

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ
(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ)

NATURAL AND TECHNOLOGICAL RISKS
(PHYSICS-MATHEMATICAL AND APPLIED ASPECTS)

№ 4 (8) – 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**, профессор кафедры горноспасательного дела и взрывобезопасности;

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

Секретарь совета:

кандидат технических наук майор внутренней службы **Бирюлёва Надежда Васильевна**, инспектор отдела планирования, организации и координации научных исследований центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

Редакционная коллегия

Председатель – майор внутренней службы **Стёпкин Сергей Михайлович**, начальник редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

Заместитель председателя – капитан внутренней службы **Алексеева Людмила Викторовна**, начальник отделения – главный редактор редакционного отделения центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

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 **Алексеев Евгений Борисович**, заместитель начальника университета – начальник института заочного и дистанционного обучения;

кандидат технических наук, доцент **Виноградов Владимир Николаевич**, технический редактор редакционного отделения центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности;

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

Секретарь коллегии:

старший лейтенант внутренней службы **Дмитриева Ирина Владимировна**, редактор редакционного отделения центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.



СОДЕРЖАНИЕ

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

Подружкина Т.А., Лабинский А.Ю. К вопросу снижения техногенных рисков, связанных с работой вычислительных систем	5
Рыбин О.А., Попов В.В., Козлов А.А. Построение графовой модели организационной структуры состава сил и средств, выделяемых для ликвидации чрезвычайных ситуаций	8
Подружкина Т.А., Гвоздик М.И. Метод разработки моделей принятия решений ...	17
Кораев К.В., Зокоев В.А. Организация единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	23

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Савенко В.А., Соболевская Т.Н., Кораблёв В.А. Установка для градуировки радиометра для измерения высокоинтенсивных радиационных потоков	32
Волков Д.П., Заричняк Ю.П., Романов Н.Н. Теплопроводность волокнистых теплозащитных материалов. I. Экспериментальное исследование	37
Иванов А.В., Ивахнюк Г.К., Гарифулин Р.Р. Применение метода сканирующей зондовой микроскопии для исследования процессов коррозии в условиях воздействия переменного частотно-модулированного потенциала	43

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Османов Ш.А., Медведева Л.В., Корольков А.П. Изучение моделей робототехники и позиционирования в кадетских классах как элемент подготовки к обучению в вузе МЧС России	48
Антюхов В.И., Кравчук О.В. Автоматизированное управление рисками в типовой информационно-вычислительной сети подразделения ГПС МЧС России	51
Медведева Л.В., Холщевников К.В., Соколов Л.Л. Задачи и роль МЧС России в решении актуальных проблем обеспечения безопасности населения от космических угроз	58
Корольков А.П., Попов В.В., Козлов А.А. Использование генетических алгоритмов для построения адаптивных систем поддержки принятия решений в специальном программном обеспечении единой дежурно-диспетчерской службы на базе моделей ситуационного управления	66

Сведения об авторах	75
Информационная справка	77
Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты)	86

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) 388-19-74. E-mail: redakziaotdel@yandex.ru. Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU

ISBN 2307-7476

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

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С РАБОТОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

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

Рассмотрены особенности разработки надёжных вычислительных систем с целью снижения техногенных рисков, связанных с работой вычислительных систем в составе сложных технических устройств. Рассмотрено комбинированное резервирование как наиболее эффективный способ повышения надёжности вычислительных систем.

Ключевые слова: автомат надёжности, восстанавливающий орган, гибридное резервирование, постоянное резервирование, резервирование замещением, фиксированное резервирование

THE PROBLEM OF DECREASE OF TECHNOLOGICAL RISKS CONNECTED WITH WORK OF THE COMPUTING SYSTEM

T.A. Podrushkina; A.Yu. Labinskiy.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

This article presents the specialty of developments the reliability computing system with target decrease of technological risks. Presents the combined reservation as the effective method raise of the reliability computing system.

Keywords: automatic machine of reliability, organ of restore, hybrid reservation, constant reservation, replacement reservation, fixing reservation

В нашей стране средства электронно-вычислительной техники широко используются при решении сложных и ответственных задач в области энергетики, транспорта, связи, управления. Качество изделий электронно-вычислительной техники, в том числе вычислительных систем (ВС), непосредственно связано с их надёжностью. Вопросы надёжности особенно важны в тех сложных технических устройствах, в которых нарушение работы ВС может привести к авариям, катастрофам или большим материальным потерям [1].

В настоящее время для повышения надёжности ВС широко используются такие типовые методы резервирования, как резервирование замещением и постоянное резервирование [2]. Основой отказоустойчивости резервированных ВС является не только аппаратная избыточность, но и совокупность средств, обеспечивающих быстрое переключение отказавших блоков ВС на резервные в случае ситуаций отказа, и эффективное использование избыточного оборудования. Восстановление работоспособности ВС

происходит как в процессе восстановления информации, потерянной вследствие сбоев и отказов, так и в процессе восстановления отказавших аппаратных средств.

Наряду с резервированием замещением и постоянным резервированием для повышения надёжности ВС часто используется комбинированное резервирование, заключающееся в использовании резервного оборудования путём сочетания методов резервирования замещением и постоянного резервирования на основании гибридного принципа. Гибридный принцип основан на сочетании двух методов резервирования в одном избыточном блоке. Комбинация постоянного резервирования с восстанавливающим органом и фиксированного резервирования известна как гибридное резервирование. Для фиксированного резервирования характерно однозначное соответствие каждого резервного блока только одному рабочему блоку, который, в случае отказа, может заменить резервный блок.

Вопросы построения избыточных устройств с восстанавливающим органом впервые были исследованы Дж. Нейманом [3]. Наибольшую известность в построении устройств с восстанавливающим органом получил мажоритарный метод, который, в частности, используется для повышения надёжности микропроцессоров [4]. Восстанавливающий орган в таких системах может работать по принципу большинства (мажоритарный принцип).

При анализе надёжности ВС нужно составить логическую схему надёжности, которая в зависимости от имеющейся информации и требований к расчёту надёжности может учитывать такие параметры, как структура устройства, типы отказов и наборы входных данных. Логическая схема надёжности вычислительного устройства, в общем случае, состоит из элементов, блоков, подгрупп и совокупности схем подключения резервных блоков и обнаружения отказавших рабочих блоков. Такая совокупность схем называется автоматом надёжности. Каждая подгруппа вычислительного устройства имеет свой автомат надёжности.

Предположим, что ВС состоит из нескольких рабочих блоков, и для повышения её надёжности используется гибридное резервирование, причём резервные блоки находятся в нагруженном режиме. Таким образом, ВС имеет В рабочих блоков, Е резервных блоков и автомат надёжности. В справочнике [5] показано, что надёжность мажоритарного устройства, определяемая как функция, основанная на определении вероятностей пребывания вычислительного устройства во всех работоспособных состояниях, может быть аппроксимирована следующим выражением:

$$Q_{MP} = \sum_{j=1}^D \prod_{k=1}^R q_{kj},$$

где D – количество минимальных сечений логической схемы надёжности ВС, R – порог мажоритарного элемента (количество исправно работающих выходов устройства), q_{kj} – вероятность отказа k-го элемента, входящего в j-е минимальное сечение. Минимальное сечение логической схемы надёжности предотвращения опасности отказа представляет собой такую конъюнкцию из отрицаний инициирующих событий, ни одну из компонент которой нельзя изъять, не нарушив условия безотказной работы системы.

В случае использования гибридного резервирования (ГР) приведённую выше формулу можно записать в следующем виде [5]:

$$Q_{ГР} = \sum_{j=1}^D \prod_{k=1}^R q_{kj},$$

где $R=a+E+1$; а – количество исправно работающих выходов устройства.

Рассмотрим вычислительное устройство, логическая схема которого представлена на рис. 1.

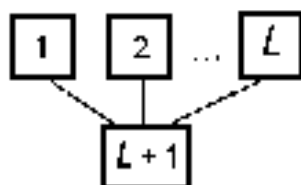


Рис. 1. Логическая схема вычислительного устройства

Такую схему имеют, в частности, широко распространенные устройства управления. Пусть вероятность отказа и вероятность безотказной работы i -го элемента будут соответственно q_i и P_i . Если вероятности отказа всех элементов одинаковы и равны $q_i=q$, то в случае использования гибридного резервирования вероятность пребывания вычислительного устройства во всех работоспособных состояниях будет равна [5]:

$$Q_{ГРМ}=4q_{L+1}^3+4q^3L+12Lq^2q_{L+1}+12q_{L+1}^2q,$$

где L – количество выходов устройства.

Пусть элемент логической схемы с номером $(L+1)$ содержит S равнонадежных элементов устройства с вероятностью отказа q_0 . Введем параметр $\theta=S/R$. Вероятность отказа устройства без учёта его структуры (логическая схема надёжности имеет один выход) равна: $Q_{ГР}=4(Rq_0)^3$ [6]

Каждый элемент логической схемы содержит $(R/L) \cdot (1-\theta)$ элементов устройства. Тогда выигрыш в точности расчёта надёжности ВС при учёте структуры устройства можно определить с помощью коэффициента [7]:

$$m=Q_{ГР}/Q_{ГРМ}=L^2/[(1-\theta)^3+3L\theta(1-\theta)^2+L^2\theta^2(3-2\theta)].$$

В таблице приведены значения коэффициента m для разных значений L и θ .

Таблица

L	θ		
	0,01	0,1	1,0
10	98	16,8	1,0
30	424	27,1	1,0
50	786	30,2	1,0

Графики зависимостей $Lg(m)$ от значений $|Lg(\theta)|$ для различных величин L приведены на рис. 2.

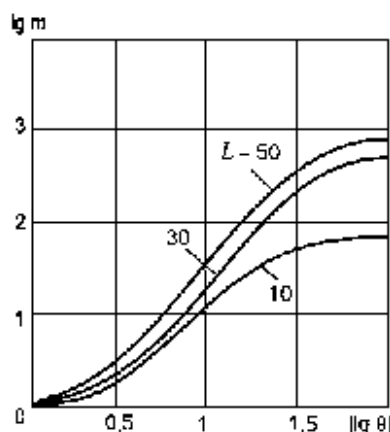


Рис. 2.

Из приведённых зависимостей видно, что учёт структуры вычислительных устройств позволяет существенно повысить точность при вычислении нижней границы надёжности ВС, причем выигрыш существенно сказывается при $\theta < 0,1$. Максимальный выигрыш в точности расчёта надёжности получается при $S=\theta=0$ и равен $m=L^2$.

Таким образом, в настоящее время одним из наиболее эффективных способов повышения надёжности ВС является комбинированное резервирование, сочетающее достоинства постоянного резервирования и резервирования замещением. В ВС с комбинированным резервированием одним из принципов введения избыточности является гибридный принцип, на основе которого используется гибридное резервирование. Учёт структуры ВС в модели надёжности с гибридным резервированием позволяет повысить точность расчёта надёжности таких систем.

Литература

1. Надёжность технических систем и техногенный риск: учеб. / В.С. Артамонов [и др.]. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2007.
2. Иыуду К.А. Надёжность, контроль и диагностика вычислительных машин и систем. М.: Высш. шк., 1989.
3. Нейман Дж. Вероятностная логика и синтез надёжных систем. М.: Мир, 1956.
4. Пирс У. Построение надёжных вычислительных машин. М.: Мир, 1968.
5. Козлов В.А., Ушаков И.А. Справочник по расчёту надёжности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. М.: Советское радио, 1975.
6. Половко А.М., Гуров С.В. Надёжность технических систем и техногенный риск. СПб.: БХВ-Петербург, 1998.
7. Основы проектирования надёжных вычислительных систем / А.Е. Александров [и др.]. М.: Радио и связь, 2005.

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФОВОЙ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ СОСТАВА СИЛ И СРЕДСТВ, ВЫДЕЛЯЕМЫХ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

О.А. Рыбин, доктор технических наук;

В.В. Попов, кандидат военных наук, доцент;

А.А. Козлов.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Представлены подходы, в основе которых лежит принцип согласования структуры и перечня задач (действий) сил и средств, выделяемых для ликвидации чрезвычайных ситуаций. Синтез структуры состава сил и средств, выделяемых для ликвидации чрезвычайных ситуаций, производится путём отображения моделей структур во множество альтернативных структур (ядро) и последующего выбора наиболее рациональной структуры в соответствии с принятым принципом оптимальности. Выбор окончательной структуры производится путём последовательного анализа альтернативных вариантов. Представлено обобщенное описание методики построения графа модели организационной структуры состава сил и средств, выделяемых для ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, графовая модель, организационная структура, оптимизация структуры

BUILDING A GRAPH MODEL OF THE ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF THE COMPOSITION OF THE FORCES AND MEANS ALLOCATED FOR LIQUIDATION OF EMERGENCIES

O.A. Rybin; V.V. Popov; A.A. Kozlov.

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

In the basis of the described approaches is the principle of harmonization of the structure and list of tasks or actions of forces and means allocated for liquidation of emergency situations. Synthesis of the structure of the composition of the forces and means allocated for liquidation of emergency situations is by displaying models of structures in a set of alternative structures (core) and the subsequent selection of the most rational structure in accordance with the principle of optimality. The choice of the final structure is made by sequential analysis of alternative вариантов. В article presents a generalized description of the methods of building a graph model of the organizational structure of the composition of the forces and means allocated for liquidation of emergency situations.

Keywords: emergency situation, the graph model, organizational structure, optimization of the structure

При возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС), в соответствии с существующим законодательством, ликвидацией её последствий занимается Комиссия по ликвидации ЧС (КЧС), которой оперативно подчиняются силы и средства соответствующих функциональных и территориальных подсистем системы РСЧС. Указанные силы и средства, обладают количественными и качественными характеристиками, а также обладают определённой структурой и функционируют в рамках своих ведомственных систем, однако при ликвидации ЧС зачастую возникает вопрос об изменении функциональных связей указанных сил и средств с целью оперативной и полной ликвидации ЧС. Данная цель может быть достигнута только в случае централизованного и эффективного использования всех сил и средств, которое, в свою очередь, достигается полным согласованием целей и задач каждого подразделения, выделяемого для ликвидации ЧС.

Для оперативного решения указанных задач, а именно распределения сил и средств для ликвидации ЧС и формирования на их основе организационной структуры, необходимо провести подготовительный этап по формированию набора «сценариев действий» в зависимости от складывающихся условий обстановки.

В основе этого этапа лежит моделирование рассматриваемых процессов, в частности моделирование организационной структуры, выделяемой для ликвидации ЧС состава сил и средств в различных условиях обстановки. В основе этой модели предлагается использовать графовую модель, позволяющую учесть принцип согласования структуры и перечня задач (действий).

Пусть структура задач, выделяемых сил и средств (назовём их подсистемами) при ликвидации ЧС представлена графом (рис. 1).

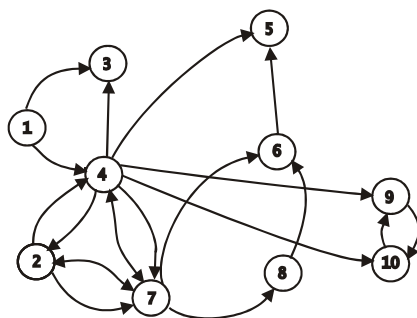


Рис. 1. Граф структуры модели организационной структуры

Применим методику оптимального синтеза к структуре модели организационной структуры.

1. Декомпозиция графа может быть произведена формальным возведением матрицы смежности в степени и их последующим анализом. Однако здесь применим способ декомпозиции, основанный на определении достижимого и контрдостижимого множества для всех вершин графа. Определим достижимые множества вершин:

$$\begin{array}{ll} R(1) = \{1, 2, 3, \dots, 10\} & R(6) = \{5, 6\} \\ R(2) = \{2, 3, \dots, 10\} & R(7) = \{1, 2, 3, \dots, 10\} \\ R(3) = \{3\} & R(8) = \{5, 6, 8\} \\ R(4) = \{2, 3, \dots, 10\} & R(9) = \{9, 10\} \\ R(5) = \{5\} & R(10) = \{9, 10\} \end{array}$$

Контрдостижимое множество вершин графа:

$$\begin{array}{ll} Q(1) = \{1\} & Q(6) = \{1, 2, 4, 6, 7, 8\} \\ Q(2) = \{1, 2, 4, 7\} & Q(7) = \{1, 2, 4, 7\} \\ Q(3) = \{1, 2, 3, 4, 7\} & Q(8) = \{1, 2, 3, 4, 7, 8\} \\ Q(4) = \{1, 2, 4, 7\} & Q(9) = \{1, 2, 4, 7, 9, 10\} \\ Q(5) = \{1, 2, 4, 5, 6, 7, 8\} & Q(10) = \{1, 2, 4, 7, 9, 10\} \end{array}$$

Последовательно определим сильно связанные подграфы исходного графа и получим подграфы $V_1, \dots, V_7$, которые в соответствии с методикой могут быть отождествлены с одной вершиной:

$$\begin{array}{l} V_1 = R(1) \cap Q(1) = \{1\} \\ V_2 = R(2) \cap Q(2) = \{2, 4, 7\} \\ V_3 = R(3) \cap Q(3) = \{3\} \\ V_4 = R(5) \cap Q(5) = \{5\} \\ V_5 = R(6) \cap Q(6) = \{6\} \\ V_6 = R(8) \cap Q(8) = \{8\} \\ V_7 = R(9) \cap Q(9) = \{9, 10\} \end{array}$$

Переномеруем вершины графа. Отождествляем вершины, принадлежащие сильно связанному подграфу. Именно, положим $2' \equiv \{2, 4, 7\}$; $4' \equiv \{9, 10\}$; $7' \equiv 8$, номера остальных вершин оставим без изменений. Получим граф (рис. 2.).

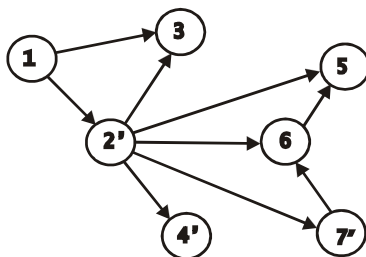


Рис. 2. Преобразованный граф задач (после декомпозиции)

2. Применим алгоритм вертикальной структуризации графа. Запишем множество левых инцидентов G^{-1} для введенного графа. Получим $G^{-1}(1)=\{\emptyset\}$; $G^{-1}(2')=\{1\}$; $G^{-1}(3)=\{1,2'\}$; $G^{-1}(4)=\{1,2'\}$; $G^{-1}(5)=\{1,2',6,7'\}$; $G^{-1}(6)=\{1,2',7'\}$; $G^{-1}(7)=\{1,2'\}$.

Определим вершины нулевого уровня по правилу:

$$N_0 = \{i : G^{-1}(i) = \emptyset\}$$

$$N_0 = \{1\}$$

Определим вершины последующих уровней:

$$N_1 = \{i : G^{-1}(i) \subset N_0\}$$

$$\vdots$$

$$N_j = \{j : G^{-1}(j) \subset N_0 \cup \dots \cup N_{j-1}\}$$

$$N_1 = \{2'\}, N_2 = \{3, 4, 7'\}, N_3 = \{6\}, N_4 = \{5\}$$

Нумеруя вершины графа, начиная с нулевого уровня, получим вертикально структурированный граф, в скобках указаны старые номера вершин (рис. 3).

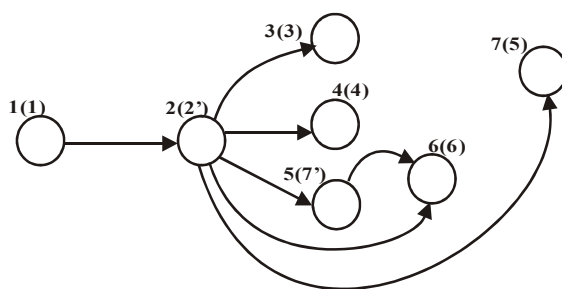


Рис. 3. Вертикально структурированный граф моделей организационных структур

3. Следующим шагом методики (для прямой задачи) является назначение норм надёжности – вероятности полного и своевременного решения задач системой управления $P(t)$ и определение ресурсов управления $c_1, \dots, c_n$. Под ресурсами будем понимать расходы, связанные с созданием и поддержанием требуемых ресурсов для решения одной задачи. В частности, это могут быть дополнительные или специальные технические средства и т.п. Для простоты записи назовём $c_1, \dots, c_n$ «ресурсами подсистем» и будем опускать аргумент t для функции вероятности, где это возможно. Для этого случая возможно применение методов оптимального усиления внутри группы.

4. В рассматриваемой структуре предполагается прямая зависимость между задачами, то есть решение задачи нижнего уровня невозможно без решения связанной с ней задачи верхнего уровня. Если считать, что система предназначена для решения конечных задач, то с точки зрения надёжности система управления представляет собой последовательную схему.

Следующим шагом методики является принятие гипотезы о модели надёжности подсистемы. Надёжность технических средств, как показывает практика, значительно выше, по сравнению с надёжностью человека. Поэтому сделаем допущение о том что технические средства абсолютно надёжны. Выбор модели надёжности расчёта осуществляется по приведенной выше методике.

Итак, преобразованный граф структуры задач имеет вид, представленный на рис. 4.

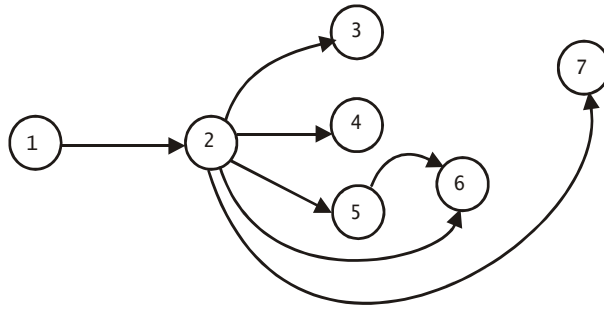


Рис. 4. Структурированный граф модели организационной структуры

Зададимся моделями надёжности рассматриваемых подсистем. Пусть, например, функции надёжностей имеют вид:

$$p_i(t) = 1 - a_i e^{-b_i t}, i = \overline{1,4},$$

где $a_1=a_2=0,2$; $a_3=a_4=0,3$; $b_1=b_2=1$; $b_3=b_4=2$.

$$p_j(t) = \frac{1}{1 + a_j e^{-b_j t}}, j = \overline{5,7},$$

где $a_j=1$; $b_j=1$, $j = \overline{5,7}$.

Замечание 1. Для вершин, соответствующих сильно связным подграфам, получаемым в результате декомпозиции на первом шаге методики, введённые модели надёжности также применимы.

Действительно, с одной стороны, если задачи достаточно просты и близки в смысле расстояния, введённого в множестве моделей организационных структур, то эти задачи можно возложить на одну подсистему. С другой стороны, если эти задачи решает не одна подсистема, то функция надёжности для группы таких подсистем будет мультипликативной (в случае независимости).

Пусть, например, выделяемые для ликвидации ЧС силы и средства состоят из двух подсистем с функциями надёжности:

$$p_i(t) = 1 - a_i e^{-b_i t}, i = \overline{1,2}.$$

Тогда:

$$\begin{aligned} p_1(t)p_2(t) &= (1 - a_1 e^{-b_1 t})(1 - a_2 e^{-b_2 t}) = \\ &= 1 - a_1 e^{-b_1 t} - a_2 e^{-b_2 t} + a_1 a_2 e^{-(b_1 + b_2)t}. \end{aligned}$$

Используя разложение экспоненты в нуле, получим:

$$p_1(t)p_2(t) = 1 - a_1(1 - b_1 t) - a_2(1 - b_2 t) + a_1 a_2(1 - (b_1 + b_2)t) + o(t) \text{ при } t \rightarrow 0.$$

Тогда получим:

$$\begin{aligned} p_1(t)p_2(t) &\sim 1 - a_1 - a_2 + a_1 a_2 + t(a_1 b_1 + a_2 b_2 - a_1 a_2(b_1 + b_2)) \text{ при } t \rightarrow 0 \\ \text{или } p_1(t)p_2(t) &\sim 1 - a e^{-bt} \text{ при } t \rightarrow 0, \end{aligned}$$

где $a=1+a_1 a_2-(a_1+a_2)$, $b=a_1 b_1(1+a_2)+a_2 b_2(1+a_1)$.

Можно показать, что

$$p_1(t)p_2(t) \sim 1 - a_{\xi} e^{-\min(b_1, b_2)t} \text{ при } t \rightarrow \infty,$$

где $\xi = \{i: b_i = \min(b_1, b_2)\}$, если $b_1 \neq b_2$.

Таким образом, введенные модели хорошо аппроксимируют и надежность группы независимых подсистем для малых и больших времён. Следовательно, можно на первом этапе проектирования считать систему управления состоящей из отдельных подсистем, имеющих соответственные функции надежности.

Замечание 2. В рассматриваемых моделях групповой деятельности подсистем, выделяемых для ликвидации ЧС, время входит непрерывно. Удобнее рассматривать фиксированное время, соответствующее периодам времени работы. В этом случае можно вводить величину N – единого времени работы. Тогда формула для функции надежности:

$$p_1(t, N) = 1 - a e^{-b \frac{t}{N}},$$

где b – безразмерная константа для данной модели.

Поэтому вероятности должны рассматриваться для значений времени кратных N : $0, N, 2N, \dots$. Для упрощения можно считать время непрерывным, округляя задаваемые значения времени в большую сторону до ближайшего кратного N .

В соответствии с алгоритмом синтеза для решения задачи необходимо определить структуру и надежность выделяемых для ликвидации ЧС подсистем, отождествлённых с одной вершиной вертикального структурированного графа. Наиболее простой способ определения структуры группы – это отображение структуры задач группы на базовую модель деятельности выделяемых подсистем. Целесообразно учитывать также некоторые свойства задач, решаемых в группе. Если задачи простые, не требуют много времени, взаимосвязанные, то, например, связную пару задач типа может решать одна подсистема. Функция надежности группы определится по формуле:

$$P_{\Gamma}(t) = \left(1 - \prod_{i=2,4,7} (1 - P_i(t)) \right) P_0(t),$$

где $P_0(t)$, $P_i(t)$ – надежности руководителя и подсистем соответственно.

Пусть заданы надежности выделяемых подсистем:

$$p_i(t) = 1 - a_i e^{-b_i t}, \quad a_i = 1/2, \quad b_i = 1, \quad i = \overline{1,5};$$

$$p_i(t) = \frac{1}{1 + a_i e^{-b_i t}}, \quad a_i = 1, \quad b_i = 1, \quad i = \overline{6,10}$$

и вектор ресурсов $\bar{c} = (5, 5, 2, 3, 4, 2, 6, 1, 2, 10)$.

А) Решим прямую задачу оптимального синтеза организационной структуры – найти вектор m^* , которому соответствует максимальная вероятность безошибочного и своевременного принятия действий при ограничении на ресурсы системы $C=100$.

Пусть t выбрано таким, чтобы $\min_i \{b_i t\} = 2$. Этот момент времени соответствует хорошо согласованной и отлаженной системе управления – функции надежности

приближаются к установившемуся значению. Тогда из начальных условий определяем $t=2$, и вероятности $p_i(2)$ имеют значения: $p_i(2)=0,93$, $i = \overline{1,5}$; $p_i(2)=0,88$, $i = \overline{6,10}$.

