

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

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

№ 1 (9) – 2014

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 педагогических наук капитан внутренней службы **Балабанов Марк Александрович**, ответственный секретарь редакционного отделения редакционного отдела 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.

Секретарь коллегии:

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



СОДЕРЖАНИЕ

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

Максимов А.В., Иванов А.Н. Обоснование выбора показателей качества функционирования сетцентрической системы управления МЧС России	5
Кораев К.В., Горбунов А.А., Прыгов А.В. Силы и средства Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций	10
Богданова Е.М., Иванов А.Н., Родин В.Н. Применение метода полиспектрального оценивания инфразвуковых сигналов с гиперболической симметрией для обнаружения людей в завалах	16
Гвоздик М.И., Сафонов Д.П. Исследование возможности применения беспилотных летательных аппаратов при чрезвычайных ситуациях	24

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Данилов И.Л. Перспективы развития физических теорий в контексте инженерно-технических задач обеспечения глобальной безопасности	30
Волков Д.П., Заричняк Ю.П., Романов Н.Н. Теплопроводность волокнистых теплозащитных материалов. II. Методы и результаты расчётов	38
Савчук О.Н., Егоров П.А. Экспериментальные исследования по определению продуктов горения ингредиентов технологического процесса предприятий по производству средств защиты растений, при возгорании которых образуются опасные химические вещества	42
Сытдыков М.Р., Кожевин Д.Ф., Поляков А.С. Гранулометрические характеристики огнетушащих порошков	48

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Гвоздик М.И., Уткин О.В. Метод формирования профиля должности и оценки кадров в образовательных учреждениях МЧС России.....	53
Попивчак И.И., Ходасевич Г.Б. Современное программное обеспечение для визуализации данных	58
Медведева Л.В. Контекстуальное моделирование учебно-профессиональной деятельности при изучении дисциплины «Физика» в техническом вузе	65
Сведения об авторах	72
Информационная справка	73
Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты)	82

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, 2014

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЧС РОССИИ

А.В. Максимов;

А.Н. Иванов, кандидат технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Обоснован выбор показателей качества функционирования сетцентрической системы управления МЧС России. Рассмотрен технический аспект сетцентрической модели, её содержательное наполнение и важные свойства. Основное внимание уделено возможности адаптации сетцентрической модели к сфере деятельности МЧС России.

Ключевые слова: сетцентрическая модель, сеть, информация, сетцентрическое управление, показатели качества

RATIONALE FOR SELECTION OF INDICATORS OF THE QUALITY FUNCTIONING NETWORK-CENTRIC SYSTEM MANAGEMENT OF EMERCOM OF RUSSIA

A.V. Maksimov; A.N. Ivanov.

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

In the article the selection of quality functioning network-centric system management of EMERCOM of Russia. We consider the technical aspect of a network-centric model, its substantive content and important properties. The focus is on the possibility of adapting the network-centric model to the scope of the EMERCOM of Russia.

Keywords: network-centric model, network, information, network-centric management, quality performance

Современная модель управления МЧС России базируется на новых технологиях, в первую очередь – на информационных технологиях, которые позволяют обеспечить высокие показатели управления, такие как оперативность принятия решений и эффективность взаимодействия участвующих в операциях по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Появление новых информационных технологий обусловило возникновение нового научно-практического направления – сетцентризм. Основной смысл сетцентрической модели состоит в информационной интеграции всех подразделений МЧС России, участвующих в ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС). Иным словами создаётся всеобъемлющая «сеть», связывающая все составляющие части подразделений, участвующих в борьбе с ЧС, и дающая синергетический эффект от интеграции. Таким образом, меняется сам способ ликвидации ЧС. Сами действия получают качественное изменение в сторону

повышения эффективности, связанное с получением подразделениями и действующими лицам точной, исчерпывающей и достоверной информации. Построение подобной «сети» и следует считать технологической основой сетецентрической модели.

В литературе выделяют следующие преимущества, которые даёт сетевой подход [1, 2]:

- лучшая синхронизация действий подразделений на месте ЧС;
- повышение управляемости за счёт ускорения прохождения команд от руководителей;
- повышение эффективности и, соответственно, сокращение времени на ликвидацию ЧС.

