

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ**

(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ)

**NATURAL AND TECHNOLOGICAL RISKS**

(PHYSICS-MATHEMATICAL AND APPLIED ASPECTS)

**№ 1 (5) – 2013**

**Редакционный совет**

Председатель – доктор военных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники генерал-полковник внутренней службы **Артамонов Владимир Сергеевич**, статс-секретарь – заместитель министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, почетный президент Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Заместитель председателя – доктор технических наук, профессор, полковник внутренней службы **Шарапов Сергей Владимирович**, заместитель начальника университета по научной работе.

Заместитель председателя (ответственный за выпуск журнала) – доктор педагогических наук, профессор **Медведева Людмила Владимировна**, начальник кафедры физики и теплотехники, руководитель учебно-научного комплекса – 6 «Физико-математическое, инженерное и информационное обеспечение безопасности при ЧС».

**Члены редакционного совета:**

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Поляков Александр Степанович**, профессор кафедры физики и теплотехники;

кандидат педагогических наук **Давыдова Любовь Евгеньевна**, проректор университета по платной деятельности – ректор института безопасности жизнедеятельности;

доктор физико-математических наук, профессор **Овчинников Андрей Олегович**, профессор кафедры высшей математики и системного моделирования сложных процессов;

доктор технических наук, профессор **Иванов Александр Юрьевич**, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, лауреат Государственной премии Российской Федерации и премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники **Потапов Анатолий Иванович**, заведующий кафедрой «Приборы контроля и систем экологической безопасности» Северо-Западного государственного заочного технического университета;

доктор технических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Сильников Михаил Владимирович**, заведующий кафедрой взрывобезопасности и технических средств противодействия терроризму;

доктор военных наук, кандидат технических наук, профессор **Сугак Владимир Петрович**, профессор кафедры высшей математики и системного моделирования сложных процессов;

**Секретарь совета:**

кандидат технических наук капитан внутренней службы **Бирюлёва Надежда Васильевна**, научный сотрудник отделения научно-технической информации центра организации и координации научных исследований.

## **Редакционная коллегия**

Председатель – майор внутренней службы **Степкин Сергей Михайлович**, начальник редакционного отдела.

Заместитель председателя – старший лейтенант внутренней службы **Алексеева Людмила Викторовна**, главный редактор объединённой редакции редакционного отдела.

**Члены редакционной коллегии:**

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Щербаков Олег Вячеславович**, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий;

доктор технических наук, доцент **Иванов Александр Юрьевич**, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Громов Виктор Николаевич**, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории Военного инженерно-технического института;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Таранцев Александр Алексеевич**, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Алексеин Евгений Борисович**, заместитель начальника университета – начальник института заочного и дистанционного обучения;

кандидат технических наук, доцент **Виноградов Владимир Николаевич**, технический редактор объединённой редакции редакционного отдела;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Архипов Геннадий Федорович**, начальник учебно-методического центра.

**Секретарь коллегии:**

старший лейтенант внутренней службы **Дмитриева Ирина Владимировна**, редактор объединенной редакции редакционного отдела.



# **СОДЕРЖАНИЕ**

## **МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ**

<b>Лабинский А.Ю.</b> Снижение техногенных рисков в управлении. Особенности разработки кроссплатформенного программного обеспечения .....	5
<b>Аверьянов В.Т.</b> Прогнозирование устойчивости функционирования объектов экономики при аварии с выбросом радиоактивных веществ .....	9
<b>Сугак В.П., Перевалов А.С.</b> Сценарии управления силами и средствами поисково-спасательных формирований МЧС России на внутренних акваториях. ....	18

## **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

<b>Какаев В.В., Алуев С.В., Загрутдинов Ю.А., Трепков Р.Е.</b> Методика обоснования комплекса средств защиты распределенных энергетических и промышленных объектов от мощных электромагнитных воздействий. ....	28
<b>Широухов А.В., Иванов К.С.</b> Физические условия процессов лесных пожаров. ....	32
<b>Медведева Л.В., Южакова Н.А.</b> Установление причины пожара с использованием сканирующей зондовой микроскопии. ....	42
<b>Беседа А.Л., Коршунов А.Ю., Синицын Е.А., Одиноченко Н.М.</b> Особенности обработки ограниченной смеси сложных частотно-модулированных радиолокационных сигналов для РЛС УВД и МЧС России. ....	45

## **ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

<b>Иванов А.Ю., Максимов А.В.</b> Применение сетецентрической системы управления силами и средствами в МЧС России. ....	53
<b>Кузьмин А.А., Лагунов А.Н.</b> Сравнительный анализ процессорного и компетентностно-иерархического подходов при исследовании иерархии ключевых компетенций. ....	57
<b>Антиюхов В.И., Кравчук О.В.</b> Место и роль управления информационными рисками в политике безопасности подразделений МЧС России. ....	60
<b>Гвоздик М.И., Подружкина Т.А., Гусаров А.А.</b> Нечеткое оценивание рисков в природной и техногенной сферах. ....	67

<b>Сведения об авторах</b> .....	73
<b>Информационная справка</b> .....	75
<b>Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты)</b> .....	84

Полная или частичная перепечатка, воспроизведение, размножение либо иное использование материалов, опубликованных в журнале «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)», без письменного разрешения редакции не допускается. Ответственность за достоверность фактов, изложенных в материалах номера, несут их авторы

**ББК Ц.9.3.2**

**УДК 504+614.8(051.2)**

Отзывы и пожелания присылать по адресу: 196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, 149. Редакция журнала «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)»; тел. (812) 369-68-91. Email: redakziaotdel@yandex.ru. Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU

© Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2013

---

---

# **МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ**

---

---

## **СНИЖЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ В УПРАВЛЕНИИ. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ КРОССПЛАТФОРМЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

**А.Ю. Лабинский, кандидат технических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены особенности разработки кроссплатформенного программного обеспечения с целью снижения техногенных рисков в управлении. Приведены примеры прикладных программ и языков программирования, отвечающие требованиям, предъявляемым к кроссплатформенному программному обеспечению.

*Ключевые слова:* кроссплатформенная разработка, операционные системы, портирование, прикладные программы, программное обеспечение, системы программирования

## **DECREASE OF TECHNOLOGICAL RISKS ON THE MANAGEMENT. SPECIALITY OF CROSS PLATFORM DEVELOPMENT THE SOFTWARE**

A.U. Labinskiy. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

This article presents the speciality of developments the cross platform software with target decrease of technological risks on the management. Presents the examples of applied programs and programming language, that to meet the demands of the cross platform software.

*Key words:* cross platform development, operating system, portability, applied programs, software, programming system

Деятельность органов управления МЧС России часто подвержена воздействию различных факторов техногенного характера. Поэтому особую важность приобретают вопросы разработки пакетов прикладных программ, способных к реализации своих функций независимо от внешних обстоятельств. Адаптивные системы управления, построенные с использованием таких прикладных программ, могут работать в условиях природных и техногенных воздействий [1].

Перспективным направлением в области разработки адаптивных пакетов прикладных программ является разработка кроссплатформенного программного обеспечения.

Кроссплатформенное программное обеспечение – программное обеспечение, работающее более чем на одной аппаратной платформе и/или операционной системе [2]. К кроссплатформенному программному обеспечению могут относиться прикладные программы, системы программирования и операционные системы.

Программное обеспечение в виде пакета кроссплатформенных прикладных программ позволяет выполнять свои функции с использованием компьютерной техники различных аппаратных платформ (персональные компьютеры IBM PC и Macintosh

с микропроцессорами фирм Intel-x86 и Itanium, Motorola-m68k, IBM-PowerPC), работающих под управлением различных операционных систем (Linux, Windows, Mac OS X).

Достаточно большое количество прикладных программ уже являются кроссплатформенными. Особенно это качество выражено у программ, изначально разработанных для UNIX-подобных операционных систем, к которым относится, прежде всего, операционная система Linux [3].

Примеры таких прикладных программ: Web-сервер Apache, графический редактор GIMP, обозреватели Интернет Mozilla Firefox и Opera, СУБД MySQL, пакет офисных программ OpenOffice.org.

Кроссплатформенными можно назвать большинство современных высокоуровневых систем программирования. Например, C, C++ и Free Pascal – кроссплатформенные системы на уровне компиляции, то есть для этих систем программирования есть компиляторы под различные платформы. Java и C# – кроссплатформенные системы программирования на уровне выполнения, то есть их исполняемые файлы можно запускать на различных plataформах без предварительной перекомпиляции. PHP, Perl, Python, Tcl и Ruby – кроссплатформенные интерпретируемые системы программирования, их интерпретаторы существуют для многих платформ.

Современные операционные системы также часто являются кроссплатформенными. Например, операционные системы с открытым исходным кодом, такие как NetBSD, GNU/Linux, FreeBSD могут работать на нескольких различных plataформах, чаще всего это x86, m68k, PowerPC, Alpha, AMD64, SPARC. Microsoft Windows может работать как на платформе Intel-x86, так и на Intel Itanium. Операционная система NetBSD является самой переносимой, она портирована на большинство существующих платформ.

К кроссплатформенной разработке прикладных программ можно отнести три направления [4]:

- портирование (перенос) с Windows на Linux;
- портирование (перенос) с Linux на Windows;
- кроссплатформенная разработка с нуля.

Портирование с Windows на Linux – наиболее распространенный случай. То есть уже существует разработанное программное обеспечение для Windows, и его нужно перенести на Linux. В этом случае необходимо справиться с множеством ограничений и различий между платформами. Сложность переноса в немалой степени зависит от того, какие средства разработки были использованы при создании программного обеспечения, активно ли были использованы прямые вызовы Windows API, применялись ли COM/DCOM/COM+, и, как следствие этого, ActiveX, ADO и т.п.

Рассмотрим средства разработки более подробно.

Система программирования Microsoft Visual C++. Программы, написанные с помощью этого средства разработки, очень плохо портируются, так как они используют библиотеку MFC, а также изобилуют прямыми вызовами Windows API и обращениями к библиотеке COM. Хотя Microsoft и утверждает, что с помощью Visual C++ можно легко создавать приложения для Linux, при этом придется не только установить на компьютер необходимые библиотеки, но и учесть то, что MS Visual C++ будет выступать лишь как сложный текстовый редактор. Таким образом, разработчик будет лишен визуальной среды и отброшен по удобству среды разработки на несколько лет назад. К тому же, для компиляции все равно потребуются GNU-утилиты. Class Wizard работает только с классами из MFC и их потомками. Кроме того, проверить откомпилированные программы возможно будет только в системе Linux. Соответственно, возникнут проблемы с тестированием, так как каждый раз необходимо будет перезагружаться, и не будет возможности пошаговой отладки. В большинстве случаев проще создавать программы для Linux отдельно.

В системе программирования Microsoft Visual Basic портирование невозможно, так как она полностью построена на использовании библиотеки COM.

Система программирования Microsoft Visual Java является отличным кандидатом на портирование. Следует обеспечить наличие необходимых классов (просто скопировать их), и создать класс ресурсов для KOI-8.

Система программирования Borland JBuilder – не имеет проблем, только следует создать класс ресурсов для KOI-8.

В системе программирования Borland Delphi портирование сопряжено с рядом трудностей, но, возможно, предварительно следует конвертировать проект в шестую версию Delphi.

В общем случае, если имеющееся программное обеспечение создано при помощи средств, портирование с которых весьма затруднительно и дорого, можно порекомендовать вместо создания отдельной версии для Linux написать следующую версию программы с нуля с использованием средств, хорошо приспособленных для данных целей, и при этом сразу вести кроссплатформенную разработку.

В случае портирования с Linux на Windows также имеется множество ограничений и различий между платформами. Но в результате станет доступной огромная аудитория пользователей Windows. Здесь возникнут аналогичные технические проблемы, в частности проблемы портирования с KDeveloper C++ на Microsoft Visual C++ те же, что и при обратном процессе.

Кроссплатформенная разработка с нуля предполагает меньше всего трудностей. Однако необходимо строго придерживаться множества требований и ограничений. Для того чтобы обеспечить это, следует выработать четкие стандарты, которые будут оговаривать не только применяемые средства разработки, но и используемые технологии и стандарты.

Сегодня уже существуют средства разработки, которые предельно облегчают кроссплатформенную разработку с нуля. Это следующие средства:

- Borland Kylix /Delphi 6 (средство визуальной разработки на языке Object Pascal);
- Borland JBuilder (средство визуальной разработки на языке Java);
- Together (средство визуального проектирования на языках Java и C++).

Развитие среды разработки Borland Kylix /Delphi 6 остановлено в связи с отсутствием интереса к Linux у преемника фирмы Borland – фирмы CodeGear и сильным устареванием последних версий Kylix. Разработчикам рекомендован переход на среду визуальной разработки FreePascal/Lazarus.

Система программирования Free Pascal (полное название Free Pascal Compiler, часто используется сокращение FPC) – свободный компилятор языка программирования Pascal. Компилятор существует для различных аппаратных и программных платформ, текущая версия (2.2.x) поддерживает следующие архитектуры ЭВМ и операционные системы:

- архитектура x86: DOS, FreeBSD, Linux, Mac OS X, Microsoft Windows, Sun Solaris;
- архитектура x86-64: Linux, Windows (только кросс-компиляция с использованием Windows x86);
- архитектура SPARC: Linux, Solaris (экспериментальная версия);
- архитектура PowerPC: Linux, Mac OS X;
- архитектура PowerPC64: Linux, Windows CE (только кросс-компиляция с использованием версии для Windows x86).

Важной особенностью данного компилятора, в отличие, например, от GNU Pascal, является ориентация на распространённые коммерческие диалекты языка: Object Pascal и Delphi.

В настоящее время в рамках проекта также разрабатывается система программирования Lazarus – свободный аналог среды разработки Delphi и Lazarus Components Library (LCL) – свободная библиотека визуальных компонентов, аналогичная библиотеке визуальных компонентов VCL в Delphi.

Система программирования Free Pascal поддерживает компиляцию в нескольких режимах, обеспечивающих совместимость с различными диалектами и реализациями языка:

- TR – режим совместимости с Turbo Pascal: совместимость практически полная, за исключением нескольких моментов, связанных с тем, что FPC компилирует программы для защищённого режима процессора, где невозможно прямое обращение к памяти, портам и т.д.;
- FPC – собственный диалект соответствует предыдущему, расширенному дополнительными возможностями, такими как, например, перегрузка операций;
- DELPHI – режим совместимости с Borland Delphi включает поддержку классов и интерфейсов;
- OBJFPC – совмещает объектно-ориентированные возможности Delphi и собственные расширения языка;
- MACPAS – режим совместимости с Mac Pascal;
- GNU – режим частичной совместимости с GNU Pascal.

Особенности компилятора FreePascal заключаются в следующем:

- поддержка перегрузки арифметических операторов (+, -, \*, \*\*, /, div, mod), операторов сравнения (<, >, =, >=, <=) и оператора присваивания :=;
- поддержка операторов присваивания с выполнением арифметической операции в стиле Си (+=, -=, \*=, /=);
- наличие собственной системы сборки (fpcmake) и генератора документации (fpcdoc);
- встроенный ассемблер по умолчанию использует синтаксис AT&T, синтаксис Intel включается отдельной директивой.

Компилятор распространяется на условиях GNU General Public License, а значительная часть библиотек, в том числе ядро RTL, – на условиях более мягкой GNU Lesser General Public License.

Lazarus – свободная система разработки программного обеспечения для компилятора Free Pascal Compiler. Интегрированная среда разработки предоставляет возможность кроссплатформенной разработки приложений в Delphi-подобном окружении и основана на библиотеке визуальных компонентов Lazarus Component Library (LCL). В настоящее время практически полностью поддерживает визуальные компоненты графических библиотек Win32, GTK1, GTK2, Carbon. В разработке находятся визуальные компоненты графических библиотек Qt и WinCE. В Lazarus реализован основной набор элементов управления, поддерживается преобразование проектов Delphi и собственный формат управления пакетами.

Система разработки программного обеспечения Lazarus поддерживает следующие операционные системы: Linux, Microsoft Windows, Mac OS X, FreeBSD, WinCE.

К недостаткам данной системы разработки программного обеспечения относится полная несовместимость с Delphi; отсутствие полноценной документации; проблемы со сборкой модулей под графическую библиотеку GTK2.

Система разработки Lazarus распространяется на условиях GNU General Public License, а значительная часть библиотек, в том числе LCL, – на условиях GNU Lesser General Public License.

## **Литература**

1. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. / В.С. Артамонов, Ю.Г. Баскин, В.А. Гадышев [и др.]. СПб.: СПб университет ГПС МЧС России, 2007.
2. Тейлор Д., Мишель Д., Джентри Т. Переход на Kylix для Delphi-программистов. СПб.: Питер, 2002.
3. Сысоинина М.А. Borland Kylix: разработка приложений. СПб: БХВ, 2004.
4. Колисниченко Д.Н. Самоучитель Linux. СПб.: Наука и техника, 2006.

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ ПРИ АВАРИИ С ВЫБРОСОМ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

**В.Т. Аверьянов, кандидат военных наук.**  
**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Предложена методика оценки радиационной обстановки, основанная на определении ожидаемых доз облучения для различных условий выполнения производственных задач на объектах экономики.

*Ключевые слова:* выявление и оценка радиационной обстановки, защита персонала объекта экономики от радиоактивного облучения

## FORECASTING OF STABILITY OF FUNCTIONING OF OBJECTS OF ECONOMY AT FAILURE WITH EMISSION OF RADIOACTIVE SUBSTANCES

V.T. Averyanov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The offered methodology of estimation of radiation situation is based on determination of the expected doses of irradiation for the different terms of implementation of productive tasks on the objects of economy.

*Key words:* revealing and an estimation of radiating conditions, protection of the personnel of object of economy against a radioactive irradiation

### Оценка радиационной обстановки при аварии с выбросом радиоактивных веществ

Основными задачами оценки радиационной обстановки являются:

- определение мощности дозы излучения на территории объекта на любое время с момента аварии;
- определение ожидаемых доз облучения производственного персонала, работающего на загрязненной местности;
- определение коэффициента безопасной защищенности рабочих и служащих;
- расчет суточного коэффициента защищенности производственного персонала;
- определение допустимой продолжительности или времени начала работ в условиях радиоактивного загрязнения местности при установленной дозе облучения;
- разработка и выбор режимов радиационной защиты при выполнении производственных задач в условиях радиационной аварии и др.

Определяющим фактором при оценке радиационной обстановки является изменение во времени мощности дозы излучения (МДИ) на радиоактивно загрязненной местности.

Спад МДИ на местности со временем  $\dot{D}_t$ , характеризуется коэффициентом пересчета  $K_t$  МДИ на любое время  $t$  с момента аварии:

$$\dot{D}_t = \dot{D}_1 \cdot K_t \quad (1)$$

где  $\dot{D}_1$  – мощность дозы излучения через 1 час после аварии ( $\dot{D}_1$  определяется при прогнозировании с использованием характеристик зон радиоактивного загрязнения местности (пример [1])).

При оценке радиационной обстановки в случае запроектной аварии используются значения  $K_t$ , полученные на основе данных аварии на Чернобыльской АЭС (табл. 1) [3,4].

Доза облучения на открытой местности  $\dot{D}^{om}$  за промежуток времени от начала облучения  $t_h$  до окончания облучения  $t_k$  при известном законе изменения мощности дозы со временем  $\dot{D}(t)$  определяется по формуле:

$$\dot{D}^{om} = \int_{t_h}^{t_k} \dot{D}(t) dt.$$

В практических расчетах (для небольших значений  $t_k - t_h$ ) принято интегральную зависимость заменять линейной:

$$\dot{D}^{om} = \frac{\dot{D}_h + \dot{D}_k}{2} \cdot (t_k - t_h) \quad (2)$$

или

$$\dot{D}^{om} = \dot{D}_1 \cdot \frac{K_{th} + K_{tk}}{2} \cdot (t_k - t_h),$$

где  $\dot{D}_h$  и  $\dot{D}_k$  – мощность дозы в начале и в конце облучения;  $\dot{D}_1$  – мощность дозы излучения через 1 час после аварии;  $K_{th}$  и  $K_{tk}$  – коэффициенты пересчета МДИ на моменты начала и окончания облучения (табл. 1).

Ошибка в расчетах (из-за нелинейности зависимости) уменьшается, если период времени  $T=t_k-t_h$  разбить на  $n$  интервалов (рис. 1), и использовать выражение

$$\dot{D}_T^{om} = \sum_{i=1}^n \dot{D}_{cp}, \quad (3)$$

где  $\dot{D}_T^{om}$  – доза облучения на открытой местности за период  $T$ ;  $\dot{D}_{cp}$  – средняя мощность дозы в каждом  $i$ -м интервале времени;  $t_i$  – продолжительность каждого  $i$ -го интервала;  $n$  – количество интервалов.

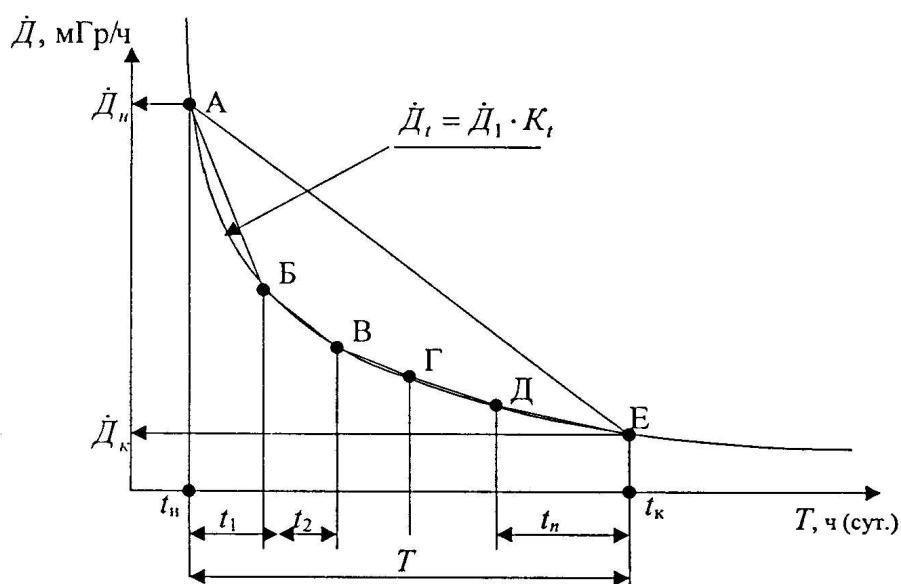


Рис. 1. Замена кривой спада МДИ  $\dot{D}_t$  отрезками (АБ, БВ, ВГ, ГД, ДЕ) при разбиении периода облучения  $T$  на интервалы времени  $t_i$

Таблица 1. Коэффициенты  $K_t$  для пересчета мощности дозы излучения на различное время  $t$  после аварии (разрушения) радиационно-опасного объекта (РОО)

Время после аварии (разрушения), ч, сут, мес.		$K_t = \frac{\dot{D}_t}{\dot{D}_1}$ (запроектная авария)	$K_t = \frac{\dot{D}_t}{\dot{D}_1}$ (разрушение реактора при стихийных бедствиях и взрывах)
Часы	1	1	1
	3	0,75	0,577
	6	0,61	0,408
	9	0,53	0,333
	12	0,48	0,289
	15	0,44	0,258
	18	0,42	0,031
Сутки	1	0,37	0,2
	2	0,28	0,145
	3	0,24	0,118
	5	0,19	0,091
	7	0,15	0,075
	10	0,13	0,065
	15	0,11	0,053
Месяцы	1	0,07	0,037
	2	0,05	0,026
	3	0,04	0,022
	4	0,032	0,019
	6	0,02	0,015
	9	0,013	0,012
	12	0,01	0,011

Число интервалов  $n$  зависит от периода  $T$ , за который рассчитывается доза облучения. Десятисуточный период времени достаточно разбить на 5 интервалов. В этом случае погрешность в расчетах не превысит 10 %.

Ожидаемая доза облучения  $\dot{D}^{ож}$  определяется при известной дозе на открытой местности  $\dot{D}^{ом}$  по формуле:

$$\dot{D}^{ож} = \frac{\dot{D}^{ом}}{C_{сут}}, \quad (4)$$

где  $C_{сут}$  – суточный коэффициент защищенности, показывающий во сколько раз уменьшается доза облучения персонала при известном режиме труда и отдыха по сравнению с постоянным пребыванием на открытой местности.

Рабочие и служащие в течение суток находятся в производственных, административных и жилых зданиях, в транспортных средствах и кабинах машин, которые ослабляют воздействие ионизирующих излучений на человека. Значение суточного коэффициента защищенности во многом зависит от технологии работы объекта экономики.

При ориентировочных расчетах величина  $C_{сут}$  может быть принята равной:

- 3,5...5,0 – для персонала, работающего в производственных (административных) зданиях;
- 2,5...4,0 – для машинистов локомотивов и других машин.

– 2,0...3,5 – для персонала, работающего большую часть смены на открытой местности;

Для членов семей рабочих и служащих объекта экономики, проживающих в городах, суточный коэффициент защищенности принимается равным 8, для проживающих в сельской местности – 4.

Более точно суточный коэффициент защищенности  $C_{cym}$  определяется по формуле:

$$C_{cym} = \frac{24}{t_{om} + \frac{t_1}{K_1} + \frac{t_2}{K_2} + \dots + \frac{t_n}{K_n}},$$

где 24 – число часов в сутках;  $t_{om}$  – время пребывания на открытой местности, ч;  $t_1, t_2, \dots, t_n$  – время пребывания в течение суток в защитных сооружениях, в промышленных, административных, жилых зданиях, в транспорте и т.п., ч;  $K_1, K_2, \dots, K_n$  – коэффициенты ослабления дозы облучения в соответствующих условиях (табл. 2) [2, 3].

Например, если режим работы и отдыха включает: продолжительность работы в производственном здании (с коэффициентом ослабления 7) – 8 часов; время переезда в транспорте (с коэффициентом ослабления 2) – 1,5 часа; пребывание в жилом здании (с коэффициентом ослабления 30) – 11 часов; на открытой местности – 3,5 часа в сутки, то суточный коэффициент защищенности равен:

$$C_{cym} = \frac{24}{3,5 + \frac{8}{7} + \frac{11}{30} + \frac{1,5}{2}} = 4,2.$$

Приведенные формулы (1–4) используются для расчета данных, позволяющих построить графики спада МДИ, накапливаемых доз на открытой местности и ожидаемых доз облучения. Характер кривых представлен на графиках (рис. 2).

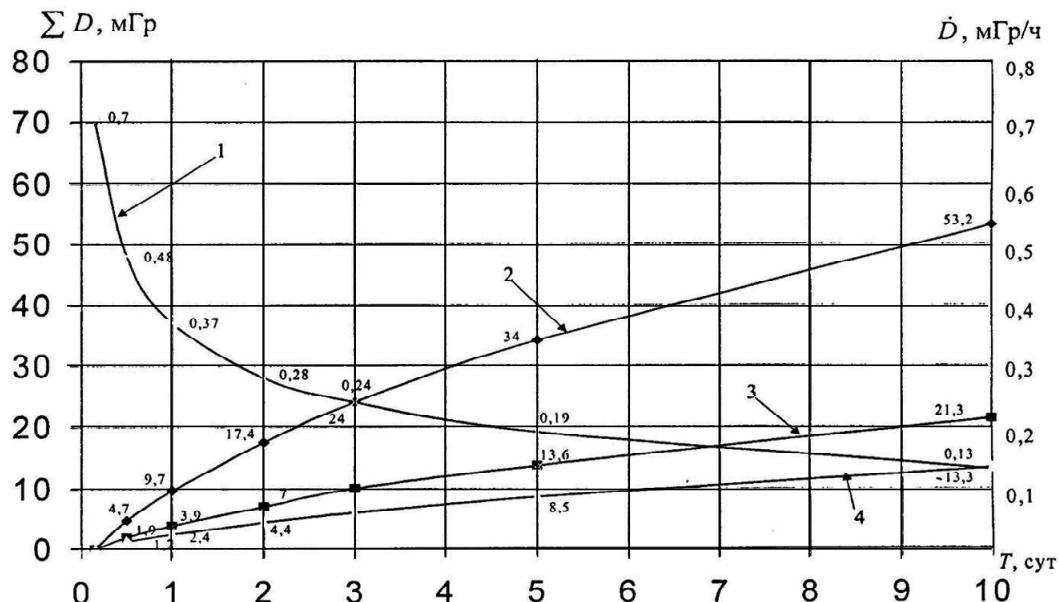


Рис. 2. Графики спада мощности дозы облучения и накапливаемых доз за первые десять суток после начала аварии

Таблица 2. Средние значения коэффициентов ослабления  $K_{осл}$  доз облучения

Условия пребывания	$K_{осл}$
<b>Транспортные средства</b>	
Автомобили, автобусы, троллейбусы, трамваи	2
Пассажирские вагоны	2,3
Тепловозы маневровые	2,5
Платформы, полувагоны	1,5
Бульдозеры, автокраны (кабины водителя)	4
<b>Защитные сооружения</b>	
Открытые окопы, траншеи, щели	3–4
Перекрытые щели	40–50
Противорадиационные укрытия	50–200
Убежища	1000 и более
<b>Производственные и административные здания</b>	
Одноэтажные	7
3-х этажные	6
<b>Жилые деревянные дома</b>	
Одноэтажные	2–3
Подвал	7
Двухэтажные	8
Подвал	12
<b>Жилые каменные дома</b>	
Одноэтажные	10
Подвал	40
Двухэтажные	15–20
Подвал	100
Трехэтажные	20
Подвал	400
Многоэтажные дома	70
<b>В среднем для населения:</b> городского/сельского	8/4

Построенные графики позволяют в комплексе без расчетов решить задачи оценки радиационной обстановки.

#### **Пример решения задач оценки радиационной обстановки путем построения и использования графиков**

По данным радиационной разведки, через 4 часа после запроектной аварии на атомном реакторе РБМК-1000 на объекте экономики произошло радиоактивное загрязнение местности. Мощность дозы излучения на это время составила 0,7 мГр/ч.

Определить на первые десять суток после аварии: спад мощности дозы излучения; возможное накопление доз облучения на открытой местности; требуемый коэффициент безопасной защищенности на каждые сутки при заданной (установленной) дозе облучения; ожидаемые дозы облучения производственного персонала для принятия решения о мерах защиты на период ранней стадии (режимы работы персонала предусматривают суточный коэффициент защищенности  $C_{сут}$ , равный 2,5 и 4,0); допустимую продолжительность производства работ в условиях радиоактивного загрязнения местности (допустимое время начала работ) при заданной дозе облучения  $D_{зад}$ .

