов уничтожения химического оружия. Данные карты отображают текущую экологическую обстановку, сформировавшуюся на территории бывших объектов уничтожения и хранения химического оружия, вследствие чего они представляют собой информационную базу для планирования и разработки природоохранных мероприятий. Картографический метод не требует больших денежных затрат.

Таким образом построение экологических карт и покомпонентного распределения загрязняющих веществ на карте местности позволяют:

- увидеть динамику изменения по компонентам и средам во времени и в пространстве;
- выявить отклонения от нормативных показателей экологической обстановки;
- определить направление изменения экологических показателей (прогноз);
- оценить эффективность проводимых природоохранных мероприятий и создать предпосылки для определения мер по исправлению создающихся негативных ситуаций [5].

### Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 21.03.1996 N 305 (ред. от 19.07.2017) "Об утверждении Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации».
2. Ашихмина Т.Я. Научно-методологические основы комплексного экологического мониторинга окружающей среды в районе объектов хранения и уничтожения химического оружия //Теоретическая и прикладная экология – 2007.№2.- С.23-34.
3. М. В. Телегина, И. М. Янников. Геоинформационные системы и экологическое картографирование: учебное пособие. Изд-во ИжГТУ, 2012 – 156 с.
4. Ф. Б. Шкундина, Р. Р. Турьянова, Е. А. Захарова. Экология фундаментальная и прикладная: Проблемы урбанизации: Материалы Международ. Науч. – практ. Конф., Екатеринбург,

3-4 февр. 2005 г. – Екатеринбург. Изд-во Урал. 2005. – С.388-390.

5. Методы и алгоритмы оценки воздействия потенциально опасных объектов на окружающую среду: монография / М.В. Телегина, И.М. Янников, Т.Г. Габричидзе – Самара: Изд-во Самарского НИЦ РАН, 2011. – 152 с.: ил. ISBN 978-5-93424-551-2

## **COST OPTIMIZATION OF FIRE SAFETY IN THE RECONSTRUCTION OF PUBLIC BUILDINGS**

*I.M. Yannikov, M.V. Shabardin, M.V. Telegina*

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, 426069, Russian Federation, Izhevsk, Studencheskaya St., 7

e-mail: *imyannikov@mail.ru, Shabardin23@yandex.ru,*

*mari\_tel@mail.ru*

*The article provides methods for assessing the ecological situation in the territories of former facilities for the destruction and storage of chemical weapons. The existing cartographic methods for creating ecological maps, the sequence of development stages are described. This article shows the relevance of the application of the cartographic method in environmental monitoring.*

Keywords: ecological cartographic method for rehabilitated territories.

*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