Определим надёжность и ресурсы группы, в которую входят подсистемы 2, 4, 7 и 9. Получим $P_r(2)=0,88$, $C_r=5+3+6+2=16$. Итак, вершина 2 преобразованного графа имеет ресурсы $c_2=16$ и надёжность $p_2=0,88$. Воспользуемся приближёнными выражениями для числа подсистем и групп их включающих:

$$m_i^* = \left(\ln u_j - \left(c + \sum_{i=1}^n u_i \ln u_i \right) / \sum_{i=1}^n u_i \right) / \ln(1 - p_i), \text{ где } u_i = -c_i / \ln(1 - p_i).$$

Получим:

$$m_1^* \approx 1,5$$

$$m_2^* \approx 1$$

$$m_3^* \approx 1,8$$

$$m_4^* \approx 1,6.$$

$$m_5^* \approx 1,8$$

$$m_6^* \approx 2,5$$

$$m_7^* \approx 1,5.$$

Отсюда, округляя полученные значения до ближайших целых, получим, что m_i^* могут принимать значения:

$$m_1^* \in \{1,2\}$$

$$m_2^* \in \{1\}$$

$$m_3^* \in \{2\}$$

$$m_4^* \in \{1,2\}.$$

$$m_5^* \in \{2\}$$

$$m_6^* \in \{2,3\}$$

$$m_7^* \in \{1,2\}.$$

Таким образом, надёжность усиленной системы управления находится по формуле

$$P = \prod_i (1 - (1 - p_i)^{m_i^*}),$$

где m_i^* могут принимать указанные значения. Далее полным перебором, проверяя выполнение ограничения на ресурсы, получим, что оптимальное число подсистем даётся вектором $\bar{m} = (1, 1, 2, 1, 2, 3, 1)$, при этом ресурсы системы $C = (\bar{c}, \bar{m}) = 50$, надёжность системы $P \approx 0,8$.

Таким образом, система управления имеет вид (рис. 5), на котором восстановлена исходная нумерация подсистем, выделяемых для ликвидации ЧС сил и средств. Отброшена также неестественная для иерархических систем связь между девятой и группой шестых подсистем, так как её наличие, означало бы двойное подчинение. Это подчинение девятой

подсистеме реализуется через группу подсистем 8. Двухнаправленные стрелки соответствуют взаимодействию при решении ими поставленных задач.

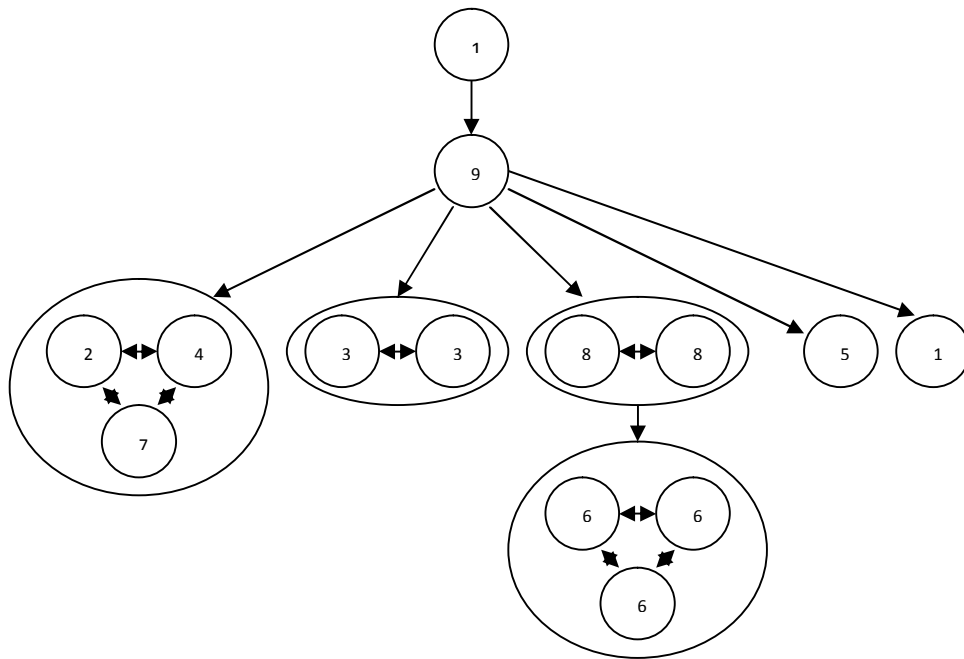


Рис. 5. Структура системы управления (прямая задача)

Б) Обратная задача. Пусть заданы функции надёжности и ресурсов выделяемых подсистем, как и в первой задаче, а также требуемая надёжность системы $P=0,89$. Решим обратную задачу – найдем оптимальное число подсистем, то есть вектор $\bar{m}$, для которого ресурсы минимальны и надёжность системы не ниже 0,9. Выберем момент времени такой же, как и в первой задаче $t=2$. Воспользуемся приближенным равенством для высоконадёжных систем.

$$m_i^* = \frac{\ln(1-p)}{\ln(1-p_i)} - \frac{\ln \sum_{i=1}^n u_i - \ln u_i}{\ln(1-p_i)}, \text{ где } u_i = \frac{c_i}{\ln(1-p_i)}.$$

Получим:

$$\begin{aligned} m_1^* &\approx 1,6 \\ m_2^* &\approx 1,2 \\ m_3^* &\approx 1,9 \\ m_4^* &\approx 1,7. \\ m_5^* &\approx 2 \\ m_6^* &\approx 2 \\ m_7^* &\approx 2. \end{aligned}$$

Отсюда, округляя полученные значения до ближайших целых, получим, что m_i^* могут принимать значения:

$$\begin{aligned}
m_1^* &\in \{1,2\} \\
m_2^* &\in \{1\} \\
m_3^* &\in \{2\} \\
m_4^* &\in \{1,2\} \\
m_5^* &\in \{2\} \\
m_6^* &\in \{2\} \\
m_7^* &\in \{2\}
\end{aligned}$$

Надёжность усиленной системы управления находится по формуле

$$P = \prod_i (1 - (1 - p_i)^{m_i^*}),$$

где m_i^* могут принимать указанные значения. Далее полным перебором, проверяя выполнение ограничения на надёжность системы, получим, что оптимальное число подсистем и их групп даётся вектором $\bar{m} = (2, 1, 2, 2, 2, 2, 2)$, при этом ресурсы системы $C = (\bar{c}, \bar{m}) = 64$, надёжность системы $P=0,89$.

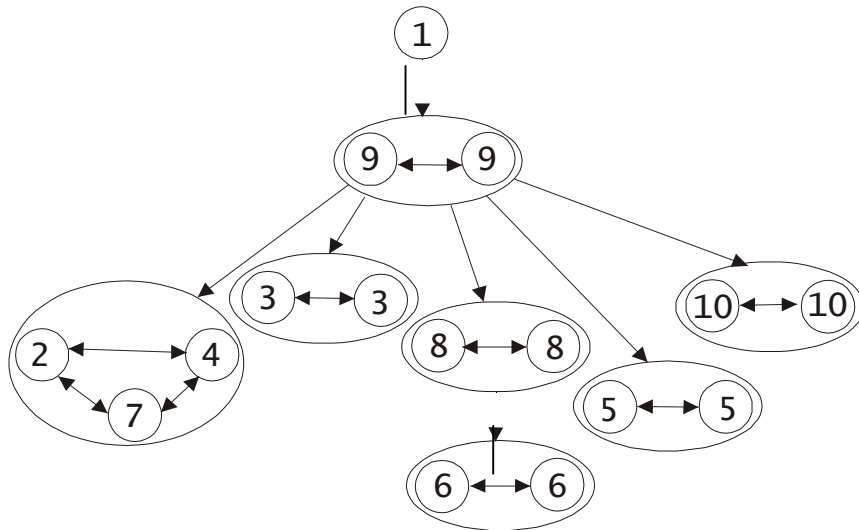


Рис. 6. Структура системы управления (обратная задача)

Таким образом, система управления имеет вид, как показано на рис. 6, на котором также восстановлена исходная нумерация подсистем. Для этой системы также отброшена связь между группой девярых и группой шестых подсистем. Очевидно, что полученная вторым способом структура обладает большей избыточностью и ресурсоёмкостью. Это обусловлено тем, что она имеет более высокую надёжность по сравнению со структурой, приведённой на рис. 5. Интересно, что во втором варианте структуры не произошло простого численного роста всех подсистем – например, число подсистем 6 уменьшилось. Можно отметить, что во втором варианте подсистема 9, занимающая в системе центральное место, усилена.

Литература

1. Технология синтеза организационных структур сложных систем управления / С.А. Багрецов [и др.]. М.: Гос. унитарн. предпр. «Всерос. НИИ межотрасл. информ.». 1998. 224 с.

2. Совершенствование организационных структур промышленных предприятий / А.С. Казарновский [и др.]. Киев: Наукова думка, 1981. 187 с.
3. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето, оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука, 1982.

МЕТОД РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СФЕРАХ

**Т.А. Подружкина, кандидат педагогических наук;
М.И. Гвоздик, кандидат технических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены различные аспекты обеспечения безопасности жизнедеятельности человека. Для разработки моделей поддержки принятия решений предлагается использовать подход, базирующийся на объединении современных моделей представления знаний о слабо структурируемой предметной области в виде нечеткой иерархии и моделей принятия решений, основанных на теории нечетких множеств, нечеткой логике, нечеткой математике.

Ключевые слова: модели принятия решений, нечеткие множества, чрезвычайные ситуации, аспекты обеспечения безопасности

THE METHOD OF MODELING DECISION MAKING IN THE FIELD OF RISK ANALYSIS AND MANAGEMENT IN THE FIELDS OF NATURAL AND OF TECHNOGENIC

T.A. Podrzhkina; M.I. Gvozdk.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article considers various aspects of the security of human life. For modeling decision support is proposed to use an approach based on a combination of modern models of knowledge representation of poorly structured domain in the form of fuzzy hierarchy and decision-making models based on the theory of fuzzy sets , fuzzy logic , fuzzy mathematics .

Keywords: models of decision making , fuzzy sets , emergencies, security aspects

В статье члена Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации Ю.Л. Воробьева [1] рассмотрены различные аспекты обеспечения безопасности жизнедеятельности человека, для решения которых необходимы совместные, комплексные, скоординированные усилия людей, общества, власти, общественных организаций и научных сообществ. Рассмотрены роль и задачи Экспертного совета МЧС России, призванного осуществлять экспертную поддержку управления при подготовке и принятии решений на ведение работ по предупреждению чрезвычайных ситуаций или спасению людей и защите территорий, когда штатных ресурсов МЧС России недостаточно, и требуются дополнительные консультации.

Необходимым элементом экспертной поддержки прогноза развития чрезвычайных ситуаций, а также анализа мер по их предотвращению являются модели поддержки принятия решений при выборе наиболее эффективных альтернатив развития и методов их обеспечения ресурсами, моделей прогноза результатов тех или иных решений с возможностью быстрой адаптации в условия изменяющихся целей, ресурсов и временных

ограничений. Большинство моделей не описываются с помощью формальных математических методов, основанных на точном и адекватном описании проблемных ситуаций, анализе и выработке механизма управления. Они характеризуются большим числом влияющих факторов, неопределённостью, нечёткостью данных.

Для разработки моделей поддержки принятия решений предлагается использовать подход, базирующийся на объединении современных моделей представления знаний о слабо структурируемой предметной области в виде нечёткой иерархии и моделей принятия решений, основанных на теории нечётких множеств, нечёткой логике, нечёткой математике.

Известно, что если элементы системы могут группироваться в несвязные множества, то лучшим описанием системы является иерархия, поэтому в качестве модели слабо структурированной предметной области принимается нечёткая иерархия.

Построение модели предметной области осуществляется путём структурной декомпозиции рассматриваемой ситуации. Определённые цели нижележащего уровня иерархии есть средства для достижения целей вышестоящего уровня. Для нижележащих по отношению к ним уровней они являются целями. Основные принципы практического построения указанных моделей можно представить следующим образом [2].

На множестве объектов ситуации $Z=\{1, \dots, N\}$ определяется ориентированный граф $G_r=(Z,W)$ без контуров с множеством вершин Z , совпадающих с множеством объектов и множеством дуг W . Наличие дуги $(i,j) \in W$ означает, что вес z_i объекта (вершины) i непосредственно зависит от веса z_j объекта j . Граф G_r имеет структуру дерева целей и задач, если его вершины можно расположить на непересекающихся уровнях $V_1, \dots, V_M$ так, что дуги графа соединяют только вершины смежных уровней, причём дуги ведут сверху вниз, с уровня V_i на уровень V_{i+1} , $i=1, \dots, M-1$; все вершины, из которых дуги не выходят, находятся на уровне V_M . Построение иерархии оканчивается уровнем листовых критериев $k_1, \dots, k_n$, то есть таких критериев, которые являются не декомпозируемыми в рамках конкретного исследования и для каждого из которых можно построить шкалу.

Методологической основой базовой модели принятия решения может быть принят метод сводных показателей, описанный А.Н. Крыловым ещё в 1908 г. Наиболее распространённые методы оценки функционирования сложных систем и принятия решений являются интерпретацией метода сводных показателей и сводятся к выполнению последовательности шагов.

1. Для фиксированного качества и заданного множества объектов, каждому из которых соответствует определённая градация интенсивности проявления исследуемого качества, формируется вектор $x=(x_1, x_2, \dots, x_m)$ *исходных характеристик*, однозначно определяющий общую оценку интенсивности проявления фиксированного качества.

2. По вектору исходных характеристик $x=(x_1, \dots, x_m)$ формируется вектор числовых *отдельных показателей* исследуемого качества $q=(q_1, \dots, q_m)$, где отдельный показатель q_i оценивает соответствующий аспект исследуемого качества (то есть отдельный показатель q_i оценивает качество с точки зрения i -го *отдельного критерия*, а сам вектор $q=(q_1, \dots, q_m)$ есть *многокритериальная оценка* исследуемого качества.

3. Выбирается вид параметрической *агрегирующей функции* $Q(q; w)$, определяемой вектором $w=(w_1, \dots, w_m)$ параметров $w_1, \dots, w_m$, оценивающих значимость отдельных показателей $q_1, \dots, q_m$ для сводной оценки качества $Q=Q(q; w)$.

4. Определяются значения весовых коэффициентов $w_1, \dots, w_m$, подстановка которых в параметрическую агрегирующую функцию делает эту функцию однозначно определённой и позволяет построить *сводный показатель* $Q_j^{(j)}=Q(q^{(j)}; w)$ качества j -го объекта, описываемого вектором $q^{(j)}=(q_1^{(j)}, \dots, q_m^{(j)})$ значений отдельных показателей.

Приведённая схема метода построения сводного (глобального, интегрального, обобщённого и т.п.) показателя $Q=Q(q; w)$, агрегирующего отдельные показатели $q_1, \dots, q_m$, является универсальной структурой, все элементы которой проявляются в той или иной степени во всех математических методах оценки сложных объектов. Для оценки состояния

системы в рамках предлагаемого подхода приведённая схема должна учитывать ряд особенностей:

- иерархическая структура требований;
- элементы (нижний уровень иерархии) оцениваются по известным методикам, включая оценки экспертами с помощью лингвистических переменных;
- процедура определения весов важности показателей должна проводиться для каждого яруса иерархической структуры требований с учётом взаимосвязи элементов различных ярусов;
- вид параметрической *агрегирующей функции*, или свёртка, должен выбираться по определённым правилам для каждого уровня иерархии.

Для измерения физических значений количественных признаков нижнего уровня иерархии используются: абсолютная шкала, шкала отношений, шкала интервалов и шкала разностей. Для измерения качественных признаков используются шкала наименований и порядковая (ранговая) шкала.

Оценки, полученные в результате исследования, могут быть адекватны реальности тогда и только тогда, когда они не зависят от того, какую единицу измерения предпочитает эксперт, то есть эти выводы должны быть инвариантны относительно допустимого преобразования значений, измеренного в той или иной шкале признака.

В практике оценивания качественных и количественных признаков эксперты часто используют вербальные шкалы. В вербальных шкалах значениями являются слова, выражающие степень интенсивности проявления признаков и называемые уровнями или градациями вербальных шкал. Интерес представляют вербальные шкалы, на которых можно определить линейный порядок, то есть отношение «меньше-больше».

При известной области определения количественного признака и количества уровней вербальной шкалы эксперт разбивает эту область на непересекающиеся множества, которые соответствуют заданным вербальным уровням. При таком подходе есть существенный недостаток – при описании объектов с пограничными значениями показателя эксперт испытывает трудности в связи со скачкообразным переходом от одного значения к другому.

Предложенный Л. Заде аппарат теории нечётких множеств позволяет устранить этот недостаток. Для этого вербальным уровням количественного признака ставятся в соответствие не чёткие интервалы значений, а нечёткие множества. Такая вербально-нечёткая шкала описания количественных признаков получила название лингвистической шкалы [3, 4]. При этом количественный признак имеет физические значения, измеренные техническим прибором, и лингвистические значения, полученные экспертом с определённой степенью уверенности в этом.

Построенные на основе теории нечётких множеств лингвистические шкалы для качественных признаков позволяют оперировать не со значениями несопоставимых между собой, оценённых в разных шкалах и имеющих разные размерности признаков, а с безразмерными величинами – значениями функций принадлежности.

В литературе [3–5] описано большое количество методов построения функций принадлежности нечётких множеств, терм-множеств семантических пространств и построения логико-лингвистических шкал в зависимости от вида задачи принятия решения.

В литературе [3, 4] описан метод построения функции принадлежности, который работает в условиях неполной информации, инвариантен относительно последовательности построения функций принадлежности элементов шкал, используемых для оценивания качественных характеристик.

Пусть имеются данные, полученные в результате оценивания у объектов качественной характеристики X в рамках вербальной шкалы с уровнями $X_l, l = \overline{1, m}, m \geq 2$. Упорядочим их 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} . Тогда функции принадлежности будут иметь вид (1):

$$\begin{aligned}\mu_1(x) &\equiv \left(0, a_1 - \frac{b_1}{2}, 0, b_1\right); \\ \mu_l(x) &\equiv \left(\sum_{i=1}^{l-1} a_i + \frac{b_{l-1}}{2}, \sum_{i=1}^l a_i + \frac{b_l}{2}, b_{l-1}, b_l\right), \quad l = \overline{2, m-2}; \\ \mu_{m-1}(x) &\equiv \left(\sum_{i=1}^{m-2} a_i + \frac{b_{m-2}}{2}, 1 - a_m - \frac{b_{m-1}}{2}, b_{m-2}, b_{m-1}\right); \\ \mu_m(x) &\equiv \left(1 - a_m - \frac{b_{m-1}}{2}, 1 - a_m + \frac{b_{m-1}}{2}, b_{m-1}, 0\right).\end{aligned}\tag{1}$$

Метод позволяет определить соответствие элементов балльной и лингвистической шкал, позволяет находить нечёткие, точечные, интервальные рейтинговые оценки и присваивать квалификационные уровни с определённым уровнем возможности.

Выбор вида параметрической *агрегирующей функции* $Q(q; w)$, определяемой вектором $w = (w_1, \dots, w_m)$ параметров $w_1, \dots, w_m$, оценивающих значимость отдельных показателей $q_1, \dots, q_m$ для сводной оценки качества $Q = Q(q; w)$, является сложной задачей, так как существует большое количество агрегирующих функций. Наиболее распространёнными являются нечёткое продукционное оценивание, матричные процедуры комплексного оценивания и различные модификации метода анализа иерархий Т. Саати [6].

Для реализации процедуры нечёткого продукционного оценивания показателей предлагается использовать алгоритм нечёткого логического вывода, позволяющий формировать адекватные оценочные модели на основе математической модели нечёткого логического вывода по Мамдани. Выбор модели нечёткого логического вывода обосновывается его большой распространённостью в практических приложениях, прозрачностью самого вывода и лёгкостью настроек параметров, хотя известно достаточное количество и других методов [4–5].

Нечёткий вывод в своей основе имеет базу знаний, формируемую экспертами в виде совокупности нечётких предикатных правил:

$$\Pi_i: \text{если } x \text{ есть } A_i, \text{ тогда } z \text{ есть } B_i,$$

где x – входная переменная; z – переменная вывода; A_i и B_i – нечёткие множества, определённые соответственно на X и Z с помощью функций принадлежности $\mu_{A_i}(x)$ и $\mu_{B_i}(z)$, $i = \overline{1, n}$.

Механизм нечёткого вывода при аппроксимации функции $z(x)$ представляют в виде нечёткого *modus ponens*.

Указанный вывод в форме алгоритма Мамдани математически описывается следующим образом:

1. Введение нечёткости (*fuzzification*) – для заданного (чёткого) значения аргумента $x = x_0$ находят степени истинности для предпосылок каждого правила $a_i = \mu_{A_i}(x_0)$.

2. Нечёткий вывод по каждому правилу – находят «усечённые» функции принадлежности для переменной вывода:

$$\mu_{B_i}^*(z) = \min_z(a_i, \mu_{B_i}(z)) \quad .$$

3. Композиция – с использованием операции максимум (max) производится объединение найденных усечённых функций, что приводит к получению итогового нечёткого подмножества для переменной вывода с функцией принадлежности:

$$\mu_{\Sigma}(z) = \mu_B(z) = \max_z [\mu_{B_1}^*(z), \mu_{B_2}^*(z), \dots, \mu_{B_o}^*(z)] .$$

4. Приведение к чёткости (defuzzification) для нахождения $z_0=F(x_0)$ обычно проводится центроидным методом – чёткое значение выходной переменной определяется как центр тяжести для кривой $\mu_{\Sigma}(z)$, то есть

$$z_0 = \frac{\int_{\Omega} z \cdot \mu_{\Sigma}(z) dz}{\int_{\Omega} \mu_{\Sigma}(z) dz} ,$$

где Ω – область определения $\mu_{\Sigma}(z)$.

Суть матричных процедур комплексного оценивания заключается в том, что имеется набор частных показателей, измеряемых в дискретной шкале, которые сворачиваются попарно, а агрегированные значения определяются так называемыми матрицами свёртки.

Особенностью матричных свёрток является то, что любая произвольная свёртка двух критериев на дискретном множестве может быть представлена в матричном виде, что позволяет тонко учесть знания эксперта. Заполнение матрицы свёртки является инструментом реализации и формализации определённой политики принятия решений при оценивании.

Качество оценки, прежде всего, зависит от качества матриц свёртки и в меньшей степени от экспертных оценок значений частных критериев.

Матричная система комплексного оценивания может быть обобщена до нечёткой матричной системы. Если для матрицы свёртки на соответствующих шкалах заданы функции принадлежности μ_{x1} и μ_{x2} для нечётких оценок по первому и второму критериям X_1 и X_2 соответственно, то в результате агрегирования по матрице свёртки нечёткая оценка будет определяться функцией принадлежности:

$$\mu_{x0}(X_0) = \sup \min\{\mu_{x1}(X_1), \mu_{x2}(X_2) \mid F(x_1, x_2) = X_0\}$$

Общая структура агрегирования отдельных критериев в комплексную оценку имеет вид дихотомического дерева, узлами которого являются описанные выше матрицы свёртки.

Преобразование произвольной иерархии в дихотомию неизбежно приводит к появлению дополнительных промежуточных критериев оценки на различных уровнях иерархии свёртки исходных критериев и требует построения дополнительных матриц свёртки. Следует отметить, что появление дополнительных промежуточных критериев позволяет более тонко учесть знания и опыт эксперта по оценке взаимовлияния сворачиваемых критериев при составлении матрицы свёртки, чем присвоение некоторых «весов» важности или определение ранжира.

Построение дихотомической структуры производится экспертами, исходя из следующих соображений. Вначале определяется m_i – общее количество критериев нижнего уровня, сворачиваемых в данном критерии. В рассматриваемой системе критериев оценки СЗИ АС это число колеблется от 2 до 8. Если $m_i=2$, то задача тривиальна. Если $m_i=3$, то возможно три варианта структуры. Если $m_i=4$ и более, то выбор следует проводить, исходя из следующих правил:

1. Присвоить каждому i -му элементу нижнего уровня вес важности ω_i одним из известных способов, где $\sum_{i=1}^n \omega_i$.

2. Выбираем структуру дихотомического дерева:

- если веса примерно одного порядка, тогда количество уровней минимально, то есть, свёртываем нижний уровень попарно;
- если веса разнесены равномерно, то количество уровней максимально, то есть, свёртываем все элементы последовательно снизу вверх;
- на низших уровнях иерархии целесообразно свёртывать менее важные критерии;
- если веса группируются в группы, то к группам применяем описанные выше правила.

Выбор структуры агрегирования является важным инструментом реализации определённой политики принятия решений при проведении оценки системы.

Для получения общей оценки системы при принятии решения используется процедура упрощённого метода анализа иерархий. Выбор данного метода для оценки на самом верхнем уровне иерархии обосновывается рядом факторов:

- обобщённая оценка включает в себя свёртку более десятка классов. Нетрудно видеть, что построение эквивалентного бинарного дерева для матричной свёртки повлечёт за собой построение десятка промежуточных матриц свёртки, большая часть которых будет лишена реального «физического» смысла, что приведёт к необоснованной погрешности оценки;
- оценка взаимовлияния классов друг на друга требует от экспертов чрезвычайно высокой квалификации, так как ошибки в оценках на этом уровне не могут быть компенсированы в процессе дальнейшей работы;
- привлечение экспертов высокого уровня для построения большого количества бинарных матриц свёртки не увеличит точность оценки по сравнению с простым ранжированием классов по их важности, что требуется для упрощённого метода анализа иерархий;
- использование известного метода анализа иерархий требует построения матрицы парных сравнений, что практически нереально для матриц размерностью больше семи (7×7), не говоря о матрицах (15×15).

Суть «упрощённого» МАИ [7] заключается в том, что для вычисления весов линейной аддитивной свёртки обобщённой оценки используем только первую строку элементов матрицы парных сравнений, что в десятки раз проще в нашем случае. Далее, компоненты вектора весов $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ вычисляются по формуле:

$$w_i = \frac{a_{1i}}{a_{11}}, i=1, 2, \dots, n,$$

что существенно упрощает промежуточные расчёты и не вносит дополнительную погрешность. Упрощённый МАИ может использоваться на промежуточных уровнях и при формировании структуры дихотомического дерева критериев оценки при матричной свёртке.

Необходимым элементом экспертной поддержки прогноза развития чрезвычайных ситуаций, а также анализа мер по их предотвращению являются модели поддержки принятия решений при выборе наиболее эффективных альтернатив развития и методов их обеспечения ресурсами, моделей прогноза результатов тех или иных решений, с возможностью быстрой адаптации в условия изменяющихся целей, ресурсов и временных ограничений.

Для разработки моделей поддержки принятия решений предложено использовать подход, базирующийся на объединении современных моделей представления знаний о слабо структурируемой предметной области в виде нечёткой иерархии и моделей принятия решений, основанных на теории нечётких множеств, нечёткой логике и методах свёртки.