Основные принципы сетецентрических операций, с помощью которых достигаются перечисленные преимущества [3]:

1. Информационное превосходство – наличие (получение) многоаспектной, точной и релевантной информации. Для этого необходимо:

- обеспечить широкий доступ к информации задействованных подразделений через сетевые механизмы и инструменты обратной связи, надёжно защитив их от внедрения противников;

- сократить потребность в статической информации за счёт обеспечения доступа к широкому спектру оперативной информации в реальном времени.

2. «Всеобщая осведомлённость» – передача необходимой информации и данных всем участникам ликвидации ЧС. Для этого необходимо:

- построить интегрированную информационную сеть, в которой собирается, обрабатывается и предоставляется оперативная информация, охватывающая все подразделения;

- превратить пользователей информации одновременно в поставщиков информации, способных активировать обратную связь;

- максимально защитить доступ к этой сети от лиц, кому не предназначена данная информация, с одновременной максимальной доступностью её для задействованных подразделений.

3. Ускорение прохождения команд и принятия решений. Для этого необходимо:

- адаптируясь к условиям ЧС, сокращать время принятия решений и их передачи, переводя это качество в успешную борьбу с ЧС.

4. Распределённость и координация сил и действий – задача состоит в перераспределении силы от линейной конфигурации на месте ЧС к ведению точечных операций по её ликвидации. Для этого необходимо:

- перейти в основном от физического занятия обширного пространства места ЧС к функциональному контролю над наиболее важными стратегическими элементами ЧС;

- перейти к рассредоточенным действиям во времени и пространстве, но в нужный момент иметь возможность сосредоточить критический объём сил в конкретном месте ЧС;

- усилить тесное взаимодействие разведки и эффективного командования и обеспечения для реализации точных воздействий.

5. Расширение и повышение качества и количества источников информации как в районе ЧС, так и вне его. Достигается за счёт:

- объединения в единую систему данных, получаемых разведкой, наблюдением и системами распознавания;

- использования сенсоров как главных маневренных элементов;

6. Сжатые операции – преодоление структурных и процедурных разграничений между различными службами и возможностью полного доступа к разнородной информации. Для этого осуществляется:

- повышение скорости развёртывания и применения сил и средств;

- устранение структурных разграничений на нижележащих уровнях подразделений.

Таким образом, принцип «информационной всеобщей доступности» играет ключевую роль в сетецентрической модели управления силами и средствами МЧС России.

Технологический аспект сетецентрической модели может быть продемонстрирован следующим образом (рис. 1) [4].

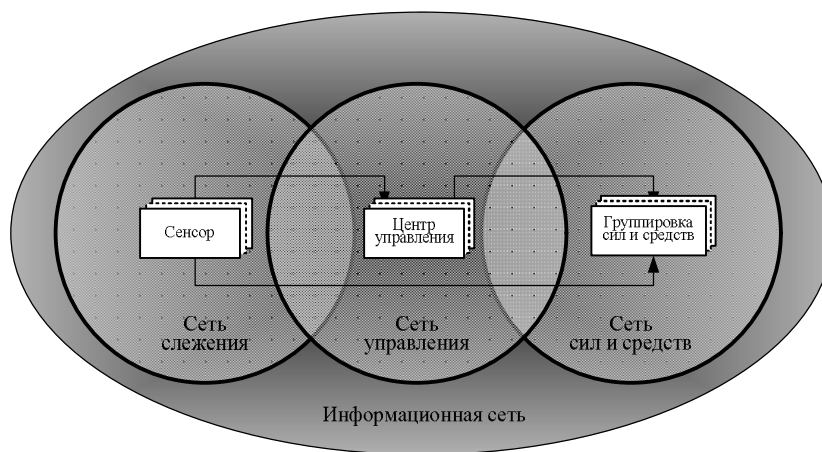


Рис. 1. Сетецентрическая модель

Модель содержит следующие четыре компонента:

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

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

- сеть сил и средств. Её назначение состоит в непосредственном выполнении задач, стоящих перед системой в целом. В эту сеть входят непосредственные исполнители и обеспечивающие структуры (акторы).

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

Сетецентрическая модель в её адаптированном варианте полагает следующее содержательное наполнение основных сетей [4].

Сеть слежения должна формироваться из таких компонентов как: система мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования; операторы Единых дежурно-диспетчерских служб «ЕДДС-112»; сопрягаемые источники информации других министерств и ведомств (Министерства обороны, МВД, Министерства энергетики и др.).