Подготовка данных для построения графиков:

1. Определяем мощность дозы излучения на 1 час после аварии  $\dot{D}_1$ .

$$\dot{D}_t = \frac{\dot{D}_1}{K_t} = \frac{0,7}{0,7} = 1 \text{ мГр / ч},$$

где  $\dot{D}_t = 0,7$  мГр/ч (по условию задачи);  $K_t$  на 4 часа после аварии составляет 0,7 (табл. 1).

2. Делим десятисуточный период на пять интервалов времени  $i$  с момента начала загрязнения объекта экономики:  $i_1=4-12$  ч;  $i_2=12-24$  ч;  $i_3=1-2$  сут.;  $i_4=2-5$  сут.;  $i_5=5-10$  сут.

3. Определяем мощность дозы излучения в начале и конце каждого интервала:

$$\dot{D}_t = \dot{D}_1 \cdot K_t,$$

где  $\dot{D}_t$  – мощность дозы излучения на любой момент времени  $t$  (с момента аварии);

$$\dot{D}_{12} = 0,7 \cdot 0,48 = 0,48 \text{ мГр / ч};$$

$$\dot{D}_{24} = 1 \cdot 0,37 = 0,37 \text{ мГр / ч} \text{ и т.д.}$$

4. Определяем среднюю мощность дозы в каждом  $i$ -м интервале времени по формуле (2):

$$\dot{D}_{cp1} = \frac{0,7 + 0,48}{2} = 0,59 \text{ мГр / ч};$$

$$\dot{D}_{cp2} = \frac{0,48 + 0,37}{2} = 0,42 \text{ мГр / ч} \text{ и т.д.}$$

5. Определяем дозу облучения на открытой местности в каждом  $i$ -м интервале  $D^{om}_i$ :

$$D^{om}_i = D_{cp1} \cdot t_i,$$

где  $t_i$  – продолжительность каждого  $i$ -го интервала времени ( $t_{i1}=8$ ,  $t_{i2}=12$  и т.д.):

$$D^{om}_{i=1} = 0,59 \cdot 8 = 4,7 \text{ мГр / ч};$$

$$D^{om}_{i=2} = 0,42 \cdot 12 = 5 \text{ мГр / ч}$$

6. Определяем накапливаемые дозы на открытой местности в конце каждого интервала  $\sum_{i=1}^n D^{om}_i$ :

$$\sum_{i=1}^2 D^{om}_{i=1} = 4,7 \text{ мГр}, \sum_{i=1}^2 D^{om}_{i=2} = 4,7 + 5 = 9,7 \text{ мГр} \text{ и т.д.}$$

7. Определяем ожидаемые (накапливаемые) дозы по формуле (4):

Например, при  $C_{cyc}=2,5$  за первый интервал (от 4 до 12 ч) ожидаемая доза составит  $D^{ож}_{i=1} = \frac{4,7}{2,5} = 1,9 \text{ мГр}$ , а за первые два интервала времени (от 4 до 24 ч)

$\sum_{i=1}^2 D_{ож}^{i=2} = \frac{9,7}{2,5} = 3,9 \text{ мГр}$ . Аналогично при  $C_{сут}=4$  – за первый интервал ожидаемая доза составит  $D_{ож}^{i=1} = \frac{4,7}{4} = 12 \text{ мГр}$  и за первые два интервала  $\sum_{i=1}^2 D_{ож}^{i=2} = \frac{9,7}{4} = 2,4 \text{ мГр}$  и т.д.

Результаты расчетов сводим в табл. 3.

Используя данные табл. 3, строим графики спада мощности дозы излучения (ось ординат справа), накапливаемых доз облучения на открытой местности и ожидаемых доз облучения (ось ординат слева): 1 – кривая спада мощности дозы излучения; 2 – кривая накапливаемых доз облучения на открытой местности; 3 – кривая ожидаемых доз облучения при  $C_{сут}=2,5$ ; 4 – кривая ожидаемых доз облучения при  $C_{сут}=4,0$ .

**Таблица 3. Расчетные данные для построения графиков спада мощности дозы излучения, накапливаемых доз на открытой местности и ожидаемых доз облучения**

Интервалы времени, ч	Мощность дозы, мГр/ч			Доза, мГр/ч			
	в начале интервала	в конце интервала	средняя в интервале	на открытой местности в интервале	накапливаемая на открытой местности	ожидаемая при $C_{сут}=2,5$	ожидаемая при $C_{сут}=4,0$
1	2	3	4	5	6	7	8
4...12 ч=8 ч	0,7	0,48	0,59	4,7	4,7	1,9	1,2
12...24 ч=12 ч	0,48	0,37	0,42	5	9,7	3,9	2,4
1...2 сут=24 ч	0,37	0,28	0,32	7,7	17,4	7	4,4
2...5 сут=72 ч	0,28	0,19	0,23	16,6	34	13,6	8,5
5..10 сут=120 ч	0,19	0,13	0,16	19,2	53,2	21,3	13,3

Решение задач с использованием графиков (рис. 2).

1. По кривой 1 графика определяем мощность дозы излучения в конце любых суток. Например, мощность дозы излучения в конце третьих суток составляет 0,24 мГр/ч, пятых суток – 0,19 мГр/ч и десятых суток – 0,13 мГр/ч.

2. По кривой 2 графика определяем накапливаемые дозы облучения на открытой местности на любое время после аварии. Например, на третьи, пятые и десятые сутки после аварии накапливаемые дозы на открытой местности соответственно составляют 24, 34 и 53,2 мГр/ч.

3. С помощью кривой 2 графика определяем коэффициент безопасной защищенности  $C_{бз}$ , который показывает, во сколько раз должна быть уменьшена накапливаемая доза на открытой местности, чтобы она не превысила установленную дозу  $D_y$ . Например, при установленной дозе облучения, равной 3 мГр, на третьи сутки после аварии коэффициент безопасной защищенности  $C_{бз}$  составит:

$$C_{бз} = \frac{D_{ож}^{3сут}}{D_y} = \frac{24 - 17,4}{3} = 2,2.$$

Значения 24 и 17,4 мГр/ч – накопленные дозы на открытой местности соответственно за трое и двое суток (кривая 2 графика).

4. По кривым 3 и 4 определяем ожидаемую дозу облучения для производственного персонала с суточным коэффициентом защищенности соответственно 2,5 и 4,0. Ожидаемые дозы облучения за первые десять суток составляют соответственно 21,3 и 13,3 мГр.

5. С помощью кривых 3 и 4 графика определяем допустимую продолжительность работ в условиях радиоактивного загрязнения объекта экономики или возможное время начала работ при установленной дозе облучения. Например, для персонала, работающего в режиме с суточным коэффициентом защищенности равным 4, установлена предельная доза облучения  $D_y=8,5$  мГр. По кривой 4 определяем, что персонал сможет работать при данных условиях только первые пять суток с момента аварии. При установленной дозе  $D_y=8,5$  мГр персонал сможет работать 8 суток, если приступит к работе не в первые сутки, а начиная несколько позже вторых суток с момента начала аварии. По кривой  $D^{ож}=13,3-8,5=4,8$  мГр соответствует времени, прошедшему с момента начала аварии, равному 2,2 сут.

Подготовка данных для построения графиков  $\dot{D}_t = f(t)u \sum D = f(t)$  намного упрощается при применении компьютерных программ. Блок-схема алгоритма расчетов для составления таких программ представлена на рис. 3.

В начальный период радиационной аварии одной из важнейших задач оценки радиационной обстановки является определение первоочередных мер защиты людей. Такое определение производится на основе сравнения рассчитанных ожидаемых доз облучения за первые 10 суток после аварии на РОО  $D^{ож}_{10сут}$  с критериями, представленными в табл. 4, а решение о выборе мер защиты принимается с учетом примечаний к данной таблице [4].

**Таблица 4. Критерии для принятия неотложных решений (выбора мер защиты людей) в начальном периоде радиационной аварии**

Меры защиты	Ожидаемая (предотвращаемая) доза за первые 10 суток, $D^{ож}_{10сут}$ (на все тело), мГр	
	нижний уровень А	верхний уровень Б
Оповещение об аварии и угрозе радиоактивного загрязнения	При любых значениях дозы	
Укрытие людей	5	50
Экстренная йодная профилактика: в первые сутки	При любых дозах	
	в последующие сутки: взрослые дети	250* 100*
Использование средств индивидуальной защиты	5	50
Эвакуация	50	500
Введение меры защиты от рецивидирующих расpirаторных заболеваний	При превышении $D^{ож}$ установленной дозы	
Дозиметрический контроль	При любых значениях дозы	
Дезактивация территорий, сооружений, машин	При превышении допустимых уровней загрязнения поверхностей	

\* Только для щитовидной железы (устанавливают медики)

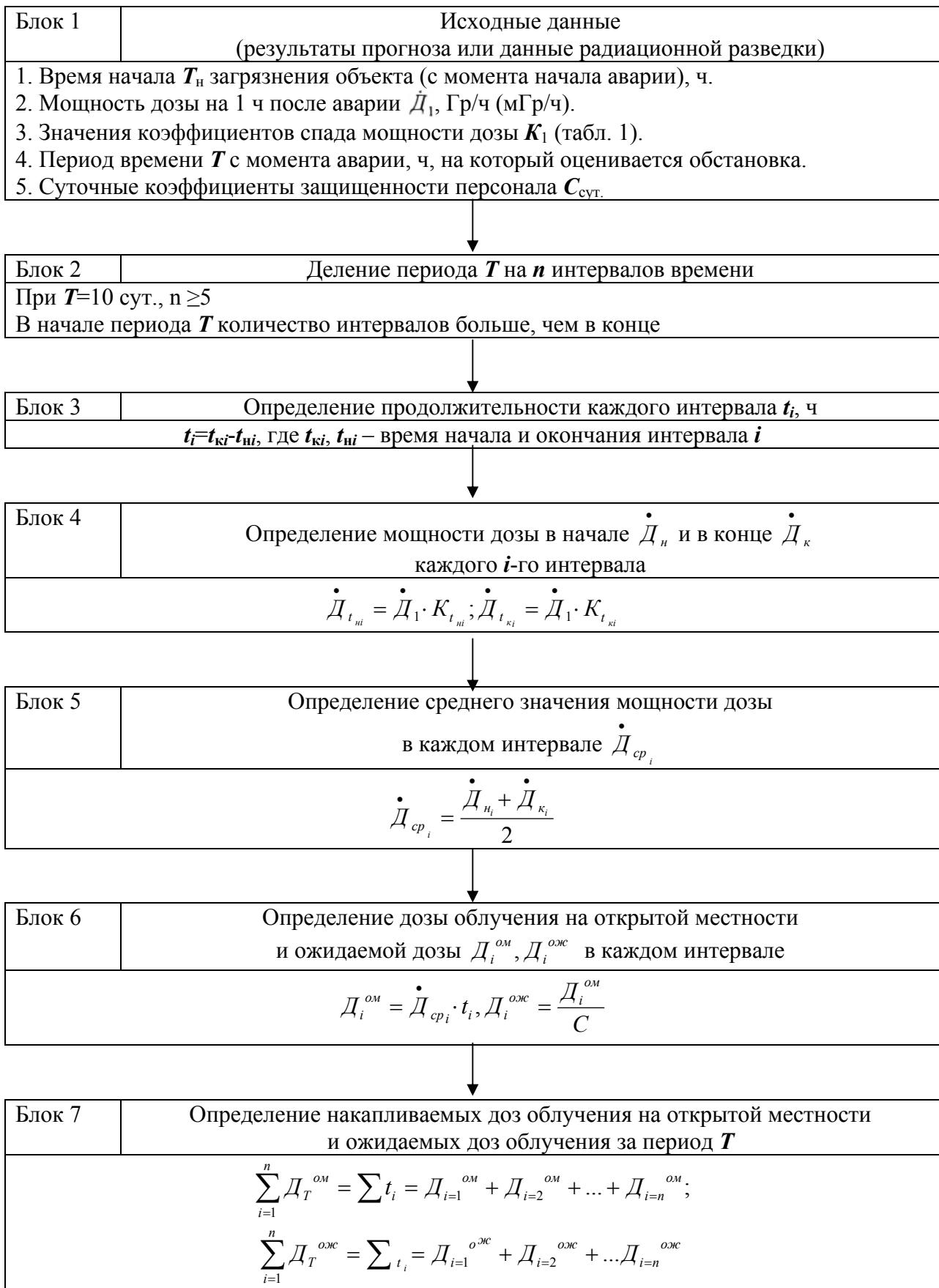


Рис. 3. Блок-схема алгоритма расчетов для построения графиков

$$\dot{D} = f(t), \sum D^{om} = f(t)u \sum D^{ож} = f(t)$$

Примечания к табл. 4:

1. Если ожидаемая доза за 10 суток  $D_{10\text{сум}}^{\text{ож}}$  не превосходит нижний уровень А, то нет необходимости в выполнении мер защиты, связанных с нарушением нормального функционирования объекта экономики и жизнедеятельности населения.
2. Если  $D_{10\text{сум}}^{\text{ож}}$  превосходит нижний уровень А, но не достигает уровня Б, решение о выполнении мер защиты принимается исходя из конкретной обстановки и местных условий.
3. Если  $D_{10\text{сум}}^{\text{ож}}$  достигает и превосходит уровень Б, необходимо обязательное выполнение мер защиты, даже если они связаны с нарушением нормального функционирования объекта и жизнедеятельности населения.
4. Срочное обязательное проведение мер защиты также производится, если прогнозируемая ожидаемая доза за двое суток равна или превысит дозу 1 Гр ( $D_{2\text{сум}}^{\text{ож}} \geq 1\text{Гр}$ ).

### Литература

1. Аверьянов В.Т. Прогнозирование устойчивости функционирования объектов экономики при аварии с выбросом радиоактивных веществ // Природные и техногенные риски. 2012. № 4. С.10.
2. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: справочник / Г.П. Демиденко [и др.]. Киев, 1989. 287 с.
3. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций / С.А. Буланенков, С.И. Воронов, П.П. Губченко [и др.] / под ред. М.И. Фалеева. Калуга: ГУП «Облиздат», 2001. 480 с.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). М.: Минздрав России, 1999.

## СЦЕНАРИИ УПРАВЛЕНИЯ СИЛАМИ И СРЕДСТВАМИ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ МЧС РОССИИ НА ВНУТРЕННИХ АКВАТОРИЯХ

**В.П. Сугак, кандидат технических наук, доктор военных наук, профессор;  
А.С. Перевалов.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Показаны основные особенности планирования, оперативного управления и коррекции планов при управлении силами и средствами поисково-спасательных формирований МЧС России. Описаны сценарии проведения поисково-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций с маломерным судном.

*Ключевые слова:* планирование, оперативное управление, коррекция, сценарий

## SCENARIOS MANAGEMENT OF FORCES AND MEANS SEARCH AND RESCUE UNITS TO RUSSIA INTERNAL WATER AREAS

A.S. Perevalov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The basic features of planning, operational management and compensation plans for management of the forces and means of search and rescue teams EMERCOM of Russia. Describe scenarios of search and rescue operations during emergency response to the small boat.

*Key words:* planning, operational management, correction, scenario

Оказание помощи людям в чрезвычайных ситуациях (ЧС) природного и техногенного характера, ведение работы по смягчению последствий ЧС является целевой задачей (ЦЗ) поисково-спасательных формирований МЧС России (ПСФ) [1]. В состав ПСФ входят органы управления, поисково-спасательные отряды (ПСО) и подразделения обеспечения (ПСП). Проведение поисково-спасательных работ (ПСР) возлагается на ПСФ, ПСО, ПСП (в дальнейшем под ПСФ или «подразделением» будем понимать любое из этих подразделений, способное выполнять поисково-спасательные работы) [1, 2].

Для успешной ликвидации ЧС, своевременного спасения людей необходимо выполнение следующего условия:

$$T_l \leq T_p,$$

где  $T_l$  – время ликвидации ЧС;  $T_p$  – располагаемое время (варьируется в зависимости от вида ЧС на воде).

Время ликвидации ЧС складывается из следующих основных этапов:

- времени обнаружения ЧС –  $\tau_{об}$  (или  $\tau_1$ );
- времени получения информации о ЧС в ПСФ –  $\tau_2$ ;
- обработки информации и ее обновления в банке данных –  $\tau_3$ ;
- выработки вариантов управляющих решений по использованию сил и средств ПСФ в интересах ликвидации происшествия с маломерным судном –  $\tau_4$ ;
- принятия руководителем ликвидации ЧС (РЛ) решения, подготовленного на предыдущем этапе –  $\tau_5$ ;
- формирования команд и доведения распоряжений до сил и средств ПСФ исходя из утвержденного решения –  $\tau_6$ ;
- подготовки сил и средств ПСФ к выполнению целевой задачи (сбора и выезда по тревоге команды спасателей на соответствующем спасательном судне) –  $\tau_7$ ;
- следования команды спасателей к месту происшествия (МП) –  $\tau_8$ ;
- проведения поисково-спасательных работ (ПСР) на месте происшествия –  $\tau_9$ .

Для обеспечения эффективного решения ЦЗ, для сокращения времени следования подразделений ФПС к месту возникновения ЧС необходимо совершенствование управления силами и средствами ПСФ [3, 4]. К силам и средствам ПСФ (СиС) относятся спасатели, катера, лодки, судна на воздушной подушке, оборудование, средства спасения и проведение спасательных работ, автотранспорт.

Управление силами и средствами ПСФ – это воздействие на защищаемый объект, выбранное на основании информации о поведении системы и состоянии окружающей среды из множества допустимых действий для достижения поставленной цели. Задачи, решаемые при управлении, можно разделить на три класса: планирование, оперативное управление, коррекция.

## Планирование

Планирование заключается в распределении сил и средств поисково-спасательных формирований на защищаемой акватории по работам, выполняемым в интересах решения целевой задачи. Планирование является начальным этапом управления поисково-спасательными формированиями. При планировании осуществляется выбор целей системы, определяются средства и способы достижения цели с учетом достаточно стабильных факторов, требуемые силы и средства, их источники и способ распределения материально-технического обеспечения между подразделениями ПСФ. Целью планирования является составление планов проведения поисково-спасательных работ на достаточно большое количество видов происшествий на акватории. Длительность интервала планирования ограничивается наличием некоторого постоянства в организационной системе. Это постоянство – стабильность – может определяться, например, стабильностью параметров системы (заданное количество сил и средств ПСФ), постоянством законов изменения

параметров (вид происшествия не выходит за рамки запланированных), законов распределения случайных параметров (случайное сочетание видов происшествий и параметров окружающей среды). Составленный план определяет конечное состояние, в которое должна перейти система, и распределение сил и средств ПСФ, обеспечивающих этот переход.

Чтобы определить перспективные направления составления планов управления силами и средствами, позволяющие сократить время обнаружения и следования спасателей к месту происшествия, рассмотрим сценарии ликвидации ЧС с маломерными судами (рис. 1).

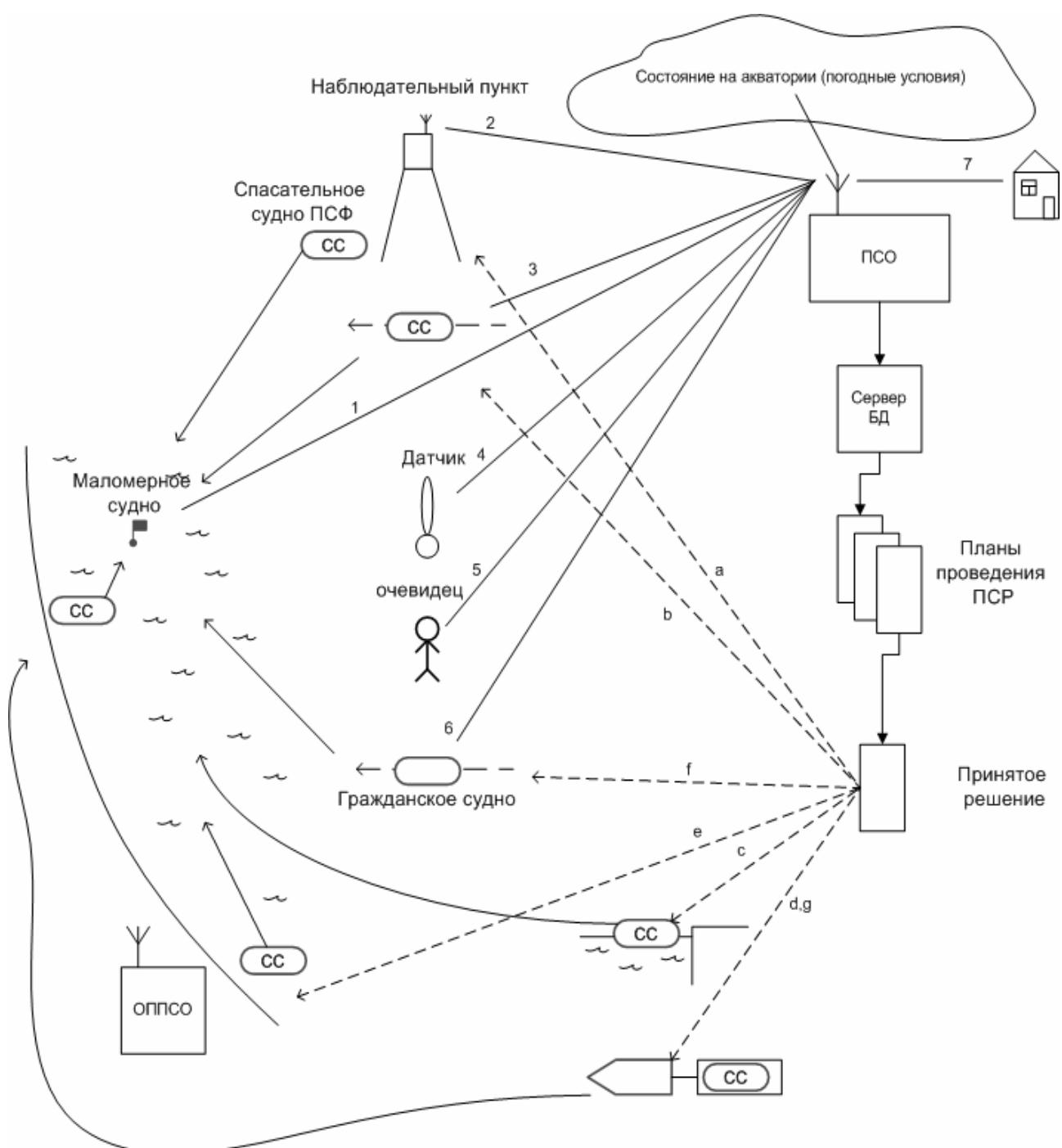


Рис. 1. Сценарии ликвидации происшествий с маломерными судами

В качестве объектов обнаружения выступают:

1. Само судно:
  - экипаж;
  - пассажиры;
  - автоматические аварийные устройства расположенные на судне.
2. Наблюдательный пункт (НП).
3. Патрульное спасательное судно.
4. Датчик наблюдения (видео, аудио, спутниковое и др.).
5. Очевидец происшествия.
6. Другое судно (гражданское, частное, ведомственное).
7. Родственники, знакомые.

В качестве управляемых объектов выступают:

- патрульное спасательное судно (ПСС);
- иные суда (гражданские, частные, ведомственные);
- спасательное судно (СС) наблюдательного пункта;
- спасательное судно от причала опорного пункта поисково-спасательного формирования (ОППСО);
- спасательное судно от причала поисково-спасательного отряда (ПСО);
- спасательное судно поисково-спасательного отряда, доставленное к месту происшествия на дежурном автомобиле (в прицепе), либо использование катера-амфибии;
- дежурный автомобиль ПСО.

Если характер и размеры ЧС с маломерным судном до момента прибытия к месту происшествия не определены (не известны), то первыми высылаются скоростные спасательные суда с возможностью проведения первоочередных ПСР (поиск, спасение утопающих, оказание доврачебной помощи, эвакуация), время прибытия которых к месту происшествия (МП) наименьшее. Выявление необходимого перечня ПСР для успешной ликвидации ЧС происходит в результате проведения разведки. Разведка представляет непрерывный процесс сбора информации о защищаемой акватории, объектах защиты. Проведение разведки делится на три этапа:

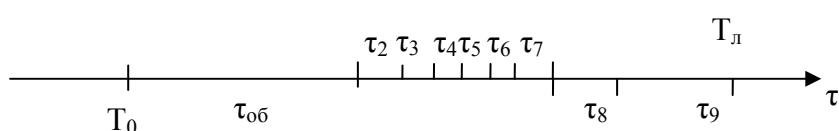
- до момента обнаружения происшествия (до момента сообщения о происшествии);
- до прибытия на место происшествия;
- на МП до ликвидации ЧС.

Рассмотрим основные сценарии ликвидации ЧС, зависящие от объекта обнаружения, вида и характера происшествия, управляемого объекта. Для этого введем следующие ограничения. Время выработки и принятия решения  $\tau_3, \tau_4, \tau_5, \tau_6 = const$ . Время следования к МП определяется как минимальное из имеющихся вариантов  $\tau_8=const$  (если не указано, каким судном производятся ПСР) либо определяется из складывающейся ситуации. Время проведения ПСР на МП  $\tau_9=const$  для любого варианта действий спасательных подразделений.

## 1. Сигнал поступил с маломерного судна, на котором произошло ЧС

### 1.1. От экипажа судна либо пассажиров

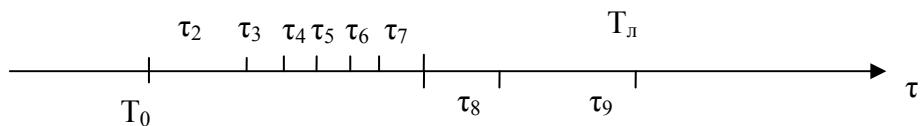
Как правило, сигнал о происшествии поступает не сразу после обнаружения, поскольку экипаж пытается самостоятельно ликвидировать возникшую ситуацию, теряются драгоценные минуты.



Информации о характере случившегося происшествия зачастую поступает достаточно, чтобы первоначальное решение было единствено-правильным. Решение (а–г) принимается исходя из вида ЧС, погодных условий и имеющихся спасательных судов (в зависимости от времени прибытия управляемого объекта к МП).

## 1.2. От автоматического аварийного устройства, расположенного на судне

После получения сигнала о происшествии определяется его местоположение, для этого аварийное устройство должно передавать местоположение судна. Инерционность данной системы сравнительно высока, поэтому  $\tau_{об} \rightarrow 0$ , однако информативность сигнала мала («произошло ЧС»). Решение (а–г) принимается исходя из погодных условий и имеющихся спасательных судов (в зависимости от времени прибытия управляемого объекта к МП).

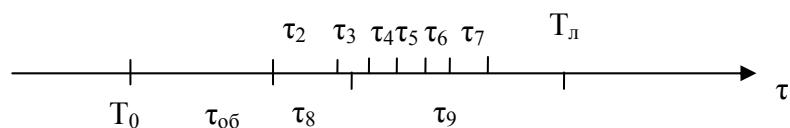


Информативность можно увеличить, если будет создана база данных, в которой каждому автоматическому аварийному устройству приписываются характеристики судна, на котором оно закреплено, если устройство способно передавать сигнал о разных видах ЧС (переворачивание, затопление и др.).

## 2. Происшествие обнаружено наблюдательным пунктом

### 2.1. На НП имеется СС для проведения первоочередных ПСР

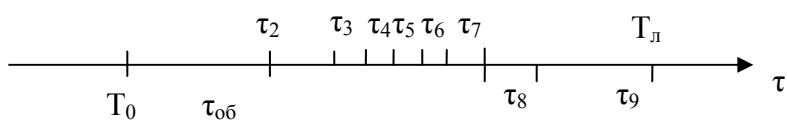
После обнаружения происшествия подается сигнал в ПСО, и готовится спасательное судно, имеющееся на наблюдательном пункте, к проведению первоочередных поисково-спасательных работ.



Особенность данного плана состоит в том, что выезд команды спасателей на соответствующем спасательном судне и начало проведения первоочередных ПСР начинаются сразу после обнаружения происшествия. Недостаток заключается в малом радиусе обслуживания, зависящем от высоты НП и характера береговой линии. СиС НП имеют возможность выполнить лишь первоочередные ПСР. Для проведения специальных работ (водолазные, буксировочные, связанные с ликвидацией разлива нефтепродуктов) необходимо уточнить их перечень при прибытии к месту происшествия и проведении третьего этапа разведки.

### 2.2. На НП не имеется СС для проведения ПСР

После обнаружения происшествия подается сигнал в ПСО. Решение принимается исходя из погодных условий, поступившей информации о виде и характере ЧС и имеющихся спасательных судов (в зависимости от времени прибытия управляемого объекта к утопающему).



### **3. Происшествие обнаружено патрульным спасательным судном**

После обнаружения происшествия патрульное отделение приступает к проведению первоочередных поисково-спасательных работ, подается сигнал в ПСО.

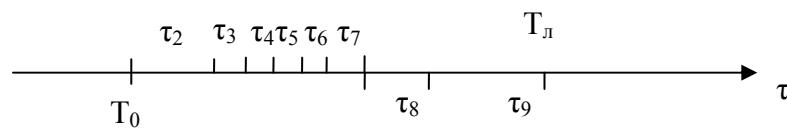
Особенность данного плана состоит в том, что начало проведения ПСР начинается сразу после обнаружения ЧС.



Если на патрульном спасательном судне нет возможности выполнить требуемые специальные ПСР для ликвидации ЧС, то при прибытии к месту происшествия и проведении третьего этапа разведки уточняется их перечень, и подается сигнал в ПСО.

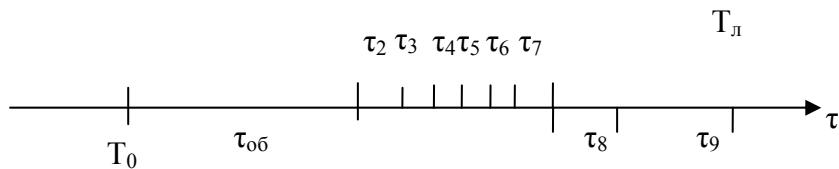
### **4. Происшествие зафиксировано датчиком наблюдения**

После получения сигнала о происшествии определяется его местоположение, для этого датчики должны быть адресными. Инерционность данной системы сравнительно высока, поэтому  $\tau_{06} \rightarrow 0$ , однако информативность сигнала мала («произошло ЧС»). Решение (а–г) принимается исходя из погодных условий и имеющихся спасательных судов (в зависимости от времени прибытия управляемого объекта к МП).