Литература

1. Воробьёв Ю.Л. Сервис безопасности – негосударственный сектор обеспечения безопасности // Проблемы анализа риска. 2008. Т. 5. № 1. С. 8–19.
2. Поддержка принятия решений в слабоструктурированных предметных областях: анализ ситуаций и оценка альтернатив / А.Н. Аверкин [и др.] // Изв. РАН: Теория и системы упр. 2006. № 3. С. 139–149.

3. Поярков Н.Г. Метод формализации данных и модели нечёткого кластерного анализа и рейтингового оценивания объектов с качественными характеристиками: дис. ... канд. техн. наук. М., 2007.
4. Полещук О.М. Методы формализации и обработки нечёткой экспертной информации: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2005.
5. Нечёткие модели и сети / А.С. Федулов [и др.]. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 284 с.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1989.
7. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. М.: Физматлит, 2002.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

К.В. Кораев;

В.А. Зокоев, кандидат юридических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Изложены основные положения Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Раскрываются основные цели, задачи и мероприятия, проводимые на различных уровнях реагирования, в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: опасность, государство, население, чрезвычайная ситуация, безопасность, регион, субъект

ORGANIZATION OF THE UNIFIED STATE SYSTEM OF PREVENTION AND ELIMINATION OF EMERGENCIES

K.V. Koraev; V.A. Zokoev.

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

The article describes the main provisions of the unified state system of prevention and liquidation of emergency situations. The authors describe the main goals, objectives and activities undertaken at various levels of response in the framework of the unified state system of prevention and liquidation of emergency situations.

Keywords: danger, the state, the population, emergency situation, security, region, a constituent entity

Необходимость образования государственных систем защиты населения и территорий как в России, так и за рубежом была в своё время обусловлена ростом военных угроз, созданием и развитием средств поражения.

Основные направления современной государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций (ЧС) формируются и реализуются с учётом геополитических, стратегических, социально-экономических и иных факторов, которые за последние годы претерпели значительные изменения.

Качественное изменение опасностей, возникающих в случае даже ограниченного применения оружия массового поражения, нарастание угрозы терроризма, техногенные аварии и катастрофы, усиление тяжести последствий стихийных бедствий, проблемы экологии, угрозы эпидемий – всё это потребовало пересмотра основных направлений,

содержания, организации и порядка подготовки и реализации мероприятий в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации ЧС.

Основополагающими законодательными актами в области организации и обеспечения защиты населения, материально-культурных ценностей и территорий от ЧС природного и техногенного характера являются Федеральный закон Российской Федерации «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 11 ноября 1994 г. № 68-ФЗ и Федеральный закон Российской Федерации «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ.

Федеральный закон Российской Федерации «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» определяет общие для Российской Федерации организационно-правовые нормы в области защиты граждан РФ, иностранных граждан и лиц без гражданства, находящихся на территории РФ, всего земельного, водного, воздушного пространства в пределах РФ или его части, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей природной среды от ЧС природного и техногенного характера.

В ст. 18, 19 Закона определены права и обязанности граждан РФ [1].

Граждане РФ имеют право:

- на защиту жизни, здоровья и личного имущества в случае возникновения ЧС;
- в соответствии с планом ликвидации ЧС использовать средства коллективной и индивидуальной защиты и другое имущество органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, предназначенное для защиты населения от ЧС;
- быть информированными о риске, которому они могут подвергаться в определённых местах пребывания на территории страны, и о мерах необходимой безопасности;
- обращаться лично, а также направлять в государственные органы и органы местного самоуправления индивидуальные и коллективные обращения по вопросам защиты населения и территорий от ЧС;
- участвовать в установленном порядке в мероприятиях по предупреждению и ликвидации ЧС;
- на возмещение ущерба, причинённого их здоровью и имуществу вследствие ЧС;
- на медицинское обслуживание, компенсации и льготы за проживание и работу в зонах ЧС.

Граждане РФ обязаны:

- соблюдать законы и иные нормативные правовые акты РФ в области защиты населения и территорий от ЧС;
- соблюдать меры безопасности в быту и повседневной трудовой деятельности, не допускать нарушений производственной и технологической дисциплины, требований экологической безопасности, которые могут привести к возникновению ЧС;
- изучать основные способы защиты населения и территорий от ЧС, приёмы оказания первой медицинской помощи пострадавшим, правила пользования коллективными и индивидуальными средствами защиты, постоянно совершенствовать свои знания и практические навыки в указанной области;
- выполнять установленные правила поведения при угрозе и возникновении ЧС;
- при необходимости оказывать содействие в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Федеральный Закон Российской Федерации «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ определяет общие организационно-правовые и экономические основы создания и деятельности аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований на территории РФ, регулирует отношения в этой области между органами государственной власти, органами местного самоуправления, а также предприятиями, учреждениями, организациями, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, иными юридическими лицами независимо от их организационно-правовых форм собственности, общественными объединениями, должностными лицами и гражданами РФ.

Закон устанавливает права, обязанности и ответственность спасателей, определяет основы государственной политики в области правовой и социальной защиты спасателей, других граждан РФ, принимающих участие в ликвидации ЧС природного и техногенного характера, и членов их семей [2].

Постановлением Правительства Российской Федерации от 18 апреля 1992 г. № 261 была создана Российская система предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях (РСЧС), преобразованная 5 ноября 1995 г. Постановлением Правительства Российской Федерации «О Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» № 1113 в Единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Данное Постановление Правительства Российской Федерации принято во исполнение Федерального закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Указанным Постановлением утверждено Положение о Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, которое определяет принцип построения, состав сил и средств, порядок выполнения задач и взаимодействие основных элементов, а также регулирует основные вопросы функционирования Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Цели, задачи и структура РСЧС

Основной целью создания системы было объединение усилий федеральных органов исполнительной власти, органов представительной и исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, их сил и средств в области предупреждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера, защиты от них населения и территорий в мирное время.

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» основными задачами созданной системы являются:

- разработка и реализация правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения и территорий от ЧС;
- осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на предупреждение ЧС и повышение устойчивости функционирования организаций, а также объектов социального назначения в ЧС;
- обеспечение готовности к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных и выделяемых для предупреждения и ликвидации ЧС;
- сбор, обработка, обмен и выдача информации в области защиты населения и территорий от ЧС;
- подготовка населения к действиям в ЧС;
- прогнозирование и оценка социально-экономических последствий ЧС;
- создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС;
- осуществление государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от ЧС;
- ликвидация ЧС;
- осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от ЧС, проведение гуманитарных акций;
- реализация прав и обязанностей населения в области защиты от ЧС, а также лиц, участвующих в их ликвидации;
- международное сотрудничество в области защиты населения и территорий от ЧС.

На федеральном уровне законодательную и нормативную правовую основу построения и функционирования РСЧС составляют Конституция РФ, более 60 Федеральных законов, свыше 120 Постановлений Правительства РФ, 300 ведомственных приказов, положений и инструкций, регулирующих деятельность органов государственной власти

в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера. Основными из них являются Федеральные законы: «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера», «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей», «О государственном и материальном резерве», «О радиационной безопасности населения», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС», «О гражданской обороне» и др.

РСЧС объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, в полномочия которых входит решение вопросов защиты населения и территорий от ЧС.

Организационная структура системы строится по территориально-производственному принципу, состоит из территориальных и функциональных подсистем и имеет пять уровней управления (федеральный, региональный, территориальный, местный, объектовый).

Территориальные подсистемы РСЧС создаются в субъектах Российской Федерации для предупреждения и ликвидации ЧС в пределах их территории и состоят из звеньев, соответствующих административно-территориальному делению этих территорий.

Звенья (местный уровень) создаются в муниципальных образованиях (район, населённый пункт) для предупреждения и ликвидации ЧС в пределах их территорий.

Задачи, организация, состав сил и средств, порядок функционирования территориальных подсистем и звеньев определяются положениями о них, утверждаемыми руководителями органов исполнительной власти субъектов РФ и органов местного самоуправления по согласованию с вышестоящими органами управления.

Состав территориальной подсистемы, назначение:

- комиссия по ЧС (руководящий орган);
- орган повседневного управления (дежурная служба);
- силы и средства функциональной и ведомственной подсистем;
- финансовые, продовольственные, медицинские, материально-технические ресурсы;
- системы связи, оповещения, информации;
- специальные учебные заведения.

Функциональные подсистемы РСЧС создаются федеральными органами исполнительной власти в министерствах, ведомствах и организациях РФ для организации работ по защите населения и территорий от ЧС в сфере их деятельности и порученных им отраслях экономики.

Задачи, организация, состав сил и средств, порядок деятельности функциональных подсистем РСЧС определяются положениями о них, утверждаемых руководителями соответствующих федеральных органов исполнительной власти по согласованию в МЧС России.

К федеральному уровню РСЧС относятся органы управления, силы и средства центрального подчинения федеральных органов исполнительной власти.

Региональный уровень РСЧС образован за счёт районирования территории России по семи регионам. В состав РСЧС входят: Центральный (Москва), Северо-Западный (Санкт-Петербург), Северо-Кавказский (г. Ростов-на-Дону), Приволжский (г. Самара), Уральский (г. Екатеринбург), Сибирский (г. Красноярск) и Дальневосточный (г. Хабаровск) регионы. Каждый регион охватывает территории нескольких субъектов РФ и состоит из:

- органов управления функциональных и ведомственных подсистем;
- сил и средств наблюдения, контроля и ликвидации ЧС;
- средств управления и связи.

К территориальному уровню относятся органы исполнительной власти, силы и средства субъектов РФ с элементами функциональных подсистем, дислоцированных на их территориях.

Местный уровень охватывает территории муниципальных образований, а объектовый – территорию предприятия, учреждения, организации.

Каждый уровень РСЧС имеет координирующие органы, постоянно действующие органы управления, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС, органы повседневного управления, силы и средства, резервы финансовых и материальных ресурсов, системы связи, оповещения и информационного обеспечения.

Координирующие органы РСЧС:

1. На федеральном уровне – Межведомственная комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и ведомственные комиссии по ЧС в федеральных органах исполнительной власти.

Основными задачами комиссий по ЧС федеральных органов исполнительной власти являются:

- руководство разработкой и осуществлением организационных и инженерно-технических мероприятий по предотвращению ЧС, устойчивости и безопасности функционирования отраслей экономики в ЧС;

- участие в разработке и осуществлении федеральных целевых и научно-технических программ в области защиты населения и территорий от ЧС;

- организация работ по созданию локальных систем контроля и оповещения на потенциально опасных объектах;

- организация работ по созданию страхового фонда технической документации для потенциально опасных объектов;

- обеспечение готовности органов управления, сил и средств к действиям при ЧС, координация и руководство работами по ликвидации ЧС на объектах, подведомственных соответствующему федеральному органу исполнительной власти, включая эвакуацию персонала объектов;

- обеспечение выполнения мероприятий по проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) при ЧС;

- руководство созданием и использованием ведомственных резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС;

- участие в осуществлении мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от ЧС, а также по реализации прав и обязанностей населения в области защиты от ЧС, в том числе лиц, непосредственно участвующих в ликвидации ЧС;

- участие в разработке отраслевых норм и правил безопасности производства, технологических процессов, а также правил защиты персонала организаций и объектов от ЧС;

- координация подготовки руководящего состава, сил и средств, а также персонала подведомственных организаций и объектов к действиям в ЧС;

- организация работы по аттестации аварийно-спасательных формирований и спасателей.

2. На региональном уровне, охватывающем территорию нескольких субъектов РФ, комиссии по ЧС не создаются, а органами управления являются региональные центры по делам гражданской обороны, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий, которые созданы в каждом регионе для осуществления полномочий МЧС России на территории военного округа.

3. На территориальном уровне, охватывающем территорию субъекта РФ, – комиссии по ЧС органов исполнительной власти субъектов РФ (КЧС).

4. На местном уровне, охватывающем территорию района, города, – комиссии по ЧС органов местного самоуправления (КЧС).

Основными задачами комиссий по ЧС органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления являются:

- организация и контроль за осуществлением мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС, а также по обеспечению надёжности работы потенциально опасных объектов, в условиях ЧС;
- организация наблюдения и контроля за состоянием окружающей природной среды и потенциально опасных объектов, прогнозирование ЧС;
- обеспечение готовности органов управления, сил и средств к действиям в ЧС, а также создания и поддержания в состоянии готовности пунктов управления;
- организация разработки нормативных правовых актов в области защиты населения и территорий от ЧС;
- участие в разработке и осуществлении федеральных целевых и научно-технических программ, организация разработки и реализации территориальных программ по предупреждению и ликвидации ЧС;
- создание резервов финансовых и материальных ресурсов;
- взаимодействие с другими комиссиями по ЧС, военным командованием и общественными объединениями по вопросам предупреждения и ликвидации ЧС, а случае необходимости – принятие решения о направлении сил и средств для оказания помощи этим комиссиям в ликвидации ЧС;
- руководство работами по ликвидации ЧС, организация привлечения трудоспособного населения к этим работам;
- планирование и организация эвакуации населения, размещения эвакуируемого населения и возвращения его после ликвидации ЧС в места постоянного проживания;
- организация сбора и обмена информацией в области защиты населения и территорий от ЧС.

5. На объектовом уровне, охватывающем территорию организации или объекта, – объектовые комиссии по ЧС (КЧС). КЧС создаётся на объекте решением руководителя – начальника гражданской обороны (ГО) объекта и объявляется его приказом.

Основными задачами объектовых комиссий по ЧС являются:

- руководство разработкой и осуществлением мероприятий по предупреждению ЧС, повышению надёжности потенциально опасных объектов, обеспечению устойчивости функционирования организаций и объектов при возникновении ЧС;
- организация работ по созданию на потенциально опасных объектах и поддержанию в состоянии готовности локальных систем контроля и оповещения;
- обеспечение готовности органов управления, сил и средств к действиям при ЧС, руководство ликвидацией чрезвычайных ситуаций и эвакуацией персонала организаций и объектов;
- руководство созданием и использованием резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС;
- организация подготовки руководящего состава, сил и средств, а также персонала организаций и объектов к действиям в ЧС;

Рабочими органами комиссий по ЧС являются соответствующие постоянно действующие органы управления РСЧС, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от ЧС (органы управления ГОЧС).

Постоянно действующие органы управления РСЧС:

- на федеральном уровне – МЧС России;
- на региональном – региональные центры;
- на территориальном – органы управления по делам ГО и ЧС;
- на местном – органы управления по делам ГО и ЧС, создаваемые при органах местного самоуправления;
- на объектовом – отделы (секторы, специально назначенные лица) [3].

Руководителями постоянно действующих органов управления РСЧС (органов управления ГОЧС) по должности являются заместители руководителей соответствующих

органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, организаций по вопросам защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера.

В целях обеспечения непрерывного оперативного управления РСЧС, обработки и передачи оперативной информации создаются органы повседневного управления.

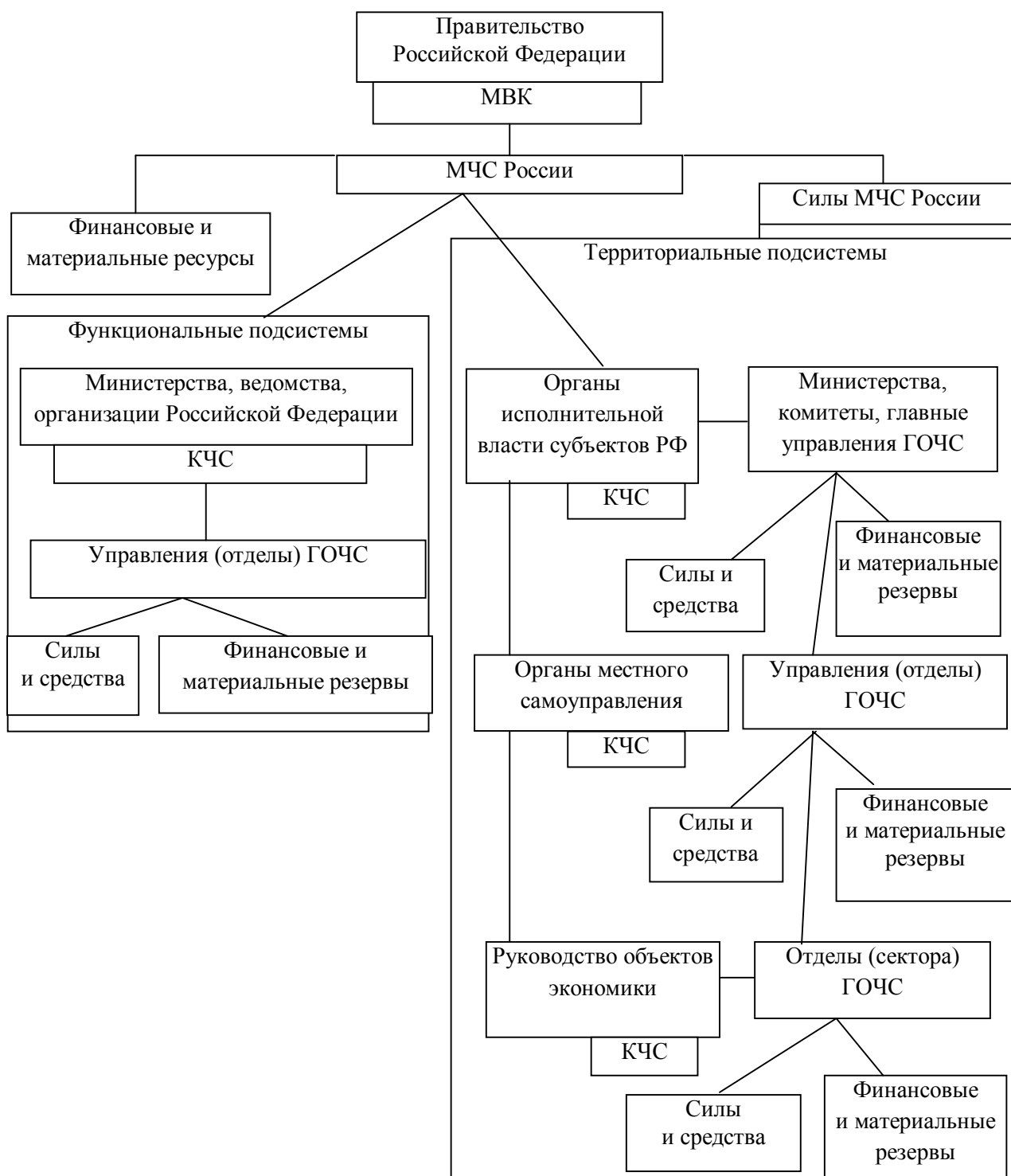


Рис. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Органы повседневного управления РСЧС:

- пункт управления (центры управления в кризисных ситуациях);
- оперативно-дежурные службы органов управления по делам ГО и ЧС;
- дежурно-диспетчерские службы и специализированные подразделения федеральных органов исполнительной власти.

- дежурно-диспетчерские службы и специализированные подразделения организаций.

Размещение органов повседневного управления РСЧС осуществляется на пунктах управления, оснащённых средствами связи, оповещения, сбора, обработки и передачи информации и поддерживаемых в состоянии постоянной готовности к использованию.

Режимы функционирования Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях

Для непосредственного управления ликвидацией конкретной ЧС на базе органов управления гражданской обороны и ЧС (ГОЧС) могут создаваться нештатные органы управления – оперативные штабы или оперативные группы.

При нормальной производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической, сейсмической и гидрометеорологической обстановке, при отсутствии эпидемий, эпизоотий, эпифитотий и пожаров РСЧС функционирует в режиме повседневной деятельности.

В зависимости от обстановки, масштабов прогнозируемой или возникшей ЧС природного и техногенного характера решением руководителя органа исполнительной власти в пределах конкретной территории устанавливается один из следующих режимов функционирования РСЧС:

- режим повышенной готовности – при ухудшении производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической, сейсмической и гидрометеорологической обстановки, при получении прогноза о возможности возникновения ЧС;

- режим ЧС – при возникновении и во время ликвидации ЧС природного и техногенного характера.

В зависимости от режима функционирования основными мероприятиями, проводимыми РСЧС, являются:

1. В режиме повседневной деятельности:

- наблюдение и контроль за состоянием окружающей природной среды, обстановкой на потенциально опасных объектах и на прилегающих к ним территориях;

- планирование и выполнение целевых и научно-технических программ и мер по предотвращению ЧС природного и техногенного характера, обеспечению безопасности и защиты населения, сокращению возможных потерь и ущерба, а также по повышению устойчивости функционирования промышленных объектов и отраслей экономики в ЧС природного и техногенного характера;

- совершенствование подготовки органов управления по делам ГО и ЧС, сил и средств к действиям при ЧС природного и техногенного характера, организации обучения населения способам защиты и действиям при этих ситуациях;

- создание и пополнение резервов финансовых и материально-технических ресурсов для ликвидации ЧС природного и техногенного характера;

- осуществление целевых видов страхования;

- участие и проведение заблаговременных мероприятий по подготовке и ведению гражданской обороны.

Управление РСЧС осуществляется из пунктов постоянного расположения органов повседневного управления.

2. В режиме повышенной готовности:

- формирование при необходимости оперативных групп для выявления причин ухудшения обстановки непосредственно в районе возможной ЧС, выработка предложений по её нормализации;

- усиление дежурно-диспетчерских служб;
- усиление наблюдения и контроля за состоянием окружающей природной среды, обстановкой на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях, прогнозирование возможности возникновения ЧС природного и техногенного характера и их масштабов;

- принятие мер по защите населения и окружающей природной среды по обеспечению устойчивости функционирования промышленных объектов в ЧС;

- приведение в состояние готовности сил и средств, уточнение планов их действий и выдвижение, при необходимости, в предполагаемый район действий.

В режиме повышенной готовности управление РСЧС осуществляется из пунктов постоянного расположения органов повседневного управления, а при необходимости – с использованием вспомогательных пунктов управления (подвижных и стационарных).

3. В режиме чрезвычайной ситуации:

- выдвижение оперативных групп в район ЧС;

- определение границ зоны ЧС;

- организация ликвидации ЧС, защиты населения и территорий, проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ, эвакуация населения;

- организация работ по обеспечению устойчивого функционирования отраслей экономики и промышленных объектов, первоочередному жизнеобеспечению пострадавшего населения, оказанию экстренной медицинской помощи, проведение других неотложных мероприятий;

- осуществление непрерывного контроля за состоянием окружающей природной среды в районе ЧС, за обстановкой на аварийных объектах и прилегающих к ним территориях.

В режиме ЧС управление РСЧС осуществляется с повседневных и (или) вспомогательных пунктов управления (подвижных и стационарных) – в зависимости от развития ЧС.

Информационное обеспечение РСЧС осуществляется информационно-управляющей системой, в состав которой входят:

- национальный центр управления в кризисных ситуациях МЧС России;

- центр управления в кризисных ситуациях МЧС России;

- информационные центры федеральных органов исполнительной власти;

- региональные информационно-управляющие центры;

- информационно-управляющие центры органов управления по делам ГОЧС субъектов Российской Федерации;

- абонентские пункты городских и районных органов управления по делам ГОЧС;

- информационные центры организаций;

- средства связи и передачи данных.

Целевые функции РСЧС:

- предупреждение возникновения ЧС (которая может быть подразделена, в свою очередь, на функцию предотвращения ЧС и функцию снижения размеров ущерба от ЧС);

- ликвидация ЧС.

Литература

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федер. закон Рос. Федерации от 21 дек. 1994 г. № 68-ФЗ с изм. от 11 февр. 2013 г. № 9-ФЗ. Доступ из информ.-правового портала «Гарант». URL: base.garant.ru.

2. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 1995. Ст. 3503.

3. О Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: Постановление Правительства Рос. Федерации от 30 дек. 2003 г. № 794 // Рос. газ. 2004. 20 янв. № 3384.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

УСТАНОВКА ДЛЯ ГРАДУИРОВКИ РАДИОМЕТРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ РАДИАЦИОННЫХ ПОТОКОВ

Т.Н. Соболевская;

В.А. Кораблёв, кандидат технических наук, доцент.

**Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики.**

А.С. Некрасов.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Описана разработка прибора для измерения изменяющихся во времени высокоинтенсивных тепловых потоков с плотностью до 50 кВт/м^2 и модели абсолютно черного тела для градуировки прибора.

Ключевые слова: радиометр, тепловой поток, модель абсолютно черного тела, тепломер

INSTALLATION FOR CALIBRATION OF RADIOMETER FOR MEASURING HIGH-INTENSITY HEAT FLUX

T.N. Sobolevskaya; V.A. Korablev.

Saint-Petersburg National research university of information technologies,
mechanics and optics.

A.S. Nekrasov.

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

The construction of an instrument for measuring time-varying high-intensity heat fluxes with a density of up to 50 kW/m^2 is described and a model of an absolutely black body for calibrating it is presented.

Keywords: radiometer, heat flow, the model of a black body, heat meter

Градуировка радиометра

Для градуировки тепломера-радиометра необходимо было разработать источник стабильной, равномерно распределённой лучистой энергии большой интенсивности.

Максимальная требуемая плотность воспроизводимого теплового потока: $5 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2$. Расчётный интервал температур настройки $50 \div 800 \text{ }^\circ\text{C}$. Максимальная допустимая неравномерность температурного поля излучателя: $\pm 5 \text{ К}$.

Прототипом разрабатываемой конструкции послужила цилиндрическая модель абсолютно чёрного тела (АЧТ). На рис. 1 схематически представлена конструкция

разрабатываемого устройства. Излучающая полость цельнолитая, образована цилиндрической стенкой (1) с глухим дном. Нагреватель (2) из нихромовой проволоки Х20Н80 монтируется витками на боковой стенке и дне излучателя. Температурное поле излучателя контролируется с помощью пяти термопар третьего типа ХА, закреплённых в дне и боковой стенке излучателя (3). Для снижения воздействия окружающей среды излучатель установлен в стальном кожухе (4), внутренняя и внешняя поверхности кожуха отполированы, в зазор между излучателем и кожухом уложен изоляционный материал (5) (базальтовая вата). Крепёж осуществляется с помощью стальных опор (6).