### **5. Происшествие обнаружено очевидцем**

Как правило, сигнал о происшествии поступает не сразу после обнаружения, поскольку очевидец пытается разобраться в ситуации, помочь, теряются секунды, минуты.

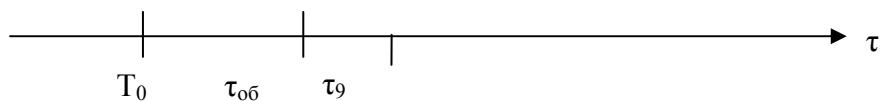


Информации о характере случившегося происшествия зачастую поступает достаточно, чтобы первоначальное решение было единствено-правильным. Решение (а–г) принимается исходя из погодных условий и имеющихся спасательных судов (в зависимости от времени прибытия управляемого объекта к МП).

### **6. Происшествие обнаружено другим судном (гражданское, частное, ведомственное)**

После обнаружения происшествия экипаж судна приступает к проведению первоочередных ПСР, сигнал в ПСО, как правило, передается либо после оказания помощи, либо, когда без помощи спасателей ликвидировать ЧС нет возможности, либо вообще не подается.

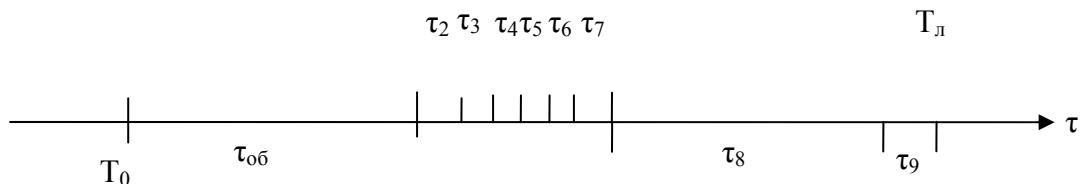
T<sub>ₗ</sub>



## 7. Сигнал поступил от родственников, знакомых

Как правило, сигнал поступает по прошествии достаточно большого временного интервала после происшествия, звонят, когда экипаж судна не вернулся к заранее оговоренному времени.

РЛ принимает решение о поиске пропавшего судна. Используются в основном скоростные СС, не обязательно имеющие возможность проведения специальных ПСР, вертолеты. Определяется район и маршрут поиска. Подается запрос в сторонние организации, судам которые могли быть в зоне поиска и видеть пропавшее судно.



Рассмотрение сценариев ликвидации ЧС с маломерным судном позволяет отметить особенности планирования при управлении силами и средствами ПСО. Большую роль играет своевременное поступление информации о случившемся происшествии. Так для вариантов 1.2 и 4 время обнаружения минимально, что связано с мониторингом защищаемой акватории автоматическими датчиками. Сократить время обнаружения происшествия также возможно благодаря развитой системе патрулирования и охвата акватории наблюдательными пунктами 2, 3. Стоит отметить, что своевременное обнаружение является лишь частью достижения целевой задачи. Своевременная ликвидация ЧС также определяется оперативностью прибытия спасателей на место происшествия, что характерно для сценариев 2.1, 3. Сценарии 5, 6 и 7 не рассматриваются, поскольку время обнаружения ЧС не зависит от деятельности ПСО, а зависит от третьих лиц. Таким образом, для обеспечения эффективного решения ЦЗ, для сокращения времени ликвидации происшествия на воде необходимо решить задачу о доставке спасателей к месту происшествия. Решение указанной задачи состоит из трех этапов: разбиение региона на компактные зоны обслуживания, нахождение маршрута передвижения спасательных катеров, определение плана проведения поисково-спасательных работ.

### Оперативное управление

Оперативное управление состоит в обеспечении функционирования системы в соответствии с намеченным планом и условиями, определяющими порядок взаимоотношения между элементами системы. Оно заключается в периодическом или непрерывном сравнении поведения системы с требуемым и соответствующем изменении его с помощью управляющих воздействий.

Целью оперативного управления является реализация во времени составленного плана, поэтому оно всегда должно рассматриваться как функция времени. Отсюда вытекает такая особенность оперативного управления, как осуществление его в темпе, соответствующем динамике поведения системы и изменения состояния окружающей среды. Это накладывает некоторые ограничения на процессы оперативного управления, что необходимо учитывать при выборе способов определения наилучшего в том или ином смысле оперативного управления. Оперативное управление осуществляется за счет использования заранее выделенных резервных ресурсов.

Чтобы определить направления оперативного управления, позволяющие поддерживать выполнение намеченных планов проведения ПСР, составленных на этапе планирования, рассмотрим сценарии выхода из строя сил и средств поисково-спасательных формирований (рис. 2, 3).

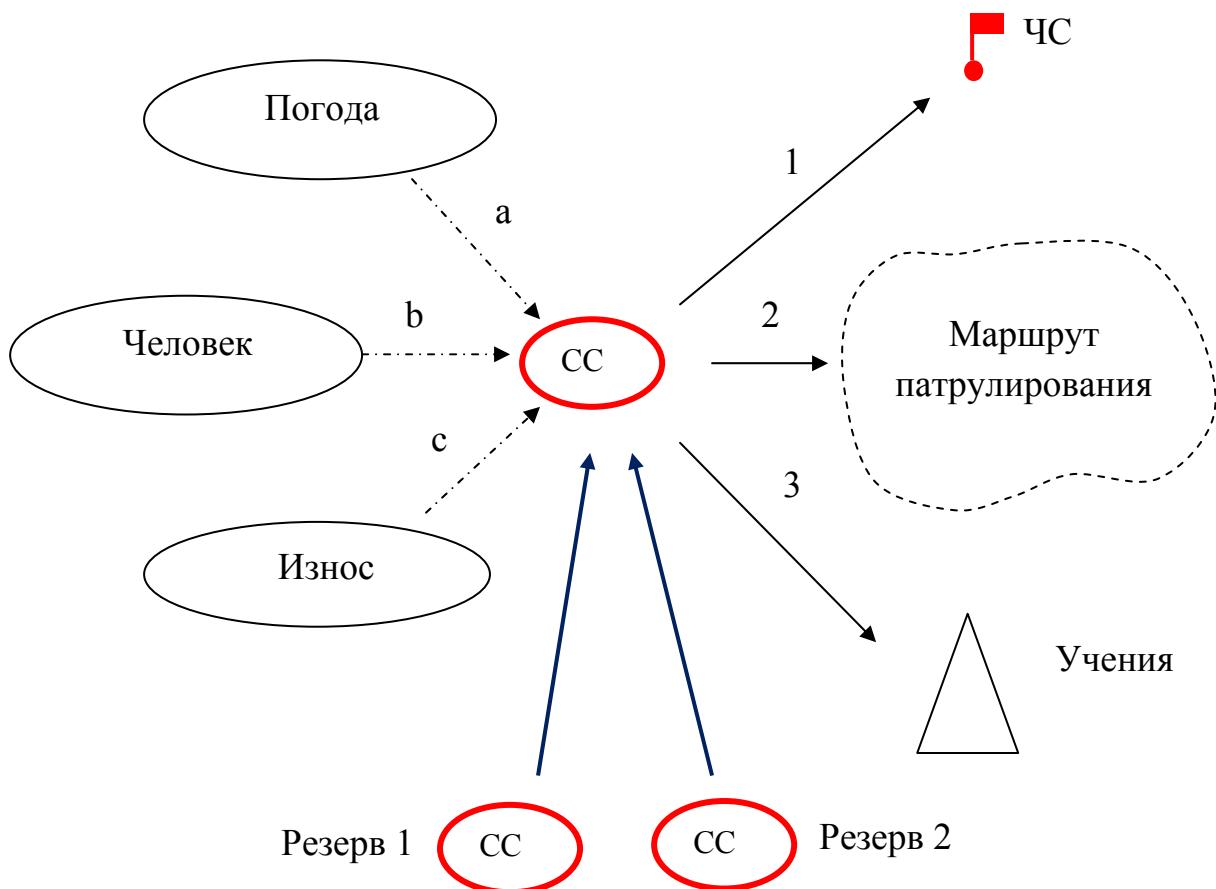


Рис. 2. Сценарий ввода резервных спасательных судов

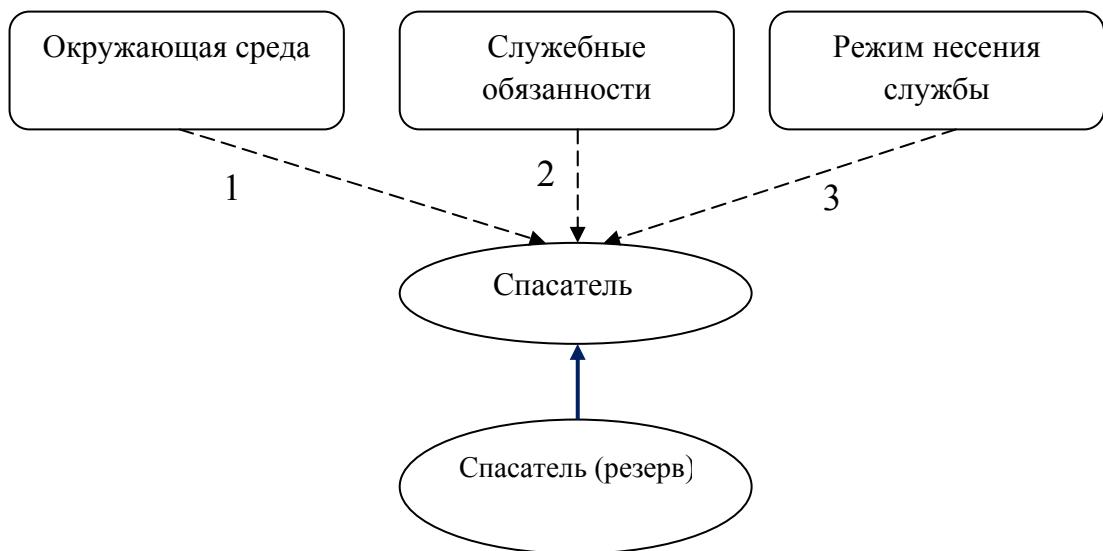


Рис. 3. Сценарий ввода резерва спасателей

К возмущающим воздействиям будем относить погодный (а) и человеческий (б) факторы, в результате деятельности которых выполнение составленного плана не представляется возможным. Силы и средства ПСФ, включающие в себя катера, лодки, инструмент и оборудование для проведения поисково-спасательных работ, можно рассматривать как объекты, имеющие ограниченный ресурс жизнедеятельности (с). Этот ресурс расходуется в процессе выполнения ПСР для достижения ЦЗ (1), в процессе проведения подготовительных мероприятий к успешной ликвидации ЧС (2), в процессе отработки нормативов, учений (3). Вышедшее из строя спасательное судно возможно заменить из резерва 1 или 2. В резерве 1, так называемом «холодном», находятся «законсервированные» СС. Их ввод в боевой расчет предполагает проведение продолжительных процедур расконсервации (техническое обслуживание). В резерве 2 – «горячем», находятся СС, расположенные у причала ПСО, не участвующие в выполнении составленных планов, но готовые к выполнению поставленных задач.

В процессе профессиональной деятельности, при выполнении поисково-спасательных работ, спасатели подвержены заболеваемости, травматизму, инвалидности и гибели как в повседневной деятельности (1), так и при выполнении служебных обязанностей на рабочем месте (2). Неукомплектованность дежурной смены, переход на повышенный режим несения службы (3) нарушает слаженность действий личного состава ПСФ, снижает возможность проведения ПСР. Поскольку к непосредственным участникам проведения поисково-спасательных работ относятся РЛ, капитан СС, спасатель, то именно для них необходимо составить резерв личного состава относительно выполняемых служебных обязанностей, либо повышать квалификацию имеющегося персонала.

Поскольку ввод резерва предполагает затраты определенного количества времени на замену вышедшей из строя единицы СиС без изменения оперативности проведения ПСР, то данный процесс должен проводится непосредственно до начала выполнения составленного плана.

Таким образом, оперативное управление должно осуществляться на первом этапе разведки, а резерв, включать в себя технику и оборудование, а также личный состав ПСФ по функциональным обязанностям.

## **Коррекция**

Коррекция заключается в реализации плана за счет перераспределения сил и средств. В процессе выполнения целевой задачи поисково-спасательным формированием согласно разработанному оперативному плану может возникнуть ситуация, когда либо накопившиеся возмущения велики, либо возникает непредвиденное развитие ЧС, что имеющиеся возможности обеспечения устойчивости плана становятся недостаточными для компенсации указанных возмущений, для достижения ЦЗ. В этом случае необходимо осуществлять коррекцию оперативного плана (перепланирование) с целью перераспределения имеющихся сил и средств ПСФ, для чего ставится соответствующая задача перепланирования.

Выявленные особенности планирования, оперативного управления и коррекции позволяют отметить направления совершенствования системы управления силами и средствами поисково-спасательных формирований, сформулировать задачи оптимизации для сокращения времени ликвидации ЧС, достижения ЦЗ.

## **Литература**

1. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // СЗ РФ. 1995. № 35. Ст. 3503.
2. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федер. закон Рос. Федерации от 21 дек. 1994 г. № 68-ФЗ // СЗ РФ. 1994. № 35. Ст. 3648.

3. Перевалов А.С., Попов В.В., Сугак В.П. Обоснование направлений обеспечения безопасности при чрезвычайной ситуации на акватории внутренних водоемов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2011. № 4(20). С. 66–73.

4. О приоритетных направлениях деятельности структурных подразделений центрального аппарата МЧС России на 2011 г.: Приказ МЧС России от 28 февр. 2011 г. № 79.

---

---

---

---

# **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

---

---

## **МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ КОМПЛЕКСА СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ МОЩНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

**В.В. Какаев, кандидат технических наук, доцент;**

**С.В. Алуев;**

**Ю.А. Загрутдинов;**

**Р.Е. Трепков.**

**Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург**

Предложен научно-методический аппарат обоснования рационального комплекса методов и средств защиты распределенных энергетических и промышленных объектов от электромагнитных воздействий (ЭМВ) естественного и искусственного происхождения.

*Ключевые слова:* электромагнитные излучения, электроснабжение, средства защиты, энергетические и промышленные объекты

## **METHODS OF STUDY OF REMEDIES AGAINST THE DISTRIBUTION OF ENERGY AND INDUSTRIAL FACILITIES FROM POWERFUL ELECTROMAGNETIC INFLUENCES**

V.V. Kakaev; S.V. Aluev; J.A. Zagrudinov; R.E. Trepkov.

Military Space academy named after A.F. Mozhaisky, Saint-Petersburg

The consequences of faults and failures of large power and industrial plants are very costly and sometimes catastrophic. In the present work the scientific and methodological apparatus of rational justification of methods and means of protection of distributed energy and industrial facilities against electromagnetic effects of natural and artificial origin.

*Key words:* electromagnetic radiation, electric power supply, protection, power and industrial objects

Важнейшим фактором, определяющим функциональную надежность аппаратуры энергетических и промышленных объектов (ЭиПО), является ее стойкость и защищенность от внешних ЭМВ, а также электромагнитная совместимость.

Повышение энерговооружённости технологических процессов, более высокие токи, напряжения и уровни мощности оборудования увеличивают потенциал электромагнитных помех, а интегрирование и взаимопроникновение силовых и информационных компонентов внутрь оборудования приближают источники помех к приборам и устройствам, которые

могут быть чувствительны к ним. Основными видами ЭМВ, характерными для ЭиПО являются:

- аварийные разности потенциалов между различными заземляющими устройствами, а также между различными точками одного заземляющего устройства;
- импульсные поля и помехи при коммутациях силового электрооборудования и работе мощных потребителей электроэнергии;
- постоянно действующие низкочастотные электрические и магнитные поля силовых электроустановок.

Кроме этих специфических видов ЭМВ значительную опасность представляют [1]:

- поля и потенциалы при грозовом разряде;
- высокочастотные поля различных радиопередатчиков;
- электростатический разряд.

Очевидно, что уровни помех в обычных зданиях значительно ниже, чем на энергоооруженных объектах [2], которые обладают собственным мощным радиофоном, могут располагаться на открытых участках местности и занимать значительную территорию. Воздействие мощных электромагнитных излучений на аппаратуру данных объектов приводит к нарушению функционирования отдельных устройств, аварийному срабатыванию коммутационной аппаратуры, выходу из строя автоматики в результате появления массовых сбоев и отказов в низко-потенциальных элементах, а также нарушению взаимодействия между элементами автоматизированной системы управления и, как следствие, к остановке технологического процесса.

Последствия сбоев и отказов для крупных ЭиПО являются весьма дорогостоящими, а подчас и катастрофическими.

Таким образом, задача разработки научно-методического аппарата обоснования рационального комплекса методов и средств защиты распределенных энергетических и промышленных объектов от ЭМВ естественного и искусственного происхождения является актуальной.

Решение поставленной научной задачи подразделяется на задачу анализа, заключающуюся в оценке эффективности применения методов и средств защиты в технологической системе ЭиПО, и задачу синтеза, реализующую процедуру выбора средств защиты с учетом выбранного критерия.

В качестве обобщенного показателя защищенности объекта использовался коэффициент сохранения эффективности функционирования ЭиПО [3]:

$$K_{C\mathcal{E}}^C(0,t) = \frac{N_p^C(0,t)}{N_0^C(0,t)},$$

где  $N_0^C(0,t)$  и  $N_p^C(0,t)$  – количество технологических задач, соответственно отработанных технологической системой и заявок на выполнение задач на отрезке  $(0,t)$ .

Частным показателем, характеризующим применение методов и средств защиты в элементах системы (узлах), являлся коэффициент сохранения эффективности узла, определяемый как:

$$K_{C\mathcal{E}}^i(0,t) = \frac{n_0^i(0,t)}{n_n^i(0,t)},$$

где  $n_0^i(0,t)$ ,  $n_n^i(0,t)$  – количество задач, обработанных  $i$ -м узлом на отрезке  $(0,t)$  и поступивших на этом отрезке времени соответственно.

В формализованном виде условие задачи состоит в следующем. Дано множество  $N$  – элементов системы  $N = \{n_1, n_2, \dots, n_i \dots n_k\}$ ,  $i = \overline{1, K}$  и множество  $M$  – методов и средств защиты  $M = \{m_1, m_2, \dots, m_j \dots m_k\}$ ,  $j = \overline{1, e}$ . Заданы затраты на разработку  $j$ -го метода или средства –  $C_j$ . Каждый из этих методов и средств может быть применен в любом узле системы, при этом получим прирост значения показателя эффективности за счет  $j$ -го метода:

$$\Delta K_j^C = f(\Delta K_{ij}(\pi, X)), i = \overline{1, K}, j = \overline{1, e},$$

где  $\Delta K_{ij}$  – прирост значения показателей эффективности  $i$ -го узла за счет применения  $j$ -го метода;  $\pi$  – множество факторов, влияющих на показатель эффективности;  $X = \{x_{ij}\}$  – матрица двоичных переменных, в которой

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-й метод применяется в } i\text{-м узле ЛВС;} \\ 0, & \text{если не применяется.} \end{cases}$$

С учетом этих исходных предпосылок задача выбора сводится к определению такой матрицы  $X^*$ , что:

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^e C_j X_{ij}^* \longrightarrow \min,$$

при условии

$$K_{C\mathcal{E}}^i(\pi, X^*) \geq K_{C\mathcal{E}_{\text{зад}}}^i.$$

Для решения данной задачи разработана методика обоснования комплекса средств защиты распределенных ЭиПО от мощных ЭМВ. Данная методика состоит из нескольких взаимосвязанных этапов, использующих формальные приемы, суть которых сводится к следующему.

На первом этапе при заданных параметрах структуры ЭиПО и его элементов, оценивается начальный уровень эффективности функционирования технологических систем (ТС) в условиях ЭМВ (без применения дополнительных методов и средств электромагнитной защиты). Далее, на основе расчетно-экспериментальной оценки [4] определяются количественные значения выбранных показателей эффективности  $K_{C\mathcal{E}}^C$ ,  $K_{C\mathcal{E}}^i$  до и после ЭМВ, и тем самым оценивается уровень защищенности ЭиПО.

На втором этапе на основе полученных оценок  $K_{C\mathcal{E}}^C$ ,  $K_{C\mathcal{E}}^i$ , решается задача нахождения наиболее чувствительных к воздействию мощного электромагнитного излучения (МЭМИ) элементов технологических систем (ЧЭС), в ходе которой определяются элементы, снижающие значения показателя эффективности их функционирования ( $K_{C\mathcal{E}}^C$ ).

На третьем этапе формируется комплекс методов и средств  $M$  ( $m_1, m_2, \dots, m_i \dots m_k$ ), позволяющих повысить эффективность функционирования ЧЭС. Затем, путем повторения первого этапа оценивается эффективность функционирования сети с учетом применения различных вариантов методов и средств защиты в ЧЭС. Если применение методов и средств защиты обеспечит заданное значение показателя эффективности, то осуществляется переход к четвертому этапу. В противном случае повторяются первые два этапа.

На четвертом этапе среди вариантов применения методов и средств защиты от ЭМВ, обеспечивающих заданное значение показателя эффективности функционирования ЭиПО, выбирается вариант с минимальной стоимостью.

Последовательность реализации этапов разработанной методики показана в виде алгоритма на рисунке.

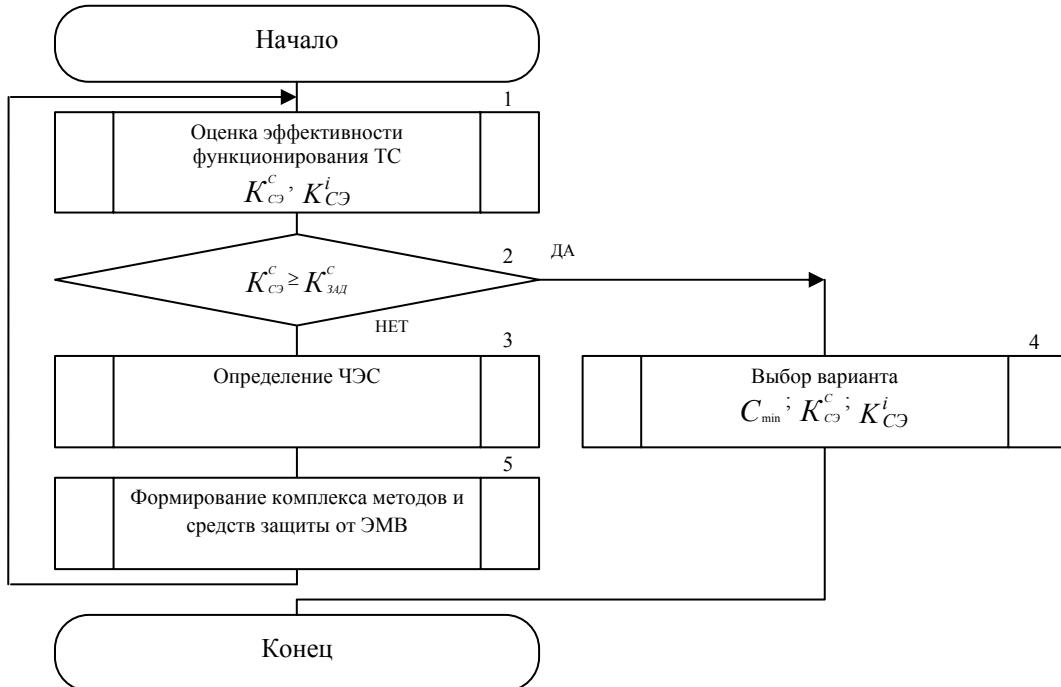


Рис. Последовательность этапов методики

Расчет суммарной стоимости методов и средств защиты от ЭМВ, применяемых на каждой из итераций, производится по формуле:

$$C_j = \sum_{\ell=1}^{N_j} \sum_{S=1}^M C_S X_{\ell S},$$

где  $N_j$  – количество ЧЭС сети в  $j$  операции;  $M$  – количество методов и средств обеспечения защищённости от воздействия МЭМИ;  $C_S$  – стоимость разработки  $S$ -го метода или средства;  $X_{\ell S}$  – матрица назначения, элементы которой отражают использование методов и средств в ЭиПО.

Суммарная стоимость выбранного комплекса:

$$C_{\sum} = C_1 + C_2 + C_3 \dots + C_n,$$

где  $C_j$  – стоимость разработки средств защиты, применяемых в ЛВС на  $j$  итерации.

Таким образом, разработанный методический аппарат позволяет определить рациональный вариант комплекса методов и средств защиты от ЭМВ. Применение данного методического аппарата на ранних стадиях проектирования позволяет сформулировать научно обоснованные требования к построению технологических систем ЭиПО по защищённости от мощных ЭМВ.

## **Литература**

1. Кравченко В.И., Болотов Е.А., Летунова Н.И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи / под ред. В.И. Кравченко. М.: Радио и связь, 1987. 256 с.
2. Какаев В.В. Защита систем электроснабжения от воздействия электромагнитных излучений естественного происхождения: сб. материалов межвузовской НТК «Военная электроника: опыт использования и проблемы, подготовка специалистов (к 100-летию РЭБ)». Воронеж: ВИРЭ, 2005. С. 43–46.
3. Любомудров А.А. Электромагнитные помехи и помехозащищённость РЭА. М.: Высш. акад. им. Ф.Э. Дзержинского, 1996. 207 с.
4. Разумов А.В., Какаев В.В. Теоретические и методологические основы защиты вычислительных средств от воздействия мощных электромагнитных излучений: монография. Пушкин: ПВИРЭ КВ, 2006. 165 с.

## **ФИЗИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЦЕССОВ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

**А.В. Широухов;**

**К.С. Иванов, кандидат технических наук, доцент.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены условия и физические принципы возникновения, распространения и прекращения горения растительности при лесных пожарах, определены основные модели и закономерности их развития, приведены зависимости, позволяющие определить энергетические, временные и другие характеристики рассматриваемых процессов.

*Ключевые слова:* лесные пожары, прогнозирование, возникновение и развитие лесных пожаров, моделирование лесных пожаров

## **PHYSICAL CONDITIONS OF THE PROCESSES OF FOREST FIRES**

A.V. Shirouhov; K.S. Ivanov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article describes the conditions and the physical principles of the introduction, spread and stop burning vegetation in forest fires, the basic model and the patterns of their development, the dependences for determining the energy, time, and other characteristics of the processes.

*Key words:* forest fires, weather, the emergence and development of forest fires, forest fire simulations

Для обоснованного прогнозирования, организации работ по профилактике и тушению лесных пожаров необходимо знать физическую сущность, закономерности и характеристики процессов горения, происходящих при их возникновении, распространении и прекращении. Основное влияние на особенности процессов, происходящих при лесных пожарах, оказывают вид, характеристики, особенности размещения лесной растительности, а также метеорологические факторы, в первую очередь такие, как температура, влажность воздуха, наличие атмосферных осадков, скорость ветра, интенсивность солнечной радиации и др.

Растительность лесных массивов весьма разнообразна: хвойные, лиственные деревья, кустарники, лесной подрост, древостой и т. д. Грунтовая поверхность лесов, как правило, покрыта деревьями, травой, упавшими сучьями, стволами деревьев, листьями и др. При этом растительность по лесному массиву размещается неравномерно. Между лесными участками

(ЛУ) с густой растительностью (деревьями, кустами) могут находиться промежутки, покрытые приземной растительностью.

Случайный характер факторов, влияющих на закономерности возникновения и развития лесных пожаров, приводит к необходимости их исследования на основе методов математической статистики.

Формы и размеры площадей ЛУ весьма разнообразны. Однако для проведения теоретических исследований процессов развития лесных пожаров целесообразно использовать универсальную геометрическую форму площади ЛУ. Анализ показывает, что в качестве такой формы может быть принят круг определенного радиуса, получаемый при скруглении внешних неровностей площади реальных ЛУ.

Радиус круга  $R$  является случайной величиной и может изменяться от нуля до максимального значения  $R_m$ , которое ориентировочно может быть определено в результате измерений размеров ЛУ лесного массива.

Случайная величина  $r$  представляет собой расстояние от какой-либо точки внутри круга радиуса  $R_m$  до центра. Расстояние  $r$  от произвольной точки внутри круга до его центра равно:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2},$$

где  $x, y$  – линейные прямоугольные координаты точки внутри круга радиуса  $R_m$ .

Анализ показывает, что случайные величины  $x, y$  можно считать распределенными по нормальному закону с математическим ожиданием, равным нулю, и средним квадратичным отклонением  $\sigma$ . При этом случайная точка с координатами  $x, y$  будет распределена по двумерному круговому нормальному закону со средним квадратичным отклонением  $\sigma$ :

$$f(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}.$$

Доказано, что в этом случае радиус  $r$  распределен по закону Рэлея с плотностью [1]:

$$f(r) = \frac{r}{\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}.$$

Математическое определение радиуса  $m_r$  равно:

$$m_r = \sigma \sqrt{\frac{\pi}{2}}.$$

Основываясь на принципе «практической достоверности» [1], с вероятностью 0,99 ориентировочно можно принять:

$$\sigma \approx \frac{1}{3} R_m.$$

При этом средний радиус площади ЛУ  $R_c$  будет равен:

$$R_c = m_r = R_m \frac{1}{3} \sqrt{\frac{\pi}{2}} \approx 0,42 R_m.$$

Растительность ЛУ (деревья, кусты, лесной подрост, трава) состоит из множества элементов (участки стволов, сучья, листья, стебли и т. д.) При этом в условиях лесных пожаров происходит сгорание множества элементов растительности (ЭР).

Для того чтобы произошло зажигание ЭР, (горючего материала) в течение определенного подготовительного периода, в результате достаточно мощного теплового воздействия, он должен быть прогрет до температуры зажигания горючей среды. Нагрев ЭР может осуществляться тепловым потоком, электромагнитным излучением, пламенем, разрядом молнии, электрическим разрядом и др. При этом время теплового воздействия, соотношение скоростей тепловыделения и теплоотвода должны быть такими, чтобы обеспечить повышение температуры горючей среды в очаге возникновения горения от начальной температуры  $T_H$  до температуры зажигания  $T_3$ . Зажигание и последующее горение ЭР происходит в слое парогазовоздушной смеси, образующейся при его нагреве непосредственно вблизи обогреваемой поверхности. Парогазовоздушная горючая смесь образуется в период прогрева материала ЭР при его подготовке к зажиганию. Этот отрезок времени принято называть «периодом прогрева». В этот период испаряется вода, материал ЭР подвергается термическому разложению, выделяются газообразные горючие продукты пиролиза, которые вместе с парами смешиваются с воздухом, образуя при этом горючую смесь. Основным окислителем при ее горении является кислород воздуха. Для осуществления этих процессов требуется время (период прогрева) и определенные затраты тепла.

Таким образом, для возникновения горения ЭР требуется выполнение следующих условий: образование при прогреве ЭР парогазовоздушной горючей смеси, достаточное энергетическое тепловое воздействие, активизирующее окислительные процессы, необходимые теплофизические условия, при которых скорость тепловыделения окажется больше скорости теплоотвода, и обеспечение повышения температуры горючей смеси до температуры зажигания.

При горении парогазовой смеси вблизи поверхности происходит прогрев последующих слоев материала ЭР, образование дополнительных порций горючей смеси и их зажигание. Процесс продолжается до полного выгорания материала ЭР. При горении ЭР образуются тепловые потоки, которые прогревают рядом расположенные ЭР и приводят к их зажиганию. Таким образом, загорается вся растительность ЛУ. Более подробно процессы зажигания и горения ЭР рассмотрены в работе [2].

При горении растительности ЛУ тепловой поток из зоны тепловыделения (горения) в окружающую среду может быть описан зависимостью [3]:

$$Q_1 = \psi \alpha_{\Gamma} F_1 (T_{\Gamma} - T_3),$$

где  $T_{\Gamma}$  – максимальная температура в зоне горения;  $T_3$  – температура зажигания горючей смеси;  $F_1$  – площадь поверхности, условно разделяющей зону тепловыделения (горения) и окружающую среду;  $\alpha_{\Gamma}$  – коэффициент теплоотдачи от поверхности горения  $F_1$  в окружающую среду за счет конвекции;  $\psi$  – коэффициент (критерий) неравномерности температурного поля:

$$\psi = \frac{n \lambda_{\Gamma}}{\alpha R_C + n \lambda_{\Gamma}},$$

где  $\lambda_{\Gamma}$  – коэффициент теплопроводности среды тепловыделения (в частности, горючей смеси);  $n_{\Gamma}$  – относительный температурный градиент в зоне горения [3]:

$$n_{\Gamma} = \frac{R_C grad T_{\Gamma}}{T_{\Gamma} - T_3},$$

где  $grad T_{\Gamma}$  – градиент температуры в зоне горения.

Величина  $F_1$  будет представлять собой площадь цилиндра с радиусом основания  $R_C$ . Удельный тепловой поток  $q_1$  из зоны тепловыделения будет равен:

$$q_1 = \frac{Q_1}{F_1}.$$

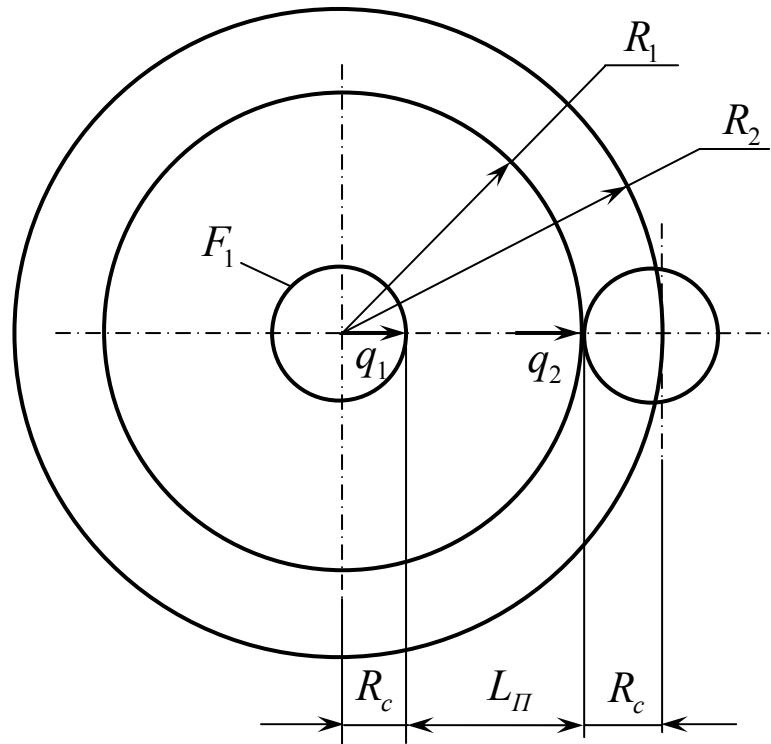


Рис.

Очевидно, что при увеличении радиуса основания цилиндра  $R_1$  на величину  $L_\Pi$  (рис.)  $R_1 = R_C + L_\Pi$ , удельный тепловой поток  $q_2$  будет уменьшаться в соответствии с зависимостью:

$$q_2 = q_1 \frac{R_C}{R_C + L_\Pi}. \quad (1)$$

С учетом зависимости (1) может быть определена максимальная ширина зоны прогрева  $L_{\Pi_{\max}}$ , при которой может произойти зажигание ЭР лесных участков, смежных с горячим ЛУ, исходящим из его зоны горения тепловым потоком  $q_1$ .

Опытным путем установлены минимальные критические значения удельных тепловых потоков  $q_{kp}$ , которые вызывают зажигание различных материалов [3]. При этом с учетом зависимости (1) при  $q_2 = q_{kp}$  может быть определена величина максимальной ширины зоны прогрева  $L_{\Pi_{\max}}$ :

$$L_{\Pi \max} = \frac{q_1 R_C}{q_{kp}} - R_C, \quad L_{\Pi \max} \geq 0.$$

В частности, для древесины при влажности 12%  $q_{kp} = 13,9 \text{ квт} \cdot \text{м}^{-2}$ ; для сена, соломы, травы при влажности 8%  $q_{kp} = 7,0 \text{ квт} \cdot \text{м}^{-2}$ .

При  $L_{\Pi \max} > 0$  между границами смежных ЛУ имеется определенное расстояние и разная растительность. Переход огня от одного участка к другому происходит за счет тепловых потоков от горящих ЛУ. При этом направление распространения огня во многом зависит от расположения ЛУ по отношению друг к другу. Огонь может распространяться в самых неожиданных направлениях. При этом возможны кольцевые охваты огнем значительных лесных территорий, что весьма опасно для людей, участвующих в тушении лесного пожара, животных и техники.

При  $L_{\Pi \max} = 0$  границы смежных ЛУ соприкасаются друг с другом, образуя сплошной лесной массив. В этом случае горение, как правило, распространяется от одного слоя растительности к другому обычно за счет прогрева и зажигания ЭР пламенным рядом расположенных горящих ЭР. Происходит линейное распространение горения. Фронт огня обычно представляет собой кривую линию.

По территории леса ЛУ располагаются случайным образом, а положение их центров определяется координатами  $x, y$ , представляющими собой систему двух случайных независимых величин  $(X, Y)$ .

В связи с тем, что в данном случае не рассматриваются какие-либо особые причины, приводящие к неравномерному группированию ЛУ, будем полагать, что центры ЛУ распределяются в круге радиусом  $R_2$  (рис.) с постоянной плотностью вероятности [1]:

$$f(x, y) = \frac{1}{\pi R_2^2}.$$

При этом:

$$R_2 = L_{\Pi \max} + 2R_C.$$

Все ЛУ, центры которых находятся в круге радиуса  $R_2$ , могут воспламеняться при выполнении рассмотренных ранее условий в результате действия теплового потока от горящего ЛУ, находящегося в центре круга. Максимальная ширина зоны прогрева определяется величиной  $L_{\Pi \max}$  (рис.). Однако при исследовании процессов зажигания растительности ЛУ целесообразно использовать статистическую оценку среднего значения (математического ожидания) ширины зоны прогрева  $L_{\Pi C}$ .

Математическое ожидание расстояний до центров ЛУ, находящихся в круге радиуса  $R_2$ , может быть определено на основе зависимости:

$$m_2 = \iint_{(k)} \varphi(x, y) f(x, y) d_x d_y,$$

где  $\varphi(x, y)$  – функциональная зависимость, определяющая расстояние  $r$  от центра круга радиуса  $R_2$  до центров ЛУ;  $k$  – область интегрирования (зависит от взаимного расположения центров по отношению к фронту распространения огня).

$$\text{Очевидно } r = \sqrt{x^2 + y^2}.$$

Тогда будем иметь:

$$m_2 = \frac{1}{\pi R_2^2} \iint_k \sqrt{x^2 + y^2} d_x d_y. \quad (2)$$

Для вычисления интеграла (2) воспользуемся методом подстановки и перехода к полярным координатам:

$$x = r \cos \varphi, \quad y = r \sin \varphi,$$

получим:

$$m_2 = \frac{1}{\pi R_2^2} \int_0^{\pi} \int_0^{R_2} \sqrt{r^2 \cos^2 \varphi + r^2 \sin^2 \varphi} |J| d\varphi dr,$$

где  $|J|$  – абсолютное значение Якобиана вида:

$$|J| = \begin{vmatrix} \frac{dx}{dr} ; \frac{dx}{d\varphi} \\ \frac{dy}{dr} ; \frac{dy}{d\varphi} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cos \varphi ; -r \sin \alpha \\ \sin \varphi ; r \cos \alpha \end{vmatrix} = r.$$

Тогда:

$$m_2 = \frac{1}{\pi R_2^2} \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{R_2} r^2 dr = \frac{1}{\pi R_2^2} 2\pi \cdot \frac{1}{3} R_2^3 = \frac{2}{3} R_2. \quad (3)$$

С учетом (3) будем иметь:

$$L_{nc} = \frac{2}{3} R_2 - 2R_c.$$

Тепловой поток  $q_2$  (рис.), действующий на растительность ЛУ для зажигания, должен обладать достаточной тепловой энергией и временем действия, чтобы при прогреве ЭР обеспечить выполнение следующих процессов: испарение жидкости, содержащейся в материале ЭР, выделение газообразных горючих продуктов пиролиза, прогрев образовавшейся парогазообразной смеси от начальной температуры и до температуры ее зажигания.

Затраты тепловой энергии на испарение жидкости и пиролиз материалов ЭР могут быть представлены в следующем виде:

$$\Delta q_{n\omega} = \Delta q_{\omega c} + \Delta q_n + \Delta q_k + \Delta q_u, \partial \omega c \cdot \kappa \varepsilon^{-1},$$

где  $\Delta q_{\omega c}$  – количество тепла, необходимое для нагревания жидкости, находящейся в ЭР, до кипения:

$$\Delta q_{\omega c} = C_{p\omega c} (T_k - T_n),$$

где  $C_{pж}$  – изобарная теплоемкость жидкости;  $T_k$  – температура кипения жидкости;  $T_n$  – температура окружающей среды;  $\Delta q_n$  – внутренняя теплота парообразования, которая затрачивается на увеличение потенциальной энергии шара:

$$\Delta q_n = C_{pn} (T_n - T_k),$$

где  $C_{pn}$  – изобарная теплоемкость сухого пара;  $T_n$  – температура пара;  $\Delta q_k$  – внешняя теплота парообразования, затрачиваемая на внешнюю работу пара:

$$\Delta q_k = AR(T_n - T_k),$$

где  $p$  – давление окружающей среды;  $R_n$  – газовая постоянная пара;  $A$  – тепловой эквивалент механической работы ( $A = \frac{1}{4,2} \text{ ккал} \cdot \text{кд} \cdot \text{ж}^{-1}$ );  $\Delta q_x$  – количество тепла, которое затрачивается на химические реакции в материале ЭР при нагреве.

Оценка количества тепла  $\Delta q_x$  производится обычно по величинам тепловых эффектов происходящих химических реакций, определяемым опытным путем.

Следует заметить, что внутренняя теплота парообразования  $\Delta q_n$ , как правило, в несколько раз больше внешней теплоты парообразования  $\Delta q_x$ , и поэтому в практических приближенных расчетах она может не учитываться.

Тепловой поток, обеспечивающий нагрев парогазовой горючей смеси от начальной температуры  $T_H$  до температуры зажигания  $T_3$ , может быть определен на основе зависимости:

$$q_n = U_n C_{pc} \rho_c (T_3 - T_H),$$

где  $U_n$  – объем горючей смеси, выделяемой на единице площади поверхности ЭР, в единицу времени  $m^3 \cdot m^{-2} \cdot c^{-1} = m \cdot c^{-1}$ ;  $C_{pc}$  – изобарная теплоемкость горючей смеси;  $\rho_c$  – плотность горючей смеси.

Затраты тепла  $\Delta q_n$ , затрачиваемые на парообразование жидкости ЭР, могут быть весьма значительны, что может приводить к увеличению времени нагрева и уменьшению температуры образующейся горючей смеси. При уменьшении температуры горючей смеси ниже температуры зажигания  $T_3$  будет прекращаться ее горение. К такому снижению температуры и прекращению горения могут приводить дожди и тушение водой очагов пожара. В частности установлено, что затраты тепла для парообразования одного килограмма воды при нормальном давлении и температуре кипения  $100^\circ C$  составляют 593 ккал или 2256 кдж.

Среднее время прогрева ЭР  $\tau_{nc}$  зависит от среднего расстояния между ЛУ  $L_{nc}$  (ширины зоны прогрева) и средней скорости распространения огня  $V_c$ :

$$\tau_{nc} = \frac{L_{nc}}{V_c}.$$

После возникновения начального очага горения за счет прогрева пламенем и тепловыми потоками будут зажигаться соседние ЭР. Время прогрева и зажигания всей растительности ЛУ может быть определено на основе зависимости:

$$\tau_3 = \frac{L_{nc} + 2R_c}{V_c}.$$

Тепловые потоки от горящего ЛУ могут привести к зажиганию ЭР смежных ЛУ, если они частично или полностью находятся в зоне прогрева (рис.). Среднее количество ЛУ, находящихся в зоне прогрева может быть определено зависимостью:

$$m_{nc} = S_{nc} \cdot U,$$

где  $U$  – средняя плотность ЛУ в лесном массиве:

$$U = \frac{m_\Sigma}{S_\Sigma},$$

где  $S_\Sigma$  – площадь лесного массива;  $m_\Sigma$  – количество ЛУ в лесном массиве.

$S_{nc}$  – средняя площадь зоны прогрева:

$$S_{nc} = \frac{1}{2}\pi \left[ (L_{nc} + 2R_c)^2 - R_c^2 \right]. \quad (4)$$

Зависимость (4) будет получена при условии распространения фронта огня на осевой линии круга радиуса  $R_2$ .

В случае если два горящих ЛУ находятся на небольшой расстоянии друг от друга (меньше  $2R_1$ ), их зоны прогрева могут пересекаться. При этом в зоне пересечения тепловые потоки двух и более ЛУ будут суммироваться.

От величины  $m_{nc}$  существенно зависит интенсивность развития пожара. При  $m_{nc} = 0$  горение на смежные ЛУ распространяться не будет. При  $m_{nc} > 1$  от одного ЛУ горение может распространяться на несколько ЛУ, находящихся в зоне прогрева.

При принятых условиях средняя площадь зоны горения ЛУ представляет собой окружность диаметром  $2R_c$ . Температура на границе зоны горения ЛУ должна быть не менее температуры зажигания материала ЭР (температура зажигания древесины может превышать  $250\ldots350^\circ C$ ). Максимальная температура в зоне горения  $T_\Gamma$ , как правило, наблюдается в средней ее области и определяется зависимостью [1]:

$$T_\Gamma = T_3 + \frac{2R_c}{V_c} V_\Gamma,$$

где  $V_\Gamma$  – средняя скорость повышения температуры в зоне горения от  $T_3$  до  $T_\Gamma$ .

$$V_\Gamma = \frac{\psi \alpha_\Gamma (T_\Gamma - T_3)}{C_{pc} \rho_c},$$

где  $\alpha_\Gamma$  – коэффициент теплоотдачи от граничной области зоны горения и продуктов горения.

Удельный тепловой поток из зоны горения ЛУ в окружающую среду может быть представлен законом Фурье и описан зависимостью [1]:

$$q_{\Gamma} = \lambda gradT \approx \lambda n \frac{T_{\Gamma} - T_3}{R_c},$$

где  $\lambda_{\Gamma}$  – коэффициент теплопроводности горючей среды.

Среднее время полного выгорания растительности ЛУ и вследствии этого прекращение пламенного горения будет равно:

$$\tau_{\Gamma} = \frac{2L_{nc}}{V_c} + \tau_B,$$

где  $\tau_B$  – среднее время полного выгорания растительности ЛУ после его зажигания.

По мере выгорания растительности ЛУ в результате уменьшения теплового потока в зоне горения, температура будет уменьшаться и становиться меньше температуры зажигания  $T_3$ . При этом горение растительности ЛУ будет прекращаться, и начнется процесс ее тления. Скорость тепловыделения станет меньше скорости теплоотвода и сгоревшая растительность ЛУ в зоне тления начнет охлаждаться от температуры  $T_3$  до температуры окружающей среды  $T_H$ . Экспериментальные исследования показывают, что этот процесс охлаждения может быть описан экспоненциальной зависимостью вида:

$$t = t_3 e^{-mr},$$

где  $t_3$  – начальная температура процесса охлаждения в  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t$  – текущая температура в  $^{\circ}\text{C}$ ;  $r$  – время,  $\text{с}$ ;  $m$  – темп охлаждения,  $\text{с}^{-1}$ .

Начальная температура  $t_3$  может быть принята, равной температуре зажигания, при которой прекращается горение:

$$t_3 = T_3 - 273^{\circ}\text{C}.$$

Темп охлаждения  $m$  зависит от большого количества факторов: характеристики, толщины и площади слоя сгоревшей растительности, атмосферных условий и др. В связи с этим коэффициент  $m$  обычно определяется экспериментально для различных условий протекания процесса охлаждения.

Время охлаждения сгоревшей растительности ЛУ до заданной температуры  $t$  может быть определено по зависимости:

$$\tau_T = \frac{1}{m} e_n \frac{t_3}{t}.$$

К лесным пожарам относятся пожары на торфяных болотах. Торфяные пожары являются разновидностью самораспространяющегося беспламенного горения – тления. От пламенного горения тление отличается сравнительно низкой температурой в зоне тления и малой скоростью распространения. Тление торфа на болотах, как правило, происходит на сравнительно большой глубине (до нескольких метров). Такие скрытно распространяющиеся пожары весьма опасны, так как они могут образовывать под поверхностью грунта пустоты, нагретые до высокой температуры (до  $350^{\circ}\text{C}$  и выше в зоне тления торфа), куда могут провалиться люди, животные, техника. Кроме того, торфяные пожары могут вызывать большие задымления окружающих территорий, городов, населенных пунктов. Выделяющиеся при тлении горючие продукты пиролиза при перемешивании с воздухом

могут образовывать взрывоопасные смеси, а при выходе процесса тления на поверхность грунта тление может перейти в стадию пламенного горения.

Средняя скорость распространения тления может быть определена на основе зависимости [1]:

$$V_{TC} = \frac{n\lambda_T \rho_T V_{TT}}{\psi \alpha_T (T_{TT} - T_{T3})},$$

где  $V_T$  – средняя скорость повышения температуры в зоне тления  $T_{T3}$  до  $T_{TT}$ ;  $T_{T3}$  – температура зажигания торфа;  $T_{TT}$  – температура в средней зоне тления торфа;  $\alpha_T$  – коэффициент теплоотдачи от зоны тления в окружающую среду;  $\lambda_T$  – коэффициент теплопроводности торфа;  $\rho_T$  – плотность торфа.

Скорость повышения температуры в зоне тления может быть описана выражением [1]:

$$V_{TT} = (100\varphi)^\nu \exp\left(-\frac{22000}{RT_{TT}}\right),$$

где  $\varphi$  – концентрация кислорода в окружающей атмосфере, в долях единицы;  $\nu$  – коэффициент,  $\nu = 0,94$ ;  $R_T$  – универсальная газовая постоянная.

Ширина зоны прогрева торфа перед зажиганием определяется зависимостью [1]:

$$L_{TT} = \frac{na}{V_{TC}},$$

где  $a_T$  – коэффициент температуропроводности торфа.

Ширина зоны тления торфа будет равна:

$$L_{T3} = \frac{2na(T_{TT} - T_{T3})}{V_{TC}(T_{T3} - T_H)}.$$

Таким образом, при лесных пожарах растительность различных районов лесных массивов может находиться в следующих состояниях: прогрева, горения, тления, полного прекращения горения. Зависимость, определяющая площадь района леса  $S_i$ , в котором растительность находится в каком-либо  $i$  состоянии, может быть представлена в виде:

$$S_i = \frac{m(t)_i}{U},$$

где  $m(t)_i$  – количество ЛУ в каком-либо районе леса, растительность в котором находится в  $i$  состоянии.

Количество ЛУ  $m(t)_i$ , растительность которых находится в произвольный момент времени  $t$  в  $i$  состоянии, может быть определена путем моделирования процессов, происходящих при лесных пожарах на основе метода динамики средних величин [3].

Плотности потоков событий, связанных с переходом растительности ЛУ из одного  $i$  состояния в другое  $j$  состояние, определяются зависимостями вида:

$$\mu(t)_{ij} = \frac{1}{\tau_{cij}},$$

где  $\tau_{cij}$  – среднее время перехода растительности ЛУ из  $i$  в  $j$  состояние.

Анализ условий возникновения, распространения и прекращения процессов горения при лесных пожарах, получение и приведение зависимости позволяют обоснованно подойти к определению исходных данных для моделирования лесных пожаров, исследованию закономерностей из развития, получить исходные данные, необходимые для планирования и проведения профилактических мероприятий, снижающих риски возникновения лесных пожаров, для организации работ при их тушении.

### **Литература**

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Высшая школа, 2007. 491 с.
2. Грачев Е.В., Иванов К.С. Математическое моделирование процессов лесных пожаров: методич. разработка. С.Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2009. С. 13.
3. Физические модели горения в системе пожарной безопасности / М.С. Киселев [и др.]. СПб.: Политехнический ун-т, 2009. 347 с.

## **УСТАНОВЛЕНИЕ ПРИЧИНЫ ПОЖАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ**

**Л.В. Медведева, доктор педагогических наук, профессор;  
Н.А. Южакова.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Обоснована возможность использования в пожарно-технической экспертизе стекла, прогретого в муфельной печи при различных температурах, в качестве объектов криминалистического исследования, с использованием сканирующей зондовой микроскопии.

*Ключевые слова:* стеклообразное вещество, прогрев стекла, пожарно-техническая экспертиза, сканирующая зондовая микроскопия

## **SETTING CAUSES OF FIRE USING SCANNING PROBE MICROSCOPY**

L.V. Medvedeva; N.A. Yuzhakova.  
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article explains possibility of using a fire-technical examination of glass, heated in a muffle furnace at different temperatures, as objects of criminalistic research using scanning probe microscopy.

*Key words:* glassy substance, warm glass, fire-technical expertise, scanning probe microscopy

Исследование и расследование пожаров – сфера деятельности весьма сложная и требующая применения различных методов исследования образцов, отобранных на месте пожара. Исследование причины и динамики развития пожара – это самостоятельная научно-исследовательская работа, так как каждый пожар имеет оригинальные только для него теплофизические и временные характеристики [1].

Статистические данные свидетельствуют о том, что в России ежегодно происходит около 200 тысяч пожаров, на которых гибнет около 15 тысяч людей, а также наносится колоссальный материальный ущерб. Тяжесть последствий пожаров очень высока. Большая

часть пожаров происходит в жилом секторе по причинам неосторожного обращения с огнём и нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования.

Согласно статистическим данным в современной России возросло число преступлений имущественного характера. Это связано, прежде всего, с явным улучшением общего благосостояния общества. Однако становится всё очевиднее социальное неравенство среди населения. Данный факт является основной причиной увеличения указанных преступлений, которые в основном совершаются для быстрого улучшения личного финансового благополучия преступника. Таким образом, самой социальной опасной причиной пожара является поджог.

Поджог является опасным преступлением, характеризующимся умышленным нанесением ущерба имуществу с использованием огня. При поджоге не только уничтожается государственное, общественное или личное имущество, но и создается реальная опасность для жизни и здоровья людей [2].

Для успешной борьбы с пожарами требуется всемерное совершенствование профилактической работы. Одним из важнейших её элементов является расследование этих происшествий. При квалифицированном и тщательном его проведении создаётся возможность выявить объективные причины пожара и виновных лиц. Требуется весьма высокая квалификация специалиста и точные методы исследования для успешной и плодотворной работы в области, связанной с расследованием пожаров.

В случаях установления причины пожара фундаментальное место занимает тактика специалиста по расследованию пожаров, а именно, осмотр места происшествия, сбор доказательств, пожарно-техническая экспертиза, что требует специальных знаний. Опыт развитых стран Запада показывает, что основной «пик» поджогов впереди. Через несколько лет задача установления факта поджога и его раскрытия может стать задачей номер один.

Развитие новых методов пожарно-технической экспертизы обусловлено заинтересованностью органов расследования в правильном определении очага и причины возникновения пожара.

Установление причины пожара проводят путём отработки отдельных экспертных версий. Причём круг этих версий специалист очерчивает исходя из обстоятельств пожара, а главное, исходя из обнаруженных в очаге материальных объектов и их состояния. Существует ряд объектов, которые исследуются специалистами различными методами в целях расследования пожаров. В частности, проводятся исследования искусственных каменных материалов методом термического анализа, методом ультразвуковой дефектоскопии; определяется температура и длительность нагрева металлоконструкций методом химического анализа окалины; определяется степень термического воздействия пожара на холоднодеформированные стальные изделия методом измерения коэрцитивной силы; исследуются пробы углей методом измерения электросопротивления; применяют полевые методы для обнаружения остатков легковоспламеняющейся и горючей жидкостей. Несмотря на разнообразие исследуемых материалов и применяемых анализов и методов, в качестве объектов исследования в пожарно-технической экспертизе не рассматриваются стеклянные материалы.

Криминалистическая экспертиза стекла решает специфические задачи, существенно отличающиеся от задач исследования стекла вообще. Если сущность изучения стеклообразного состояния и изделий из стекла заключается в установлении зависимости физико-химических свойств и структуры стекла от технологических параметров его производства и химического состава, то криминалистическая экспертиза стекла ставит своей целью распознание природы объекта (стекловидного вещества), установление принадлежности исследуемого объекта к материалу или изделию определенного рода или группы, идентификацию конкретного изделия, а также установление причины и механизма разрушения, условий эксплуатации изделия.

Изделия из стекла и их осколки являются распространенными элементами вещной обстановки исследуемых событий, поэтому стёкла могут выступать в качестве объектов

криминалистического исследования, в том числе и пожаров. Стёкла обладают совокупностью различных по своей природе свойств: внешним строением (морфологические особенности, форма, качество поверхности, наличие покрытий), внутренним строением (неоднородности, включения, дефекты), составом материала, различными физико-химическими свойствами (плотность, оптические характеристики, твердость и др.). Эти свойства (каждое в отдельности и в совокупности) могут быть использованы экспертом при исследовании объектов в целях решения поставленных перед ним вопросов.

Тактика поджога может быть самой различной. Распространены случаи, когда преступник заносит источник горения через остекление здания или транспортного средства. В таком случае стекло разрушается механическим воздействием и может содержать следы инициатора горения (легковоспламеняющейся или горючей жидкости). Если же остекление не подверглось механическому разрушению до пожара, то во время самого пожара в зависимости от температуры, стекло также может разрушиться.

Существуют различные методы исследования поверхности твёрдых тел. Зачем нужно изучать поверхность материала в микро- и даже нано масштабе? Многие процессы происходят именно на поверхности материала, вследствие чего изменяются его свойства.

Широко используются методы, представляющие три условных направления анализа поверхности: спектроскопия, дифракция и микроскопия. Совместно данные методы позволяют изучать химический состав и структуру поверхности, исследовать электронную структуру тел, получать изображения поверхности с атомарным разрешением [3]. Данные методы называют поверхностно-чувствительными. В частности, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия или, в более общем виде, электронная спектроскопия для химического анализа позволяет получить данные по элементному и химическому составу поверхностного слоя толщиной в несколько десятков атомных монослоев. Суть методики заключается в регистрации и анализе спектра вторичных электронов (фотоэлектронов и Оже-электронов), возбуждаемых пучком рентгеновского излучения.

Дифракция медленных электронов – метод исследования структуры поверхности твёрдых тел, основанный на анализе картин дифракции низкоэнергетических электронов, упруго рассеянных от исследуемой поверхности.

Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ) – современный метод исследования морфологии и локальных свойств поверхности твёрдого тела с высоким пространственным разрешением [4]. В СЗМ используется взаимодействие между твердотельным нанозондом, приближенным к объекту исследования на некоторое малое расстояние и поверхностью объекта исследования. Для получения изображения объекта используются прецизионные системы механического сканирования нанозондом над образцом, причем система автоматического регулирования стабилизирует параметры наноконтакта между зондом и объектом в процессе сканирования.

На базе лаборатории нанотехнологий кафедры физики и теплотехники Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России совместно с кафедрой криминастики и инженерно-технических экспертиз было проведено исследование поверхности стекла при различных температурах методом СЗМ.

Работа сканирующего зондового микроскопа основана на взаимодействии поверхности образца с зондом. При малом расстоянии между поверхностью образца и зондом действие сил взаимодействия (отталкивания, притяжения) и проявление различных эффектов можно зафиксировать с помощью современных средств регистрации. Зонд представляет собой изогнутую вольфрамовую иглу, заточенную с помощью настольной установки электрохимического травления. Для регистрации используют различные типы сенсоров, чувствительность которых позволяет зафиксировать малые по величине возмущения. Для получения полноценного растрового изображения используют различные устройства развертки по осям X и Y.

В ходе эксперимента был произведен прогрев в муфельной печи стекла размером 1x1 см до достижения различных температур: 200 °C, 400 °C, 600 °C. В итоге были получены

результаты сканирования поверхности образца, которые свидетельствуют о том, что каждой температуре нагрева соответствуют свои показатели высоты пиков рельефа.

Теорию разрушения остекления в условиях пожара в 1994 г. предложили американские учёные A.A. Joshi и R.J. Pagni. Теория основана на учёте разности концентрации внутренних напряжений в плоскости и по краям листа из-за разности температур между средней частью стекла и закрытыми рамой краями.