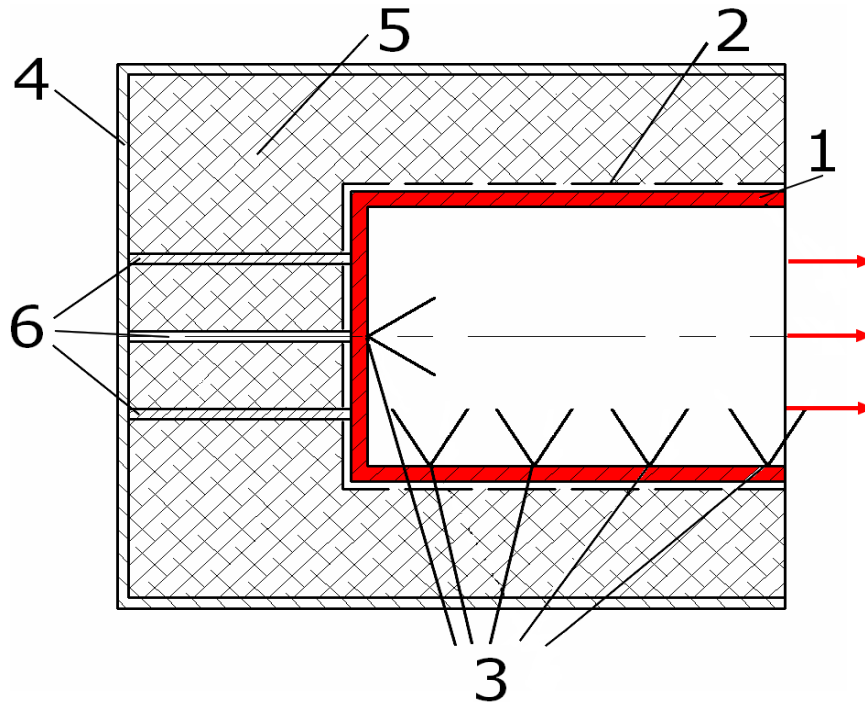


Рис. 1. Конструкция устройства для калибровки термомеров

Распределение плотности теплового потока $q_w(x)$ рассчитано с помощью системы уравнений при известных температурах стенки $T_i=800\text{ }^{\circ}\text{C}$ и воздуха $T_j=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, радиусе цилиндра $r=25\cdot 10^{-3}\text{ м}$.

$$\begin{cases} \alpha_{i,j}(x) = \frac{\varepsilon_{ij} \sigma (T_i^4 - T_j^4) \varphi_{ij}(x)}{T_i - T_j} \\ \varphi_{ij}(x) = \frac{\left(\frac{x}{2r}\right)^2 + \frac{1}{2}}{\sqrt{\left(\frac{x}{2r}\right)^2 + 1}} - \left(\frac{x}{2r}\right)^2 \\ q_w(x) = \alpha_{i,j}(x) l (T_i - T_j) \end{cases}$$

Результаты расчёта распределения $q_w(x)$ приведены на рис. 2.

Реализовать такой характер распределения плотности теплового потока $q_w(x)$ предлагается с помощью переменного количества слоев нагревателя, как показано на схеме (рис. 2).

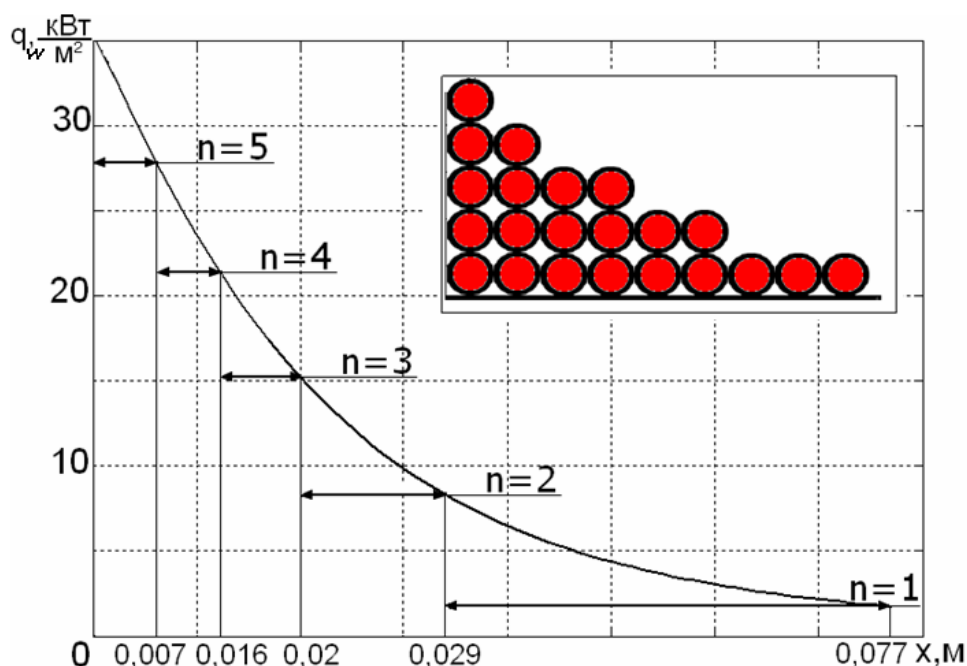


Рис. 2. Распределение слоёв нагревателя по длине излучателя, схема расположения витков слоями

Для определения количества $n(x)$ слоёв нагревателя на участках излучателя проведено интегрирование плотности теплового потока по оси цилиндра:

$$\Phi_i \cdot n(x_i) = \int_{x_i}^{x_{i+1}} q_w dx$$

Результат расчёта распределения слоев нагревателя представлен на рис. 2.

Видно, что для формирования равномерного распределения температуры по полости большой тепловой поток на открытом конце излучателя обеспечивается максимальным количеством слоёв витков нагревателя: $n=5$. Для корпуса излучателя предлагается использовать высокотеплопроводный материал – медь.

Экспериментальные исследования температурного поля излучателя с помощью термопар, установленных на боковой стенке вдоль оси цилиндра, показали его высокую изотермичность (не хуже $\pm 0,6$ % от температуры настройки). Об интенсивности теплового потока, воспроизводимого моделью, судят по закону Стефана-Больцмана [1].

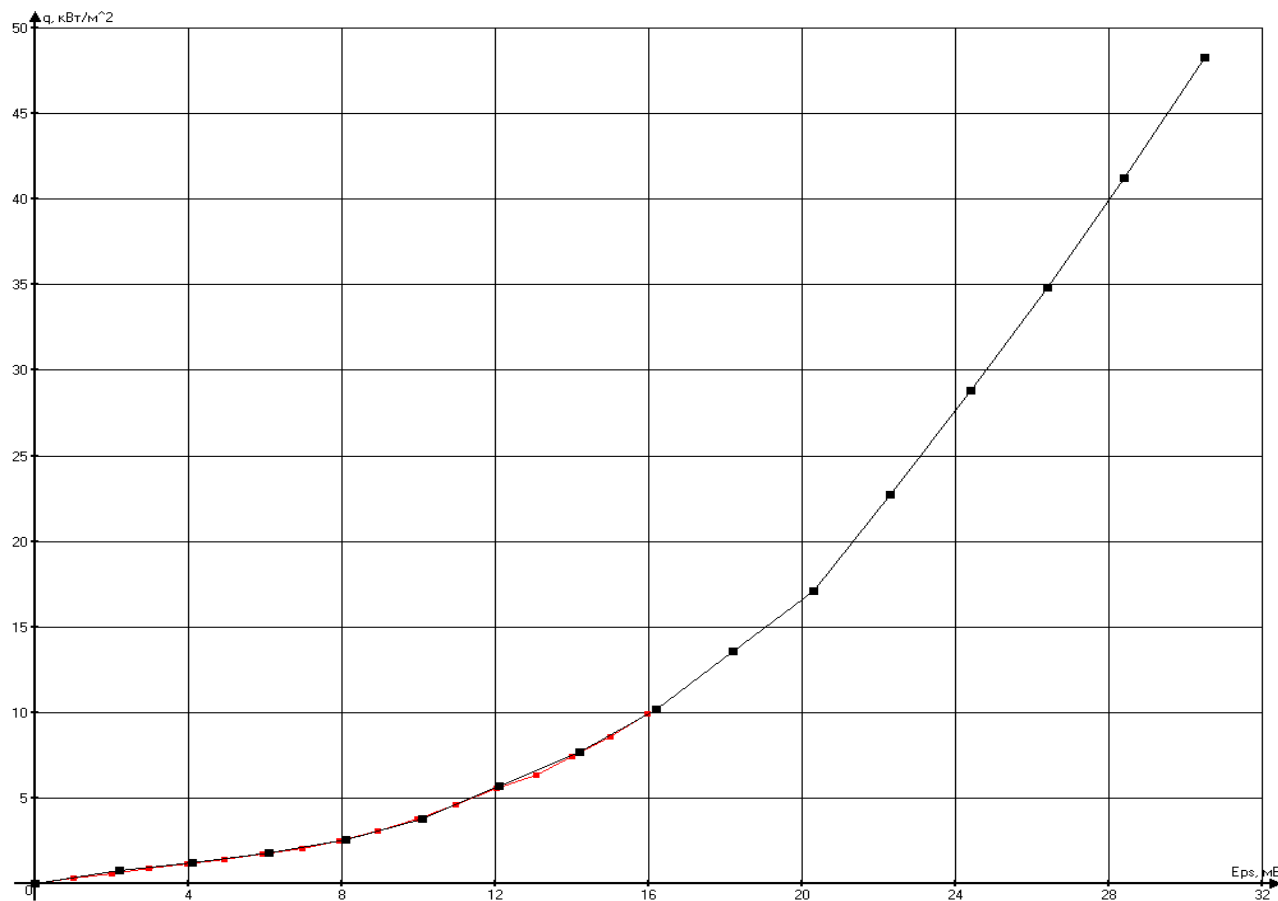
Высокий коэффициент излучения ε модели обеспечивается конструкцией излучателя и оксидированием поверхности. Коэффициент излучения поверхности: 0,9. Отношение длины цилиндра к диаметру $\frac{l}{2r}=1,56$. Эффективный коэффициент теплового излучения полого цилиндра при таких параметрах $\varepsilon = 0,96$.

Максимальный воспроизводимый тепловой поток моделью АЧТ составляет 50 кВт/м^2 . Устройство позволяет перенастраиваться на уровни температур в диапазоне $50 \div 800$ °С. Максимальная неравномерность температурного поля составляет ± 5 °С при температуре стенки 800 °С. Потребляемая мощность не более 200 Вт.

Градуировка модели АЧТ была проведена с помощью пирометра С-300. Была получена зависимость между плотностью излучения теплового потока и показаниями термопары ХА (рис. 3). Кроме того, в диапазоне от 0 до 10 кВт/м^2 был использован тепломер

Герашенко (диаметр 27 мм), разработанный в институте технической теплофизики Национальной академии наук (НАН) Украины.

При проведении калибровки на нагреватель подается электрическое напряжение, термомер устанавливается в непосредственной близости у выходного отверстия излучателя. Таким образом, ограничивается доступ воздуха внутрь полости из окружающей среды, конвективный теплообмен отсутствует. Весь тепловой поток передается излучением.



--- — тепломер Герашенко ИТТФ; --- — пирометр С-300.

Рис. 3. Градуировка абсолютно чёрного тела

Устройство стенда для градуировки

Для градуировки прибора был создан стенд, состоящий из оптической скамьи, на которой при помощи двух рейтеров установлены исследуемый радиометр и модель абсолютно черного тела (АЧТ). Сигналы от радиометра и модели АЧТ измеряются двумя цифровыми вольтметрами. О температуре АЧТ можно судить по показаниям термопар хромель-алюмель (ХА). Питание АЧТ производится от лабораторного автотрансформатора регулируемого (ЛАТР) [2]. По рис. 3 при помощи снятых показаний с вольтметра АЧТ определяются плотности излучаемых тепловых потоков.

После включения стенда на ЛАТРе постепенно увеличивают напряжение с шагом 10 В для увеличения теплового потока, испускаемого моделью АЧТ. Перед каждым увеличением напряжения на ЛАТРе при установившемся стационарном тепловом режиме фиксируют показания приборов.

Результаты наносятся на график (рис. 4) в виде зависимости регистрируемого теплового потока от напряжения, выдаваемого радиометром, и записываются в таблицу.

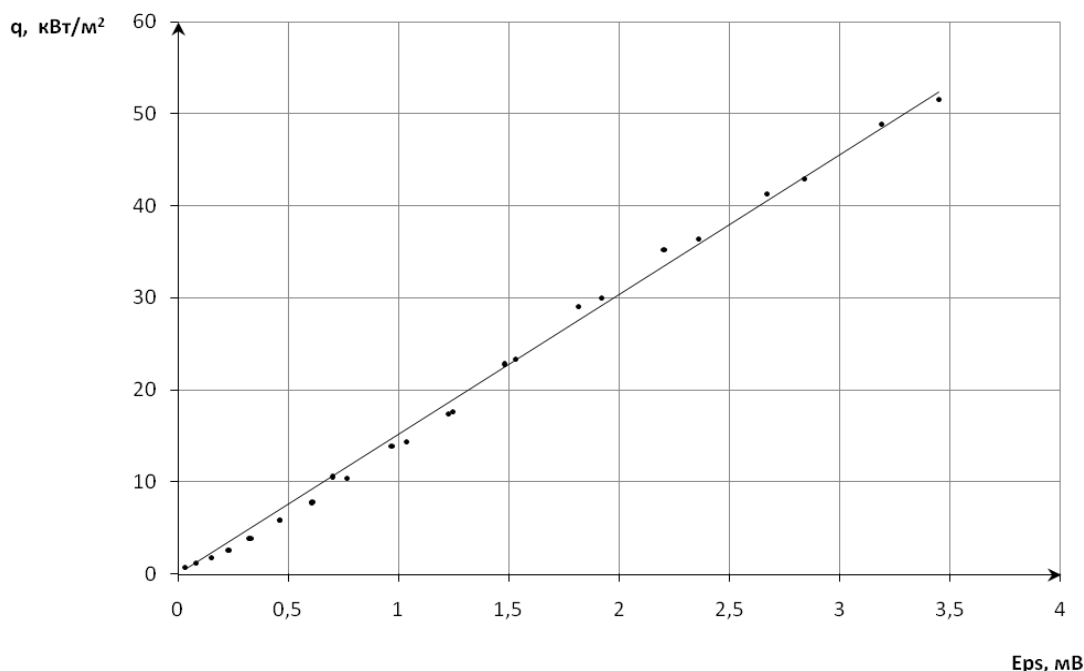


Рис. 4. Результат градуировки радиометра

Аналогичным способом регистрируют данные для различных углов между осями радиометра и модели АЧТ.

Динамические характеристики радиометра

Проведённые исследования показали, что созданный радиометр обладает заметной инерционностью. Поэтому необходимо исследовать его динамические характеристики. Исследование проводилось методом единичного воздействия. Установленный на оптической скамье прибор в начальный момент времени придвигается к модели АЧТ, и производится запись сигнала.

В результате опыта установлено, что величина:

$$\ln \frac{q(\tau) - q_0}{q_0},$$

где $q(\tau)$ – тепловой поток в момент времени τ ; q_0 – стационарный тепловой поток, зависит от времени линейно. Отсюда можно сделать вывод, что радиометр можно рассматривать как апериодическое звено первого порядка, а сигнал восстанавливается по зависимости:

$$q = A\varepsilon + B \frac{d\varepsilon}{d\tau}.$$

Разработанный прибор был использован при проведении исследований при натурном моделировании развития пожара в машинном отделении морского судна. Результаты испытаний показали, что он (прибор) соответствует требованиям по точности, быстродействию, живучести, надёжности и удобству использования.

Литература

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: учеб. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергия, 1975. 488 с.
2. Стенд для испытаний приборов и средств защиты на устойчивость к мощным тепловым воздействиям / Д.П. Волков [и др.] // Приборы. 2004. Т. 48. № 6. С. 46–48.

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ВОЛОКНИСТЫХ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Д.П. Волков, кандидат технических наук, доцент;

Ю.П. Заричняк, доктор физико-математических наук, профессор.

Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики.

Н.Н. Романов, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Представлены результаты экспериментального исследования теплопроводности ряда высокопористых волокнистых материалов, которые применяются в качестве тепловой и акустической изоляции корпусов, трубопроводов, противопожарных перегородок в авиационной, космической, судостроительной промышленности и ядерной энергетике.

Ключевые слова: теплопроводность, волокна, эксперимент, композиционный материал, температура

HEAT CONDUCTION OF FIBROUS THERMAL PROTECTION MATERIALS. EXPERIMENTAL STUDY

D.P. Volkov; Yu.P. Zarichnyak.

Saint-Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics.

N.N. Romanov.

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

An experimental study of the thermal conductivity range of highly fibrous materials, which are used as thermal and acoustic insulation of buildings, pipelines, fire walls in the aviation, aerospace, shipbuilding and nuclear power.

Keywords: heat conduction, fibre, experiment, composite material, temperature

Объекты исследования

Волокнистые материалы представляют собой отдельный класс гетерогенных систем с характерными особенностями структуры. За редким исключением волокнистые материалы имеют искусственное происхождение, и поэтому их можно считать композиционными материалами. Отдельной чертой волокнистых систем является значительная вытянутость волокон, нитей или прядей (отношение длины к размерам поперечного сечения достигает 400 и более). Применяются в различных отраслях промышленности, теплоэнергетике, авиастроении, в сельском хозяйстве, жилищном строительстве и оборудования АЗС. Могут быть использованы как при устройстве вентилируемых фасадов, так и при утеплении фасадов ранее построенных зданий путём раскатки полотен по вертикали и защитой базальтофибробетонными плитами с креплением специальными дюбелями или по направляющим. Они являются негорючими, нетоксичными и экологически безопасными, поэтому применяются в учреждениях здравоохранения и образования. Экологическая чистота материала позволяет утеплить стенки изнутри помещений, что позволит значительно увеличить энергоэффективность [1]. Низкая теплопроводность в широком диапазоне температур ($T < 2500$ К), удобство монтажа, высокая вибростойкость и низкая плотность ($80\text{--}200$ кг/м³) обусловили широкое применение этих композиционных материалов.

Предложенные для исследования материалы представляют собой звуко- и теплоизоляционные плиты, которые используются для зашивки судовых помещений модульными блоками с выносной изоляцией, что существенно образом изменяет традиционные решения в области судостроения, исключает большую часть работ по монтажу изоляции непосредственно на судне за счёт переноса монтажа на судостроительные верфи.

Теплозащитные материалы (ТЗМ-100, ТЗМ-150) и теплоизоляционный материал (ТИ), изготовлены на основе ваты энергетической, получаемой электроплавлением горных пород (базальт, каолин). Рабочие температуры до 700 °С. Эти материалы предназначены для изоляции энергетического оборудования при температурах 120–400 °С.

Физические параметры данных материалов: d_B – диаметр волокна; ρ – плотность материала; m_2 – пористость материала; L_{CL} – толщина слоя; L_B – длина волокна; ε – степень черноты волокон, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Физические параметры данных материалов

Параметр и свойство Материал	d_B , мкм	L_B , м	L_{CL} , м	ρ , кг/м ³	m_2	ε
ТЗМ-100	6	0,03	0,01	100	0,950	0,9
ТЗМ-150	6	0,03	0,01	150	0,925	0,9
ТИ	10	0,03	0,01	150	0,950	0,9

Экспериментальная техника

Измерения теплопроводности волокнистых материалов велись с помощью сравнительного λ -калориметра методом стационарного теплового потока [2]. На рис. 1. изображена принципиальная схема используемого для измерений теплопроводности λ -калориметра.

На рис. 1: 1, 2 – металлические блоки из дюралюминия, окружённые изоляцией из пенопласта 9. Каждый из блоков подсоединён к жидкостному термостату. Контактные поверхности блоков притёрты с необходимой чистотой обработки.

Образец 8 находится между двумя тепломерами 3 и 4. Каждый тепломер состоит из дюралюминиевых пластинок 5 и 6 толщиной 2,6 мм и рабочего слоя тепломера 7 толщиной 2,1 мм, выполненного из полиметилметакрилата (оргстекло). Диаметры тепломеров и образцов – равны. Тепломеры используются для регистрации входящего в образец и выходящего из него тепловых потоков. В контактные пластины тепломеров вмонтированы медь-константановые термопары. Они соединены дифференциально и позволяют измерять перепад температур на рабочем слое тепломеров ν_{T1} и ν_{T2} . Перепад температур на образце регистрируется с помощью дифференциальной термопары ν_{OBR} . Диаметр тепломеров 40 мм. Все термопары подсоединены к блоку холодных спаев (БХС). Показания термопар регистрировались цифровым вольтметром Ф-136. Для уменьшения бокового теплообмена зазор между верхним и нижним блоками закрывался слоем поролоновой изоляции. Вся установка была помещена в теплоизоляционную камеру, в которой поддерживалась температура, равная средней температуре образца в опыте.

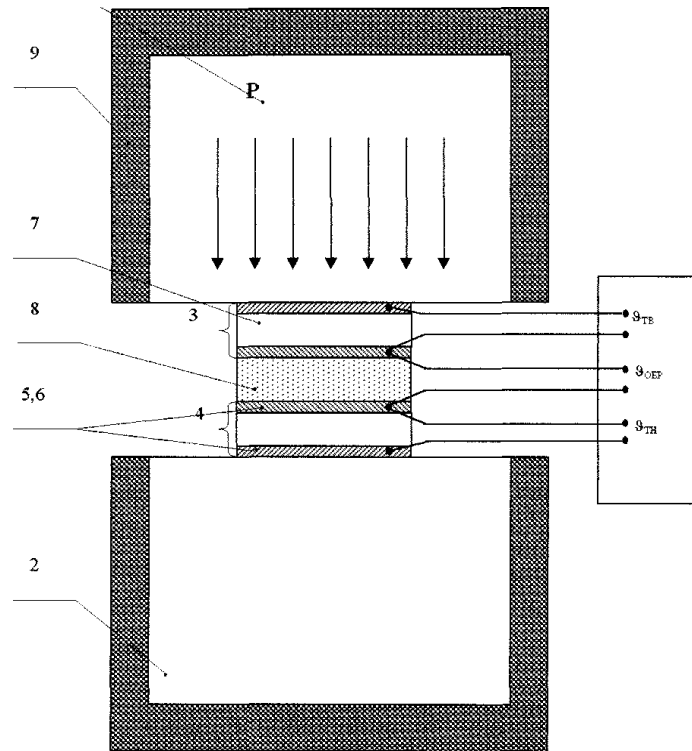


Рис. 1. Принципиальная схема λ -калориметра

Рассмотрим рабочую формулу для расчёта эффективного коэффициента теплопроводности пористых материалов [2].

Тепловой поток $Q_{\text{пол}}$, протекающий от горячей пластины к холодной через образец, равен потоку $Q_{\text{изм}}$, измеряемого тепломером. Поток потерь через боковую поверхность образца и элементов конструкции будем считать равным нулю. Поток, проходящий через образец, можно вычислить по формуле:

$$Q_{\text{пол}} = \frac{\lambda_{\text{эф}}}{\delta_{\text{ОБР}}} \cdot \vartheta_{\text{ОБР}} \cdot S_{\text{ОБР}}, \quad (1)$$

где $\lambda_{\text{эф}}$ – эффективный коэффициент теплопроводности исследуемого материала, Вт/м·К; $\delta_{\text{ОБР}}$ – высота образца, м; $\vartheta_{\text{ОБР}}$ – перепад температуры на поверхностях образца, К; $S_{\text{ОБР}}$ – площадь поперечного сечения образца, м².

Измеряемый тепломером тепловой поток вычисляется следующим образом:

$$Q_{\text{изт}} = \frac{\lambda_{\text{изт}}}{\delta_{\text{изт}}} \cdot \vartheta_{\text{Тт}} \cdot S_{\text{т}}, \quad (2)$$

где $\lambda_{\text{изт}}$ – теплопроводность рабочего слоя i -го тепломера, Вт/м·К; $\delta_{\text{изт}}$ – высота этого слоя, м; $\vartheta_{\text{Тт}}$ – перепад температуры на тепломере 1 или 2, К; $S_{\text{т}}$ – площадь поперечного сечения тепломера, м².

С учётом соотношений (1) и (2) уравнение теплового баланса будет иметь вид:

$$\frac{\lambda_{\text{эф}}}{\delta_{\text{ОБР}}} \cdot \vartheta_{\text{ОБР}} \cdot S_{\text{ОБР}} = \frac{\lambda_{\text{изт}}}{\delta_{\text{изт}}} \cdot \vartheta_{\text{Тт}} \cdot S_{\text{т}}. \quad (3)$$

Из выражения (3) можно определить значение эффективного коэффициента теплопроводности исследуемого образца:

$$\lambda_{эф} = \frac{\lambda_{из1}}{\delta_{из1}} \cdot \frac{g_{Ti}}{g_{обр}} \cdot \frac{S_{Ti}}{S_{обр}} \cdot \delta_{обр}. \quad (4)$$

Если принять, что $\frac{\lambda_{из1}}{\delta_{из1}} = A_i$, то (4) примет вид:

$$\lambda_{эф} = A_i \cdot \frac{g_{Ti}}{g_{обр}} \cdot \frac{S_{Ti}}{S_{обр}} \cdot \delta_{обр}, \quad (5)$$

где A_i – постоянная данного тепломера, значение которой устанавливается из градуировочных опытов. При известных значениях A для определения $\lambda_{эф}$ необходимо измерить в опыте:

- 1) v_{Ti} – перепад температуры на тепломере;
- 2) $v_{обр}$ – перепад температуры на образце.

Два показания перепадов на тепломерах v_{T1} и v_{T2} будем использовать для получения среднего значения $\lambda_{эф}$, то есть:

$$\lambda_{эф} = \frac{\lambda_{T1} + \lambda_{T2}}{2}. \quad (6)$$

Образцы имели форму плоских дисков. Градуировочные опыты с целью получения значений постоянных тепломеров A_i проводились на эталонных образцах из пенополистирола ПС-1-150.

Эксперименты проводились со следующими материалами:

1. Образец ТЗМ-100, вырезанный параллельно расположению волокон.
2. Образец ТЗМ-100, вырезанный перпендикулярно расположению волокон.
3. Образец ТЗМ-150, вырезанный параллельно расположению волокон.
4. Образец ТЗМ-150, вырезанный перпендикулярно расположению волокон.
5. Образец И, вырезанный параллельно расположению волокон.
6. Образец ТИ, вырезанный перпендикулярно расположению волокон.

Эксперименты проводились при следующих температурах:

$t_{cp}=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{cp}=50\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{cp}=75\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{cp}=90\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблица 2. Параметры образцов

Образец	Толщина $\delta \cdot 10^{-3}$, м	Диаметр $d \cdot 10^{-3}$, м
ТЗМ-100	8,4	40
ТЗМ-100	7,5	40
ТЗМ-150	9,1	40
ТЗМ-150	8,9	40
ТИ	8,9	40
ТИ	8,2	40

Результаты измерений теплопроводности исследуемых материалов от температуры представлены на рис. 2–4.

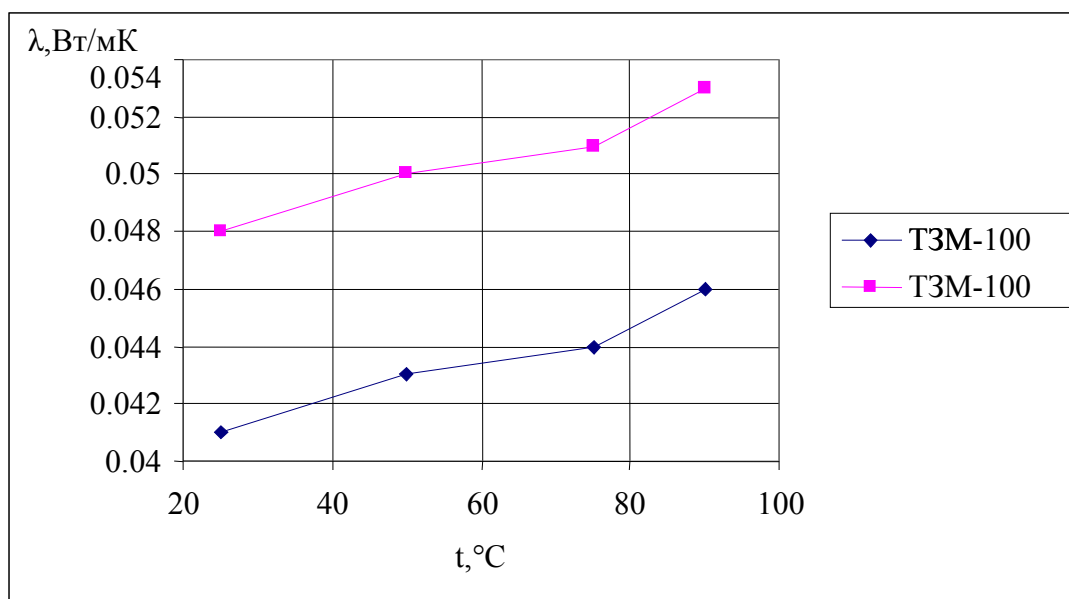


Рис. 2. Зависимость теплопроводности материала ТЗМ-100 от температуры

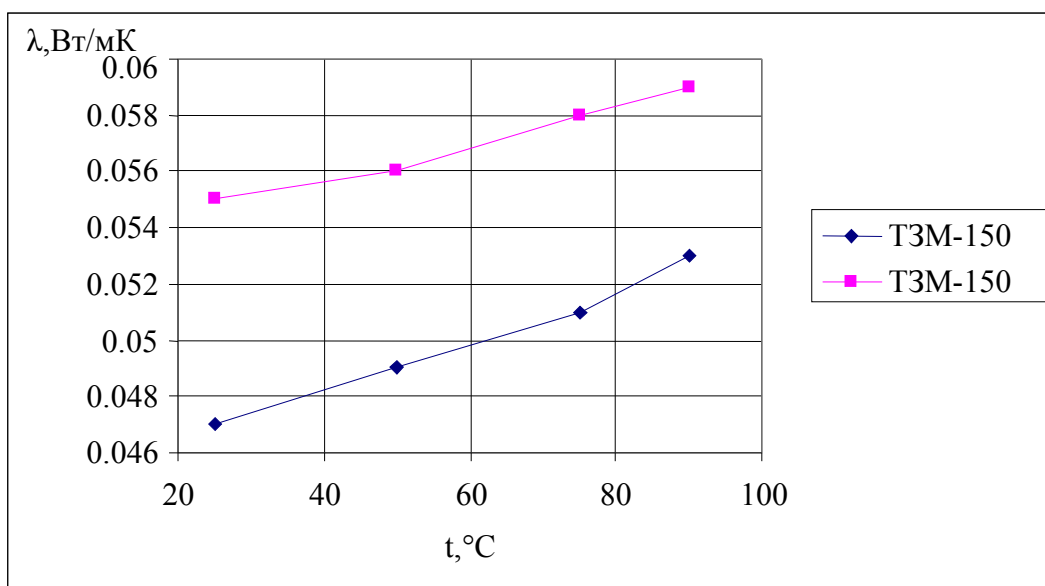


Рис. 3. Зависимость теплопроводности материала ТЗМ-150 от температуры

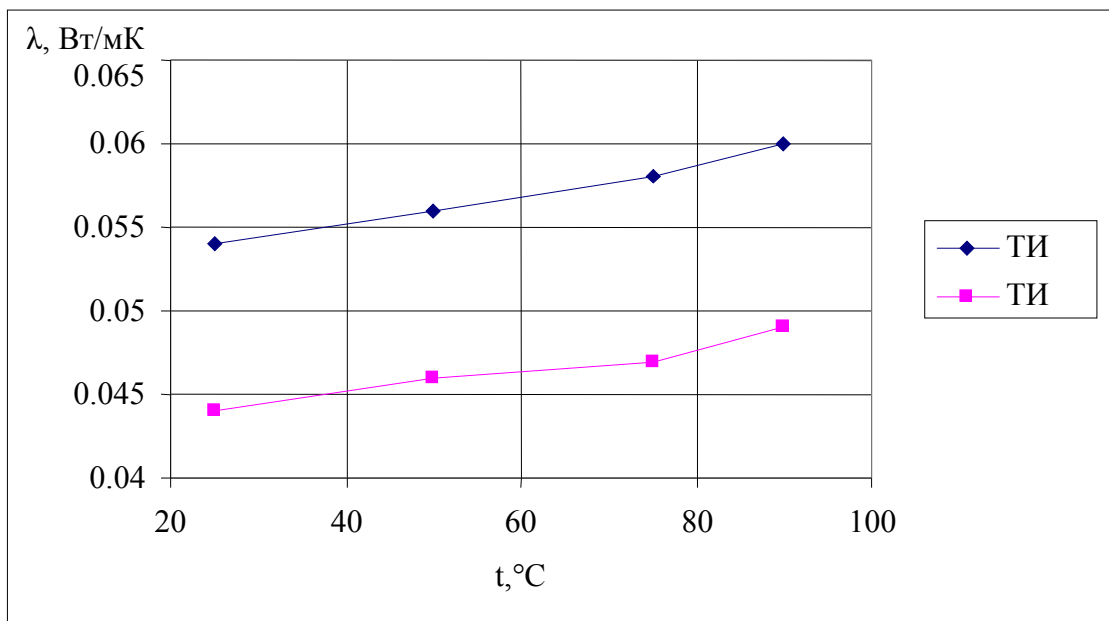
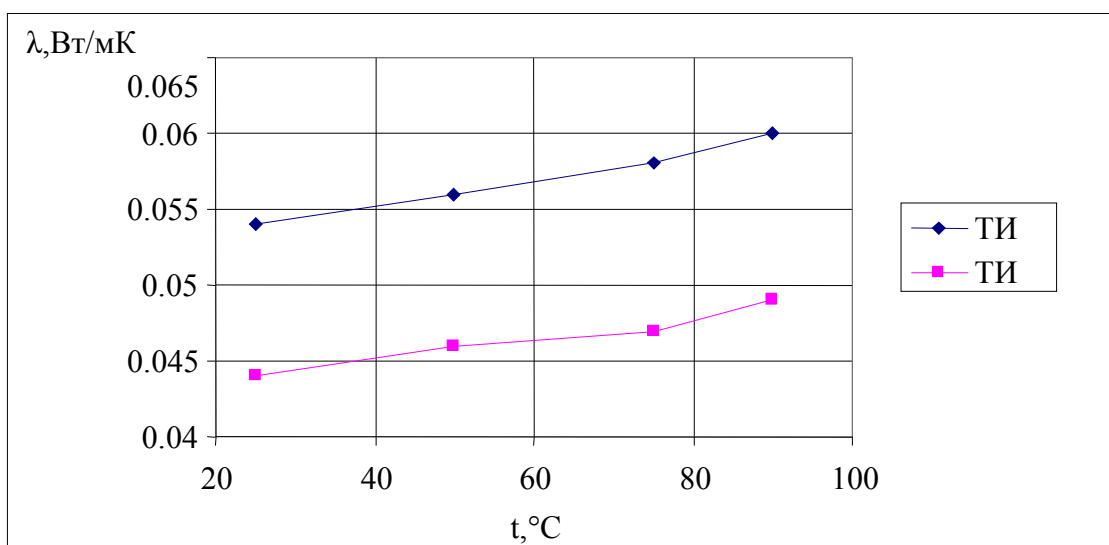


Рис. 4. Зависимость теплопроводности материала ТИ от температуры

Анализ результатов измерений показал, что:

- с увеличением температуры теплопроводность волокнистых материалов монотонно возрастает (рис. 2–4);
- с увеличением плотности (уменьшением пористости) теплопроводность исследованных материалов возрастает (рис. 2–3);
- образцы, вырезанные параллельно преимущественному расположению волокон, имеют более высокую теплопроводность, чем образцы, вырезанные перпендикулярно расположению волокон.

Литература

1. Теплозащитные конструкции из минеральных волокон // COMPOSITES MARKET. URL: <http://www.b-composites.net/78.html> (дата обращения: 02.10.2013).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КОРРОЗИИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕМЕННОГО ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННОГО ПОТЕНЦИАЛА

А.В. Иванов, кандидат технических наук;

Г.К. Ивахнюк, доктор химических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Р.Р. Гарифулин.

ФГКУ «3 отряд федеральной противопожарной службы по Самарской области»

Показана эффективность применения частотно-модулированного потенциала для снижения коррозионной активности среды, что подтверждается исследованием методом сканирующей зондовой микроскопии.

Ключевые слова: сканирующая зондовая микроскопия, коррозия, частотно-модулированный потенциал

SCANNING PROBE MICROSCOPE STUDIES OF THE CORROSION PROCESS AT VARIABLE FREQUENCY MODULATED POTENTIAL

A. V. Ivanov; G. K. Ivakhnyuk.

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

R. R. Garifulin.

FGKU «3 federal fire fighting service group in Samara region»

The application of the method of scanning probe microscopy is possible to assess the effectiveness of electrophysical method of process control corrosion.

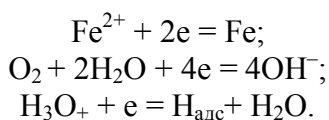
Keywords: scanning probe microscopy, corrosion, electro management method

Одной из основных причин разрушения оборудования нефтегазового комплекса и возникновения вследствие этого чрезвычайных ситуаций является коррозионный износ.

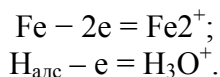
Основные методы борьбы с коррозией включают в себя выбор подходящего для эксплуатационных условий коррозионно-устойчивого сплава, обработка коррозионной среды с целью замедления скорости катодной или анодной реакции, изоляцией металла от агрессивной среды, электрохимической защитой и др. Каждый из приведённых способов имеет свои преимущества и недостатки, но ни один из них нельзя считать универсальным для предприятий нефтегазовой отрасли ввиду сложности технологических процессов и тяжёлых условий эксплуатации технологического оборудования [1].

В качестве инновационного метода защиты от коррозии был предложен электрофизический метод защиты (ЭФМ), суть которого заключается в подаче на защищаемый металлический проводник переменного частотно-модулированного потенциала (ПЧМП) определённой частоты [2].

При поляризации железа переменным потенциалом в течение анодного полупериода, в основном, протекает реакция ионизации металла, а в кислых средах – и реакция ионизации адсорбированного водорода [3]. В катодный полупериод принципиально возможны, по крайней мере, три процесса:



В кислых средах (при $\text{pH} < 3,0$) доля первых двух реакций уменьшается, а основной катодной реакцией становится восстановление ионов гидроксония [2]. Таким образом, в кислых средах может рассматриваться наиболее простой случай растворения железа переменным потенциалом, когда протекает в основном одна катодная реакция разряда ионов водорода и две анодных реакции:



Влияние частоты переменного тока на скорость растворения металла в общем случае определяется наличием ёмкостного тока на границе диэлектрического пограничного слоя, медленными процессами диффузии ионов металла в коррозионную среду, уменьшением скорости растворения железа в ней [4, 5].

При оценке потери массы исследуемых образцов [6] было отмечено, что в зависимости от среды, ЭФМ позволяет снизить коррозионную активность на 40–50 % в сравнении с контрольными измерениями (табл.).

Таблица. Относительная потеря массы образцов вследствие коррозии

Среда испытания	Относительная потеря массы образца, %	
	контрольные образцы	при воздействии ПМЧП
Нефть сырая	0,24	0,12
Керосин марки А	0,21	0,08
Бензин марки АИ-95	0,27	0,07

Данные таблицы свидетельствуют лишь об изменении общей направленности коррозионного процесса и требуют дополнительных прямых экспериментальных доказательств обнаруженного тренда. В настоящее время большое распространение получают исследования структур веществ и материалов на микро- и наноуровне с возможностью одновременной визуальной и качественной оценки исследуемых структур. К таким методам относится сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ).

СЗМ используется для получения изображения поверхности и её локальных характеристик. Построение изображения при СЗМ основано на сканировании поверхности зондом. В общем случае позволяет получить 3D-изображение поверхности (топографию) с высоким разрешением. Отличительной особенностью СЗМ является наличие зонда, системы его перемещения относительно образца по двум или трем координатам, а также регистрирующей системы, которая фиксирует значение функции обратной связи, зависящей от расстояния зонда до образца. Применяются различные типы сканирующих зондовых микроскопов, но в данном исследовании использовался сканирующий атомно-силовой микроскоп (АСМ).

В АСМ зонд движется вдоль линии сканирования сначала в прямом, а потом в обратном направлении и далее переходит на следующую строку. Движение зонда осуществляется с помощью сканера небольшими шагами под действием пилообразных напряжений, формируемых цифро-аналоговыми преобразователями. Информация,

полученная с помощью сканирующего зондового микроскопа, хранится в виде СЗМ кадра (матрицы). Визуализация СЗМ кадров производится средствами компьютерной графики, в основном в виде 3D- и 2D-изображений. Кроме того, используются различные способы анализа рельефа поверхностей образцов с помощью градиентных палитр [3].

На кафедре физики и теплотехники Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России методом СЗМ проводилось исследование эффективности применения электрофизического метода защиты от коррозии. Суть данного исследования заключалась в оценке возможности обнаружения и анализа коррозионных процессов при сравнительном анализе 3D-изображений образцов в условиях воздействия электрофизического метода защиты (ЭФМ) от коррозии и без него.

Эксперимент проводился в несколько этапов:

- отбор проб нефтепродуктов;
- помещение исследуемых металлических образцов в среду нефтепродукта на несколько суток, при этом на одну группу образцов осуществлялось воздействие ПЧМП, в то время как контрольная группа дополнительным воздействиям не подвергалась;
- снятие продуктов коррозии с исследуемых пластин и их осаждение на слюдяную подложку;
- изучение локализации и текстуры отложений продуктов коррозии с помощью СЗМ;
- обработка результатов с помощью программного продукта Image Analysis;
- выдача заключения об интенсивности коррозии на образце при воздействии ЭФМ и на контрольных образцах.

В результате изучения локализации и текстуры продуктов коррозии в нефти были отмечены значительно меньшие размеры отложений при воздействии ЭФМ, в сравнении с контрольными образцами (рис. 1, 2).

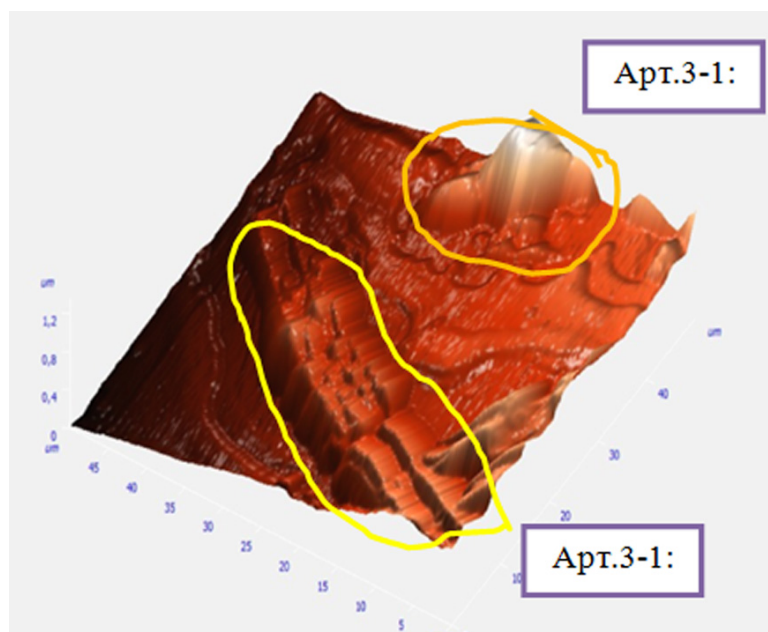


Рис. 1. Топография и параметры осаждённых продуктов коррозии в среде нефти (контрольный образец):

Арт. 3-1: 57,38x12,53x0,58мкм;

Арт. 3-2: 18,04x9,64x0,62мкм

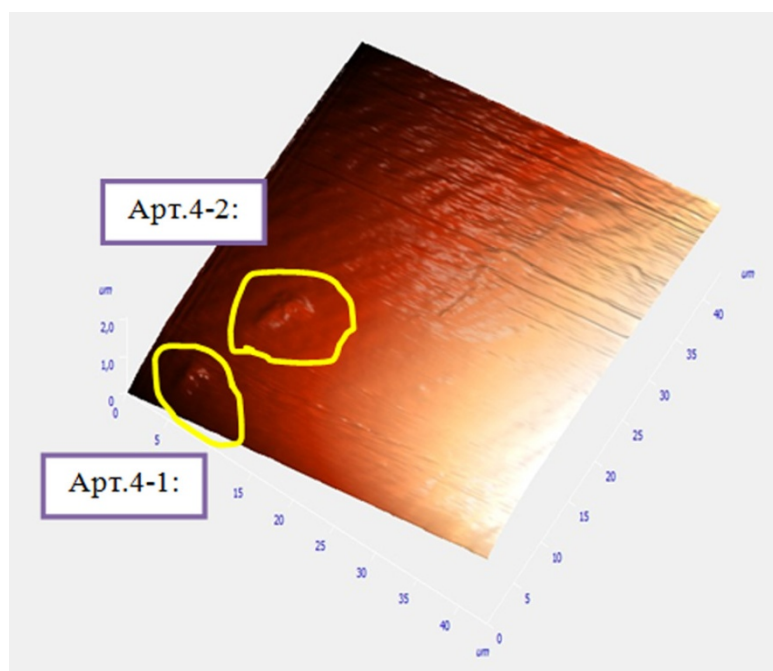


Рис. 2. Топография и параметры осаждённых продуктов коррозии в среде нефти
(при воздействии переменного частотно-модулированного потенциала):
Арт.4-1: 3,68x4,14x0,155 мкм;
Арт.4-2: 6,23x3,44x0,150 мкм

При исследовании коррозионных отложений на образцах при воздействии агрессивной среды с помощью программного продукта Image Analysis показано, что в контрольных образцах распределение объёмов продуктов коррозии находится в пределах от 10 до 60 мкм³, в то время как при использовании ЭФМ их объём не превышает 0,5 мкм³.

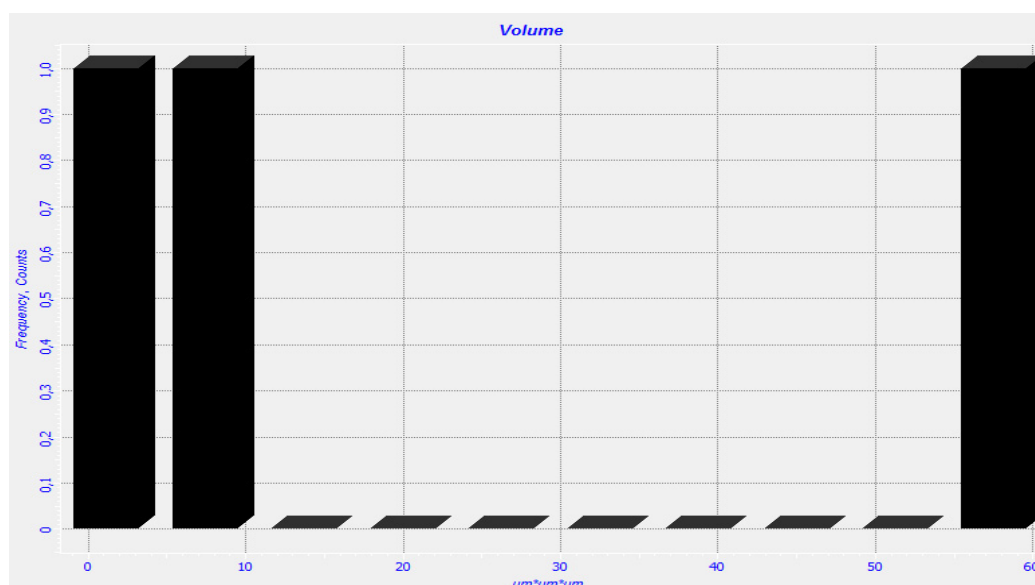


Рис. 3. Гистограмма распределения объёмов продуктов коррозии в среде нефти
(контрольный образец), мкм³

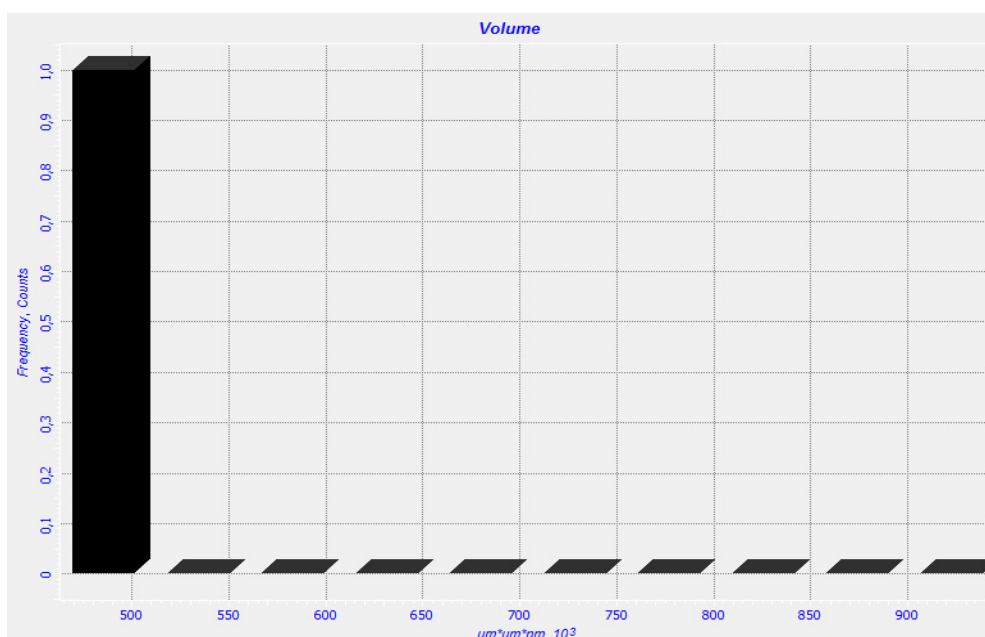


Рис. 4. Гистограмма распределения объёмов продуктов коррозии в среде нефти (при воздействии переменного частотно-модулированного потенциала), мкм³

Таким образом, в результате исследований с помощью СЗМ подтверждена эффективность использования ПЧМП для защиты от коррозии. Применение ЭФМ позволяет снизить опасные воздействия коррозионных процессов на объектах нефтегазового комплекса, а также спрогнозировать поведение различных конструктивных материалов в агрессивных средах.

Литература

1. Медведева М.Л. Коррозия и защита оборудования при переработке нефти и газа. М.: Нефть и газ, 2005.
2. Способ и устройство управления физико-химическими процессами в веществе и на границе раздела фаз: пат. № 2479005 Рос. Федерация.
3. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Н. Новгород: РАН, Ин-т физики микроструктур, 2004.
4. Кнунянц И.Л., Зифиров Н.С., Кулов Н.Н. Химическая энциклопедия: в 5 т. М.: Сов. энцикл., 1988. Т. 1. 623 с.
5. Михайловский Ю.Н. Влияние переменного тока на скорость коррозии металлов под действием переменного тока низкой частоты / под ред. Ю.Н. Михайловского // Журн. прикл. химии. 1964. Т. 37.
6. ГОСТ 9.908–85. ЕСЗКС. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999.



ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

ИЗУЧЕНИЕ МОДЕЛЕЙ РОБОТОТЕХНИКИ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В КАДЕТСКИХ КЛАССАХ КАК ЭЛЕМЕНТ ПОДГОТОВКИ К ОБУЧЕНИЮ В ВУЗЕ МЧС РОССИИ

Ш.А. Османов;

Л.В. Медведева, доктор педагогических наук, профессор;

А.П. Корольков, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассматривается возможность проведения всех видов занятий по робототехнике с обучающимися и формирование устойчивых представлений о робототехнических устройствах как едином изделии определённого функционального назначения и с заданными техническими характеристиками.

Ключевые слова: робототехника, механика, информационные технологии

TUDY OF MODELS OF ROBOTICS AND POSITIONING IN THE CADET CLASSES AS AN ELEMENT OF PREPARATION FOR TRAINING IN HIGH SCHOOL RUSSIAN MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS

Sh.A. Osmanov; L.V. Medvedeva; A.P. Korolkov.

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

Considered the possibility of carrying out all kinds of exercises with the students on robotics and the formation of stable representations of robotic devices as a single product specific functionality and with the specified characteristics.

Keywords: robotics, mechanics, information technology

Робототехника является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса, в котором проблемы механики и новых технологий взаимосвязаны с проблемами искусственного интеллекта. Активное участие и поддержка Российских и международных научно-технических и образовательных проектов в области робототехники и мехатроники обуславливает развитие новых научно-технических идей, обмен технической информацией и инженерными знаниями, реализацию инновационных разработок в области робототехники в России и по всему миру.

За последние годы успехи в робототехнике и автоматизированных системах изменили личную и деловую сферы жизнедеятельности человека. Роботы широко используются в транспорте, в исследованиях Земли и космоса, в хирургии, в военной промышленности, при проведении лабораторных исследований, в сфере безопасности, в массовом

производстве промышленных товаров и товаров народного потребления. Многие устройства, принимающие решения на основе полученных от сенсоров данных, тоже можно считать роботами (например, лифты, турникеты и т.д.) [1, 2].

В Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России открывается Центр подготовки кадетов, который должен стать первой ступенью довузовского профессионально-технического образования.

Образовательными задачами в Центре подготовки кадетов в контексте актуальных научно-практических проблем МЧС России в области робототехники могут являться:

- обучение кадетов навыкам алгоритмизации и программирования робототехнических средств;
- разработка методик управления робототехническими средствами при ликвидации ЧС;
- освоение культуры роботостроения в рамках университета ГПС МЧС России;
- создание инновационных робототехнических комплексов для решения задач МЧС России в рамках кружка робототехники.

Для решения указанных образовательных задач предлагается ввести в программу подготовки кадетов курс «Робототехника», который будет основан на обучении ведущих специалистов технического профиля.

Межпредметный учебный курс «Робототехника» строится на базовых составляющих содержания предметов:

«Технология»: раздел «Электрорадиотехника» (8–9 класс) [3].

«Физика»: разделы «Электрические явления» и «Электрический ток и его действия» (8 класс); разделы «Электромагнитные явления» и «Электромагнитные колебания и волны» (9 класс) [4, 5].

Целью курса является:

- квалифицированная подготовка обучающихся в области информационных технологий;
- профориентация обучающихся, помощь в определении их будущей специальности;
- подготовка к поступлению в Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

При внедрении курса решаются следующие задачи:

- стимулировать интерес к обучению у учащихся по планируемой специальности;
- уточнить готовность и способность осваивать выбранные предметы на повышенном уровне;
- активизировать познавательную деятельность школьников и стимулировать творческую изобретательность, связанную с позиционированием и модулированием;
- стимулировать желание к практическому применению теоретических знаний по выбранным образовательным областям.

Межпредметный учебный курс «Робототехника» представляет учащимся технологии XXI в., способствует развитию их коммуникативных способностей, развивает навыки взаимодействия, самостоятельности при принятии решений, раскрывает их творческий потенциал [6, 7].