Метод СЗМ позволяет исследовать микрорельеф поверхности стекла, в том числе и при различном температурном воздействии. При расследовании пожаров, благодаря полученным результатам, можно диагностировать разрушение стекла, а именно устанавливать, было ли разрушено стекло механически или вследствие термического воздействия. Применение метода СЗМ как метода исследования поверхности материала, наряду с традиционными методами расследования пожаров, может позволить более точно квалифицировать расположение очага пожара и саму причину пожара, а также определить характер воздействия, в результате которого было разрушено стекло.

Применение данного метода является одним из направлений работы в области нанотехнологий. Необходимо отметить, насколько важно и значимо развитие фундаментальных и прикладных представлений о наноматериалах и нанотехнологиях, это направление является приоритетным в развитии современного материаловедения. Уже в ближайшие годы решение задач в области нанотехнологий может привести к кардинальным изменениям во многих сферах человеческой деятельности.

### **Литература**

1. Расследование пожаров: сб. статей. М.: ВНИИПО, 2005. Вып. 1. 187 с.
2. Расследование пожаров: учеб. / В.С. Артамонов, М.А. Галишев, Ю.Д. Моторыгин [и др.]. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2007.
3. Кузнецов М.В. Современные методы исследования поверхности твёрдых тел: фотоэлектронная спектроскопия и дифракция, СТМ-микроскопия. Екатеринбург, 2010.
4. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Н. Новгород, 2004. 114 с.

## **ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ОГРАНИЧЕННОЙ СМЕСИ СЛОЖНЫХ ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ РЛС УВД И МЧС РОССИИ**

**А.Л. Беседа, кандидат технических наук.**

**ООО «Северный радиозавод», Санкт-Петербург.**

**А.Ю. Коршунов;**

**Е.А. Синицын, доктор технических наук.**

**ОАО Всероссийский научно-исследовательский институт радиоаппаратуры.**

**Н.М. Одиноченко. ОАО Научно-производственное объединение «Каскад»**

Представлены результаты моделирования сжатия ограниченной смеси сложных сигналов с линейной и нелинейной частотной модуляцией в цифровом квазиоптимальном фильтре, рассчитанные методом обратных пульсаций, для первичных радиолокационных станций обнаружения наземных и воздушных объектов для систем УВД и МЧС России.

**Ключевые слова:** радиолокационные сигналы, обнаружение наземных и воздушных объектов, сложные сигналы

# INSTRUCTIONS OGRANICHENNOY MIXTURES OF FREQUENCY-MODULATED RADAR SIGNALS FOR RADAR STATIONS

A.L. Beseda. OOO «Norh radio plant», Saint-Petersburg.

A.U. Korshynov; E.A. Sinitsyn. All-Russian scientific research institute of radio equipment.

N.M. Odinochenko. OAO Scientific and production association «Cascade»

The simulation results of compression limited mixtures of complex signals with linear and nonlinear frequency modulation in digital kvazioptimal-dimensional filter is calculated by the inverse of pulsations for primary radar stations detection of surface and air targets.

*Key words:* radar signals, detection of ground and air targets, complex signals

В современных первичных радиолокационных сигналах (РЛС) различного назначения (например, в РЛС управления воздушным движением или РЛС, использующихся для обнаружения воздушных и наземных объектов при чрезвычайных ситуациях) широко применяются твердотельные передатчики. Импульсная мощность твердотельных передатчиков, как правило, меньше мощности ламповых передатчиков. Поэтому с целью обеспечения требуемого потенциала и разрешающей способности в РЛС с твердотельными передатчиками обычно используют сложные зондирующие сигналы (ЗС), например, высокочастотные импульсы с линейной или нелинейной частотной модуляцией (ЛЧМ или НЧМ).

Известно [1–4], что при совместном использовании в РЛС сложных ЗС с НЧМ и фильтров сжатия, обеспечивающих обработку принимаемых отраженных сигналов и рассчитанных методом обратных пульсаций (МОП), характеристики сжатого сигнала могут быть существенно улучшены.

В первичных РЛС динамический диапазон сигналов, отраженных от местных предметов и целей, может составлять 70–90 дБ, в то время как динамический диапазон приемников, используемых в РЛС, обычно не превышает величины 60–70 дБ. Поэтому возможна ситуация, когда на вход фильтра, рассчитанного по методу обратных пульсаций (МОП-фильтра), попадет ограниченная смесь нескольких отраженных радиолокационных сигналов.

Особенностью обработки ограниченной смеси нескольких отраженных радиолокационных сигналов является появление на выходе МОП-фильтра дополнительных основных лепестков и повышенного уровня боковых лепестков. В работе [5] показано, что при ограниченной суперпозиции двух ЛЧМ импульсов на входе согласованного фильтра, количество основных лепестков на его выходе увеличивается. По этой причине возможно появление множества ложных целей в ближней зоне, что приводит к росту числа ложных тревог и затрудняет правильное обнаружение полезных радиолокационных сигналов, отраженных от целей.

Аналитические выражения, описывающие работу фильтра сжатия с идеальным ограничителем, могут быть получены для небольшого числа случаев, поэтому для оценки искажений при использовании МОП-фильтра и НЧМ сигнала было проведено цифровое имитационное моделирование процесса ограничения и сжатия (рис. 1–5). Для сравнения с классическим методом весовой обработки было проведено моделирование сжатия ЛЧМ-импульса классическим способом – в фильтре с весовой обработкой.

Одиночный комплексный сигнал на входе фильтра сжатия описывается выражением:

$$\dot{s}(t) = g(t) \exp(j\theta(t)),$$

$$\text{где } g(t) = \begin{cases} U & \text{при } |t| \leq \frac{\tau}{2} \\ 0 & \text{при } |t| > \frac{\tau}{2}. \end{cases}$$

Тогда смесь сигналов, один из которых задержан на величину  $\tau_0$  относительно другого, можно представить в виде выражений:

$$\begin{aligned}\dot{s}_\Sigma(t) &= g_1(t)\exp(j\theta(t)) + g_1(t - \tau_0)\exp(j\theta(t - \tau_0)) \quad \text{или} \\ \dot{s}_\Sigma(t) &= g_\Sigma(t)\exp(j\theta_\Sigma(t)).\end{aligned}$$

Амплитудному ограничению суперпозиции сигналов будет соответствовать выражение:

$$\dot{s}_{\Sigma_{oep}}(t) = \begin{cases} U_{oep} \exp(j\theta_\Sigma(t)), & \text{при } g_\Sigma(t) \geq U_{oep}, \\ g_\Sigma(t)\exp(j\theta_\Sigma(t)) & \text{при } g_\Sigma(t) < U_{oep}, \end{cases}$$

где  $U_{oep}$  – уровень ограничения.

Отметим, что огибающая суперпозиции сигналов имеет пульсации, обусловленные биениями. На участке перекрытия сигналов складываются колебания, имеющие разностную мгновенную частоту  $f_\delta = f(t) - f(t - \tau_0)$ . Для ЛЧМ-импульсов эта разность постоянна и равна  $f_\delta = \Delta F_{L\text{ЧМ}} \tau_0 / \tau$ . При  $\Delta F_{L\text{ЧМ}} = 1$  МГц;  $\tau = 50$  мкс;  $\tau_0 = 4$  мкс;  $f_\delta = 80$  кГц. Частоте  $f_\delta = 80$  кГц соответствует период 12,5 мкс (рис. 1а).

Моделирование сжатия ограниченной суперпозиции двух сигналов было проведено для следующих случаев:

- сжатие равноамплитудных пар ЛЧМ и НЧМ сигналов  $g_1(t) = g_2(t) = U_{oep} = U$ ;
- сжатие пар ЛЧМ и НЧМ сигналов, имеющих разные амплитуды  $g_1(t) = U_1$ ;  $g_2(t) = 0,02U_1$ ;  $U_{oep} = U_1$ .

Множитель 0,02 позволяет видеть слабый сигнал на фоне боковых лепестков сжатого сильного сигнала при его обработке в фильтре с взвешенной импульсной характеристикой.

В каждом из этих случаев использовались следующие варианты обработки:

- сжатие ЛЧМ-импульса с длительностью  $\tau = 50$  мкс и  $\Delta F_{L\text{ЧМ}} = 1$  МГц в фильтре с весовой обработкой с применением весовой функции Хэмминга;
- сжатие импульса с НЧМ в фильтре, рассчитанном методом обратных пульсаций.

Функция НЧМ была задана выражением [6, 7]:

$$f(t) = \frac{t}{\tau} \left( \Delta F_L + \Delta F_C \frac{1}{\sqrt{1 - 4(t^2/\tau^2)}} \right), \quad -\frac{\tau}{2} < t < \frac{\tau}{2},$$

где  $\Delta F_L$  – девиация частоты линейного члена;  $\Delta F_C$  – девиация частоты нелинейного члена при  $t = 0$ ;  $\tau$  – длительность импульса.

Параметры импульса:  $\tau = 50$  мкс;  $\Delta F_L = 0,39$  МГц;  $\Delta F_C = 0,18$  МГц.

Комплексный коэффициент передачи фильтра при использовании метода обратных пульсаций находится из выражения:

$$\dot{H}(f) = \frac{L(f)}{\dot{S}_{\alpha\alpha}(f)},$$

где  $L(f)$  – требуемый амплитудный спектр сжатого сигнала;  $\dot{S}_{\alpha\alpha}(f)$  – спектр НЧМ-импульса.

Для того чтобы такой фильтр реализовать на практике, его импульсную характеристику следует ограничить по времени. Обычно низкий уровень боковых лепестков (минус 50–70 дБ) достигается при длительности импульсной характеристики в 2÷3 раза превышающей длительность зондирующего сигнала.

При моделировании длина импульсной характеристики в 3 раза превышала длительность зондирующего сигнала. В качестве  $L(f)$  использовалась весовая функция Дольфа-Чебышева и модифицированная функция Гаусса вида:

$$w(f) = \exp\left(-0,5\left(\alpha_{-6dB}\sqrt{2\ln(2)}\frac{f}{\Delta F/2}\right)^2\right), \quad |f| \leq \frac{\Delta F_{B\Phi}}{2},$$

где  $\Delta F_{B\Phi}$  – ширина весовой функции;  $\alpha_{-6dB}$  – параметр окна, численно равный отношению ширины окна к его ширине по уровню 0,5.

Параметры весовой функции Гаусса:  $\alpha_{-6dB} = 4$ ;  $\Delta F_{B\Phi} = 2$  МГц.

Параметры фильтра и функции ЧМ были получены в результате оптимизации пары НЧМ-импульс – фильтр по критерию минимума потерь на рассогласование.

Моменту  $t=0$  на рис. 2–5 соответствует максимум главного лепестка незадержанного сигнала.

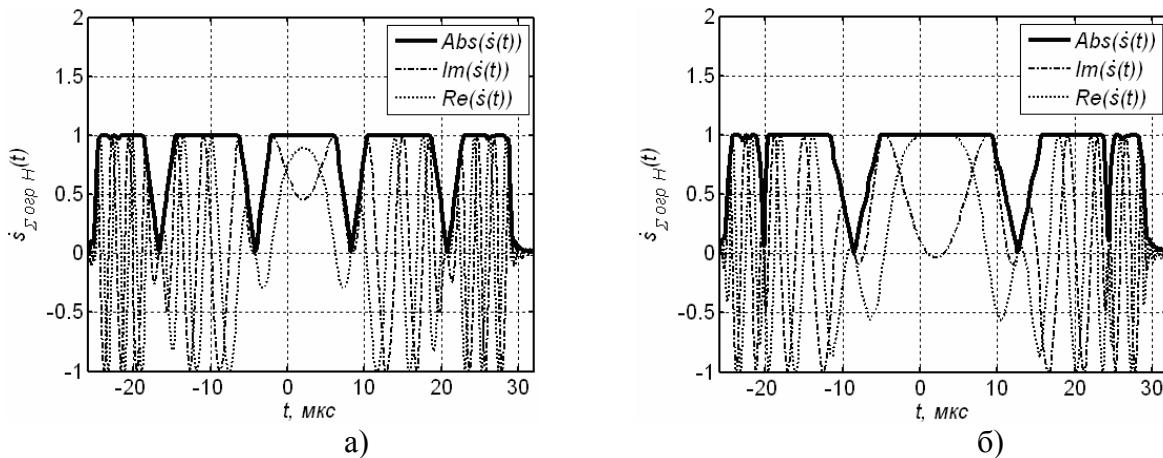


Рис. 1. Нормированная ограниченная суперпозиция равноамплитудных импульсов при  $\tau_0=4$  мкс а) с ЛЧМ; б) с НЧМ

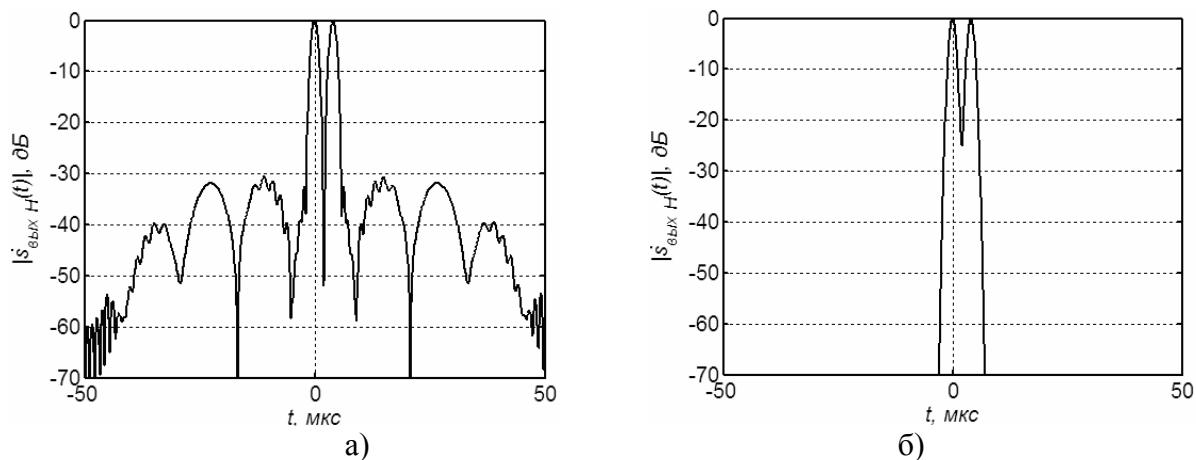


Рис. 2. Сжатие суперпозиции сигналов без ограничения  $\tau_0=4$  мкс  
а) с ЛЧМ в фильтре с весовой обработкой; б) с НЧМ в МОП-фильтре

Сравнение рис. 2–5 позволяет сделать следующие основные выводы:

- независимо от способа обработки и применяемой частотной модуляции отклик фильтра содержит пики, равноотстоящие друг от друга на величину  $\tau_0$ , особенно четко это выражается при малых  $\tau_0$ ;
- пики располагаются симметрично относительно  $\tau_0/2$ ;
- в отклике МОП-фильтра содержится меньше паразитных максимумов, чем в отклике фильтра с весовой обработкой;
- уровень дальних боковых лепестков в МОП-фильтре существенно выше, чем при сжатии суперпозиции сигналов без ограничения;
- в отклике МОП-фильтра в случае сильного ограничения уровень дальних боковых лепестков при малых  $\tau_0$  ниже, чем при больших;
- при слабом ограничении суперпозиции сигналов МОП-фильтр и соответствующий ему НЧМ сигнал способны обеспечить лучшие условия обнаружения цели на фоне пассивной помехи.

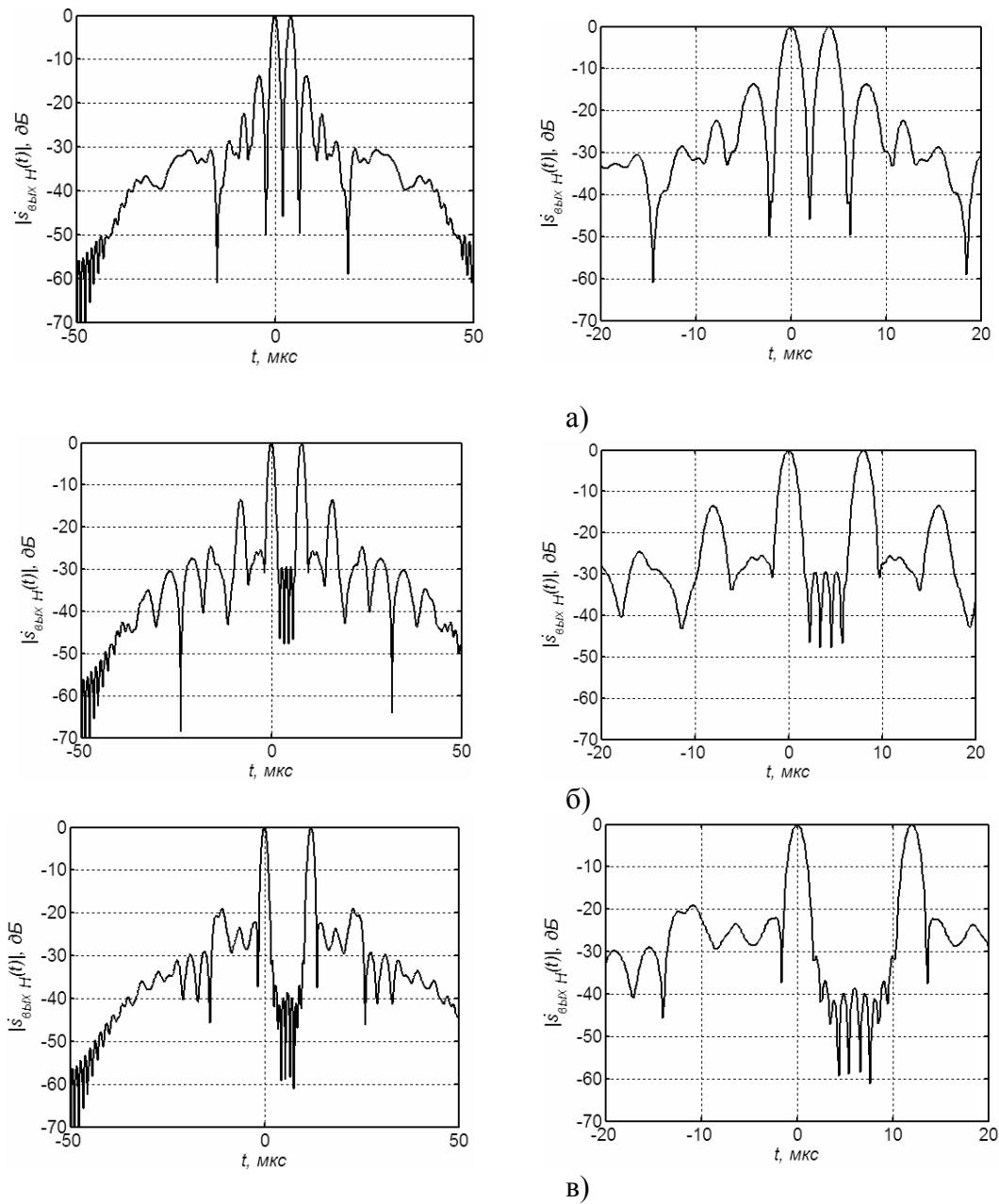


Рис. 3. Сжатие ограниченной суперпозиции равноамплитудных ЛЧМ сигналов в фильтре сжатия с весовой обработкой а)  $\tau_0 = 4$  мкс; б)  $\tau_0 = 8$  мкс; в)  $\tau_0 = 12$  мкс

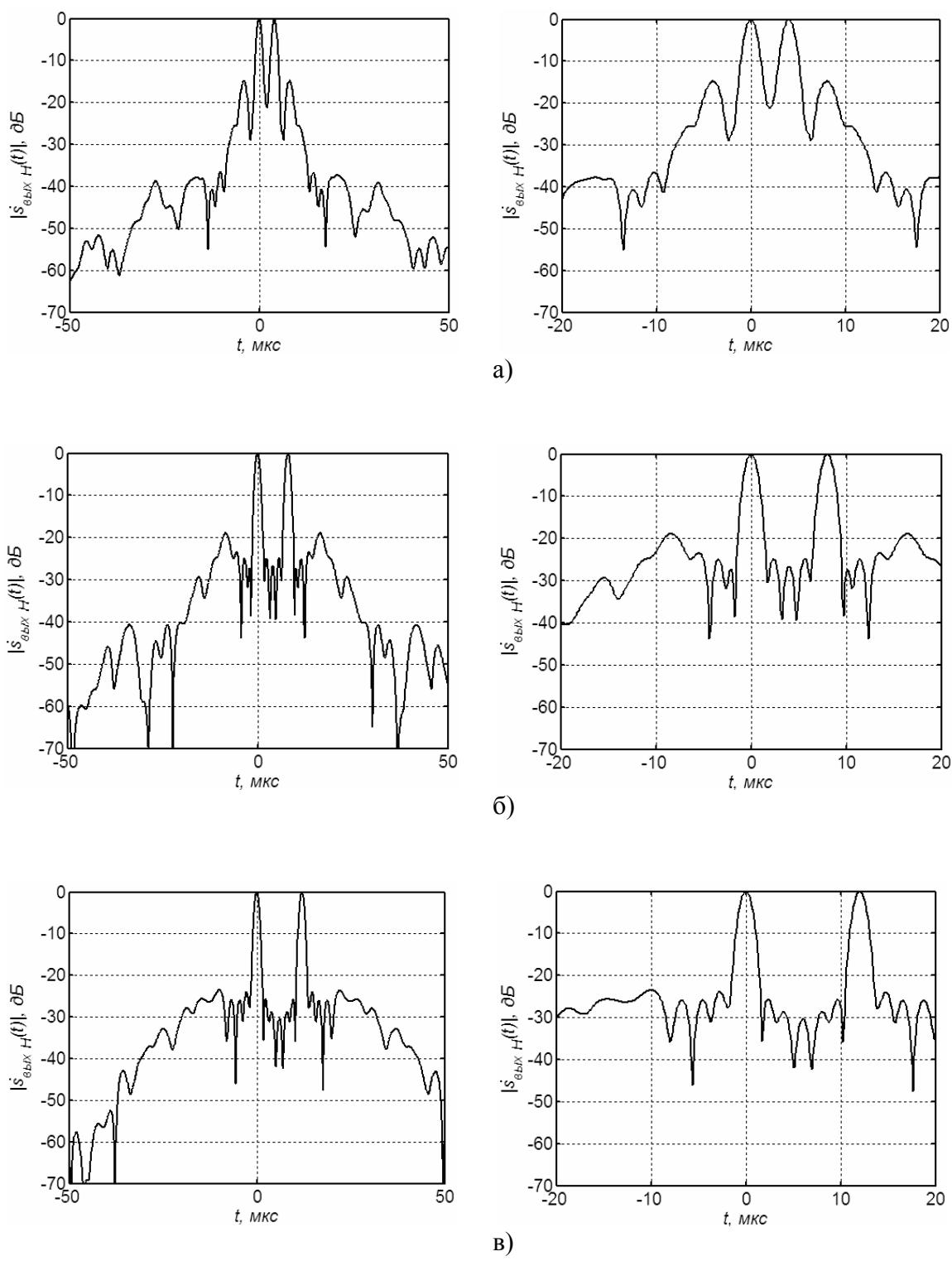


Рис. 4. Сжатие ограниченной суперпозиции равноамплитудных НЧМ-сигналов в МОП-фильтре а)  $\tau_0 = 4$  мкс; б)  $\tau_0 = 8$  мкс; в)  $\tau_0 = 12$  мкс

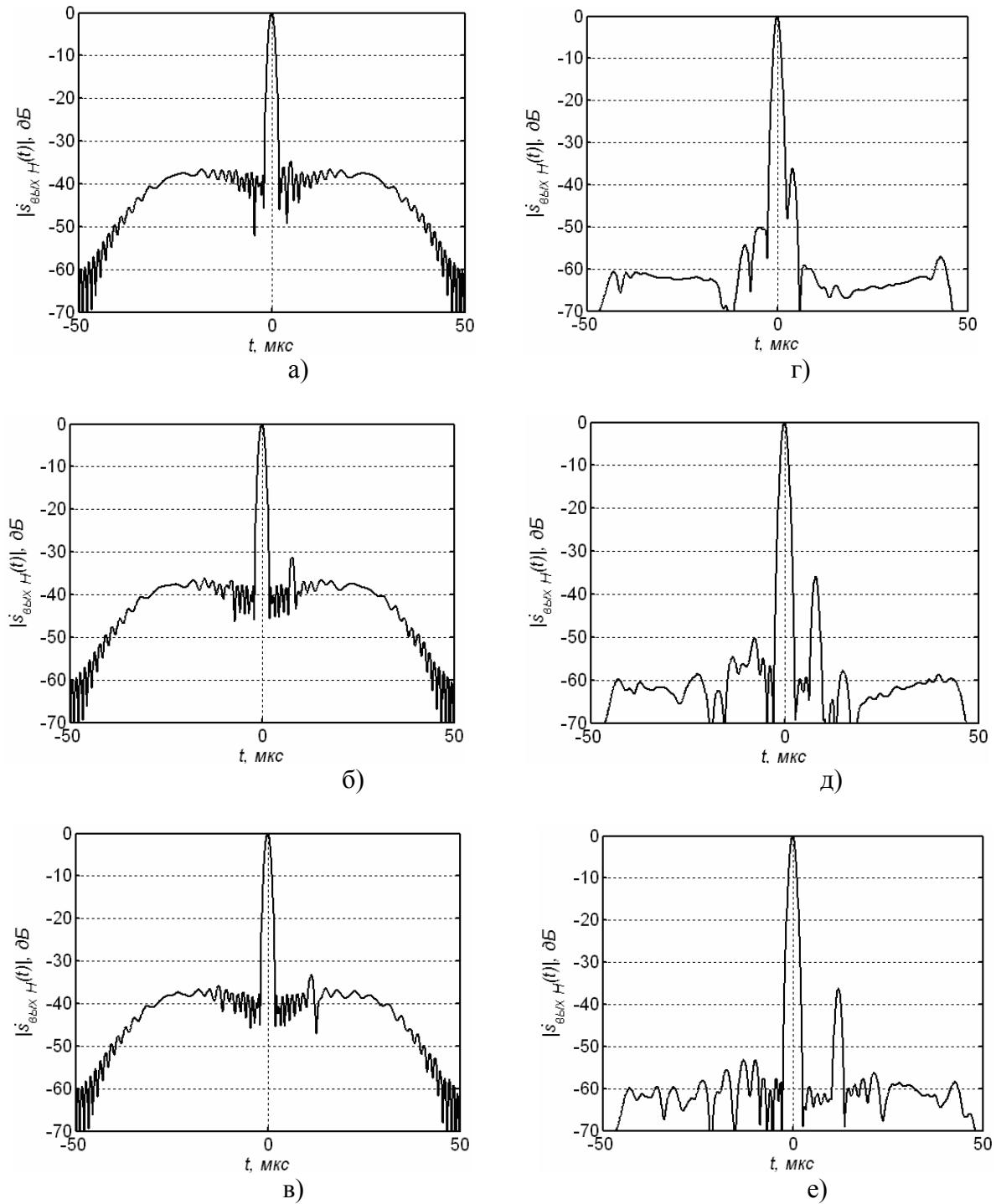


Рис. 5. Сжатие ограниченной суперпозиции сигналов, имеющих разные амплитуды (второй случай)  
 (а, г)  $\tau_0 = 4$  мкс; б, д)  $\tau_0 = 8$  мкс; в, е)  $\tau_0 = 12$  мкс; а, б, в) ЛЧМ сигналы; г, д, е) НЧМ сигналы)

### Литература

1. Родионов В.В. Методы формирования и обработки радиолокационных сигналов с малой базой и низким уровнем боковых лепестков функции неопределенности по дальности: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. «Радиолокация, навигация, связь». Воронеж, 2001. Т. 3. С. 1460–1467.
2. Андриенко Б. Когерентная обработка сигналов в первичных радиолокационных станциях. СПб., 2008. 234 с.

3. Оконешников В.С., Кочемасов В.Н. Сжатие частотно-модулированных сигналов с небольшим произведением девиации частоты на длительность импульса // Зарубежная радиоэлектроника. 1987. № 1. С. 82–94.
  4. Беседа А.Л., Зубков М.В. Сигналы с нелинейной частотной модуляцией, имеющие низкий уровень боковых лепестков автокорреляционной функции // Вопросы радиоэлектроники. Сер. Радиолокационная техника. 2008. Вып. 2. С. 101–112.
  5. Толкачев А.А., Ампилов О.В. Влияние идеального ограничителя на разрешение ЛЧМ сигналов // Радиотехника. 1989. № 9.
  6. Levanon N., Mozeson Eli. Radar Signals. IEEE Press. 2004. 427 p.
  7. Price R. Chebyshev low pulse compression sidelobes via nonlinear FM. National Radio Science Meeting of URSI. Seattle. WA. June 18. 1979.
- 
-

---

---

# **ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

---

---

## **ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИЛАМИ И СРЕДСТВАМИ В МЧС РОССИИ**

**А.Ю. Иванов, доктор технических наук, профессор;**

**А.В. Максимов.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Представлены подходы к реализации сетевоцентрической модели управления по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Рассмотрен технический аспект сетевоцентрической модели, важные свойства, её содержательное наполнение. Основное внимание уделено возможности адаптации сетевоцентрической модели в МЧС России.

*Ключевые слова:* сетевоцентрическая модель, сеть, информация, самосинхронизация, сетевоцентрическое управление

## **APPLICATION MANAGEMENT OF THE NETWORK-CENTRIC SYSTEM FORCES AND FACILITIES WITHIN EMERCOM OF RUSSIA**

A.Y. Ivanov; A.V. Maksimov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article presents approaches to the implementation the network-centric management model for the prevention and elimination of emergency situations. The article discusses the technical aspect of network-centric model, the important properties of its substantive content. The main attention is paid to the possibility of adapting the network-centric model in the EMERCOM of Russia.

*Key words:* network-centric model, network, information, self-synchronization, network-centric management

Обеспечение национальной безопасности государства становится все более сложным и комплексным мероприятием. Именно комплексность современных угроз затрудняет решение проблем старыми методами. В этой связи все более актуальным и приоритетным направлением становится реализация сетевоцентрического управления.

Идея сетевоцентрического управления – это координация в пространстве и времени действий сил и применения средств, распределение целей и задач между ними. Названное направление обязано своим происхождением военной сфере, где впервые был обозначен термин «сетевоцентрические войны» (network-centric warfare) [1].