Предлагаемая программа курса включает в себя 17 занятий:

1. Введение в робототехнику.
2. Исследование способов и элементов позиционирования.
3. Информация об имеющихся на данный момент конструкторах роботов, их функциональном назначении и отличии.
4. Знакомство с наборами для конструирования роботов.
5. Конструирование первого робота.
6. Изучение среды управления, программирования и позиционирования.
7. Программирование робота.
8. Конструирование робота с элементами позиционирования.
9. Программирование сложного робота с элементами позиционирования.
10. Самостоятельная сборка робота-спасателя.

11. Самостоятельное конструирование робота-спасателя.
12. Тестирование робота.
13. Сборка многофункционального робота под руководством наставника (преподавателя).
14. Соревнование на скорость и качество сборки робота.
15. Анализ конструкций победителя и призёров.
16. Свободное занятие. Сбор готовой модели на выбор с элементами конструкции и позиционирования:

- гоночная машина-автобот – автомобиль с возможностью удалённого управления и программирования его для движения по цветным линиям на полу;

- бот с ультразвуковым датчиком – четырёхколёсный робот с интеллектуальной программой, принимающей решение, куда ехать при наличии препятствия;

- бот с датчиком касания – четырёхколёсный робот с программой, использующей датчик касания в качестве инструмента для определения препятствий;

- бот-пожарный с элементами позиционирования, осуществляющий работу по тушению пожара;

- бот-спасатель – простейший робот с элементами позиционирования, осуществляющий поиск объектов в сложных условиях [8, 9].

17. Показательное выступление.

По окончании курса необходимо предложить проводить конкурсы на лучшего робота.

Комиссия будет оценивать участников по 10-бальной шкале за каждый этап и выставлением общей оценки.

Участник, набравший максимальное количество баллов в сумме всех этапов, будет признан победителем конкурса.

Примерная структура конкурса может состоять из четырёх этапов:

- сборка робота (примерно 1 ч);

- преодоление полосы препятствий;

- представление возможностей робота;

- оценка сложности программирования [10, 11].

Содержание и структура учебного курса «Робототехника» направлено на формирование устойчивых представлений о робототехнических устройствах как едином изделии определённого функционального назначения и с заданными техническими характеристиками.

Изучение моделей робототехники и позиционирования в кадетских классах позволят освоить знания, необходимые для дальнейшего обучения в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России по направлениям подготовки технического профиля университета.

На базе университета возможно проведение всех видов занятий по робототехнике с обучающимися в помещениях лабораторий, специальных лабораторий и технопарке.

Литература

1. Промышленная робототехника / А.В. Бабич [и др]; под ред. Я.А. Шифрина М.: Машиностроение, 2002.
2. Гордин А.Б. Занимательная кибернетика. М.: Радио и связь, 2007.
3. Богатырев А.Н. Электрорадиотехника: учеб. М.: Просвещение, 2008.
4. Громов С.В., Родина Н.А. Физика: учеб. 8 кл. М.: Дрофа, 2008.
5. Громов С.В., Родина Н.А. Физика: учеб. 9 кл. М.: Дрофа, 2008.
6. Скотт П. Промышленные роботы – переворот в производстве. М.: Экономика, 2007.
7. Фу К., Гансалес Ф., Лик К. Робототехника / пер. с англ. М.: Мир, 2010.
8. Шахинпур М. Курс робототехники / пер. с англ. М.: Мир, 2002.
9. Юревич Ю.Е. Основы робототехники: учеб. пособие. СПб: БВХ-Петербург, 2005.
10. PRO ROBOT.RU. URL: <http://www.prorobot.ru> (дата обращения: 01.10.2013).
11. Уроки, справочники, рефераты: [сайт]. URL: <http://do.gendocs.ru> (дата обращения: 22.09.2013).

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В ТИПОВОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ГПС МЧС РОССИИ

В.И. Антюхов, кандидат технических наук, профессор;

О.В. Кравчук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Представлены результаты исследований, выполненных по теме: «Формализация процесса управления рисками в информационно-вычислительной сети подразделения ГПС МЧС России». Показан алгоритм управления информационными рисками, в частности, рассмотрены подсистемы управления информационными рисками. Разработана формальная информационная модель управления рисками.

Ключевые слова: риск, информационная безопасность, информационно-вычислительная сеть, управление, методика

AUTOMATED MANAGEMENT BY RISKS IN THE TYPICAL INFORMATION- COMPUTER NETWORK OF DEPARTMENT OF STATE FIRE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA

V.I. Antyukhov, O.V. Kravchuk.

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

The article presents the results of a research carried out on the topic: «Formalization of the risk management process in information-computer network of department of State fire service of EMERCOM of Russia. An algorithm for management of information risk management is presented, in particular the subsystem information risk management is considered. The formal information model of risk management is developed.

Keywords: risk, information security, information-computer network, management, technique

На сегодняшний день развитие информационно-вычислительной сети (ИВС) МЧС России выходит на принципиально новый этап, связанный, прежде всего, с началом практического построения Единого информационного пространства МЧС России как части Единого информационного пространства страны.

В МЧС России для поддержки принятия решений по оперативным действиям, связанным с развитием чрезвычайных ситуаций (ЧС) и ходом ликвидации их последствий, а также для сбора и обработки информации о возможном возникновении чрезвычайных ситуаций, созданы специальные автоматизированные системы на базе ИВС МЧС России. Именно эти системы и технические средства их поддержки, в соответствии с положениями Доктрины информационной безопасности Российской Федерации, являются наиболее уязвимыми объектами со стороны злоумышленников в условиях (ЧС).

Особенностью ИВС МЧС России и главным её отличием от большинства других ИВС органов государственной власти является обеспечение решения следующих задач:

- моделирование чрезвычайных ситуаций (ЧС);
- поиск оптимальных путей следования к месту возникновения ЧС;
- распределение сил и средств подразделений при ликвидации ЧС;
- оценка эффективности деятельности подразделений и др.

Зависимость процессов сбора информации и принятия решения от используемых должностными лицами подразделений МЧС России информационных технологий объективно приводит к наступлению в информационно-вычислительной сети случайных событий – информационных рисков (ИР) (информационный риск – это 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 путём преодоления защиты, в результате чего наносится ущерб как отдельному подразделению, так и Министерству в целом (рис. 1) [1, 2]. Понятие информационного риска в ИВС возникает при наличии уязвимостей ИВС и угроз информационной безопасности по отношению к рассматриваемой ИВС.

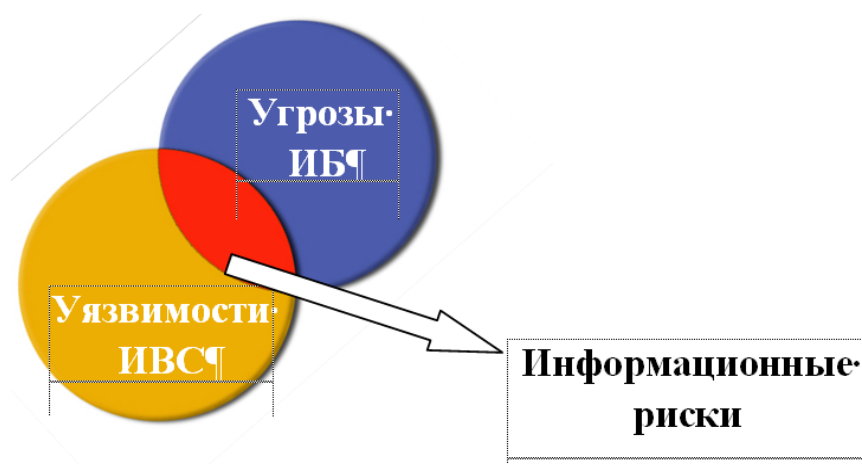


Рис. 1. Компоненты информационного риска

Эти риски способствуют нарушению процесса функционирования информационно-вычислительной сети подразделения в соответствии с её целевым предназначением и могут привести к изменению содержания передаваемой по сети информации, к неправомерному использованию, распространению или противодействию распространения информации в сети и телекоммуникационной среде путём преодоления средств защиты сети.

Поэтому задачи обеспечения защиты от возникновения информационных рисков в информационно-вычислительной сети как отдельного подразделения, так и министерства в целом приобретают особую актуальность. Необходимо научиться управлять рисками с целью снижения или компенсации ущерба, наносимого ИВС при наступлении неблагоприятных событий.

Для обеспечения информационной безопасности (ИБ) ИВС подразделений и поддержания её состояния в соответствии с предназначением необходима разработка автоматизированной системы принятия решений по минимизации последствий угроз информационным ресурсам сети, включающая:

- подсистему выявления угроз информационной безопасности сети, их фиксации и журналирования;
- подсистему выбора рационального средства (пути) противодействия угрозам;
- подсистему выработки и реализации управляющего воздействия по нейтрализации угроз;
- подсистему оценивания эффективности управляющих воздействий по нейтрализации угроз.

В работе процесс управления ИР рассматривается на примере системы с управлением. Предполагается, что управление выявленными рисками осуществляют должностные лица, ответственные за информационную безопасность в подразделении, и представляют собой управляющий орган. Объектом управления выступают информационные риски,

возникающие при наличии угроз и уязвимостей, присущих различным элементам ИВС, на различных уровнях сетевого взаимодействия.

С позиций теории принятия решений в такой системе с управлением операцией будем считать выявление угроз информационной безопасности и выработку адекватного управляющего воздействия по локализации и ликвидации этих угроз.

Управление информационными рисками представляет собой процесс выявления и идентификации ИР и выбора в рамках допустимых затрат комплекса средств и методов по нейтрализации уязвимостей ИВС, предупреждению, противодействию и ликвидации последствий реализации информационных атак.

Целью рассматриваемой операции управления ИР будем считать снижение вероятности возникновения информационных рисков, то есть неблагоприятных случайных событий, а также построение эффективной политики информационной безопасности.

По сути, управление информационными рисками предполагает управление политикой информационной безопасности подразделения.

Для построения эффективной политики информационной безопасности подразделения ГПС МЧС России необходимо применить такой подход, который позволял бы комплексно проводить оценку угроз информационным ресурсам, оценку степени защищённости информационной системы, а также разработать экономически оправданную систему мероприятий и средств противодействия угрозам информационной безопасности подразделений.

Таким актуальным подходом является формализация процесса управления рисками ИВС подразделения, начиная от определения исходного множества параметров и заканчивая формированием целевой функции, то есть математической модели процесса управления ИР.

Ввиду недостаточности информации о целях и средствах совершения информационных атак, а также о характере и масштабе ущерба, нанесённого подразделению в результате их реализации, формализация процесса управления ИР осуществляется в условиях неопределённости. Другими словами, имеется информация о различных исходах операции, но нет никаких данных о законах распределения вероятностей на множестве исходов.

Потенциальными объектами угроз ИВС могут выступать:

1) Аппаратные средства ИВС подразделения:

- серверы (почтовый, файловый, сервер БД, Web-сервер, FTP-сервер);
- рабочие станции;
- маршрутизатор;
- сетевые коммутаторы;
- линии связи между узлами ИВС и другими подразделениями.

2) Программное обеспечение (ПО) ИВС:

- системное ПО;
- прикладное ПО, предназначенное для поддержки автоматизированных информационно-управляющих систем (система учёта и информирования ГИМС, система оперативного управления АС НЦУКС, система учёта ЧС и происшествий и др.).

3) Информационные системы ИВС подразделения.

4) Пользователи ИВС подразделения.

Управление информационными рисками представляет собой процесс выбора управляющим органом оптимального управляющего воздействия (выбор контрмер), в соответствии с информацией о состоянии объекта управления (информацией о наличии выявленных уязвимостей) и информацией о наличии возмущающего воздействия (информацией о наличии угрозы реализации информационной атаки) с целью обеспечения информационной безопасности подразделения.

Для рассматриваемой системы с управлением неуправляемыми характеристиками будем считать:

- средства реализации угроз;
- способы реализации угроз, конкретный сценарий реализации угроз (процесс реализации воздействия);

- источники угроз (субъекты воздействия);
- цель реализации угроз ИБ (предмет воздействия);
- величина нанесенного ущерба в результате реализации атак;
- программное, аппаратное, информационное, кадровое и другие виды обеспечения подразделения ГПС МЧС России (объекты воздействия);
- уязвимости ИВС подразделения;
- а управляемыми характеристиками:
 - методы защиты ИВС подразделения (R_m);
 - средства защиты ИВС подразделения (R_s);
 - затраты на обеспечение ИБ (R_z).

Множество значений управляемых характеристик и представляет собой ни что иное, как управляющее воздействие (R_y) (решение) [3].

Выбор решения должен производиться из числа допустимых решений, которые определяются в соответствии с принятыми ограничениями на значения управляемых характеристик [3]:

- должна быть обеспечена совместимость имеющихся в ИВС программных, аппаратных средств со средствами защиты от информационных атак;
- при выборе средств, методов предупреждения, защиты и ликвидации последствий реализации информационных атак, а также управляющих воздействий должно быть выделено не менее одного средства и выбрано не менее одного метода и управляющего воздействия с целью защиты ИВС подразделения ГПС МЧС России;
- применение совокупности средств и методов воздействий должны обеспечивать снижение уровня риска до приемлемого (P_n) (остаточный риск);
- время обнаружения угроз и реализации управляющих воздействий должно быть минимальным и соответствовать реальному масштабу времени.

Для достижения поставленной цели управления информационными рисками в ходе проводимого научного исследования предлагается следующий перечень работ:

- 1) разработка постановки задачи для автоматизированного оценивания процессов управления рисками в типовой информационно-вычислительной сети подразделения, что было рассмотрено ранее в статье [2];
- 2) разработка концептуальной, а в последующем – формальной информационной модели процесса управления рисками (рис. 2) [1, 5];
- 3) разработка методики автоматизированной оценки состояния управления рисками в типовой информационно-вычислительной сети подразделения ГПС МЧС России;
- 4) разработка математической модели процесса управления рисками в типовой информационно-вычислительной сети подразделения ГПС МЧС России;
- 5) анализ результатов моделирования для подготовки выводов и рекомендаций по решению проблемы;
- 6) определение перечня предложений по совершенствованию политики безопасности информационно-вычислительных сетей подразделений ГПС МЧС России и разработка плана реализации предложенных решений.

В соответствии с предложенной моделью имеется возможность определить компоненты выделенных подсистем.

Так, подсистема выявления угроз информационной безопасности сети, их фиксации и журналирования включает:

1. Определение параметров функционирования ИВС в соответствии с её назначением. $A = (a_1, a_2, a_3 \dots a_i)$, где:
 - a_1 – время реакции на запросы пользователей;
 - a_2 – пропускная способность сетевого оборудования;
 - a_3 – средняя задержка передачи пакетов информации;
 - a_4 – отклонение от среднего значения задержки передачи пакетов информации;
 - a_5 – коэффициент потери пакетов информации;

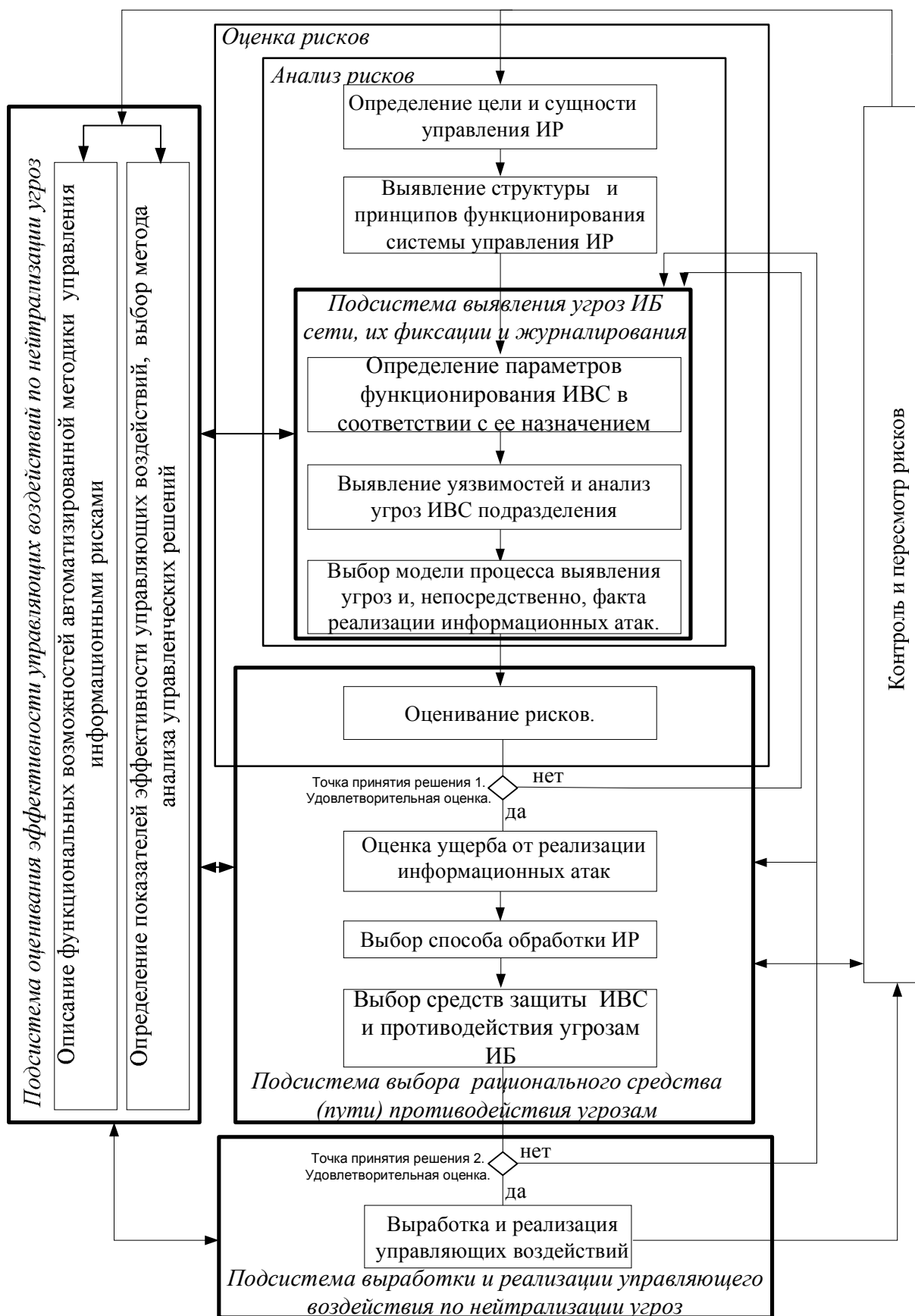


Рис. 2. Формальная информационная модель управления рисками в типовой информационно-вычислительной сети подразделения ГПС МЧС России

- a_6 – коэффициент ошибок в пакетах информации;
- a_7 – штатное время работы пользователей ИВС;
- a_8 – количество обращений пользователей к сетевым ресурсам и др.

2. Выявление уязвимостей ИВС. $B = (b_1, b_2, b_3 \dots b_j)$, где:

- b_1 – отсутствие правил разграничения полномочий должностных лиц по допуску их к информационным ресурсам;
- b_2 – незащищенные таблицы паролей;
- b_3 – наличие непредусмотренных и пригодных для использования скрытых каналов связи;
- b_4 – отсутствие средств авторизации и аутентификации и др.

3. Определение возможных средств обнаружения факта реализации атаки на ИВС.

$C = (c_1, c_2, c_3 \dots c_k)$, где:

- c_1 – анализ сетевых журналов аудита;
- c_2 – анализ пакетов данных, передаваемых по сети;
- c_3 – срабатывание системы анализа защищенности сети (САЗС);
- c_4 – срабатывание системы обнаружения и предотвращения вторжений (СОВ) и др.

4. Выявление угроз, присущих ИВС подразделения ГПС МЧС России.

$U = (u_1, u_2, u_3 \dots u_q)$, где:

- u_1 – внедрение аппаратных закладок;
- u_2 – несанкционированное подключение устройств, замена элементов;
- u_3 – перехват электромагнитного, магнитного и электрического полей, а также электрических сигналов с информацией;
- u_4 – захват каналов телекоммуникационного вещания;
- u_5 – перехват информации в/за пределами контролируемой зоны и др.

5. Выбор модели процесса выявления угроз и, непосредственно, факта реализации информационных атак. $D = (d_1, d_2, d_3 \dots d_c)$, где:

d_1 – сигнатурные модели (d_{11} – модель контекстного поиска на основе регулярных выражений; d_{12} – модель контекстного поиска на основе специальных языков; d_{13} – модель анализа состояний ИВС; d_{14} – модель на основе экспертных систем; d_{15} – модель, основанная на генетических алгоритмах; d_{16} – модель, основанная на нейросетевых алгоритмах);

d_2 – поведенческие модели (d_{21} – статистические модели; d_{22} – модель, основанная на нейросетевых алгоритмах; d_{23} – модель на основе экспертных систем; d_{24} – модель на основе иммунных систем; d_{25} – модель на основе конечных автоматов-распознавателей).

Подсистема выбора рационального средства (пути) противодействия угрозам включает в себя:

1. Определение вероятности возникновения угроз. $P = (p_1, p_2, p_3 \dots p_s)$ [5].

$$P = P_{\text{дос}}(N) * P_{\text{реал}}(N),$$

где $P_{\text{дос}}(i)$ – вероятность доступа ко всем i -м ($i = \overline{1, n}$) элементам ИВС, а $P_{\text{реал}}(i)$ – вероятность реализации угрозы злоумышленником в i -х элементах ИВС.

2. Определение вероятности противодействия угрозам с использованием экспертных оценок. $P^* = (p^*_1, p^*_2, p^*_3 \dots p^*_s)$.

3. Оценка ущерба от реализации информационных атак. $W = (w_1, w_2, w_3 \dots w_q)$.

Каждая u -я ($U = (u_1, u_2, u_3 \dots u_q)$) угроза характеризуется вероятностью возникновения угрозы P_u , вероятностью противодействия угрозе P^*_u и величиной ущерба от воздействия u -й угрозы на элемент i ИВС подразделения ΔW_{ui} [6]:

$$W = \sum_{u=1}^n P_u \cdot P^*_u \cdot \Delta W_{ui}.$$

4. Выбор способа обработки рисков. $O = (o_1, o_2, o_3 \dots o_k)$, где:

o_1 – смягчение рисков (o_{11} – уменьшение вероятности убытков; o_{12} – снижение тяжести потерь);

o_2 – принятие рисков (o_{21} – создание системы резервов ресурсов сети; o_{22} – планирование действий на случай непредвиденных обстоятельств);

o_3 – уклонение от рисков (o_{31} – модификация решений по реализации управляющих воздействий; o_{32} – модификация системы управления информационными рисками);

o_4 – передача рисков (o_{41} – передача полномочий по управлению рисками сторонней организации; o_{42} – страхование рисков).

5. Выбор средств защиты ИВС и противодействия угрозам ИБ в зависимости от их функций. $G = (g_1, g_2, g_3 \dots g_x)$, где:

g_1 – средства выявления и/или устранения уязвимостей ИВС;

g_2 – средства выявления и/или блокирования информационных атак на ИВС;

g_3 – средства выявления и/или устранения последствий информационных атак на ИВС.

6. Выбор средств защиты ИВС и противодействия угрозам ИБ в зависимости от уровня сетевого взаимодействия. $E = (e_1, e_2, e_3 \dots e_v)$, где:

e_1 – средства защиты ИВС и противодействия угрозам ИБ физического уровня;

e_2 – средства защиты ИВС и противодействия угрозам ИБ канального уровня;

e_3 – средства защиты ИВС и противодействия угрозам ИБ сетевого уровня;

e_4 – средства защиты ИВС и противодействия угрозам ИБ транспортного уровня;

e_5 – средства защиты ИВС и противодействия угрозам ИБ прикладного уровня.

6. Выбор средств защиты ИВС и противодействия угрозам ИБ в зависимости от их вида. $H = (h_1, h_2, h_3 \dots h_v)$, где:

h_1 – технические средства защиты ИВС и противодействия угрозам ИБ;

h_2 – программные средства защиты ИВС и противодействия угрозам ИБ;

h_3 – организационные меры защиты ИВС и противодействия угрозам ИБ.

Подсистема выработки и реализации управляющих воздействий по нейтрализации угроз объединяет результаты, полученные в предыдущих подсистемах, и позволяет должностному лицу, ответственному за информационную безопасность вовремя выявлять и ликвидировать информационные риски.

Подсистема оценивания эффективности управляющих воздействий по нейтрализации угроз включает в себя:

1. Описание функциональных возможностей автоматизированной методики управления информационными рисками. $Z = (z_1, z_2, z_3 \dots z_m)$, где:

z_1 – точность выявления информационных атак;

z_2 – скорость обработки данных;

z_3 – эффективное реагирование на атаки;

z_4 – наличие механизмов собственной безопасности;

z_5 – масштабируемость;

z_6 – поддержка многопользовательского режима;

z_7 – интеграция с другими средствами защиты;

z_8 – удобство эксплуатации;

z_9 – возможность генерации отчетов;

z_{10} – возможность накопления базы данных о выявленных угрозах и средствах противодействия и др.

2. Определение показателей эффективности управляющих воздействий. $Y = (y_1, y_2, y_3 \dots y_n)$, где:

y_1 – определение временных затрат на реализацию управляющих воздействий;

y_2 – определение экономических затрат на реализацию управляющих воздействий и др.

3. Выбор метода анализа управленческих решений. $Q = (q_1, q_2, q_3 \dots q_m)$, где:

q_1 – метод сравнения;

q_2 – функционально-стоимостный анализ;

q_3 – экономико-математические методы анализа и др.

Практическая значимость полученных результатов заключается в:

1. Разработке концептуальной схемы алгоритма управления рисками в типовой информационно-вычислительной сети подразделений ГПС МЧС России.
2. Формулирование предложений по содержанию методики автоматизированного управления информационными рисками.
3. Формирование исходных данных для разработки математической модели процесса управления рисками типовой информационно-вычислительной сети подразделения ГПС МЧС России.

Направления дальнейших исследований:

1. Разработка математической модели процесса управления рисками в типовой информационно-вычислительной сети подразделения ГПС МЧС России.
2. Анализ результатов моделирования для подготовки выводов и рекомендаций по решению проблемы.
3. Определение перечня предложений по совершенствованию политики безопасности информационно-вычислительных сетей подразделений ГПС МЧС России и разработка плана реализации предложенных решений.

Литература

1. Астахов А.М. Искусство управления информационными рисками. М.: ДМК Пресс, 2010.
2. Росенко А.П. Метод определения вероятности несанкционированного доступа злоумышленника к конфиденциальной информации // Докл. Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники. 2012. № 1 (25). Ч. 2.
3. Системный анализ и принятие решений: учеб. / под ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2009. 378 с.
4. Антюхов В.И., Кравчук О.В. Моделирование процесса противодействия угрозам информационно – вычислительной сети подразделения ГПС МЧС России // Проблемы упр. рисками в техносфере. 2013. № 3.
5. ISO/IEC 27005:2008. Информационная технология. Методы защиты. Менеджмент рисков информационной безопасности // Практич. менеджмент качества он-лайн. URL: [http://www.pqm-online.com/assets/files/standards/iso_iec_27005-2008\(r\).pdf](http://www.pqm-online.com/assets/files/standards/iso_iec_27005-2008(r).pdf) (дата обращения: 14.10.2013).
6. Аветисов Р.С. К вопросу оценки ущерба в автоматизированных информационных системах: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. «Информационная безопасность». Ч. 1. Таганрог: Таганрог. гос. радиотехн. ун-т, 2008. С. 164–169.