Реализация сетевоцентрической парадигмы применительно к ведению боевых действий состоит в создании разветвленной сети хорошо информированных, но географически рассеянных сил, способных к предельно эффективным действиям при выполнении поставленных задач. Такая модель концентрирует тезис о создании преимущества над

противником за счет информационного, а не силового превосходства, за счет более осмысленного понимания ситуации. Кроме того, она подтверждает положение системного анализа о необходимости комплексирования централизованного и децентрализованного управления силами в операции.

Несмотря на ярко выраженную военную направленность в своем первоначальном изложении, идея сетевентризма нашла и находит практическое применение во многих отраслях, базирующихся на высоких технологиях, таких как управление муниципальными образованиями, организация информационных и вычислительных ресурсов и др. [2].

Различие военных действий и операций по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций заключается в поведении противостоящей стороны. В первом случае этой стороной выступает разумный субъект, преследующий антагонистические цели, во втором – среда, действия которой носят непредсказуемый характер. Поэтому содержательные аспекты собственных стратегий в этих акциях имеют под собой разные научные подходы: теорию игр и теорию стохастических процессов соответственно. Тем не менее, формально реализация стратегий носит аналогичный характер, что выражается в координации действий распределенных сил в интересах достижения консолидированных целей. Такое положение позволяет адаптировать модель сетевентрического управления (рис.) к руководству силами МЧС России в условиях чрезвычайных ситуаций [3].

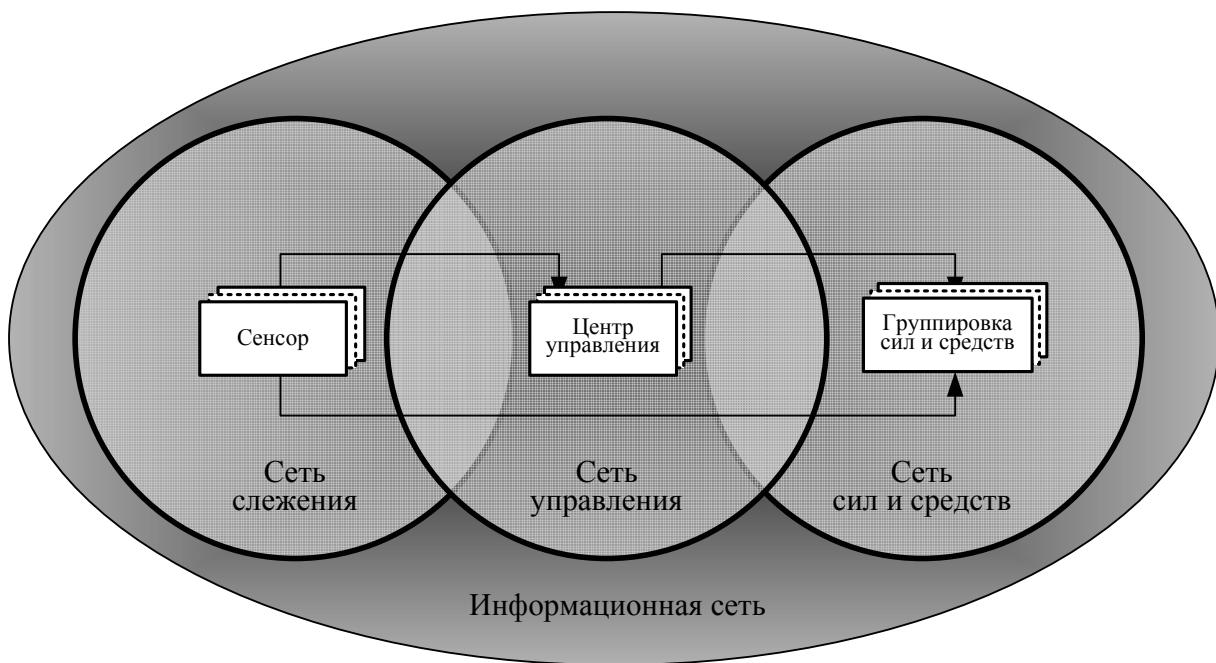


Рис. Сетевентрическая модель

Модель содержит следующие четыре компонента.

1. Сеть слежения предназначена для реализации процессов сбора и передачи информации о состоянии объектов, назначенных для наблюдения (мониторинга) пространства, и состоит из совокупности сенсоров, в качестве которых могут выступать датчики, наблюдатели, информаторы и т. д. Сеть обеспечивает регистрацию, селекцию и трансляцию значений параметров наблюдаемых объектов.

2. Сеть управления представляет собой взаимосвязанную совокупность центров управления, на которых работают должностные лица органов управления. Назначение этой сети – принятие решений в соответствии со складывающейся обстановкой и доведение их до исполнителей.

3. Сеть сил и средств предназначена для непосредственного выполнения задач, стоящих перед системой в целом. В эту сеть входят непосредственные исполнители и обеспечивающие структуры (акторы).

4. Информационная (информационно-управляющая) сеть обеспечивает доступ элементов других сетей ко всей необходимой информации.

Информационные потоки могут циркулировать традиционным образом: «сенсоры – центры управления – силы и средства», а в ряде случаев идти по маршруту «сенсоры – силы и средства». Последний вариант не только снижает время доведения информации до исполнителей, но и наделяет их ответственностью за выбор варианта действий. В предельном случае силы и средства могут действовать самостоятельно, опираясь на доступные им данные, получаемые из информационной сети [2].

Сетецентрическая модель в ее адаптированном варианте полагает следующее содержательное наполнение основных сетей.

Элементы сбора информации (сеть слежения) должны формироваться из таких компонентов, как система мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования, операторы Единых дежурно-диспетчерских служб «ЕДДС-112», сопрягаемые источники информации других министерств и ведомств (Минобороны, МВД, Минэнерго, Росатом, Роскосмос, Росгидромет и др.).

В состав интеллектуальных элементов следует включить центры управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) различных уровней иерархии (Национальный ЦУКС, ЦУКС региональных центров МЧС России, ЦУКС главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации), единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований, дежурно-диспетчерские службы объектов, мобильные пункты управления для работы в кризисных ситуациях и ликвидации крупных пожаров и т. п.

Акторы (сеть сил и средств) подлежат комплектованию из подразделений пожарной охраны и поисково-спасательной службы, спасательных воинских формирований, специалистов психологической службы, привлекаемых добровольных формирований, органов снабжения и др.

Информационная сеть представляется как результат интеграции автоматизированной информационно-управляющей системы Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, автоматизированной системы оперативного управления в кризисных ситуациях (автоматизированной системы ЦУКС), информационных систем ЕДДС и т. п.

Сетецентрический подход рассматривает новый путь развития, направленный на повышение эффективности системы. Этот путь обусловлен переходом к массовому созданию средств, менее чувствительных и интеллектуальных в отдельности, но при этом обеспечивающих требуемый уровень интеллектуальных возможностей системы в целом за счет их коллективного использования.

Одними из характерных свойств функционирования сетецентрических систем являются [1]:

1. Динамическое изменение состава элементов, входящих в систему, что означает изменение количества и возможностей сенсоров и акторов, передислокацию или появление дополнительных подразделений, изменение условий их применения и т. д. «Любой элемент боевого построения должен иметь возможность быстро включиться в сеть или отключиться в процессе ее функционирования без отрицательных последствий для работоспособности и своей и сети» [4].

2. «Самосинхронизация», под которой понимается возможность обеспечения наибольшей эффективности как своих действий, так и действий других частей и подразделений на основе их взаимного согласования. Основным условием ее достижения является наличие правил согласования действий, которые должны ориентироваться не на традиционный иерархический принцип управления, а на результат согласования задач управления с учетом реально складывающейся обстановки [4].

Организация действий при возникновении чрезвычайных ситуаций включает в себя целый комплекс сложных задач, таких как: принятие решений, постановку задач по их ликвидации, спасение людей и их имущества, организацию взаимодействия, обеспечения и планирования действий для различных подразделений и др. Но наибольшую сложность представляют вопросы, связанные с необходимостью быстро принимать решения в условиях неопределенности, высокой динамики событий, непредсказуемости развития ситуации, когда в процессе принятия решения нужно учитывать множество взаимосвязанных факторов.

Решение такого рода задач требует разработки и применения принципиально новых методов и средств ситуационного управления ресурсами для обеспечения быстрой реакции на события.

Для этого предлагается разработка специализированной интеллектуальной системы согласованного управления ресурсами и подразделениями на основе мультиагентных технологий, а также ГЛОНАСС/GPS навигации [4].

Предлагаемая к разработке система призвана в автоматическом режиме реагировать на незапланированные события, выполнять планирование мобильных ресурсов (через сотовый телефон или другие средства коммуникации), вести мониторинг исполнения планов и инициировать их пересмотр, в случае расхождения с фактами.

Данная система позволит также моделировать различные ситуации (например, расставлять и связывать объекты на местности) и задавать базовые сценарии действий в них (типы операций, соединенные определенными отношениями временного следования) в так называемых базах знаний.

В основе предлагаемого метода решения задач будут лежать сети потребностей и возможностей подразделений МЧС России, задаваемые в базе знаний. Например, для оперативной доставки сил и средств МЧС России могут использоваться разные ресурсы (самолёт, вертолёт, водный транспорт, автотранспорт и т. д.), но для доставки вертолётом требуется специализированная площадка или поляна; автотранспортом – подходящие дороги, средства транспортировки и т. д.

В рамках созданной и загруженной системы можно будет создавать конкретные проблемные ситуации и моделировать процесс развёртывания рассмотренных выше сценариев в условиях возникновения незапланированных событий (новая оперативная задача, недоступность или повреждение ресурса и т. д.), в ходе отработки которых система адаптивно построит и таким же образом будет менять планы согласованной работы мобильных ресурсов различных подразделений, демонстрируя «коллективный интеллект» в решении поставленных задач [5].

Система может быть реализована с использованием самых передовых средств Интернет и электронных карт, средств ГЛОНАСС/GPS навигации, а также возможностей современных мобильных телефонов, которые обеспечат средства двухстороннего диалога в ходе планирования и исполнения рассматриваемых планов.

В завершении необходимо отметить, что сущность сетецентрического подхода в управлении – это опережение в получении информации о возможности возникновения различных чрезвычайных ситуаций, принятие решений на оптимальное применение сил и средств – выдвижение к месту происшествия по оптимальному маршруту, развертывание, массирование сил и средств на решающем направлении и маневр ими, проведение аварийно-спасательных работ, то есть во всем том, что составляет суть борьбы с чрезвычайными ситуациями.

## Литература

1. Cebrowski, Arthur K., John J. Garstka. Network-Centric Warfare: Its Origins and Future. U.S. Naval Institute Procedings. 1998.
2. Буренок В.М. Перспективные концепции ведения войн и их влияние на развитие вооружения и военной техники России // Вопросы оборонной техники. 2010. Вып. 1–2. С. 9.

3. Военная доктрина в третьем варианте // Рос. газ. 2009. № 220.
4. Лазебник С.В., Вариводин Д.П. Определение подходов к построению информационных моделей, отражающих особенности сетевентрических конфликтов // Системы управления, навигации и связи. 2007. Вып. 3.
5. Шеремет И.А. Компьютеризация как путь к победе в вооруженной борьбе // Независимое военное обозрение. 2005. № 42 (451).

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОРНОГО И КОМПЕТЕНТНОСТНО-ИЕРАРХИЧЕСКОГО ПОДХОДОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ИЕРАРХИИ КЛЮЧЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

**А.А. Кузмин, кандидат педагогических наук, доцент;  
А.Н. Лагунов.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Произведен сравнительный анализ процессорного и компетентностно-иерархического подходов при исследовании иерархии ключевых компетенций будущего специалиста Государственной противопожарной службы.

*Ключевые слова:* ключевые компетенции, профессиональные компетенции, процессорный подход, компетентностно-иерархический подход, иерархия компетенций

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CPU AND THE COMPETENCE AND HIERARCHICAL APPROACHES IN THE STUDY OF THE HIERARCHY OF KEY COMPETENCIES**

A.A. Kuzmin; A.N. Lagunov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

This article is a comparative analysis of the CPU and the competence and hierarchical approaches in the study of the hierarchy of key competencies of the future expert of the State fire service.

*Key words:* core competencies, professional competencies, processor approach, competence-hierarchical approach, the hierarchy of competencies

Одним из инструментов исследования иерархий ключевых компетенций является использование процессорного подхода. При этом оценку организации процесса курсового проектирования в аксиологическом смысле можно рассматривать как совокупность ценностей приобретаемых ключевых компетенций, удовлетворяющих потребностям субъектов процесса курсового проектирования вузов МЧС России. Приобретаемые компетенции как совокупность знаний, умений, навыков, обеспечивающих успешность выпускника вуза МЧС России в его профессиональной деятельности, становятся важнейшим идентификационным объектом качества организации курсового проектирования. Среди значимых качеств руководство комплектующих органов Государственной противопожарной службы чаще всего интересует способность выпускника к принятию решений в условиях пожара, ведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ, к самостоятельному приобретению и продуцированию знаний. В свою очередь, эти качества

зависят от развитости конкретных академических компетенций. Общее количество таких компетенций велико, однако, они образуют многоуровневую иерархическую систему. Верхний (первый) уровень иерархии составляют компетенции когнитивной и психосоциальной областей развития обучающегося (по Г. Крайгу). На этом уровне достаточно выделить пять типов компетенций: исследовательские, мыслительные, речевые, ценностно-смысловые и общекультурные. На втором уровне каждый вид компетенций конкретизуется. Например, конкретизацией исследовательских компетенций являются проектные умения, умения организовывать и проводить проектирование, защищать результаты курсового проектирования. Ко второму уровню речевых компетенций можно отнести владение стилями устной и письменной речи (научно-техническим, служебно-деловым), умение излагать свои мысли в устной и письменной форме, аргументировать свою точку зрения. Ко второму уровню мыслительных компетенций можно отнести умения анализировать, обобщать, абстрагировать, синтезировать. На этом же уровне ценностно-смысловых компетенций можно выделить умения ставить цели, осознавать свои поступки, видеть ценностные смыслы в жизненных и служебных ситуациях, ответственность за свои решения и действия. Ко второму уровню общекультурных компетенций можно отнести организованность, умения познавать себя и других, толерантность, соблюдение этических норм. На последующих уровнях иерархии перечисленные компетенции раскрываются с еще большей степенью детализации. Отметим, что для практических целей мониторинга хода процесса курсового проектирования более всего важна иерархичность системы компетенций [1].

Двухуровневая иерархия ключевых компетенций, приобретаемых курсантами и студентами вузов МЧС России в ходе курсового проектирования, представлена в таблице.

**Таблица. Иерархия ключевых компетенций, приобретаемых в ходе курсового проектирования**

Уровни иерархии ключевых компетенций	
Первый уровень	Второй уровень
Исследовательские компетенции	Проектные умения
	Способность организовывать и проводить проектирование
	Способность защищать результаты проектирования
Речевые компетенции	Владение стилями устной и письменной речи (научно-техническим, служебно-деловым)
	Способность излагать свои мысли в устной и письменной форме
	Способность аргументировать свою точку зрения
Мыслительные компетенции	Способность анализировать
	Способность обобщать
	Способность абстрагировать
	Способность синтезировать
Ценностно-смысловые компетенции	Способность ставить цели
	Способность осознавать свои поступки
	Способность видеть ценностные смыслы в жизненных и служебных ситуациях
	Ответственность за свои решения и действия
Общекультурные компетенции	Организованность
	Умение познавать себя и других
	Толерантность
	Соблюдение этических норм

Выбор компетентностно-иерархического подхода в качестве основного механизма модернизации пожарно-технического вуза в XXI веке определяется рядом его преимуществ перед знаниево-ориентированной моделью обучения будущих сотрудников Государственной противопожарной службы.

Во-первых, компетентностно-иерархический подход позволяет эффективно формировать не только знания, умения и навыки, но и личностную, а также профессиональную компетентность будущего специалиста в области обеспечения пожарной безопасности. Главное отличие компетентности от традиционных требований к подготовке выпускника вуза МЧС России заключается в том, что приобретаемая компетентность является интегральной характеристикой уровня его универсальной и профессиональной квалификации.

Другое преимущество компетентностно-иерархического подхода – его направленность на результат образования, а не на процесс. В этих целях в образовательные программы и учебные курсы пожарно-технических вузов должны изначально закладываться дискрипторы, то есть четкие и сопоставимые параметры описания того, что курсант или студент будет знать и уметь «на выходе», как правило, по окончании высшего пожарно-технического учебного заведения.

Еще одно достоинство компетентностно-иерархического подхода заключается в том, что в образовательном процессе приоритет отдается формированию у курсантов и студентов умения применять полученные знания в практической деятельности по обеспечению пожарной безопасности охраняемых объектов. В этой связи особое значение в обучении приобретают игровые, проектные, имитационно-моделирующие, исследовательские технологии, реализуемые в процессе курсового и дипломного проектирования. В отличии от знание-ориентированной модели в рамках компетентностно-иерархического подхода большое внимание уделяется формированию у курсантов и студентов вузов МЧС России надпредметных или универсальных компетенций, которые приобретают особое значение в современном мире высоких технологий, применяемых в процессе обеспечения пожарной безопасности охраняемых объектов.

Общепрофессиональные и профильно-специализированные компетенции, в отличии от социально-личностных и общекультурных компетенций, как правило, разрабатываются самими вузами МЧС России в соответствии со спецификой высшего пожарно-технического образования. При этом уже существующий набор общепрофессиональных и профильно-специализированных компетенций достаточно условен и содержит лишь самые общие положения, раскрывающие компетентностно-квалификационные характеристики выпускника пожарно-технического вуза – будущего сотрудника Государственной противопожарной службы. Очевидно, что в определении профессиональных компетенций нужна большая систематическая работа всех заинтересованных, прежде всего специальных кафедр и комплектующих органов по уточнению набора знаний, умений, навыков и способов формирования профессиональной деятельности, а также ценностей, которые должны быть положены в основу компетентностно-квалификационной характеристики выпускника вуза МЧС России.

Предстоит также совершенствовать технологии реализации компетентностно-иерархического подхода в процессе курсового и дипломного проектирования.

Во-первых, уточнение конечных целей, которые должны быть достигнуты в ходе обучения и воспитания будущих сотрудников Государственной противопожарной службы. Эти цели следует конкретизировать и дополнить с учетом современных требований и предстоящих структурных изменений в связи с переходом вузов МЧС России на двухуровневую подготовку специалистов высшей квалификации.

Во-вторых, следует обновить требования к уровню подготовки выпускников пожарно-технических вузов на основе набора универсальных и профессиональных компетенций, составить квалификационные характеристики по направлениям подготовки в высшей пожарно-технической школе. Очевидно, будет продолжена доработка основных

образовательных программ с учетом определенных компетенций, а также внесены соответствующие изменения в учебно-методические комплексы.

Важным этапом реализации технологий компетентностно-иерархического подхода является доведение сущности, преимуществ и особенностей компетентностно-иерархического подхода, до курсантов и студентов, а также поиск эффективных методов взаимодействия преподавателя и обучающихся при формировании компетенций в процессе курсового проектирования. Здесь большое значение приобретает рефлексивный анализ организационных трудностей и проблем, с которыми сталкиваются преподаватели и обучающиеся в ходе этой формы учебной работы [2].

На завершающем этапе внедрения компетентностно-иерархического подхода в процесс организации курсового проектирования должно быть уделено внимание проектированию системы комплексных оценочных средств контроля хода курсового проектирования в контексте интегральных компетентностно-квалификационных характеристик будущих сотрудников Государственной противопожарной службы. Эта система может быть встроена как на стадиях текущего, промежуточного и рубежного контроля при изучении конкретных дисциплин и модулей осваиваемой образовательной программы, так и на заключительном этапе – итоговой государственной аттестации, проводимой в форме дипломного проектирования.

Измерение компетентностных достижений курсантов и студентов вузов МЧС России представляет собой достаточно серьезную проблему. Если использовать прямые измерения, то потребуются большие временные ресурсы и усилия многих специалистов. Однако для целей внутривузовского управления качеством пожарно-технического образования можно опираться на процессорный подход, в рамках которого важно оценить приверженность вуза МЧС России, кафедр и отдельных преподавателей к развитию компетенций курсантов и студентов. Для этого необходимо организовать мониторинг содержания учебно-методических комплексов по дисциплинам, курсового проектирования, программам учебных практик и стажировок, учебно-исследовательской и научно-исследовательской деятельности курсантов и студентов, материалов итоговой аттестации (содержание дипломных проектов и хода их защиты), а также мониторинг деятельности преподавателей по развитию компетенций во время проведения занятий.

### **Литература**

1. Байденко В.И., Ван Зантворт Дж. Модернизация профессионального образования: современный этап. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2003. 674 с.
2. Компетентностный подход. Инновационные методы и технологии обучения: учеб.-методич. пособ. / Н.В. Соловова, С.В. Николаева. Самара: Изд-во: «Универс групп», 2009.

## **МЕСТО И РОЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РИСКАМИ В ПОЛИТИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС РОССИИ**

**В.И. Антиков, кандидат технических наук, профессор,  
заслуженный работник высшей школы РФ;**

**О.В. Кравчук. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Раскрыты такие определения, как информационный риск, управление информационными рисками, система управления информационными рисками. Приведена классификация возможных информационных рисков, присущих подразделениям МЧС

России. Представлена формальная информационная модель процесса управления информационными рисками. Определены направления дальнейших исследований в рамках решения задачи формализации процесса управления информационными рисками подразделений МЧС России.

*Ключевые слова:* риск, управление рисками, формализация, модель

## THE PLACE AND ROLE OF INFORMATION RISK MANAGEMENT IN THE SECURITY POLICY DEPARTMENTS EMERCOM OF RUSSIA

V.I. Antyukhov; O.V. Kravchuk.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In the article the following definitions as information risk, information risk management, information risk management system. A classification of information of possible risks inherent in the Russian Emergencies Ministry department. Presented a formal information model of information risk management. The directions for further research in the solution of the formalization process information risk management departments of EMERCOM of Russia.

Key words: risk, risk management, formalization, model

Одним из важнейших аспектов успешной работы подразделений МЧС России является вовремя полученная и качественно обработанная информация. На сегодняшний день большинство протекающих процессов напрямую связаны с использованием информационных и управляющих ресурсов различных видов, начиная от отдельных баз данных и заканчивая специализированными автоматизированными системами управления и принятия решений.

По данным федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2015 г.», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 555 в рамках министерства проведено крупномасштабное внедрение информационных технологий. Конечной целью работ данного направления в ближайшем будущем является:

- расширение географического охвата ведомственной сети МЧС России, а соответственно формирование единого информационного пространства с использованием компьютерных сетей;
- автоматическое отображение в реальном масштабе времени трехмерных изображений районов особого внимания, в том числе возникновения ЧС, в виде цифровых геоинформационных систем с проведением их идентификации, описанием их характеристик и состояния с последующей передачей конечному потребителю, выдачей управляющих решений с занесением полученной информации в соответствующие базы данных;
- снижение времени обработки информации о ЧС, прогнозирования развития ЧС и принятия соответствующих управленческих решений.

Но подобная зависимость от информационных технологий может привести к совершенно новому виду риска – информационному риску.

Информационный риск – возможность наступления случайного события, приводящего к нарушениям функционирования информационной системы подразделения и снижению качества информации, а также к неправомерному использованию, распространению или противодействию распространения информации во внешней среде путем преодоления защиты, в результате которых наносится ущерб как отдельному подразделению, так и министерству в целом.

В табл. 1 представлена классификация информационных рисков, присущих подразделениям МЧС России.

Наличие высокого информационного риска в подразделениях МЧС России может привести к таким негативным последствиям как:

- ущерб репутации подразделения и министерства в целом;
- ущерб, связанный с разглашением конфиденциальной информации, персональных данных отдельных лиц и др. (Приказ от 10 марта 2006 г. № 144 ДСП «Об утверждении Перечня сведений, составляющих служебную информацию ограниченного распространения, Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»);
- финансовые потери, связанные с восстановлением ресурсов;
- ущерб, связанный с невозможностью выполнения обязательств и дезорганизации деятельности, отсюда возникает вероятность увеличения масштаба чрезвычайной ситуации, возникновения большого материального ущерба, а также человеческих жертв и др.

Поэтому задачи обеспечения защиты от возникновения информационных рисков как отдельного подразделения, так и министерства в целом приобретают особую актуальность. Это связано со следующими факторами:

- реализация крупномасштабных работ по внедрению информационных технологий в процесс функционирования подразделений МЧС России;
- расширение сферы применения информационных технологий и возросший уровень доверия к автоматизированным системам управления и обработки информации;
- развитие и распространение информационно-телекоммуникационных сетей, территориально распределенных систем и систем с удаленным доступом к совместно используемым ресурсам;
- отставание в области создания эффективной, в частности непротиворечивой системы законодательно-правового регулирования отношений в сфере накопления, использования и защиты информации;
- отсутствие оптимальной политики информационной безопасности подразделений (меры по обеспечению информационной безопасности являются бессистемными и зачастую представляют набор устных требований, сформулированный должностным лицом, ответственным за информационную безопасность подразделения);
- бурное развитие и широкое распространение методов негативного воздействия на информационные системы, в том числе информационного оружия (информационное оружие – это комплекс мероприятий, методов и технологий, направленных на установление контроля над информационными структурами потенциального объекта, реализацию деструктивных действий, вмешательство в работу его систем управления с целью уничтожения или модификации данных, дезинформации, распространения информации специального назначения).

Для обеспечения информационной безопасности подразделения необходимо применить такой подход, который позволял бы комплексно проводить оценку угроз информационным ресурсам, оценку степени защищенности информационной системы подразделения, а также разработать экономически оправданную систему мероприятий и средств противодействия угрозам информационной безопасности подразделений, позволяя при этом устраниТЬ лишние расходы, оптимизировать инвестиции в информационную безопасность. Таким актуальным подходом является построение модели процесса управления информационными рисками с предварительной формализацией указанного процесса.

Управление риском – процесс выявления информационных рисков с последующим принятием управленческих решений с целью контроля и минимизации или устранения рисков безопасности, оказывающих влияние на информационные системы, в рамках допустимых затрат.

Формализация процесса управления информационными рисками – это представление содержательной области управления рисками (рассуждений, доказательств) в виде формальной системы.

Таблица 1. Возможные информационные риски, присущие подразделениям МЧС России

Классификационный признак	Описание
Наличие отрицательных последствий	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>фундаментальный риск</b>, то есть внутренне присущий (имманентный) данному подразделению и/или возникшей в нём ситуации (подверженность риску достаточно велика);</li> <li>– спорадический риск, то есть нерегулярный риск, вызываемый исключительно редкими событиями и форс-мажорными обстоятельствами, риск, реализующийся с очень низкой вероятностью</li> </ul>
Специфика исходов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>чистый риск</b>, при котором все исходы связаны с негативными последствиями;</li> <li>– спекулятивный риск, то есть риск, исходы которого связаны как с отрицательными («проигрыш»), так и с положительными («выигрыш») последствиями</li> </ul>
Место появления	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>внутренний</b> (связан с организацией работы исследуемого подразделения или деятельностью отдельного должностного лица);</li> <li>– <b>внешний</b> (определяется внешними обстоятельствами)</li> </ul>
Степени зависимости ущерба от исходного события	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>первичный риск</b> так как непосредственно связан с неблагоприятными исходными событиями;</li> <li>– вторичный риск, обусловленный последствиями неблагоприятного исходного события</li> </ul>
Уровень возникновения риска	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>уровень субъекта или региона;</b></li> <li>– <b>уровень структурных подразделений;</b></li> <li>– <b>уровень отдельного рабочего места должностного лица</b></li> </ul>
Степень учета временного фактора (время действия риска)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>бессрочный риск</b>, то есть время действия риска не имеет временных ограничений;</li> <li>– срочный риск (долгосрочный и краткосрочный риск)</li> </ul>
Зависимость уязвимости от времени	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>динамический риск</b> то есть уровень риска может изменяться во времени;</li> <li>– статический риск, то есть риск, не зависящий от времени</li> </ul>
Продолжительность выявления и ликвидации отрицательных последствий	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>риск с краткосрочным выявлением отрицательных последствий</b>, обычно ущерб выявляется сразу или в течение нескольких месяцев;</li> <li>– риск с долгосрочным выявлением отрицательных последствий (продолжительность до нескольких десятилетий)</li> </ul>
Степень распространенности риска	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>массовый риск</b>, то есть риск, характерный для большого числа однотипных объектов;</li> <li>– уникальный риск, встречающийся только у отдельных объектов (например, ядерные риски)</li> </ul>
Характер влияния на различные объекты	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>общий риск</b>, то есть влияет на различные объекты, иногда вызывает отрицательные последствия разной природы (модификация/кража/незаконное распространение информации, повреждение/уничтожение технических средств, нарушение нормального функционирования объекта и как следствие – материальный ущерб и гибель людей и т. д.);</li> <li>– частный риск – риск, затрагивающий отдельный объект или лицо</li> </ul>
Степень предсказуемости риска	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>предсказуемый (прогнозируемый) риск</b>, который можно предвидеть, но невозможно предсказать в момент его проявления;</li> <li>– непредсказуемые (непрогнозируемые) риски, о которых пока ничего неизвестно, поэтому невозможно оценить их влияние на степень и размер риска</li> </ul>

Жирным шрифтом выделены информационные риски, присущие подразделениям МЧС России.

Анализ имеющихся материалов по выбранной проблематике показал, что многие теоретические и методологические аспекты управления информационными рисками проработаны в недостаточной мере, имеет место смешение терминологии, во многих исследованиях не хватает комплексности и аргументированности. Некоторые из предложенных методик управления позволяют оценить риск только отдельных угроз на отдельно взятые ресурсы информационно-вычислительной сети. Зачастую предлагаемые методы носят ярко выраженный качественный характер, что не позволяет говорить об их эффективности, либо наоборот, требуют значительный объем статистического материала, то есть или слишком сложны, или не позволяют добиться приемлемой точности.

Поэтому актуальной задачей является модификация и развитие существующих методик исследования и управления информационными рисками для приведения их в соответствие с поставленной целью, а именно, разработки модели процесса управления информационными рисками, которая обладала бы требуемым набором свойств.

Для определения необходимого и достаточного набора свойств модели процесса управления рисками необходимо выделить свойства системы управления рисками (рис. 1).

Система управления информационными рисками – целостная совокупность взаимосвязанных процессов, направленных на выявление информационных рисков с последующим принятием управленческих решений с целью контроля и минимизации или устранения рисков безопасности, оказывающих влияние на информационные системы в рамках допустимых затрат.

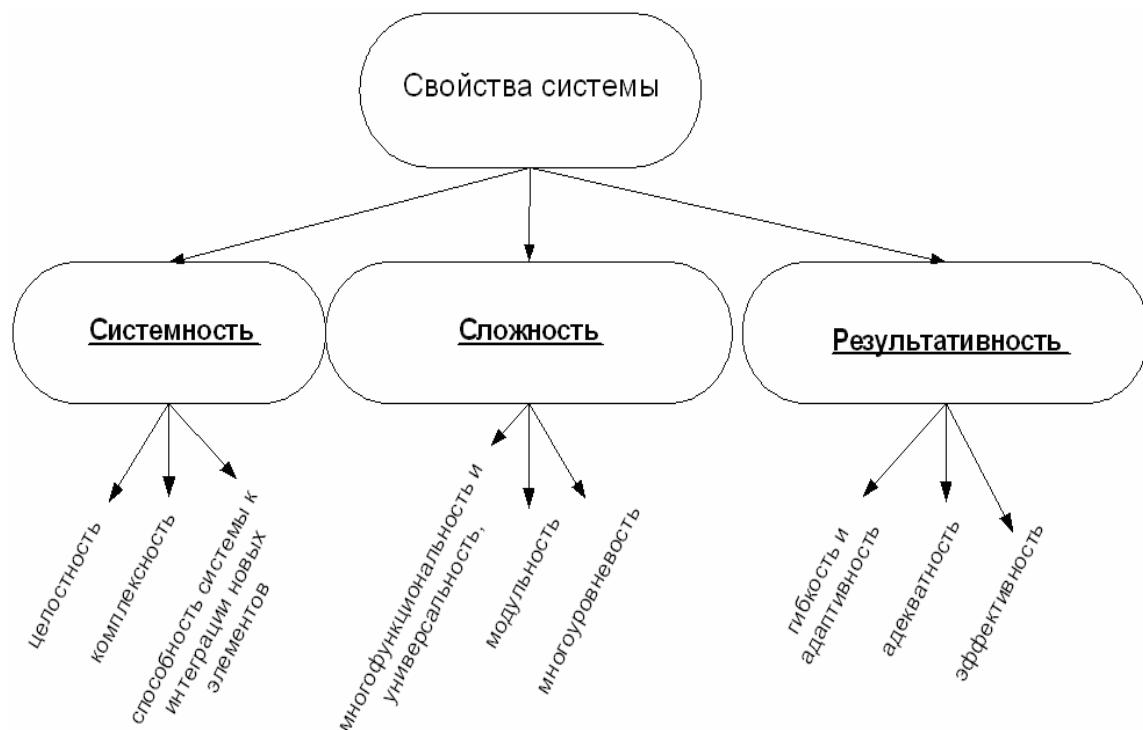


Рис. 1. Свойства системы управления рисками

В соответствии с вышесказанным имеется возможным установить требования к свойствам модели процесса управления информационными рисками подразделений МЧС России:

- адекватность, то есть соответствие реализуемых процедур управления риском конкретной ситуации, выражющееся в способности оперативно выделять все ресурсы, необходимые для достижения поставленных целей;
- многофункциональность и универсальность, то есть способность

противодействовать рискам разной природы с различными последствиями их реализации;

– модульность, то есть возможность использования различных сочетаний процедур управления риском в разных ситуациях;

– многоуровневость, то есть обеспечение подходящей иерархической структуры принятия решений;

– наличие, помимо качественных, количественных методик оценки риска;

– гибкость и адаптивность, то есть способность к приспособлению стремительно изменяющихся условий, высокая скорость реагирования, способность быстроправляться с неблагоприятными ситуациями;

– эффективность, то есть способность противодействовать негативным последствиям возникновения неблагоприятных ситуаций при привлечении минимального объема соответствующих ресурсов;

– учет специфики деятельности подразделений МЧС России.

Еще одним фактом, подтверждающим необходимость внедрения процесса управления информационными рисками в общий процесс управления подразделениями МЧС России, является утверждение программы «Развитие комплексной системы обеспечения безопасности информации МЧС России на период до 2012 года» (утверждена Приказом МЧС России от 2 июля 2007 г. № 364 ДСП). Одним из ключевых направлений программы значится разработка политики безопасности информации и нормативных, методологических и организационных документов МЧС России. Основным мероприятием этого направления является разработка методики оценки состояния защищенности информационных ресурсов МЧС России.

Необходимо также отметить, что приоритетными задачами программы являются:

– своевременное выявление источников угроз безопасности информации, причин и условий, способствующих нанесению ущерба подразделениям, создание механизма оперативного реагирования на угрозы безопасности информации;

– создание условий для минимизации и локализации ущерба, который может быть нанесен неправомерными действиями физических и юридических лиц и др.

Но к настоящему времени, в рамках задачи построения системы управления рисками информационно-вычислительной сети подразделения МЧС России, а также формализации процесса управления информационными рисками, вопросы оценки состояния защищенности информационных ресурсов МЧС России проработаны не в полной мере. Отсутствуют системы сбора и анализа информации об информационных рисках, механизмы обработки, пересмотра рисков и других необходимых элементов, без которых невозможно построение системы управления рисками, а значит адекватно оценить состояние защищенности информационных ресурсов МЧС России. При этом имеет место высокая степень неопределенности относительно намерений злоумышленников, средств совершения информационных атак, характера и последствий негативных воздействий.

Поэтому вопросы управления информационными рисками, а по сути управления политикой информационной безопасности подразделений МЧС России, по мнению авторов, являются проблемными и должны стать первоочередными.

Соответственно построение эффективной системы управления рисками (управления политикой безопасности) должно рассматриваться в ближайшее время в качестве одной из важнейших задач. Процесс управления информационными рисками должен стать составной частью общей системы управления как отдельным подразделением, так и министерства в целом.

Для лучшего представления процесса управления информационными рисками, а в дальнейшем для построения модели необходимо формализовать процесс управления информационными рисками.

В работе представлен пример формализованного представления процесса управления информационными рисками посредством построения формальной информационной модели (рис. 2). Формальная информационная модель – это модель, созданная на формальном языке

(то есть научном, профессиональном или специализированном). Примеры формальных моделей: все виды формул, таблицы, графы, карты, схемы и т. д.

Применение формальной информационной модели позволит конструктивно, наглядно и относительно легко представить алгоритм управления рисками, а также проанализировать причинно-следственные связи между процессами, составляющими основу предложенной модели.

Предлагаемая информационная модель управления информационными рисками объединяет 4 группы взаимосвязанных процессов: оценка рисков, обработка результатов оценивания, мониторинг и пересмотр рисков, коммуникация рисков.

Основная идея такой модели – постоянное совершенствование процесса управления информационными рисками информационно-вычислительной сети подразделения МЧС России.

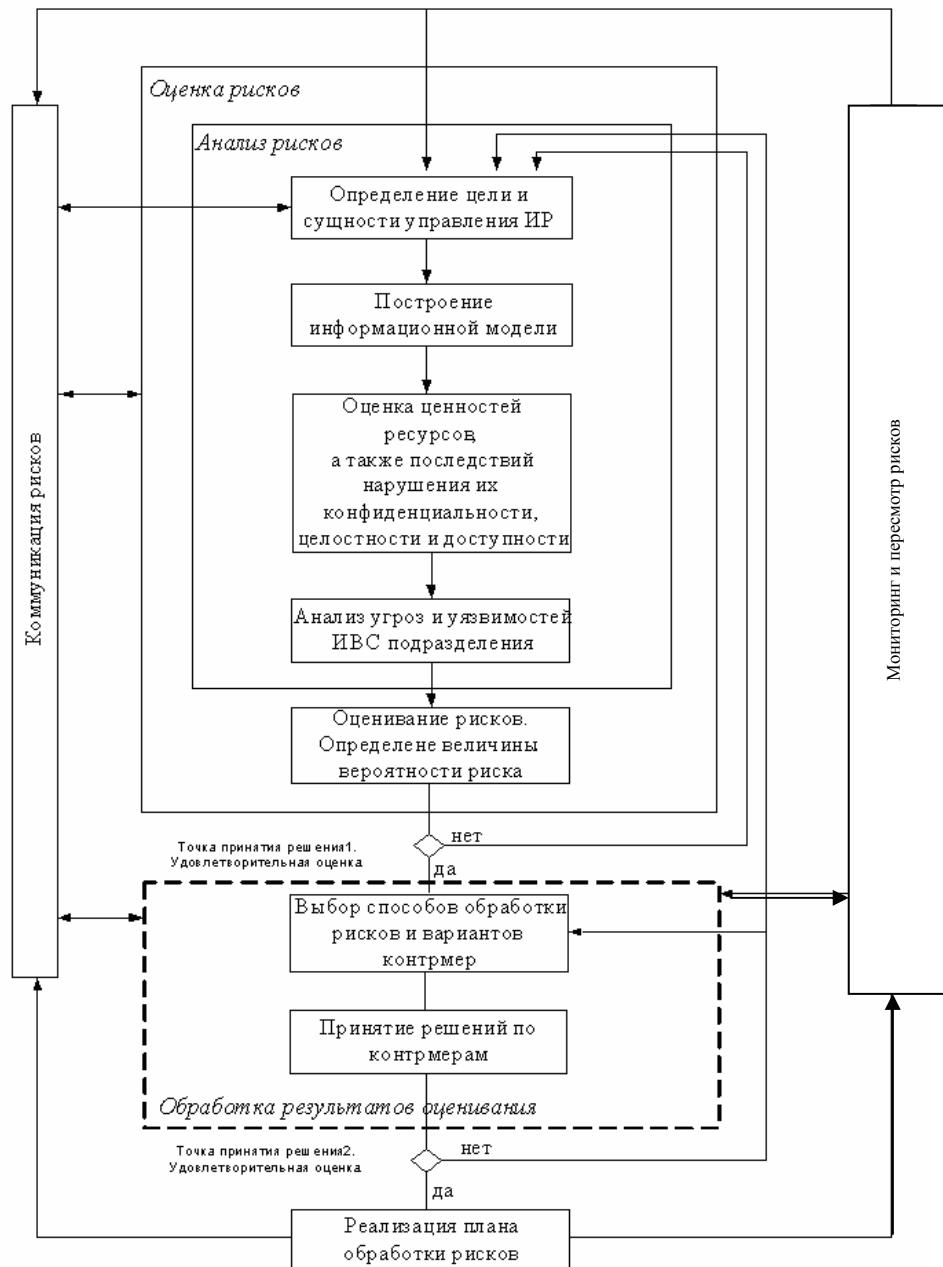


Рис. 2. Формальная информационная модель процесса управления рисками информационно-вычислительной сети подразделения

Таким образом, работа в указанном направлении, в частности выполнение всех этапов предложенной модели, позволит:

- формализовать процесс управления рисками информационно-вычислительной сети подразделений МЧС России;
- разработать модель процесса управления информационными рисками;
- разработать предложения по совершенствованию политики безопасности информационно-вычислительных сетей подразделений МЧС России и разработать план реализации предложенных решений;
- расширить возможности оперативного контроля за состоянием защищенности информационных ресурсов МЧС России;
- выполнить требования законодательства и иных нормативных правовых актов Российской Федерации в области защиты информации;
- снизить вероятность и размеры ущерба, который может быть нанесен безопасности государства в результате неправомерного распространения сведений, составляющих государственную тайну.

Одним из направлений дальнейших исследований в рамках решения задачи формализации процесса управления информационными рисками подразделений МЧС России является выделение всех событий, в данном случае фактов реализации угроз информационной безопасности, и описание этих событий посредством применения функций управления (планирование, учет, контроль, оперативное управление).

#### **Литература**

1. Астахов А.М. Искусство управления информационными рисками. М.: ДМК Пресс, 2010.
2. Варфоломеев А.А. Управление информационными рисками: учеб. пособ. М.: РУДН, 2008. 158 с.
3. Чернова Г.В., Кудрявцев А.А. Управление рисками: учеб. пособ. М.: Изд-во «Проспект», 2003. 160 с.

## **НЕЧЕТКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ РИСКОВ В ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СФЕРАХ**

**М.И. Гвоздик, кандидат технических наук, профессор;**

**Т.А. Подружкина, кандидат педагогических наук.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**А.А. Гусаров, кандидат технических наук.**

**ЗАО «ТЕЛПРОС», Санкт-Петербург**

Предложен подход к оценке рисков в природной и техногенной сферах с использованием теории нечетких множеств. Состояние объекта при чрезвычайной ситуации определяется количественными и качественными признаками, в том числе и по нечетким данным. Оценивание рисков сочетает в себе оценку вероятности неблагоприятного события и оценку ущерба.

*Ключевые слова:* оценка рисков, чрезвычайная ситуация, нечеткие модели оценки риска

## EVALUATION OF RISK AREAS NATURAL AND MAN MADE

M.I. Gvozdik; T.A. Podruzhkina.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

A.A. Gusarov. Company «TELROS», Saint-Petersburg

In this paper proposes an approach to assessing risks in natural and technological areas using the theory of fuzzy sets. State of the object in emergency situations is determined by quantitative and qualitative traits, including using fuzzy data. Assessing risks combines assessment of the likelihood of an adverse event and assess the damage.

*Key words:* risk assessment, emergency situations, fuzzy risk assessment model

Под риском в природной и техногенной сферах принято понимать обобщенную характеристику возможности реализации опасности, определяемую через вероятность возникновения аварии или катастрофы (чрезвычайной ситуации) и математическое ожидание негативных последствий от них. Оценивание рисков в природной и техногенной сферах сочетает в себе оценку вероятности неблагоприятного события и оценку ущерба. В системах поддержки принятия решений вырабатываются экспертная оценка уровня опасности и варианты решения на последующие действия. В совокупности указанные действия определяют процедуру управления риском [1, 2].

Управление риском в природной и техногенной сферах является одной из сложнейших задач управления. Общие процедуры управления риском существуют, однако проработанная методология, и, прежде всего, процесс оценивания, выработки вариантов и принятия решения основываются на интуиции экспертов, а не на формальных процедурах [3, 4].

Особая сложность задачи оценивания рисков в природной и техногенной сферах заключается в наличии, наряду с количественными, большого числа качественных признаков. Оценка экспертами качественных признаков по своей природе субъективна и выражается, как правило, в виде лингвистических выражений. Это позволяет говорить о задаче оценки рисков как о задаче с нечетко определенными, неоднозначными и неточными данными, частично представленными в лингвистическом виде.

Исследования российских и зарубежных ученых показывают, что для подобных задач успешно может применяться теория нечетких множеств и развитые на ее основе приложения [5–8].

Эффективный подход к оценке рисков в природной и техногенной сферах должен реализовываться на логике экспертных рассуждений, которая реализуются процедурами нечеткого оценивания.

В настоящей работе предлагается подход к оценке рисков в природной и техногенной сферах с использованием теории нечетких множеств.

### **Нечеткие модели оценки риска в природной и техногенной сферах. Формирование базы правил систем нечеткого вывода**

При решении задачи оценки рисков в природной и техногенной сферах приходится часто сталкиваться с нечетко определенными, неоднозначными и неточными данными, частично представленными в лингвистическом виде. Возможные состояния оцениваемых объектов необходимо определить как нечеткие множества [6, 7].

Нечеткая переменная представляет собой тройку объектов  $\langle \alpha, X, C_\alpha \rangle$ , где  $\alpha$  – наименование нечеткой переменной;  $X=\{x\}$  – область ее определения;  $C_\alpha=\{\mu_\alpha(x)/x\}$  – нечеткое множество на  $X$ , описывающее ограничения на возможные значения нечеткой переменной  $\alpha$  (ее семантику).

Лингвистической переменной (ЛП) называется пятерка  $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$ , где  $\beta$  – наименование ЛП;  $T$  – множество ее значений (терм-множество), представляющих собой наименование нечетких переменных, областью определений каждой из которых является множество  $X$ . Множество  $T$  называется базовым терм-множеством ЛП;  $G$  – синтаксическая процедура (грамматика), позволяющая оперировать элементами терм-множества  $T$ , в частности генерировать новые осмыслиенные термы;  $M$  – семантическая процедура, позволяющая превратить каждое новое значение ЛП, образуемое процедурой  $G$ , в нечеткую переменную, то есть приписать ему нечеткую семантику путем формирования соответствующего нечеткого множества.

Нечеткими высказываниями называются высказывания следующего вида:

- высказывание  $\langle \beta \text{ есть } \alpha \rangle$ , где  $\beta$  – наименование ЛП, отражающей некоторый объект или параметр реальной действительности, относительно которой производится утверждение  $\alpha$ , являющейся ее нечеткой оценкой (нечеткой переменной);
- высказывания вида  $\langle \beta \text{ есть } m\alpha \rangle$ ,  $\langle \beta \text{ есть } Q\alpha \rangle$ ,  $\langle Q\beta \text{ есть } m\alpha \rangle$ ,  $\langle m\beta \text{ есть } Q\alpha \rangle$ , при этом  $m$  называется модификатором (ему соответствуют такие слова, как очень, более или менее, незначительный, средний и др.),  $Q$  – квантификатор (ему соответствуют слова типа большинство, несколько, много, немного, очень много и др.);
- высказывания, образованные из высказываний 1-го и 2-го видов и союзов И ИЛИ; ЕСЛИ..., ТО; ТО... ИНАЧЕ.

Введенные понятия позволяют строить процедуру нечеткого логического вывода, который лежит в основе различных экспертных систем. Основными этапами нечеткого вывода являются:

- формирование базы правил системы нечеткого вывода;
- фазификация входных параметров;
- агрегирование;
- активизация подусловий в нечетких правилах продукции;
- дефазификация.

Данная схема относится к алгоритму нечеткого вывода Мамдани, который один из первых нашел применение в системах нечетких множеств.

На последнем этапе алгоритма (процедура дефазификации), определяют количественные значения выходных переменных методом центра тяжести либо любым другим.

Описанный подход позволяет получать количественную оценку характеристики объекта, если исходная информация задана нечетко.

### **Нечеткое оценивание рисков. Формирование базы правил систем нечеткого вывода**

Состояние объекта при чрезвычайной ситуации определяется количественными и качественными признаками, в том числе и по нечетким данным.

Признаки, определяющие состояние объекта в результате чрезвычайной ситуации, можно разделить на следующие группы:

- множество признаков на основе визуального осмотра объекта экспертами по факту;
- множество признаков, получаемых из данных наблюдений за ЧС в динамике;
- множество признаков из справочной информации об объектах в районе ЧС.

Ряд признаков может быть определен численно, другие задаются лингвистически, при этом каждому признаку соответствует лингвистическая переменная.

Лингвистически можно определить несколько общих состояний объекта при чрезвычайной ситуации (например, пять) [8]:

- «нет» – отсутствие повреждений или несущественные неструктурные повреждения объектов;

- «легкое» – небольшие локализованные неструктурные повреждения объектов (трещины, отколы, смещение перегородок, повреждение окон и дверей);
- «умеренное» – повсеместные, значительные неструктурные повреждения, легко устранимые структурные повреждения объектов (разрыв в несущих стенах, массовое повреждение имущества);
- «сильное» – большие структурные повреждения, возможно полные неструктурные повреждения объектов (обвалы, разрушения и перемещения сооружений);
- «разрушительное» – полное разрушение объектов с потерей формы.

Полученные знания об объектах при чрезвычайной ситуации могут быть представлены в форме эвристических правил, которые позволяют сформировать базы правил. Для формирования базы правил определяются входные и выходные лингвистические переменные и соответствующие им термы-множества, а также области определения нечетких переменных, которые входят в определение соответствующих лингвистических переменных.

Система нечеткого вывода на базе сформированных правил дает возможность получить количественную оценку рисков в природной и техногенной сферах.

Следует отметить, что входные и выходные лингвистические переменные считаются определенными, если для них заданы функции принадлежности.

### Построение аналитических моделей для функций принадлежности

В работе [9] предложен метод формализации элементов шкал, применяемых для оценивания качественных характеристик объектов, и соответственно метод формализации нечетких данных, полученных при оценивании этих характеристик экспертами.

Рассмотрим данные, полученные в результате оценивания у объектов качественной характеристики  $X$  в рамках вербальной шкалы с уровнями  $X_l, l = \overline{1, m}, m \geq 2$ , упорядоченными по возрастанию интенсивности проявления. Обозначим относительные частоты появления объектов, у которых интенсивность проявления  $X$  оценена уровнями

$X_l, l = \overline{1, m}$ , соответственно через  $a_l, l = \overline{1, m}, \sum_{l=1}^m a_l = 1$ . Обозначим  $\min(a_1, a_2)$  через  $b_1$ ;  $\min(a_{l-1}, a_l, a_{l+1}), l = \overline{2, m-2}$  через  $b_l, l = \overline{2, m-2}$ , а  $\min(a_{m-1}, a_m)$  через  $b_{m-1}$ .

$$\text{Тогда } \mu_1(x) \equiv \left( 0, a_1 - \frac{b_1}{2}, 0, b_1 \right),$$

$$\mu_l(x) \equiv \left( \sum_{i=1}^{l-1} a_i + \frac{b_{l-1}}{2}, \sum_{i=1}^l a_i + \frac{b_l}{2}, b_{l-1}, b_l \right), l = \overline{2, m-2},$$

$$\mu_{m-1}(x) \equiv \left( \sum_{i=1}^{m-2} a_i + \frac{b_{m-2}}{2}, 1 - a_m - \frac{b_{m-1}}{2}, b_{m-2}, b_{m-1} \right),$$

$$\mu_m(x) \equiv \left( 1 - a_m - \frac{b_{m-1}}{2}, 1 - a_m + \frac{b_{m-1}}{2}, b_{m-1}, 0 \right).$$

Этот метод, в отличии от известных методов, работает в условиях неполной информации, он инвариантен относительно последовательности построения функций

принадлежности элементов шкал, используемых для оценивания качественных характеристик.

Опираясь на этот метод, разработана модель соответствия элементов балльной и вербальной (лингвистической) шкал, которая опирается на методы теории нечетких множеств и при этом учитывает всю доступную статистическую (априорную и апостериорную) информацию.

Функции принадлежности нечетких переменных могут быть заданы аналитически либо таблично.

### **Алгоритм нечеткого вывода. Фазификация входных параметров**

Этот этап часто называют приведением к нечеткости. На вход поступают сформированная база правил и массив входных данных  $A = \{a_1, \dots, a_m\}$ . В этом массиве содержатся значения всех входных переменных. Целью этого этапа является получение значений истинности для всех подусловий из базы правил. Это происходит так: для каждого из подусловий находится значение  $b_i = \mu(a_i)$ . Таким образом, получается множество значений  $b_i$  ( $i = 1..k$ ).

### **Агрегирование**

Условие правила может быть составным, то есть включать подусловия, связанные между собой при помощи логической операции «AND». Целью этого этапа является определение степени истинности условий для каждого правила системы нечеткого вывода. Упрощенно говоря, для каждого условия находим минимальное значение истинности всех его подусловий.

### **Активизация подусловий в нечетких правилах продукций**

На этом этапе происходит переход от условий к подзаключениям. Для каждого подзаключения находится степень истинности  $d_i = c_i * F_i$ , где  $i = 1..q$ . Затем, опять же каждому  $i$  подзаключению, сопоставляется множество  $D_i$  с новой функцией принадлежности. Её значение определяется как минимум из  $d_i$  и значения функции принадлежности терма из подзаключения. Этот метод называется min-активацией.

Далее получают нечеткие множества (или их объединения) для каждой из выходных переменных. Выполняется это следующим образом:  $i$  выходной переменной сопоставляется объединение множеств  $E_i = \bigcup D_j$ , где  $j$  – номера подзаключений в которых участвует  $i$  выходная переменная ( $i=1..s$ ). Объединением двух нечетких множеств является третье нечеткое множество со следующей функцией принадлежности:  $\mu_i(x) = \min \{\mu_1(x), \mu_2(x)\}$ , где  $\mu_1(x), \mu_2(x)$  – функции принадлежности объединяемых множеств.

### **Дефазификация**

Цель дефазификации – получить количественное значение (crisp value) для каждой из выходных лингвистических переменных. Формально это происходит следующим образом: рассматривается  $i$  выходная переменная и относящееся к ней множество  $E_i$  ( $i = 1..s$ ), затем при помощи метода дефазификации находится итоговое количественное значение выходной переменной. В данной реализации алгоритма используется метод центра тяжести, в котором значение  $i$  выходной переменной рассчитывается по формуле:

$$y_i = \frac{\int_{\text{Min}}^{\text{Max}} x \cdot \mu_i(x) dx}{\int_{\text{Min}}^{\text{Max}} \mu_i(x) dx},$$

где  $\mu_i(x)$  – функция принадлежности соответствующего нечеткого множества  $E_i$ ;  $Min$  и  $Max$  – границы универсума нечетких переменных;  $y_i$  – результат дефазификации.

В результате имеем количественные оценки рисков в природной и техногенной сферах.

Предложенная методика оценки рисков в природной и техногенной сферах состоит из следующих этапов:

- выделение признаков, определяющих состояние объектов ЧС, и определение соответствующих им лингвистических переменных;
- определение лингвистической переменной «состояние объектов»;
- построение аналитических моделей для функций принадлежности, заданных таблично;
- построение базы нечетких лингвистических правил;
- использование в качестве алгоритма вывода алгоритм Мамдани.

Результатом является количественная оценка рисков в природной и техногенной сферах.

### **Литература**

1. Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2001. 343 с.
2. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природных и техногенной сферах. М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2004. 352 с.
3. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Региональные проблемы безопасности. Красноярский край / С.П. Воронов, В.В. Москвичев [и др.]. М.: МГФ «Знание», 2001. 574 с.
4. Ноженкова Л.Ф. Применение гибридных технологий интеллектуальной поддержки принятия решений по предупреждению и ликвидации ЧС // Природно-техногенная безопасность Сибири: труды науч. мероприятий. Красноярск: ИВМ СО РАН, 2001. Т. 1. С. 305–311.
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 165 с.
6. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / пер. с франц. М.: Радио и связь, 1982. 432 с.
7. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 736 с.
8. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия Телеком, 2007. 288 с.
9. Поярков Н.Г. Метод формализации данных и модели нечеткого кластерного анализа и рейтингового оценивания объектов с качественными характеристиками: дис. ... канд. техн. наук. М., 2007.



## **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

Аверьянов Владимир Трофимович – проф. каф. организац. пожаротуш. и проведения аварийно-спасат. работ СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, канд. воен. наук;

Алуев Сергей Вадимович – адъюнкт Военно-космической акад. им. А.Ф. Можайского (197082, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), тел. (812) 230-28-15;

Антухов Валерий Иванович – проф. каф. систем. анализа и антикризис. управления СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, проф., засл. работник высш. школы РФ;

Беседа Андрей Леонидович – нач. отдела ООО «Северный радиозавод» Всерос. науч.-исследов. института радиоаппаратуры (ОАО «ВНИИРА») (199106, Санкт-Петербург, Шкиперский проток, д. 19), тел. (812) 356-06-11, e-mail: info@vniira.ru, канд. техн. наук;

Гвоздик Михаил Иванович – проф. каф. приклад. матем. и информ. технол. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, проф.;

Гусаров Александр Анатольевич – ген. дир. ЗАО «ТЕЛРОС» (194156, Санкт-Петербург, Большой Сампсониевский пр., д. 87), тел. (812) 603-28-28, канд. техн. наук;

Загрутдинов Юрий Александрович – препод. каф. автоматизир. систем управления Военно-космической акад. им. А.Ф. Можайского (197082, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), тел. (812) 230-28-15;

Иванов Александр Юрьевич – проф. каф. приклад. матем. и информ. технол. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Иванов Константин Серафимович – нач. каф. механики и инж. графики СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Какаев Виталий Викторович – зам. нач. управления Военного института (научно-исследовательского) Военно-космической акад. им. А.Ф. Можайского (197082, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), тел. (812) 230-28-15, канд. техн. наук, доц.;

Коршунов Александр Юрьевич – и.о. зам. ген. дир. по средствам навигации и посадки Всерос. науч.-исследов. института радиоаппаратуры (ОАО «ВНИИРА») (199106, Санкт-Петербург, Шкиперский проток, д. 19), тел. (812) 356-06-11, e-mail: info@vniira.ru;

Кравчук Ольга Валерьевна – адъюнкт каф. систем. анализа и антикриз. управ. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Кузьмин Анатолий Алексеевич – СПб университет ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Лабинский Александр Юрьевич – доц. каф. приклад. матем. и информ. технол. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149); тел. (812) 369-69-70, канд. техн. наук, доц.;

Лагунов Андрей Николаевич – соискатель СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Максимов Александр Викторович – препод. каф. приклад. матем. и информ. технол. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Медведева Людмила Владимировна – нач. каф. физики и теплотехники СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-70, д-р пед. наук, проф.;

Одиноченко Николай Михайлович – нач. отдела по обеспечению НИОКР ОАО ЦНПО «Каскад» Всерос. науч.-исследов. института радиоаппаратуры (ОАО «ВНИИРА») (199106, Санкт-Петербург, Шкиперский проток, д. 19), тел. (812) 356-06-11, e-mail: info@vniira.ru;

Перевалов Андрей Сергеевич – адъюнкт фак. подготовки и переподгот. науч. и науч.-пед. кадров СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: pus\_ural@mail.ru;

Подружкина Татьяна Александровна – нач. каф. приклад. матем. и информ. технол. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук;

Синицын Евгений Александрович – нач. науч.-исследов. отдела Всерос. науч.-исследов. института радиоаппаратуры (ОАО «ВНИИРА») (199106, Санкт-Петербург, Шкиперский проток, д. 19), тел. (812) 356-06-11, e-mail: info@vniiira.ru, д-р техн. наук;

Сугак Владимир Петрович – проф. каф. высш. матем. и систем. моделир. сложных процессов СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, д-р воен. наук, проф.;

Трепков Роман Евгеньевич – адъюнкт Военно-космической акад. им. А.Ф. Можайского (197082, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), тел. (812) 230-28-15;

Широухов Александр Валерьевич – препод. каф. механики и инженер. графики СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Южакова Наталья Алексеевна – адъюнкт СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149).