ЗАДАЧИ И РОЛЬ МЧС РОССИИ В РЕШЕНИИ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОТ КОСМИЧЕСКИХ УГРОЗ

Л.В. Медведева.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

К.В. Холшевников;

Л.Л. Соколов.

Санкт-Петербургский государственный университет

Проведён анализ последствий падения метеорита под г. Челябинском, сформулированы ключевые задачи в области обеспечения безопасности при чрезвычайной ситуации планетарного масштаба, изложены фундаментальные основы астероидно-кометной опасности для Земли.

Ключевые слова: метеорит, метеоритная угроза, астероид, комета, космические риски, опасные космические явления, астероидно-кометная безопасность

OBJECTIVES AND ROLE OF EMERGENCY SITUATIONS MINISTRY IN SOLVING URGENT PROBLEMS OF SAFETY POPULATION FROM SPACE THREATS

L.V. Medvedeva.

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

K.V. Kholoshevnikov; L.L. Sokolov.

Saint-Petersburg state university

This article analyzes the impact of a meteorite near Chelyabinsk, formulated the key tasks in the field of security and disaster on a planetary scale, set out the fundamentals of asteroid and comet threat to Earth.

Keywords: meteorite, meteorite threat, asteroid, comet, space risks, dangerous cosmic phenomena, asteroid and comet security

Утром 15 февраля 2013 г. над Уральским регионом сгорел метеорит. Чрезвычайное происшествие затронуло жителей Тюменской, Челябинской, Курганской, Свердловской областей, а также северных территорий Казахстана.

По оценкам Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства – НАСА, США (NASA) мощность взрыва небесного тела оказалась в 30 раз больше мощности атомной бомбы, сброшенной на г. Хиросима. Высвободившаяся в результате взрыва энергия составила приблизительно 500 кт. Размер небесного тела на входе в атмосферу составлял 17 м (по прошлым оценкам – 15 м), масса – 10 тыс. т (ранее говорилось о 7 тыс. т). Всего с момента вхождения в атмосферу до падения метеорита прошло 32,5 с.

Основные повреждения зафиксированы в Челябинской области. В г. Челябинске взрывная волна повредила более 4 тыс. зданий. Число пострадавших составило 1,2 тыс. человек. Основные травмы – от порезов разбитым стеклом. Ущерб превысил 1 млрд руб.

Министр МЧС России В.А. Пучков отметил, что при падении метеорита все службы сработали оперативно и слаженно. «Были приняты абсолютно правильные решения: за исключением предприятий непрерывного цикла, работа остальных была остановлена, чтобы люди смогли забрать детей из школ и детских садов, проверить состояние своих жилищ. Профессионально отработали комиссии по чрезвычайным ситуациям и руководители на местах», – констатировал глава МЧС России.

Сразу после чрезвычайной ситуации (ЧС) заговорили о способах борьбы с метеоритной угрозой. Как выяснилось, военные предупредить о приближении к Земле подобного объекта не могут. «Военные просматривают Космос до удаления, на котором находятся спутники. Максимум, где спутники могут летать, – 40 тыс. км. А остальное относится к функциям астрономов, которые обязаны это делать. И в России, и в других странах много астрономических обсерваторий, они и должны сообщать», – рассказал в интервью газете «Взгляд» Виктор Есин, бывший начальник Главного штаба Ракетных войск стратегического назначения (РВСН).

Между тем начальник Научно-исследовательского центра ракетно-космической обороны Четвёртого Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации Олег Аксёнов заявил, что военное ведомство не располагало и в перспективе не будет располагать системами предупреждения падения астероидов и комет на Землю.

«Российская и американская системы контроля космического пространства предназначены для обнаружения и контроля за искусственными объектами, которые

обращаются на дальности до 50 тыс. км от Земли. Астероиды и кометы являются объектами иного типа, для слежения за которыми требуется иная техника. Министерство обороны соответствующими средствами не располагает и в перспективе не планирует делать соответствующий госзаказ», – отметил Аксёнов.

Вместе с тем он констатировал, что Министерство обороны совместно с Российской академией наук (РАН) и МЧС России будет вести анализ последствий падения метеорита под г. Челябинск.

12 марта 2013 г. в Совете Федераций под председательством заместителя Председателя Совета Федераций Ю.Л. Воробьёва состоялся «Круглый стол» на тему «О разработке мер по обеспечению планетарной защиты от космических рисков и угроз».

На заседании «Круглого стола» были сформулированы ключевые задачи в области обеспечения безопасности при ЧС планетарного масштаба:

1. Разработка космических технологий по предупреждению космических угроз.
2. Раннее предупреждение угроз из Космоса (обнаружение и постоянное слежение за потенциально-опасными небесными объектами).
3. Воздействие на опасные небесные объекты в случае угроз.
4. Информирование и обучение населения действиям при опасных космических явлениях.
5. Обучение органов управления оперативным действиям в условиях космических угроз.
6. Разработка правовых основ международного сотрудничества по вопросам обеспечения планетарной защиты от космических рисков и угроз.

На заседании «Круглого стола» выступил Министр МЧС России В.А. Пучков, который доложил о том, что в настоящее время под эгидой МЧС России ведётся разработка Программы по защите населения от космических угроз (завершение работы – 2013 г.). В разработке и реализации программы будут участвовать и федеральные структуры, и субъекты Федерации, указал Министр. «Финансирование предусмотрено в рамках бюджетирования МЧС России, средства уже выделены», – добавил В.А. Пучков, передаёт РИА «Новости».

Программа включает в себя способы решения задач:

1. Информирование и обучение населения действиям при опасных космических явлениях.
2. Обучение органов управления оперативным действиям в условиях космических угроз.

Таким образом, под эгидой МЧС России планируется создание функциональной подсистемы единой государственной системы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, призванной работать для защиты от космических угроз.

Министр МЧС России В.А. Пучков отметил, что необходимо создать международный космический сегмент с орбитальными спутниками и мощными телескопами для защиты людей от падения метеоритов и астероидов.

«Необходимо расширять международное сотрудничество в области раннего предупреждения метеоритной и астероидной опасностей. Целесообразно создать международный космический сегмент, включающий орбитальные спутники со специальным оборудованием», – подчеркнул Министр МЧС России.

Министр МЧС России В.А. Пучков отметил, что, только объединив международные возможности космических и наземных систем, можно прогнозировать столкновения астероидов с Землей, а также угрозы от крупных метеоритов.

По результатам заседания «Круглого стола» были выработаны следующие рекомендации:

1. Создание в России межведомственного информационно-аналитического центра предупреждения и противодействия угрозам, связанным с падением астероидов и комет.

2. Правительству предлагается сформировать межведомственную рабочую группу для разработки правовых основ международного сотрудничества по вопросам обеспечения планетарной защиты от космических рисков и угроз.

3. Разработка комплексной целевой программы по предупреждению и парированию рисков и угроз из Космоса.

4. Изучение возможности включения в госпрограмму «Космическая деятельность России на 2013–2020 годы» мероприятий по проведению исследований и разработке космических технологий по предупреждению космических угроз.

Следует отметить, что разработка комплексной программы по предупреждению и парированию рисков и угроз из Космоса основана на сотрудничестве с ведущими специалистами и учёными, которые проводят фундаментальные исследования в области изучения природы космических рисков. С этих позиций чрезвычайно актуальными являются системно-аналитические исследования, результаты которых на страницах научно-аналитического журнала «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)» представляют ведущие научные сотрудники кафедры небесной механики Санкт-Петербургского государственного университета – доктор физико-математических наук, профессор К.В. Холшевников в разделе «Роль астрономии в обеспечении астероидно-кометной безопасности» и доктор физико-математических наук, профессор Л.Л. Соколов в разделе «Возможные соударения астероидов с Землёй».

Роль астрономии в обеспечении астероидно-кометной безопасности

Какие сведения должна предоставить астрономия для предотвращения или хотя бы уменьшения опасности столкновений с небесными телами?

Солнечная система заселена малыми твёрдыми телами всевозможных размеров от микрометров до сотен километров. Нас интересуют тела более десяти метров в диаметре. Ограничиваясь порядковыми оценками, можно считать тело однородным шаром с плотностью от 1 до 3 г/см³.

Крупные тела

Достоверно выделить число открытых (и даже нумерованных) малых планет с диаметром, превышающим некоторое пороговое значение, не представляется возможным. За редким исключением размеры астероида оцениваются по его кривой блеска и предполагаемому альбедо. Однако в статистическом плане можно получить приемлемые оценки, заменяя диаметр D абсолютной величиной H [1].

Малых планет абсолютной величины $H < 8,5$ (диаметром около 100 км и более) обнаружено 240. Все столь крупные тела открыты и движутся по устойчивым орбитам в главном поясе астероидов. Астероиды, сближающиеся с Землёй (АСЗ), среди них отсутствуют. Столкновения с Землёй в ближайшую тысячу лет не произойдет. Но на десятки тысяч лет гарантию дать нельзя. Между тем падение такого тела на Землю повлечет гибель всех высших форм жизни. С другой стороны, разрушить астероид до мелких (менее 10 м) осколков современной техникой нереально. Если в будущем это станет технически возможным, то вместо одного тела 100-километрового размера мы получим 10^{12} тел декаметрового размера, что резко увеличит опасность катастроф, типа челябинской и даже тунгусской. Единственным спасением представляется увод тела с опасной траектории. Если поставить на 100-километровый астероид массы 10^{18} кг реактивный двигатель, обеспечивающий постоянную реактивную силу в 100 Н (например, двигатель можно поставить не на астероид, а на гравитационный тягач с тем же результатом; тяга в 100 Н, нереальная сегодня, будет обычной лет через сто), то за 10^4 лет мы сможем получить смещение большее радиуса Земли и избежать столкновения.

Малых тел абсолютной величины $H < 13,5$ (диаметром около 10 км и более) обнаружено уже 19 тыс. По общему мнению, все столь крупные тела уже открыты. Среди них пять АСЗ.

В ближайшие сто лет столкновений с Землёй не будет. Но для увода таких тел с опасной траектории потребуется лет триста, а разрушение таких объектов нежелательно [2]. Выводы из сказанного те же, только расчёт движения достаточно выполнить на тысячу лет вперёд.

За следующие пороговые величины возьмём $H=17$ и $H=18,5$, отвечающие километровому размеру. Объектов, имеющих $H<17$, известно 290 тыс., а имеющих $H<18,5$ – 320 тыс. Их открыто приблизительно 90 %. Среди них 330 АСЗ, удовлетворяющих первому условию, и 740 – второму. По-прежнему разрушение нежелательно. Для увода с опасной траектории потребуется порядка десяти лет. Поэтому достаточно их мониторинга на сто лет вперёд. Казалось бы, угрозу могут нести неоткрытые объекты этого класса. Но это не так. Вероятность падения такого тела в случайный промежуток времени продолжительностью в сто лет оценивается в 10^{-4} . Вероятность же того, что падение произойдёт «с первого раза», то есть менее чем через год после открытия, ещё на три-четыре порядка меньше. Практически достоверно, что крупное тело (километр и больше) будет открыто, по крайней мере, лет за сто до своего падения. Поэтому ещё не открытые объекты перейдут в семейство открытых задолго до критического времени, требуемого для их увода с опасных орбит.

Мелкие тела

Астероидов размером в сотни метров известно уже около 10^6 . Это лишь небольшая часть соответствующей популяции. Перед падением они многократно сближаются с Землёй [3]. Нельзя исключить возможность падения тел этого класса в обозримом будущем, поэтому снизим тягу двигателя до 1 Н. Требуемое для уклонения время составит десять лет, что нас вполне устраивает. По описанным выше причинам мы откроем опасный астероид за десятки лет до его падения. Есть и другой способ противодействия: разрушение объекта взрывом. Его применение наталкивается на существенные, но преодолимые трудности.

Наконец, перейдём к телам декаметрового размера, к которым можно отнести Челябинский метеорит. Тунгусский метеорит занимает промежуточное положение между телами 10- и 100-метрового размера; лишь ничтожная часть их открыта и вряд ли когда-нибудь будет открыта большая их часть. Даже для открытых метеоритов трудно получить высокоточную орбиту, поскольку наблюдать их можно лишь недалеко от Земли. Тела 10-метрового класса падают на Землю несколько раз в столетие и могут вызвать локальную и даже региональную катастрофу при падении на атомную станцию или химический завод [4].

Поскольку таких тел – миллиарды, если не триллионы, то вероятность неожиданного падения не является пренебрежимо малой. При благоприятных условиях тело может быть открыто за несколько месяцев или суток до падения. Упавший в Судане 6 октября 2008 г. метеорит был открыт за 20 ч до падения и даже успел получить как астероид обозначение 2008 TC3.

Таким образом, возможны четыре сценария:

1) Неожиданно появляется болид, превосходящий по яркости Солнце, и через несколько минут или взрывается на высоте в сотни или тысячи метров, или падает на Землю, как правило, в виде роя осколков. После взрыва также может последовать падение осколков. Но, например, после тунгусского явления ни одного хотя бы сантиметрового осколка найдено не было.

Единственный способ защиты населения – просвещение. Лучше всего – восстановление курса астрономии в средней школе с включением соответствующей главы. Хорошо бы также включить в школьный предмет «Безопасность жизнедеятельности» материала о том, как вести себя при падении небесных тел. Тысяча челябинцев пострадали только потому, что не знали об ударной волне, разбивающей стекла в осколки.

2) Опасное тело открывается за сутки до падения. Через несколько часов устанавливается место падения. По радио, телевидению, Интернету передаются чрезвычайные сообщения населению, как себя вести (не все помнят школьные уроки). Если падение ожидается через несколько суток и, тем более, месяцев, можно организовать эвакуацию.

3) Опасное тело открывается за полгода-год до падения. Если ущерб от падения ожидается неприемлемым, включаются меры активного противодействия, желательно международные. Посылается космический аппарат, удар которого меняет орбиту тела до неопасной или разрушает его до осколков метровых и менее размеров. В этом случае орбита тела должна быть известна с высочайшей точностью, что требует специально организованных в международном масштабе наблюдений как с наземных обсерваторий, так и с космических.

4) Открытый объект пролетает мимо Земли. Он становится опасным объектом, что требует организации его наблюдений в международном масштабе. Орбита должна быть определена, по крайней мере, с точностью, позволяющей вновь обнаружить тело после периода его невидимости (неблагоприятная конфигурация системы Солнце-Земля-астероид) и определить возможность его столкновения с Землёй в будущем.

Обозначим желательные действия в области астрономии, необходимые для обеспечения астероидно-кометной безопасности:

– Регулярные наблюдения крупных астероидов и построение теорий их движения средней точности на интервале времени 10^6 лет для 100-километровых, 10^3 лет для 10-километровых и 10^2 лет для километровых астероидов. Существующая наземная наблюдательная база достаточна для этих целей за одним исключением. Астероиды группы Атиры могут избежать открытия, если не ввести в строй специальные космические обсерватории, исследующие часть Солнечной системы, расположенную внутри орбиты Земли. Никакие вероятностные оценки для крупных тел неприменимы, поскольку сумма ущерба даже после умножения на вероятность порядка 10^{-9} остается чудовищной. Если построенная теория движения средней точности укажет на тесное сближение с Землёй, Марсом или Юпитером, надо организовать высокоточные наблюдения объекта и построить теорию его движения максимально высокой точности. Как было сказано, сначала астероид несколько раз пройдет рядом с Землёй. Каждое тесное сближение ведет к потере точности на два-четыре порядка. Поэтому никакие традиционные наблюдения не могут дать нужной для принятия решений информации о поведении астероида после двух-трёх сближений. Необходимо посадить на опасный астероид радиомаяк, желательно не один.

– Регулярные наблюдения известных и поиск новых астероидов гектометрового и меньшего размера и построение теорий их движения средней точности на интервале времени 20 лет.

– Наблюдения околоземного пространства (до расстояний в десятки радиусов орбиты Луны) с целью обнаружения декаметровых астероидов. Построение теории их движения с точностью, достаточной для их переоткрытия после конца периода невидимости [5].

– Потеря точности теории после первого же сближения приводит к невозможности достоверно предсказать падение или пролёт при следующем сближении. Но в ситуации с мелкими телами допустим вероятностный подход. В различных статьях оценки вероятности столкновения различаются на порядки [6]. Причина – в различии подходов. Задача теоретиков – построить алгоритм определения вероятности столкновения при минимальных упрощающих предположениях, что возможно в ближайшие два-три года.

Если обнаружен объект, сталкивающийся достоверно или с высокой вероятностью с Землёй, необходимо принять решение о мерах противодействия катастрофе. Но это уже не астрономическая задача.

Возможные соударения астероидов с Землёй

Обеспечение астероидно-кометной безопасности Земли – одна из сложных междисциплинарных проблем, актуальность которой сегодня общепризнана. Недавний

взрыв астероида в районе г. Челябинска ещё раз обратил внимание широкой общественности на эту проблему. Можно выделить три типа задач, которые нужно решать:

1. Астрономические задачи. Имеется в виду открытие астероидов и определение их орбит, выделение и исследование возможных соударений с Землёй, уточнение орбит опасных астероидов из наблюдений. Астрономы постоянно этим занимаются, речь идёт о резкой интенсификации и упорядочении работы.

2. Задачи МЧС. Речь идет о разработке и осуществлении мероприятий по минимизации ущерба в случае неизбежного соударения с не очень большим астероидом. Имеется в виду возможная эвакуация населения, соответствующие мероприятия с потенциально опасными производствами типа атомных электростанций и т.п.

3. Космические задачи. Имеется в виду предотвращение соударения или уменьшение ущерба путём изменения орбиты либо разрушения астероида. Разработка и осуществление таких мероприятий потребует огромных усилий, но если астероид большой, иного выхода нет.

Последствия столкновения Земли с астероидом определяются, прежде всего, размерами последнего. Если диаметр астероида порядка 10 км и больше, столкновение, скорее всего, приведёт к гибели или полной перестройке биосферы Земли и к эффектам, которые будут иметь место в ходе полномасштабной ядерной войны (ядерная зима, ядерная ночь). К счастью, этот сценарий нам практически не угрожает, все столь крупные астероиды, которые могли бы появиться в окрестности Земли, нам известны. Вероятностные оценки показывают, что в среднем такое событие может случиться раз во много миллионов лет. Единственное спасение – применение космических средств для увода или разрушения астероида, но пока ещё мы этого делать не умеем.

Столкновение с астероидом километрового размера приведёт к региональной катастрофе, размеры которой трудно предвидеть. Вряд ли можно будет с помощью «мероприятий МЧС России» свести ущерб до приемлемого уровня. К счастью, больших астероидов гораздо меньше, чем маленьких. Подавляющее большинство таких астероидов в окрестности орбиты Земли известны и они не представляют опасности в обозримой перспективе. Но всё же нам известны ещё не все такие объекты. Средняя частота их падения на Землю – раз в миллион лет. Для предотвращения таких событий необходимо разрабатывать «космический сегмент» системы астероидной безопасности.

Средняя частота столкновения Земли со стометровым астероидом – раз в несколько сот лет. Ущерб может быть значительным при неблагоприятном стечении обстоятельств (прежде всего речь идёт о месте падения). Скорее всего, астероид размером в несколько сот метров будет обнаружен за несколько лет до соударения, будет время подготовиться к нему и провести соответствующие мероприятия, как «космические», так и «по линии МЧС России». Подчеркнём, что планировать такие мероприятия необходимо заранее, с учётом различных возможных сценариев развития событий. Особенно это относится к «космическому сегменту», который в настоящее время находится ещё в стадии теоретических разработок (в лучшем случае).

Объекты размером в несколько десятков метров падают на Землю в среднем раз в несколько десятков лет. Угроза вполне реальна, но ущерб локальный и может быть во многих случаях минимизирован средствами МЧС России. Гарантировать заблаговременное обнаружение таких объектов астрономы пока не могут, хотя иногда это удаётся. Удачный пример – астероид 2008 TC₃, упавший в 2008 г. в Судане, в пустыне, не причинив никакого вреда. Размеры этого астероида 5 м. Он был открыт примерно за сутки до падения, и за это время международное сообщество астрономов сумело определить и уточнить орбиту, вычислить место падения. В этой работе активное участие принимали астрономы Пулковской обсерватории. Неудачный в этом смысле пример – Челябинский метеорит (размер 17 м), условия для наблюдения которого были неблагоприятными.

Гарантированное заблаговременное обнаружение всех опасных астероидов размером менее 10 м в настоящее время невозможно и в этом нет необходимости. Такие объекты почти полностью сгорают в атмосфере, не представляя серьезной опасности для жителей Земли.

Подчеркнём, что падение на Землю астероида размером порядка 100 м в обозримой перспективе хотя и маловероятно, но не исключено. Напомним, что Тунгусский метеорит (размеры 60 м), упавший на Землю сто лет назад, привёл к разрушениям на площади 2 тыс. кв. км. Минимизация потерь потребует от МЧС России чёткой, слаженной и, возможно, очень быстрой работы. Скорее всего, опасный астероид таких размеров будет обнаружен заблаговременно, и заблаговременно будет определено место падения, но пока нет полной гарантии этого.

Предсказание возможных соударений с Землёй астероида Апофис

Рассмотрим, как происходило предсказание возможных соударений астероида Апофис с Землёй, и какие здесь возникают проблемы. По-настоящему проблема астероидно-кометной опасности была осознана наукой только в конце прошлого века, когда начали осуществляться программы поиска и исследования астероидов, сближающихся с Землёй [7]. Лидерами в этой области сейчас являются американские астрономы, работающие под эгидой НАСА. Сегодня каждый, кому доступен Интернет, может следить за их работой, зайдя на сайт: neo.jpl.nasa.gov/risk/ (сайт НАСА). На этом сайте указано сейчас более четырёхсот астероидов, имеющих ненулевую вероятность соударения с Землёй. Например, 15 апреля 2013 г. там был совсем недавно открытый астероид 2013 GJ35 размером 2,2 км, ближайшее возможное соударение в 2016 г. К счастью, было всего несколько дней – после уточнения орбиты вероятность соударения практически обратилась в нуль. Очередной очень опасный астероид пролетел мимо ...

Астероид Апофис был открыт 19 июня 2004 г. в обсерватории Kitt Peak (США, Аризона) и наблюдался в течение двух ночей, после чего был потерян и вновь обнаружен 18 декабря 2004 г. Предварительная орбита показала возможность соударения с Землёй 13 апреля 2029 г., и вероятность этого события росла в декабре 2004 г. по мере поступления новых наблюдений, достигнув своеобразного рекорда в 3 %. Размеры астероида на то время оценивались в 300–400 м, поэтому 3 % – очень много. Это какая-нибудь европейская страна ... Вообще, психологически трудно адекватно оценить событие с очень малой вероятностью и с очень серьёзными последствиями. Однако уже в начале 2005 г. вероятность столкновения Апофиса с Землёй в 2029 г. стала практически нулевой, особенно после того, как американские исследователи использовали радарные наблюдения этого астероида и существенно уточнили его орбиту. В 2029 г. будет иметь место не соударение, а тесное сближение Апофиса с Землёй на расстояние 35–40 тыс. км от её центра. Эта важная характеристика постоянно уточняется [8].

После сближения в 2029 г. возможны другие сближения и даже соударения с Землёй в результате рассеяния возможных траекторий при сближении или резкого расширения трубки возможных траекторий. Ситуация аналогична игре в бильярд: после соударения движение шара трудно прогнозировать. Также и движение астероида после двух тесных сближений с планетой становится практически недетерминированным. В этом смысле Апофис – интереснейший объект для небесной механики. В первую половину 2005 г. были возможны его соударения с Землёй в 2034–2037 гг., по мере уточнения орбиты из наблюдений осталась только опасность соударения в 2036 г. С 2007 г. по 2011 г. Апофис был ненаблюдаем с Земли, и точность знания его орбиты не увеличивалась. В это время были проанализированы последствия возможных сближений Апофиса с Землёй в 2036 г., и найдено множество соударений, связанных с рассеянием траекторий при этих сближениях. Специалистами НАСА было указано возможное тесное сближение в 2051 г., ведущее к будущим сближениям и соударениям. Наиболее опасное из них – соударение в 2068 г.

В конце 2012 г. наблюдения Апофиса возобновились, они ещё продолжаются, но важные результаты уже получены. Прежде всего, соударение в 2036 г. можно считать исключённым. Однако и в существенно более узкой трубке возможных траекторий остаётся богатое множество соударений во второй половине настоящего столетия, в том числе

возможное соударение в 2068 г. На сайте НАСА 8 мая 2013 г. было указано девять возможных соударений Апофиса с Землёй в текущем столетии, на самом деле их гораздо больше. Работа продолжается.

В настоящее время человечество созрело для обеспечения астероидно-кометной безопасности Земли. На очереди целенаправленные усилия для реализации множества мероприятий. Даже если соударения с крупным астероидом в ближайшее время не будет, эти усилия будут способствовать прогрессу человечества.

Литература

1. Каталог потенциально опасных астероидов и комет / Т.А. Виноградова [и др.] // Тр. ИПА РАН. 2003. Вып. 9. С. 7–218.
2. О существовании роя частиц в окрестности орбиты Фобоса / А.В. Кривов [и др.] // Астроном. вестн. 1991. Т. 25. № 3. С. 317–326.
3. Свойства траекторий соударения астероидов с землей / Л.Л. Соколов [и др.] // Астроном. вестн. 2013. Т. 47. № 4.
4. Астероидно-кометная опасность / под ред. А.Г. Сокольского. СПб: Из-во ИПА РАН, 1996. 244 с.
5. Эфемериды малых планет на 2013 г. / под ред. В.А. Шора. СПб: Из-во ИПА РАН, 2012.
6. Шустов Б.М. Астероидно-кометная опасность: о роли физических наук в решении проблемы // Успехи физических наук. 2011. Т. 181. № 10. С. 8–12.
7. Угроза с неба: рок или случайность? / под ред. А.А. Боярчука М.: Космоинформ, 1999. 218 с.
8. Соколов Л.Л., Башаков А.А., Питьев Н.П. Особенности движения астероида 99942 Apophis // Астроном. вестн. 2008. Т. 42. № 1. С. 20–29.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СПЕЦИАЛЬНОМ ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕДИНОЙ ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СЛУЖБЫ НА БАЗЕ МОДЕЛЕЙ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

А.П. Корольков, кандидат технических наук, профессор;

В.В. Попов;

А.А. Козлов.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрена возможность построения адаптивных систем поддержки принятия решений в случае отсутствия априорной информации о характере чрезвычайных ситуаций и известного сценария его ликвидации. Для решения данной задачи в рамках методов ситуационного управления предлагается рассмотреть механизм генетических алгоритмов, позволяющих эвристическим путём находить приемлемое решение.

Ключевые слова: ситуационное управление, сценарный подход, генетический алгоритм, ликвидация чрезвычайных ситуаций, система поддержки принятия решений

USING GENETIC ALGORITHMS FOR BUILDING ADAPTIVE SUPPORT DECISION-MAKING IN ON THE BASIS OF MODELS SITUATIONAL MANAGEMENT

A.P. Korolkov; V.V. Popov; A.A. Kozlov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

This article discusses the possibility of building of adaptive decision support systems in case of absence of a priori information about the nature of emergency situations and its well-known scenario of liquidation. To solve this problem within the framework of situational management methods of are invited to consider the mechanism of genetic algorithms which enable heuristic way find an acceptable solution.

Keywords: situational management, a scenario approach, the genetic algorithm, the elimination of emergency situations, the decision support system

Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций (ЧС) являются актуальными задачами органов исполнительной власти и ведомственных служб на местах и требуют, как правило, согласованных совместных действий.

На дежурную смену единой дежурно-диспетчерской службы (ЕДДС) возлагается оперативное управление силами и средствами постоянной готовности, постановка и доведение до них задач локализации и ликвидации последствий пожаров, аварий, стихийных бедствий и других ЧС, принятие необходимых экстренных решений и мер.

Одним из путей повышения эффективности диспетчерского управления является создание компьютеризированных систем, позволяющих осуществлять не только обработку поступающей к диспетчеру информации, но и интеллектуализировать процесс выдачи рекомендаций по принятию управленческих решений в реальных условиях сложившейся обстановки, то есть создание интеллектуализированных информационных систем поддержки принятия решений (ИСППР).

Необходимость интеллектуализации данного процесса обусловлена тем, что в настоящий момент данная задача решается административным путём, когда на основании опыта и знаний экспертов в этой области создаются правила и предписания (на уровне инструкций, приказов, законов и т.п.) к действиям при возникновении того или иного события. Таким образом, лицо, принимающее решение, имеет возможность, не имея достаточных знаний и опыта в рассматриваемой предметной области, пользоваться опытом «экспертов» при решении конкретных задач «управления».

В случае наступления «нового» события, по которому отсутствуют знания и опыт, данная задача решается методом «проб и ошибок», что приводит к увеличению времени ликвидации ЧС и увеличению затраченных и потерянных ресурсов, что является одной из значительных проблем в этой области.

Основные трудности в создании систем принятия решений при ликвидации последствий ЧС состоят в неформализуемости моделей ЧС и процессов их сопровождающих, необходимостью учёта большого количества информации и наличием в ней латентных показателей, оказывающих влияние на ЧС, а также с высокой степенью неопределённости, обусловленной недостаточным уровнем информации для принятия обоснованных решений. Поэтому использование традиционных подходов для решения задач подобного типа, заключающихся в моделировании всех аспектов, характеризующих работу объекта, и способов управления им в ряде случаев не возможно.

Для решения задач управления при ЧС, когда задача не формализуется, имеет смысл рассмотреть два подхода:

– первый заключается в том, что неформализуемую модель заменяют формализованной, но естественно «приближённой» («загрублённой»), а затем используются известные методы как непрерывного, так и дискретного управления;

– второй заключается в использовании методов ситуационного управления, позволяющей отойти от формального описания управляемых объектов.

Тем не менее недостатки каждого из этих подходов не позволяют с достаточной степенью эффективности использовать их при решении задач информационного обеспечения диспетчеров ЕДДС.

В частности, «загружая» модель ЧС, мы рискуем вообще не получить правильное управляющее воздействие, поскольку из-за наличия внутренних связей и латентностью в исходных данных можно пропустить «глобальный» оптимум управляющей функции, что в условиях дефицита времени и ресурсов недопустимо.

Ещё одна трудность связана с выбором между адекватностью модели (уровнем детализации реального объекта) и временем её реализации. Опыт использования оптимизационных методов при создании ИСППР показывает, что эти два требования являются противоречивыми. При попытке получить описание, адекватное решаемой задаче, возникает проблема размерности, в результате чего задача решается недопустимо долго. При попытке создать упрощённую модель теряется адекватность, что также недопустимо.

В свою очередь, решая эту задачу путём имитационного моделирования, позволяющего создавать адекватные модели большой сложности, обеспечивая при этом требуемую точность и допустимое время поиска решения, возникает другая трудность, связанная с адаптацией этих моделей к новым условиям. При необходимости адаптации к реальным условиям функционирования имитационные модели необходимо полностью менять, что является достаточно трудоёмким процессом, кроме того, в механизме построения имитационных моделей отсутствуют элементы, позволяющие оценить корректность проводимых в них доработок.

Трудности второго (ситуационного) подхода при управлении в ЧС связаны с необходимостью полного и детального описания всех элементов множества ситуаций и возможных сценариев, по сути, речь идёт о той же имитационной модели. Однако в рассматриваемом подходе используется методология ситуационного управления, центральное место в которой занимает задача отождествления ситуаций из всего множества ситуаций и поиск соответствия во множестве сценариев наиболее «подходящего» сценария управляющих воздействий. Таким образом, речь уже идёт о наполняемости (полноте) имитационной модели. Важность этой проблемы определяется тем, что от способа её решения будет зависеть качество решений по управлению.

В системе такого типа решение ищется среди множества априорно известных альтернатив, а цель задается неявно, как выбор наиболее приемлемой альтернативы относительно текущей ситуации. Фактически система осуществляет интерполяцию решения, то есть подбирает решение, наиболее подходящее соответствующей ситуации, а это напрямую оказывает влияние на эффективность управления.

Однако рассматриваемая предметная область имеет ряд особенностей (упомянутых выше), вызывающих определённые трудности при применении «сценарного» подхода, а именно: слабая структурированность исходных данных, разнородный характер их представления, наличие в них неопределённости, а также отсутствие полноты и достоверности исходных данных.

Для примера в таблице приведена примерная структура первой очереди специального программного и информационного обеспечения подсистемы поддержки принятия решений ЕДДС. Функциональные комплексы поддержки принятия решений по ЧС и пожарам должны обеспечить реализацию следующих сценариев действий диспетчера:

- планирование объектов и состава мероприятий по ликвидации последствий пожаров и ЧС;
- планирование сил и средств, привлекаемых для ликвидации последствий пожаров и ЧС;
- планирование использования дополнительных ресурсов для ликвидации последствий пожаров и ЧС;

- планирование транспортного обеспечения процесса ликвидации последствий пожаров и ЧС;
- прогнозирование и оценка последствий ЧС под действием управленческих решений, заложенных в ситуационный план, в том числе определение оценок медицинских последствий ЧС с учётом проведения запланированных мероприятий по ликвидации ЧС и защите населения;
- определение прогнозируемых объёмов и сроков начала и окончания выполнения аварийно-восстановительных мероприятий.

Таблица. Примерная структура первой очереди специального программного и информационного обеспечения подсистемы поддержки принятия решений единой дежурно-диспетчерской службы

Наименование функциональных подсистем (ФП)	Наименование функциональных комплексов (ФК)	Наименование функциональных задач (ФЗ)
ФП-2. Подсистема поддержки принятия решений ЕДДС	ФК-2.1. Комплекс поддержки принятия решений по предупреждению и ликвидации ЧС	ФЗ-2.1.1. Поддержка принятия решений по ликвидации ЧС, вызванной аварией на химически опасном объекте с выбросом
		ФЗ-2.1.2. Поддержка принятия решений по ликвидации ЧС, вызванной радиационной аварией на АЭС
		Другие ФЗ (в соответствии с классификацией ЧС)
	ФК-2.2. Комплекс поддержки принятия решений по тушению пожаров	ФЗ-2.2.1. Информационная поддержка принятия решений при тушении пожаров ФЗ-2.2.2. Выдача данных по пожаро-взрывоопасности веществ, материалов и способам их тушения

При этом каждый из планов (сценариев) должен содержать информацию в нескольких разрезах – по объектам проведения работ, по проводимым мероприятиям, по силам, привлекаемым к участию при ликвидации последствий ЧС.

Как видно, перечисленные задачи достаточно обширны и ведут к усложнению рассматриваемых моделей

Тем не менее ситуационный подход является наиболее перспективным, так как позволяет «наращивать» (усложнять) рассматриваемую модель, а также учитывать трудности, связанные с характером входной информации.

В связи с этим представляет научный и практический интерес разработка адаптивных систем поддержки принятия решений, позволяющая формировать не наиболее «подходящее», а адекватное «идеальное» управляющее воздействие (сценарий), соответствующее рассматриваемой исходной ситуации и заданной целевой установке.

Решение уже этой задачи возможно на основе использования генетических алгоритмов (ГА) [1, 2], представляющих собой, по сути, адаптивные методы поиска оптимальных решений. Они получили широкое распространение при решении задач функциональной оптимизации. Следует отметить, что в качестве «целевой функции» может выступать набор правил (условий, вопросов), степень выполнения (ответов) которых определяет соответствие решений рассматриваемой ситуации.

С учётом того факта, что множество элементарных операций в сценарии конечно, то применение ГА делает возможным нахождение оптимального «идеального» сценария, соответствующее исходной рассматриваемой ситуации, в случае, когда первоначально

предлагаемый сценарий «далёк» от «идеального», и рассматриваемая задача не формализуется.

Суть ГА заключается в нахождении лучшего, но не гарантированно оптимального решения. Для реализации ГА необходимо выбрать подходящую структуру данных для предоставления решения. В постановке задачи поиска оптимального решения экземпляра этой структуры (сценарий) должен содержать информацию о некоторой точке в пространстве решений (множества сценариев).

Для применения ГА сценарий целесообразно представлять в виде битовой строки, характеризующей набор так называемых генов, представляющих собой последовательное объединение подкомпонентов (совокупность сил и средств, выполняющих элементарные операции (функции). Данная строка может быть как постоянной, так и переменной длины (её вид и структура является предметом для дальнейших исследований, в частности, известны примеры, где данные строки были представлены векторами вещественных чисел) [3].

Первоначально отобранные сценарии образуют множество предков, которые будут участвовать в формировании оптимального сценария. Множество сценариев предков может быть сформировано либо с помощью эвристического подхода (экспертного), либо детерминированного (в соответствии с руководящими документами). Затем происходит процесс «мутации» (перемешивание генов в соответствии с определёнными правилами и условиями), и формируется множество потомков, которое проходит исследования на «выживаемость» (соответствие «целевой функции»). В качестве основного критерия на выживаемость является степень соответствия полученного сценария исходной ситуации (скажем, полнота множества необходимых операций (функций) для ликвидации ЧС, а также соблюдение условий непревышения лимита по времени, стоимости и т.д.).

На следующей итерации из полученного множества сценариев, наиболее соответствующих рассматриваемой ситуации, формируется следующее множество предков, которое также подвергается «мутации», получению нового множества потомков и проверке их на «выживаемость».

Процесс продолжается до тех пор, пока мы не начнём получать более худшие результаты, нежели в прежней итерации. В качестве результата выбираются несколько «лучших» сценариев. В случае заикливания этого процесса можно установить ограничение на время его реализации.

Получение «идеальных» решений с помощью ГА позволит избежать детального описания рассматриваемой предметной области, ограничившись только описанием полного множества сил и средств, а также выполняемых ими элементарных операций, входящих в сценарий. Достаточно простой механизм «мутации» и проверки на выживаемость даёт возможность оперативно находить подходящий сценарий, проверка на практике эффективности которого позволит априорно связать его с рассматриваемой ситуацией.

Основная проблема, связанная с применением ГА, – это их эвристический характер. В настоящее время не существует точного ответа и теоретически обоснованных оценок. Имеются предположения, что ГА может стать эффективной процедурой поиска оптимального решения, если:

- пространство поиска достаточно велико, и предполагается, что «целевая» функция не является гладкой и унимодальной в области поиска;

- задача не требует нахождения глобального оптимума, необходимо достаточно быстро найти приемлемое «хорошее» решение (в данном случае сценарий), что собственно и требуется в процессе информационной поддержки принятия решений.

Таким образом, предлагаемый подход позволяет строить адаптивные информационные системы поддержки принятия решений в специальном программном обеспечении ЕДДС. Использование ситуационного управления на основе семиотических моделей, базирующихся на логике предикатов первого порядка и методах доказательства теорем, позволяет динамически учитывать нечёткий и неполный характер входной

информации при идентификации возникающих ситуаций и находить соответствующее им управляющее воздействие.

В качестве иллюстрации рассмотрим пример.

Управляющее воздействие представляется в виде 12-битовой строки, сгруппированной в четыре группы по три разряда, где три первых разряда описывают величину ресурса, необходимого для ликвидации ЧС (в у.е.), а остальные три группы описывают степень выполнения каких-либо трёх операций (111 – полное выполнение операции, 011 и 001 – частичное выполнение, 000, соответственно, – невыполнение операции). Выполнение следующей операции невозможно без завершения предыдущей и возможно только при наличии соответствующей единицы в первой группе разрядов. Необходимо выполнение максимального количества операций в каждой группе с учётом ограничений на количество выполняемых операций шесть.

Допустим, что исходная популяция насчитывает восемь вариантов.

Понятно, что наилучшей будет хромосома 111 011 011 011, однако посмотрим, как протекает процесс решения этой весьма тривиальной задачи с помощью генетического алгоритма.

Инициализация или выбор исходной популяции хромосом. Необходимо случайным образом сгенерировать восемь двоичных последовательностей длиной 12 битов. Это можно достигнуть, например, подбрасыванием монеты (96 раз, при выпадении «орла» приписываем значение 1, а в случае «решки» – 0). Таким образом, можно сформировать исходную популяцию:

$ch_1=[111\ 001\ 100\ 101]$	$ch_5=[010\ 001\ 100\ 100]$
$ch_2=[001\ 100\ 111\ 010]$	$ch_6=[010\ 011\ 000\ 101]$
$ch_3=[011\ 101\ 110\ 011]$	$ch_7=[101\ 011\ 011\ 011]$
$ch_4=[001\ 000\ 101\ 000]$	$ch_8=[000\ 010\ 111\ 100]$

Оценка приспособлённости хромосом в популяции. В рассматриваемом упрощённом примере решается задача нахождения такой хромосомы, которая содержит наибольшее количество единиц в каждой группе операций, но не более шести. Поэтому функция приспособлённости определяет количество единиц в хромосоме. Обозначим функцию приспособлённости символом F . Тогда её значение для каждой хромосомы из исходной популяции будут такие:

$F(ch_1)=4$	$F(ch_5)=1$
$F(ch_2)=1$	$F(ch_6)=0$
$F(ch_3)=4$	$F(ch_7)=4$
$F(ch_4)=0$	$F(ch_8)=0$

Понятно, что наилучшими будут хромосомы ch_1 , ch_3 , ch_7 , поскольку в них выполняются максимальное число операций, равное четырём, однако, с условием выполнения всех групп операций наиболее подходящим решением будет ch_1 .

В этой популяции они считаются наилучшими кандидатами на решение задачи. Если в соответствии с блок-схемой генетического алгоритма условие остановки алгоритма не выполняется, то на следующем шаге производится селекция хромосом из текущей популяции.

Селекция хромосом. Селекция производится методом рулетки. На основании формул (2) и (3) для каждой из восьми хромосом текущей популяции (в нашем случае – исходной популяции, для которой $N = 8$) получаем сектора колеса рулетки, выраженные в процентах (рис.).

$v(ch_1)=15,22$	$v(ch_5)=8,7$
$v(ch_2)=13,04$	$v(ch_6)=10,87$
$v(ch_3)=17,39$	$v(ch_7)=17,39$
$v(ch_4)=6,52$	$v(ch_8)=10,87$

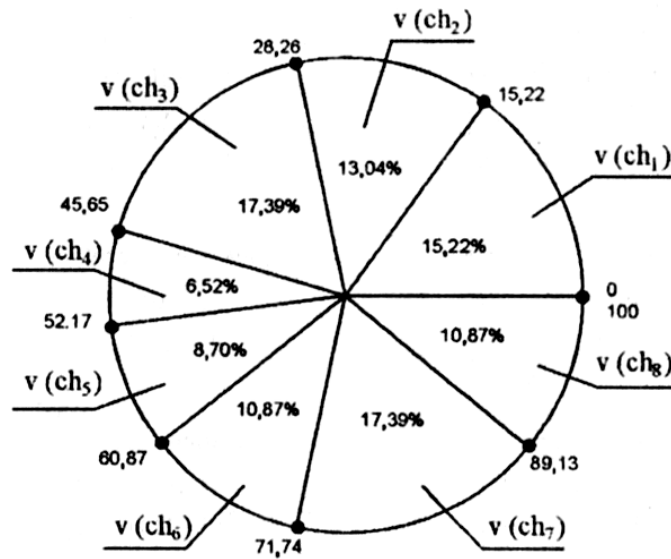


Рис. Колесо рулетки для селекции

Розыгрыш с помощью колеса рулетки сводится к случайному выбору числа из интервала $[0,100]$, указывающего на соответствующий сектор на колесе, то есть на конкретную хромосому. Допустим, что разыграны следующие восемь чисел:

79 32 74 85 45 60 52 18.

Это означает выбор хромосом:

ch7 ch3 ch1 ch7 ch3 ch7 ch4 ch2.

Как видно, хромосома ch7 была выбрана трижды, хромосома ch3 – дважды, а ch1 – один раз. Заметим, что именно эти хромосомы имеют наибольшее значение функции приспособленности. Однако выбрана и хромосома ch4 с наименьшим значением функции приспособленности. Все выбранные таким образом хромосомы включаются в так называемый родительский пул.

Применение генетических операторов. Допустим, что ни одна из отобранных в процессе селекции хромосом не подвергается мутации, и все они составляют популяцию хромосом, предназначенных для скрещивания. Это означает, что вероятность скрещивания $p_c=1$, а вероятность мутации $p_m=0$. Допустим, что из этих хромосом случайным образом сформированы пары родителей:

ch2 и ch7 ch1 и ch7 ch3 и ch4 ch3 и ch7.

Первая пара родителей:

Первая пара потомков:

$\left. \begin{array}{l} [001100111010] \\ [101011011011] \end{array} \right\}$	скрещивание $\rightarrow$	$\begin{array}{l} [001111011011] \\ [101000111010] \end{array}$
---	---------------------------	---

$l_k=4$

Вторая пара родителей:

[111001100101] }
[101011011011]

Вторая пара потомков:

[111011011011]
[101001100101]

скрещивание→

$l_k=3$

Третья пара родителей:

[011101110011] }
[001000101000]

Третья пара потомков:

[011101110010]
[001000101001]

скрещивание→

$l_k=11$

Четвертая пара родителей:

[011101110011] }
[101011011011]

Четвертая пара потомков:

[011101011011]
[10101110011]

скрещивание→

$l_k=5$

Для первой пары случайным образом выбрана точка скрещивания $l_k=4$, для второй $l_k=3$, для третьей $l_k=11$, для четвертой $l_k=5$. При этом процесс скрещивания протекает следующим образом:

В результате выполнения оператора скрещивания получаются четыре пары потомков.

Если бы при случайном подборе пар хромосом для скрещивания были объединены, например, ch_3 с ch_3 и ch_4 с ch_7 вместо ch_3 с ch_4 и ch_3 с ch_7 , а другие пары остались без изменения, то скрещивание ch_3 с ch_3 дало бы две такие же хромосомы, независимо от разыгранной точки скрещивания. Это означало бы получение двух потомков, идентичных своим родителям. Заметим, что такая ситуация наиболее вероятна для хромосом с наибольшим значением функции приспособленности, то есть именно такие хромосомы получают наибольшие шансы на переход в новую популяцию.

Формирование новой популяции. После выполнения операции скрещивания получаем следующую популяцию потомков:

$Ch_1 = [001\ 111\ 011\ 011]$
 $Ch_2 = [101\ 000\ 111\ 010]$
 $Ch_3 = [111\ 011\ 011\ 011]$
 $Ch_4 = [101\ 001\ 100\ 101]$

$Ch_5 = [011\ 101\ 110\ 010]$
 $Ch_6 = [001\ 000\ 101\ 001]$
 $Ch_7 = [011\ 101\ 011\ 011]$
 $Ch_8 = [101\ 011\ 110\ 011]$

Для отличия от хромосом предыдущей популяции обозначения вновь сформированных хромосом начинаются с заглавной буквы С.

Согласно блок-схеме генетического алгоритма производят возврат ко второму этапу, то есть к оценке приспособленности хромосом из вновь сформированной популяции, которая становится текущей. Значения функций приспособленности хромосом этой популяции составляют:

$F(Ch_1)=2$
 $F(Ch_2)=1$
 $F(Ch_3)=6$
 $F(Ch_4)=3$

$F(Ch_5)=3$
 $F(Ch_6)=0$
 $F(Ch_7)=4$
 $F(Ch_8)=4$

Заметно, что популяция потомков характеризуется гораздо более высоким значением функции приспособленности, чем популяция родителей. Обратим внимание, что в результате скрещивания получена хромосома Ch3 с наибольшим значением функции приспособленности, которым не обладала ни одна хромосома из родительской популяции. Однако могло произойти и обратное, поскольку после скрещивания на первой итерации хромосома, которая в родительской популяции характеризовалась наибольшим значением функции приспособленности, могла просто «потеряться». Помимо этого «средняя» приспособленность новой популяции всё равно оказалась бы выше предыдущей, а хромосомы с большими значениями функции приспособленности имели бы шанс появиться в следующих поколениях.

Литература

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы / пер. с польск. И.Д. Рудинского. М.: Горячая линия-Телеком, 2006. 383 с.
2. Яхьева Г.Э. Нечёткие множества и нейронные сети. М.: БИНОМ, 2006.
3. Исаев С.А. Популярно о генетических алгоритмах // Алгоритмы. Методы. Исходники. URL: <http://algolist.manual.ru/ai/ga/ga1.php>.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Антюхов Валерий Анатольевич – проф. каф. систем. анализа и антикриз. упр. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: antyukhov.vi@yandex.ru, канд. техн. наук, проф.;

Волков Дмитрий Павлович – доц. каф. комп. теплофиз. и энергофиз. мониторинга СПб нац. исслед. ун-та информ. технол., механики и оптики (197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49), тел. (812) 232-97-04, e-mail: od@mail.ifmo.ru, канд. техн. наук;

Гарифулин Руслан Рифович – зам. нач. службы ФГКУ «3 отряд федеральной противопожарной службы по Самарской области»;

Гвоздик Михаил Иванович – проф. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-70, канд. техн. наук, проф.;

Заричняк Юрий Петрович – проф. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб нац. исслед. ун-та информ. технол., механики и оптики (197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49), тел. (812) 232-97-04, e-mail: od@mail.ifmo.ru, д-р физ.-мат. наук, проф.;

Зокоев Валерий Анатольевич – нач. каф. защ. нас. и тер. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-70, канд. юрид. наук, доц.;

Иванов Алексей Владимирович – зам. нач. фак-та подгот. и переподгот. науч. и науч.-пед. кадров СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 645-20-25, канд. техн. наук;

Ивахнюк Григорий Константинович – проф. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-00-12, д-р хим. наук;

Козлов Александр Александрович – соискатель каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Кораблёв Владимир Антонович – доц. каф. комп. теплофиз. и энергофиз. мониторинга СПб нац. исслед. ун-та информ. технол., механики и оптики (Санкт-Петербург, Гривцова пер., д. 14), тел. (812) 314-15-87, канд. техн. наук, доц.;

Кораев Казбек Владимирович – препод. каф. защ. нас. и тер. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-70, канд. юрид. наук, доц.;

Корольков Анатолий Павлович – проф. каф. систем. анализа и антикриз. упр. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 388-69-68, e-mail: korolkov.ap@igps.ru, канд. техн. наук, проф.

Кравчук Ольга Валерьевна – адъюнкт фак-та подгот. и переподгот. науч. и науч.-пед. кадров СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: tiffanil@mail.ru.

Лабинский Александр Юрьевич – доц. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-70, e-mail: unkpmi@mail.ru, канд. техн. наук, доц.;

Медведева Людмила Владимировна – зав. каф. физ. и теплотехн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: medvedeva.lv@igps.ru, д-р пед. наук, проф.;

Некрасов Александр Сергеевич – препод. каф. физ. и теплотехн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-70;

Османов Шамиль Абубакарович – адъюнкт фак-та подгот. и переподгот. науч. и науч.-пед. кадров СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Подружкина Татьяна Александровна – нач. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-70, канд. пед. наук;

Попов Василий Владимирович – нач. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: vmvpvv@igps.ru, канд. воен. наук, доц.;

Романов Николай Николаевич – доц. каф. физ. и теплотехн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: romanov_n.n@igps.ru, канд. техн. наук, доц.;

Рыбин Олег Александрович – проф. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук;

Соболевская Татьяна Николаевна – аспирант СПб нац. исслед. ун-та информ. технол., механики и оптики, инженер ФГУП «ЦНИИ «Комета» (194021, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 22/26), тел. (812) 331-61-00;

Соколов Леонид Леонидович – доц. каф. небесной мех. СПб гос. ун-та (198504, Санкт-Петербург, Старый Петергоф, Университетский пр., д. 28), тел. (812) 428-69-44, 428-42-10, e-mail: decanat@math.spbu.ru, webmaster@math.spbu.ru, канд. физ.-мат. наук;

Холшевников Константин Владиславович – зав. каф. небесной мех. СПб гос. ун-та (198504, Санкт-Петербург, Старый Петергоф, Университетский пр., д. 28), тел. (812) 428-69-44, e-mail: decanat@math.spbu.ru, webmaster@math.spbu.ru, д-р физ.-мат. наук, проф.



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. Подготовка 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 радист 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 развития;

Институт заочного и дистанционного обучения;

Институт безопасности жизнедеятельности;

Сибирский институт пожарной безопасности – филиал университета (г. Железнодорожск, 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, Стржевой (Томская область), Чехов (Московская область), Хабаровск, Сыктывкар, Бургас (Болгария), Алматы (Казахстан).

В университете созданы:

Центр организации научно-исследовательской и редакционной деятельности;

Учебно-научный центр международной деятельности;

Учебный центр университета;

Учебно-пожарная часть;

Центр информационных и коммуникационных технологий;

Центр научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок;

Культурно-досуговый центр;

Учебно-методический центр;

Центр по обучению кадет.

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

Реализуемые университетом направления подготовки и специальности:

«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 диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по техническим, педагогическим и психологическим наукам.

Подготовку специалистов высшей квалификации: докторантов, адъюнктов, 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 (СТИФ), 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 СТИФ «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 Червиньяно (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, адъюнктов и сотрудников.

Издается 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.

Нарастающая 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 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 присылают 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 проведении 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» – неперенный 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 [и др.] // 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. Грэждяну П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневых процессов: 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: электрон. науч. журн. 2006. № 4. URL: 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 // Собр. Законодательства Рос. Федерации 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.

Внимание 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)

№ 8 (8) – 2013

Главный редактор Л.В. Алексеева
Выпускающий редактор П.А. Болотова

Подписано в печать 26.12.2013. Формат 60×84_{1/8}.
Усл.-печ. 5,5 л. Тираж 1000 экз. Зак. №

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149