---

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

---

Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» – высшее учебное заведение, реализующее программы среднего, высшего профессионального образования, а также образовательные программы послевузовского профессионального образования по подготовке научных, научно-технических и научно-педагогических кадров (адъюнктура). Институт дополнительного профессионального образования (в составе университета) осуществляет переподготовку и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России.

Начальник университета – Латышев Олег Михайлович, кандидат педагогических наук, профессор.

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках направления – «Пожарная безопасность», вместе с тем организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области системного анализа и управления, прикладной математики, законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, бюджетного учета и аудита в организациях МЧС, пожарно-технических экспертиз. Инновационными программами подготовки стало обучение специалистов по специализациям «Руководство проведением спасательных операций особого риска» и «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций» со знанием иностранных языков.

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований, постоянный поиск оптимальных путей решения современных проблем позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса. Сегодня на 38 кафедрах университета свои знания и огромный опыт передают 2 академика РАН, 2 члена-корреспондента РАН, 8 заслуженных деятелей науки РФ, 20 заслуженных работников высшей школы РФ, 3 заслуженных юриста РФ. Подготовку специалистов высокой квалификации в настоящее время в университете осуществляют 3 лауреата Премии Правительства РФ в области науки и техники, 81 доктор наук, 280 кандидатов наук, 86 профессоров, 153 доцента, 27 академиков отраслевых академий, 24 член-корреспондента отраслевых академий, 8 старших научных сотрудников, 1 заслуженный деятель Республики Дагестан, 6 почетных работников высшего профессионального образования РФ, 3 почетных работника науки и техники РФ, один почетный работник высшей школы РФ, 1 почетный радиостроитель РФ и 1 почетный работник прокуратуры РФ.

В 2012 г. решением Ученого совета почетным президентом Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России избран статс-секретарь – заместитель министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Артамонов Владимир Сергеевич, доктор военных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, эксперт Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ по проблемам управления, информатики и вычислительной техники, член экспертного совета Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки РФ для осуществления экспертизы аттестационных дел по присвоению учёных званий на соответствие требованиям,

установленным Министерством образования и науки РФ, лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, в мае 2012 г. награжден почетной грамотой Президента РФ.

В период с 2002 по 2012 гг. В.С. Артамонов возглавлял Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В состав университета входят:

Институт дополнительного профессионального образования;

Институт заочного и дистанционного обучения;

Институт безопасности жизнедеятельности;

Сибирский институт пожарной безопасности – филиал университета (г. Железногорск, Красноярский край);

Мурманский филиал университета;

три факультета: пожарной безопасности, экономики и права, подготовки и переподготовки научных и научно-педагогических кадров.

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Магадан, Махачкала, Полярные Зори (Мурманская область), Петрозаводск, Стрежевой (Томская область), Чехов (Московская область), Хабаровск, Сыктывкар, Бургас (Болгария), Алматы (Казахстан).

В университете созданы:

центр организации и координации учебно-методической работы;

центр организации и координации научных исследований;

центр автоматизации задач управления;

учебно-научный центр инженерно-технических экспертиз;

центр дистанционного обучения;

центр организации и координации международной деятельности;

технопарк науки и высоких технологий.

В университете по различным направлениям подготовки обучается более 8000 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1550 специалистов.

**Реализуемые университетом направления подготовки и спеальности:**

«Пожарная безопасность» (специализации: «Пожаротушение», «Государственный пожарный надзор», «Руководство проведением спасательных операций особого риска», «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций»), квалификация выпускника – инженер, специалист;

«Защита в чрезвычайных ситуациях», квалификация выпускника – инженер;

«Безопасность технологических процессов и производств», квалификация выпускника – инженер;

«Техносферная безопасность» (профили: «Безопасность технологических процессов и производств», «Защита в чрезвычайных ситуациях», «Радиационная и электромагнитная безопасность»), квалификация выпускника – бакалавр;

«Правовое обеспечение национальной безопасности» (специализации: «Государственно-правовая», «Уголовно-правовая»), квалификация выпускника – специалист;

«Судебная экспертиза», квалификация выпускника – судебный эксперт, специалист;

«Бухгалтерский учет, анализ и аудит», квалификация выпускника – экономист;

«Экономика», квалификация выпускника – бакалавр;

«Прикладная математика», квалификация выпускника – инженер-математик, бакалавр;

«Системный анализ и управление», квалификация выпускника – бакалавр техники и технологии;

«Психология», квалификация выпускника – психолог, преподаватель психологии, бакалавр;

«Управление персоналом», квалификация выпускника – менеджер, бакалавр;

«Тыловое обеспечение», квалификация выпускника – специалист;

«Психология служебной деятельности», квалификация выпускника – специалист; «Юриспруденция», квалификация выпускника – юрист, бакалавр; «Педагогическое образование», квалификация выпускника – бакалавр; «Безопасность жизнедеятельности», квалификация выпускника – учитель безопасности жизнедеятельности; «Экономическая безопасность», квалификация выпускника – специалист; «Менеджмент организации», квалификация выпускника – менеджер; «Менеджмент», квалификация выпускника – бакалавр; «Государственное и муниципальное управление», квалификация выпускника – менеджер, бакалавр; «Организация и технология защиты информации», квалификация выпускника – специалист по защите информации; «Информационная безопасность», квалификация выпускника – бакалавр; «Безопасность информационных технологий в правоохранительной сфере», квалификация выпускника – специалист; «Наземные транспортно-технологические комплексы», квалификация выпускника – бакалавр; «Наземные транспортно-технологические средства», квалификация выпускника – специалист; «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», квалификация выпускника – бакалавр; «Автомобили и автомобильное хозяйство», квалификация выпускника – инженер; «Управление персоналом» (Вооруженные Силы, другие войска, воинские формирования и приравненные к ним органы Российской Федерации), квалификация выпускника – специалист; «Пожарная безопасность» (уровни подготовки: базовый и углубленный), квалификация выпускника – техник, старший техник; «Защита в чрезвычайных ситуациях» (уровни подготовки: базовый и углубленный), квалификация выпускника – техник-спасатель, старший техник-спасатель; «Горное дело», квалификация выпускника – горный инженер.

В университете действуют 4 диссертационных совета по защите докторских диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по техническим, педагогическим и психологическим наукам.

Подготовку специалистов высшей квалификации: докторантов, аспирантов, аспирантов по очной и заочной формам обучения и соискателей осуществляет факультет подготовки и переподготовки научных и научно-педагогических кадров (далее – факультет).

В соответствии с лицензией на право ведения образовательной деятельности факультет проводит подготовку по 9 отраслям наук и 34 специальностям:

*Технические науки:*

03.02.08 – экология;  
05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации (промышленность);  
05.13.10 – управление в социальных и экономических системах;  
05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ;  
05.13.19 – методы и системы защиты информации, информационная безопасность;  
05.25.05 – информационные системы и процессы;  
05.26.01 – охрана труда;  
05.26.02 – безопасность в чрезвычайных ситуациях;  
05.26.03 – пожарная и промышленная безопасность;  
25.00.21 – теоретические основы проектирования горнотехнических систем;  
25.00.35 – геоинформатика.

*Экономические науки:*

08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в том числе: управление инновациями, экономическая безопасность);

08.00.12 – бухгалтерский учет, статистика.

*Юридические науки:*

12.00.01 – теория и история права и государства, история учений о праве и государстве;

12.00.03 – гражданское право, предпринимательское право, семейное право; международное частное право;

12.00.04 – финансовое право, налоговое право, бюджетное право;

12.00.08 – уголовное право и криминология, уголовно-исполнительное право;

12.00.09 – уголовный процесс;

12.00.12 – криминалистика, судебно-экспертная деятельность, оперативно-розыскная деятельность;

12.00.13 – информационное право;

12.00.14 – административное право, административный процесс.

*Педагогические науки:*

13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования;

13.00.08 – теория и методика профессионального образования.

*Психологические науки:*

05.26.03 – пожарная и промышленная безопасность;

19.00.01 – общая психология, психология личности, история психологии;

19.00.06 – юридическая психология.

*Химические науки:*

01.04.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества;

05.26.02 – безопасность в чрезвычайных ситуациях.

*Исторические науки:*

07.00.02 – отечественная история;

07.00.10 – история науки и техники.

*Социологические науки:*

05.26.01 – охрана труда;

22.00.08 – социология управления.

*Философские науки:*

09.00.08 – философия науки и техники;

09.00.11 – социальная философия.

В целях совершенствования научной деятельности в университете созданы научно-исследовательские лаборатории:

1. Научно-исследовательская лаборатория исследования пожаров и экологического мониторинга.

2. Лаборатория прикладных исследований кризисных ситуаций, связанных с глобальными колебаниями климата и геофизических параметров Земли.

3. Учебно-научная лаборатория нанотехнологий.

4. Лаборатория комплексной оценки опасностей и угроз.

5. Лаборатория комплексной оценки эффективности использования конных подразделений при реагировании на чрезвычайные ситуации.

6. Лаборатория государственного и корпоративного контроллинга.

7. Лаборатория психокоррекции и психосаморегуляции.

8. Лаборатория разработки прикладного программного обеспечения.

Ежегодно в университете проводятся международные научно-практические конференции, семинары и «круглые столы» по широкому спектру теоретических и научно-прикладных проблем, в том числе по развитию системы предупреждения, ликвидации

и снижения последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, совершенствованию организации взаимодействия различных административных структур в условиях экстремальных ситуаций и др.

Среди них: Международная научно-практическая конференция «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международный семинар «Предупреждение пожаров и организация надзорной деятельности», Международная научно-практическая конференция «Международный опыт подготовки специалистов пожарно-спасательных служб», Научно-практическая конференция «Совершенствование работы в области обеспечения безопасности людей на водных объектах при проведении поисковых и аварийно-спасательных работ», которые каждый год привлекают ведущих зарубежных ученых и специалистов пожарно-спасательных подразделений. В университете состоялась Четвертая встреча представителей ведомств России, Индии и Китая по вопросам предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, Международная конференция «Актуальные аспекты законодательного регулирования проблем предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», в которых приняли участие представители Парламентской Ассамблеи ОДКБ и Межпарламентской Ассамблеи СНГ.

На базе университета совместные научные конференции и совещания проводили Правительство Ленинградской области, Федеральная служба Российской Федерации по контролю за оборотом наркотических средств и психотропных веществ, Научно-технический совет МЧС России, Высшая аттестационная комиссия Министерства образования и науки Российской Федерации, Северо-Западный региональный центр МЧС России, Международная ассоциация пожарных и спасателей (CTIF), Законодательное собрание Ленинградской области.

Университет ежегодно принимает участие в выставках, организованных МЧС России и другими ведомствами. Традиционно большим интересом пользуется стенд университета на ежегодном Международном салоне «Комплексная безопасность», Международном форуме «Охрана и безопасность» SFITEX. В 2012 г. университет представлял проект типового класса для подготовки пожарных и спасателей на Международном салоне «Комплексная безопасность 2012».

Санкт-Петербургский университет на протяжении нескольких лет сотрудничает с Государственным Эрмитажем в области инновационных проектов по пожарной безопасности объектов культурного наследия. В апреле 2012 г. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России посетил Генеральный директор Государственного Эрмитажа М.Б. Пиотровский. В ходе визита М.Б. Пиотровский осмотрел библиотеку вуза, лаборатории пожарной техники, автоматической пожарной сигнализации, автоматических установок пожаротушения, автоматических систем управления и связи, учебно-научную лабораторию нанотехнологий и тренажерный комплекс подготовки специалистов ГИМС, побывал в зале офицерского собрания и технопарке университета.

При обучении специалистов в вузе широко используется передовой отечественный и зарубежный опыт. Университет поддерживает тесные связи с образовательными, научно-исследовательскими учреждениями и структурными подразделениями пожарно-спасательного профиля Азербайджана, Белоруссии, Болгарии, Великобритании, Германии, Казахстана, Китая, Кореи, Польши, Сербии, Словакии, США, Украины, Финляндии, Франции, Черногории, Чехии, Швеции, Эстонии и других государств.

Вуз является членом Международной ассоциации пожарных «Институт пожарных инженеров», объединяющей более 20 стран мира. В настоящее время вуз постоянно участвует в рабочей группе CTIF «Обучение и подготовка», принимает участие в научном проекте Совета государств Балтийского моря в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на территории Балтийского региона, осуществляет проект по обмену курсантами и профессорско-преподавательским составом с Государственной Школой пожарной охраны г. Гамбурга (Германия) и Высшей технической школой г. Нови Сад (Сербия).

Одним из направлений совместных научных исследований и учебных программ является сотрудничество университета с Международной организацией гражданской обороны (МОГО).

В сотрудничестве с МОГО Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России были организованы и проведены семинары для иностранных специалистов (из Молдовы, Нигерии, Армении, Судана, Иордании, Бахрейна, Азербайджана, Монголии и других стран) по экспертизе пожаров и по обеспечению безопасности на нефтяных объектах, по проектированию систем пожаротушения. Кроме того, сотрудники университета принимали участие в конференциях и семинарах, проводимых МОГО на территории других стран. Осуществляется обмен обучающимися и сотрудниками с зарубежными учебными заведениями с целью обмена опытом и проведения стажировок.

В рамках взаимодействия с Организацией Договора о коллективной безопасности (ОДКБ) в высших учебных заведениях проводится работа по гармонизации законодательства стран-участников ОДКБ в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Сформирована постоянно действующая рабочая группа при ОДКБ, в состав которой вошли ведущие ученые университета. Рабочей группой был подготовлен Проект рекомендаций по гармонизации законодательства стран-участников ОДКБ в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В целях объединения усилий научных работников и ведущих специалистов в области гражданской защиты для создания более эффективной системы подготовки высококвалифицированных кадров пожарных и спасателей по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также повышения уровня научно-исследовательской и педагогической работы учебным заведением подписаны соглашения о сотрудничестве с более чем 20 зарубежными пожарно-спасательными подразделениями и учебными заведениями. Основными партнерами университета являются: Университет восточного Кентукки (США); Высшая школа подготовки пожарных офицеров (Франция); Государственная академия пожарной охраны Гамбурга (Германия); Рижский технический университет (Латвия); Высшая техническая школа г. Нови Сад (Сербия); Университет прикладных наук Тампере (Финляндия); Учебно-тренировочный центр подготовки пожарных Червильяно (Италия); Университет «Профессор Доктор Асен Златаров» г. Бургас (Болгария); Академия вооруженной полиции МОБ КНР; Управление пожарно-спасательной службы общины Бар (Черногория); Университет г. Жилина (Словакия); Университет Лунда; Малардаленский университет (Швеция); Университет Центрального Ланкашира (Великобритания).

В 2012 г. были подписаны следующие соглашения о сотрудничестве в области образования: с Советом Государств Балтийского Моря (СГБМ); со Службой защиты Общины Бар (Черногория); с Академией Министерства по чрезвычайным ситуациям Азербайджанской Республики; с Техническим университетом г. Острава (Чехия); с Кокшетауским техническим институтом Министерства по чрезвычайным ситуациям (Казахстан); с Командно-инженерным институтом МЧС Республики Беларусь.

В октябре 2012 г. начальник университета принимал участие в составе делегации МЧС России в Форуме старших должностных лиц чрезвычайных служб АТЭС. В рамках мероприятия Министр В.А. Пучков «заложил камень» в строительство Дальневосточного филиала университета. В октябре 2012 г. подписан договор о сотрудничестве между университетом и Дальневосточным федеральным университетом.

В рамках научного сотрудничества с зарубежными вузами и научными центрами издается Российско-Сербский научно-аналитический журнал «Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности».

В университете проводится обучение сотрудников МЧС Кыргызской Республики на основании межправительственных соглашений.

За годы существования университет подготовил более 1000 специалистов для пожарной охраны Афганистана, Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Гвинеи-Бисау, Кореи, Кубы, Монголии, Йемена и других зарубежных стран.

Организовано обучение по программе дополнительного профессионального образования «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» студентов, курсантов, альянктов и сотрудников.

Издаётся ежемесячный информационно-аналитический сборник центра организации и координации международной деятельности, аналитические обзоры по пожарно-спасательной тематике. Осуществляется перевод на различные языки лекционных материалов по ключевым темам, материалов конференций и семинаров, докладов, последовательный перевод при проведении различных международных мероприятий. Переведен на английский язык и постоянно обновляется сайт университета.

Компьютерный парк университета, составляет более 1400 единиц, объединенных в локальную сеть. Компьютерные классы позволяют курсантам работать в международной компьютерной сети Интернет. С помощью сети Интернет обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса. Необходимая нормативно-правовая информация находится в базе данных компьютерных классов, обеспеченных полной версией программ «Консультант-плюс», «Гарант», «Законодательство России», «Пожарная безопасность». Для информационного обеспечения образовательной деятельности в университете функционирует единая локальная сеть.

Наращающая сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации образовательного процесса. Сегодня университет реализует программы обучения с применением технологий дистанционного обучения.

Библиотека университета соответствует всем современным требованиям. Фонд библиотеки составляет более 433 тыс. экз. литературы по всем отраслям знаний. Фонды библиотеки имеют информационное обеспечение и объединены в единую локальную сеть. Все процессы автоматизированы. Установлена библиотечная программа «Ирбис».

Читальные залы (общий и профессорский) библиотеки оснащены компьютерами с выходом в Интернет, Интранет, НЦУКС и локальную сеть университета. Создана и функционирует Электронная библиотека, она интегрирована с электронным каталогом. В Электронную библиотеку оцифровано  $\frac{2}{3}$  учебного и научного фонда. К электронной библиотеке подключены: филиал в г. Железногорске и библиотека учебно-спасательного центра «Вытегра», а также учебные центры. Имеется доступ к крупнейшим библиотекам страны и мира (Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина, Российская национальная библиотека, Российская государственная библиотека, Библиотека академии наук, Библиотека Конгресса).

С РГБ – заключен договор на пользование и просмотр диссертаций в электронном виде. В библиотеке осуществляется электронная книговыдача. Это дает возможность в кратчайшие сроки довести книгу до пользователя.

Библиотека выписывает свыше 100 наименований печатной продукции, 15 наименований газет, в том числе «Спасатель», «Пожаровзрывобезопасность», «Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация». На базе библиотеки создана профессорская библиотека и профессорский клуб вуза.

Университет активно сотрудничает с ВНИИПО МЧС России и ВНИИ ГО и ЧС МЧС России, которые ежемесячно присыпают свои издания, необходимые для учебного процесса и научной деятельности университета.

Типографский комплекс университета оснащен современным типографским оборудованием для полноцветной печати, позволяющим обеспечивать не только заказы на печатную продукцию университета, но и план издательской деятельности министерства. Университет издает 7 собственных научно-аналитических журналов, публикуются материалы ряда международных и всероссийских научных конференций, сборники научных

трудов профессорско-преподавательского состава университета. Издания университета соответствуют требованиям законодательства РФ и включены в электронную базу Научной электронной библиотеки для определения Российского индекса научного цитирования, а также имеют международный индекс. Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» и электронный журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» включены в утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии «Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендуется публикация результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук и кандидата наук».

Все слушатели и курсанты университета получают практический навык по программе подготовки пожарных и спасателей.

Учебная пожарная часть университета имеет 13 единиц современной техники. Обучение курсантов и слушателей на образцах самой современной специальной техники и оборудования способствует повышению профессионального уровня выпускников. Исходя из оперативной обстановки в университете, в постоянной боевой готовности находится 100 курсантов, готовых по вызову совместно с караулами УПЧ выезжать к месту пожара или аварии.

Слушатели и курсанты университета проходят специальный курс обучения на базе Учебно-спасательного центра «Вытегра» – филиала Северо-Западного регионального ПСО МЧС России; Центра подготовки спасателей Байкальского поисково-спасательного отряда МЧС России, расположенного в населенном пункте Никола вблизи озера Байкал, 40-го Российского центра подготовки спасателей, 179-го Спасательного центра в г. Ногинске; Центра подготовки спасателей «Красная Поляна» Южного регионального ПСО МЧС России.

Поликлиника университета оснащена современным оборудованием, что позволяет проводить комплексное обследование и лечение сотрудников учебного заведения и учащихся.

В университете большое внимание уделяется спорту. Составленные из преподавателей, курсантов и слушателей команды по разным видам спорта – постоянные участники различных спортивных турниров, проводимых как в Санкт-Петербурге, России так и за рубежом. Слушатели и курсанты университета являются членами сборных команд МЧС России по различным видам спорта. По итогам спартакиады МЧС России среди учебных заведений в 2012 г. университет занял первое место, став победителем второй год подряд.

Деятельность команды университета по пожарно-прикладному спорту (ППС): участие в чемпионатах России среди вузов (зимний и летний), в зональных соревнованиях и чемпионате России, а также проведение бесед и консультаций, оказание практической помощи юным пожарным кадетам и спасателям при проведение тренировок по ППС.

Курсанты и слушатели имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей в созданном в университете культурно-досуговом центре. Учащиеся университета принимают активное участие в играх КВН среди команд структурных подразделений МЧС, ежегодных профессионально-творческих конкурсах «Мисс МЧС России», «Лучший клуб», «Лучший музей», конкурсе музыкального творчества пожарных и спасателей «Мелодии Чутких Сердец».

В декабре 2012 г. слушатель университета Елена Мигачева стала обладателем титула «Краса и честь Санкт-Петербурга».

В рамках работы Центра с 2001 г. создана и действует творческая студия «Движение прямо», обладатель гран-при международного фестиваля «Россия молодая», победитель фестиваля студенческого творчества «Арт-студия» 2010 и 2011 гг. В составе студии несколько творческих коллективов: вокальная группа «Экипаж» – Лауреат всероссийских и международных музыкальных конкурсов 2009–2011 гг. в городах: Липецке, Мурманске, Тюмени, Кирове, Зеленограде, обладатель гран при международного фестиваля «Россия

молодая», постоянный участник праздничных концертов, организуемых министерством и правительством города; шоу-балет «HELP» – Лауреат Всероссийского конкурса «Мелодии чутких сердец» 2009 в г. Липецке и 2010 г. в г. Тюмени, первое место в номинации «Танцевальный жанр»; интерактивный театр «ПРИЗ» – непременный участник всех ведомственных мероприятий и тематических городских праздников для детей; шоу-дуэт «Наши» – Лауреат Всероссийского конкурса «Мелодии чутких сердец» 2010 г. в г. Тюмени, а также команда технического обеспечения «Взгляд» – Лауреат Всероссийского конкурса «Мелодии чутких сердец» 2009 г. – г. Липецк, первое место в номинации «Песня родного края», 2010 г. в г. Тюмени, второе место в номинации «Видеоклип». Курсанты, слушатели и студенты стали авторами видео-версии литературно-музыкальной композиции «Выстояли и победили!», спектакля по пьесе В. Жеребцова «Памятник», 3-х CD-дисков ВГ «Экипаж» и более сорока видеороликов для праздничных мероприятий университета и министерства.

Одной из задач Центра является совершенствования нравственно-патриотического и духовно-эстетического воспитания личного состава, обеспечение строгого соблюдения дисциплины и законности, укрепление корпоративного духа сотрудников, формирования гордости за принадлежность к министерству и университету. Парадный расчет университета традиционно принимает участие в параде войск Санкт-Петербургского гарнизона, посвященном Дню Победы в Великой Отечественной войне. Слушатели и курсанты университета – постоянные участники торжественных и праздничных мероприятий, проводимых МЧС России, Санкт-Петербургом и Ленинградской областью, приуроченных к государственным праздникам и историческим событиям.

С 2008 г. курсанты 1–3 курсов факультетов пожарной безопасности и экономики и права при участии пиротехников 346-го спасательного Краснознаменного центра Северо-Западного регионального центра МЧС России и группы спасателей-водолазов Северо-Западного регионального поискового спасательного отряда принимают активное участие в поисковых работах. Члены поисковой группы и ветераны учебного заведения ежегодно участвуют в мероприятиях, связанных с увековечением памяти погибших, открывая вахты памяти в памятные блокадные январские дни и День Победы, возлагая цветы к памятнику «Рубежный камень», к мемориалу «Невский плацдарм», мемориалу на Синявинских высотах, мемориальном кладбище в посёлке Сологубовка. Курсанты, участвующие в поисковой работе, изучают военную историю, регулярно посещая музеи «Невский пятачок», диораму «Прорыв блокады Ленинграда», описывают, реставрируют и снабжают пояснительными надписями, обнаруженные в процессе проведенных поисковых операций предметы военного времени, формируя экспозиции музея университета.

В университете из числа курсантов и слушателей создано творческое объединение «Молодежный пресс-центр», осуществляющее выпуск корпоративного журнала университета «Первый».

В апреле 2012 г. в рамках пресс-тура в университете побывали журналисты различных средств массовой информации. Для представителей прессы была организована пресс-конференция начальника университета, показательные выступления учебной пожарной части и экскурсия по университету.

В Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России созданы все условия для подготовки высококвалифицированных специалистов как для Государственной противопожарной службы, так и в целом для МЧС России.

---

---

# АВТОРАМ ЖУРНАЛА

## «ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ»

### (ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ)

---

---

Материалы, публикуемые в журнале, должны отвечать профилю журнала, обладать несомненной новизной, относиться к вопросу проблемного назначения, иметь прикладное значение и теоретическое обоснование и быть оформлены по следующим правилам:

**1. Материалы** для публикации представляются в редакцию журнала с *резолюцией* заместителя начальника университета по научной работе. Материал должен сопровождаться:

а) для **сотрудников** СПб УГПС – *выпиской* из протокола заседания кафедры о целесообразности публикации и отсутствии материалов, запрещенных к публикации в открытой печати, *рецензией от члена редакционного совета* (коллегии). По желанию прилагается вторая рецензия от специалиста соответствующего профиля, имеющего ученую степень;

б) для авторов **сторонних** организаций – сопроводительным *письмом* от учреждения на имя начальника университета и *разрешением* на публикацию в открытой печати, *рецензией* от специалиста по соответствующему статье профилю, имеющему ученую степень;

в) *электронной версией* статьи, представленной в формате редактора Microsoft Word (версия не ниже 2003). Название файла должно быть следующим:

Автор1, Автор2 – Первые три слова названия статьи.doc, например: **Иванов – Анализ существующей практики.doc**;

г) *плата* с адъюнктов и аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

**2. Статьи**, включая рисунки и подписи к ним, список литературы, должны иметь объем от 8 до 13 машинописных страниц.

#### **3. Оформление текста:**

а) текст материала для публикации должен быть тщательно отредактирован автором;

б) текст на одной стороне листа формата А4 набирается на компьютере (шрифт Times New Roman 14, *интервал 1,5*, без переносов, в одну колонку, *все поля по 2 см*, нумерация страниц внизу посередине);

в) на первой странице авторского материала должны быть напечатаны **на русском и английском языках**: название (прописными буквами, полужирным шрифтом, без подчеркивания); инициалы и фамилии **авторов (не более трех)**; ученая степень, ученое звание, почетное звание; место работы (название учреждения), аннотация, ключевые слова.

*Требования к аннотации.* Аннотация должна быть краткой, информативной, отражать основные положения и выводы представляемой к публикации статьи, а также включать полученные результаты, используемые методы и другие особенности работы. Примерный объем аннотации 40–70 слов.

#### **4. Оформление формул в тексте:**

а) формулы должны быть набраны на компьютере в редакторе формул Microsoft Word (Equation), размер шрифта эквивалентен 14 (Times New Roman);

б) в формулах рекомендуется использовать буквы латинского и греческого алфавитов (курсивом);

в) формулы печатаются по центру, номер – у правого поля страницы (нумеровать следует только формулы, упоминаемые в тексте).

## **5. Оформление рисунков и таблиц:**

- а) рисунки необходимо выделять отдельным блоком для удобства переноса в тексте или вставлять из файла, выполненного в любом из общепринятых графических редакторов, под рисунком ставится: Рис. 2. и далее следуют пояснения;
- б) если в тексте не одна таблица, то их следует пронумеровать (сначала пишется: Таблица 2, на той же строке название таблицы полужирно, и далее следует сама таблица);
- в) если в тексте одна таблица или один рисунок, то их нумеровать не следует;
- г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;
- д) в тексте ссылки на таблицы и рисунки делаются следующим образом: рис. 2, табл. 4, если всего один рисунок или одна таблица, то слово пишется целиком: таблица, рисунок.

## **6. Оформление библиографии (списка литературы):**

- а) в тексте ссылки на цитируемую литературу обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках;
- б) список должен содержать цитируемую литературу, пронумерованную в порядке ее упоминания в тексте.

Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Примеры оформления списка литературы:

### **Литература**

1. Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопросы философии. 1992. № 10. С. 76–86.
2. Информационные аналитические признаки диагностики нефтепродуктов на местах чрезвычайных ситуаций / М.А. Галишев, С.В. Шарапов, С.В. Тарасов, С.А. Кондратьев // Жизнь и безопасность. 2004. № 3–4. С. 134–137.
3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: пособ. для лесных пожарных. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИЛМ, 2002.
4. Грэждану П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневого процесса: сб. науч. тр. М.: Наука, 1981. С. 61–63.
5. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Безопасность и отдых: системный взгляд на проблему рисков // Туризм и рекреация: тр. II Междунар. конф. / МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2007. С. 329–334.
6. Белоус Н.А. Прагматическая реализация коммуникативных стратегий в конфликтном дискурсе // Мир лингвистики и коммуникации: электронный научный журнал. 2006. № 4. URL: [http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5\\_3\\_1.htm](http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5_3_1.htm) (дата обращения: 15.12.2007).
7. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // С3 РФ. 1995. № 35. Ст. 3503.

## **7. Оформление раздела «Сведения об авторах»**

Сведения об авторах прилагаются в конце статьи и включают: Ф.И.О. (полностью), должность, место работы с указанием адреса и его почтового индекса; номер телефона, адрес электронной почты, ученую степень, ученое звание, почетное звание.

*Статья должна быть подписана авторами и указаны контактные телефоны.*

**Вниманию авторов:** Материалы, оформленные без соблюдения настоящих требований, будут возвращаться на доработку.

**Редакция оставляет за собой право направлять статьи на дополнительное, анонимное, рецензирование.**

**МЧС РОССИИ**  
**ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет**  
**Государственной противопожарной службы»**

Научно-аналитический журнал

**Природные и техногенные риски  
(физико-математические и прикладные аспекты)  
№ 1 (5) – 2013**

Главный редактор Л.В. Алексеева  
Редактор И.В. Дмитриева

---

Подписано в печать 29.03.2013. Формат 60×84<sub>1/8</sub>.  
Усл.-печ. л. 10,75. Тираж 1000 экз. Зак. №

---

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России  
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149