В состав сети управления следует включить Центры управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) различных уровней иерархии, единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований, дежурно-диспетчерские службы объектов, мобильные пункты управления для работы в кризисных ситуациях и ликвидации крупных пожаров и т.п.

Сеть сил и средств подлежит комплектованию из подразделений пожарной охраны и поисково-спасательной службы, спасательных воинских формирований, специалистов психологической службы, привлекаемых добровольных формирований и др.

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

Выбор показателей качества функционирования сетецентрической системы управления МЧС России невозможно определить без понимания задач, составляющих содержание управления данной системой в целом. В литературе выделяют следующие задачи управления [2]:

- непрерывный сбор, изучение и анализ данных обстановки;
- поддержание морально-психологического состояния, а также мобилизационной готовности сил и средств МЧС России;
- принятие решений на операцию по предупреждению и ликвидации ЧС;
- доведение задач до подчинённых;
- планирование операций по предупреждению и ликвидации ЧС;
- организация и поддержание взаимодействия сил и средств МЧС России;
- организация и проведение мероприятий по оперативному, социально-техническому и тыловому обеспечению;
- организация управления, под которой понимается создание системы управления, обеспечение её эффективного функционирования, а также совершенствование всей системы;
- управление подготовкой сил и средств МЧС России к выполнению задач и их действиях при ЧС;
- организация и осуществление контроля и помощи подчинённым.

Из перечисленных задач комплексы средств автоматизации непосредственно поддерживают и реализуют задачи 1, 4, 6, а также частично участвуют в решении задач 5, 7–10. Очевидно, что от эффективности и качества работы самих комплексов средств автоматизации и организации связи между комплексами существенно зависит эффективность управления в целом.

Эффективность систем управления в целом зависит от количества имеющейся информации, на основании которой принимаются решения и формируются управляющие воздействия. А так как в основу сетецентрической модели положена «всеобщая информационная осведомлённость», то можно говорить, что от количества и качества информации и доступа к ней существенно зависит качество управления в сетецентрической системе [5].

Одним из условий обоснованного управления является оптимальная информированность органа принятия решений. Одним из положений сетецентрической модели является принцип – «мощь на периферию» [6]. В соответствии с этим принципом, большая часть функций органов управления передаётся на периферию, сдвигая центры управления к сетям слежения и силам и средствам, используя принцип «всеобщей осведомлённости». В связи с вышесказанным принцип «оптимальная информированность органа принятия решений» будет звучать как «оптимальная информированность абонентских узлов».

Очевидно, что на получение информации тратятся определённые ресурсы. Пусть I – объём необходимой информации абонентскому узлу для выработки решения, T – время сбора и обработки информации состояния и выработки управления. Заметим, что в соответствии с сетецентрической моделью, сбор информации для абонента n ведётся как самим абонентом, так и другими абонентами [2]. Пусть $W_{nom}(t)$ – стоимость потерь от необоснованности решений на основе информации I , $W_{zam}(I)$, – стоимость затрат на получение, первичную обработку и хранение информации I . Качественные графики зависимостей величин потерь W от необоснованности решений на основе информации I и стоимости получения, первичной обработки и хранения информации I при фиксированном $T=const$ представлены на рис. 2.

Минимум суммы величин $w_{nom}(I)$ и $w_{zam}(I)$ определяет первое условие оптимальности управления:

$$W_{to} = \min(W_{nom}(I) + W_{zam}(I)) \text{ при } T=const. \quad (1)$$

При построении реальных систем МЧС России минимизация значения (I) часто не представляется возможной из-за настроенности информационных процессов системы управления на определённое значение информационных потоков и регламентов сбора и обработки информации. Отметим также, что стоимость затрат на сбор информации (I)

задачи часто зависит не только от параметра I , но и от некоторых других. Так для сетцентрической системы важными элементами являются центры обработки данных – на их развёртывание, поддержку работы, синхронизацию, защиту требуются определённые усилия и ресурсы. Поэтому очевидно, что величина затрат на сбор информации I зависит не только от самой информации I , но также и от количества центров обработки Q . Таким образом, выражение (1) можно переформулировать в первое условие оптимальности управления для сетцентрической системы в виде:

$$W_{10} = w_{\text{пот}} + \min(w_{\text{зам}}(Q) \text{ при } T=\text{const}, I=\text{const}, W_n=\text{const} .$$

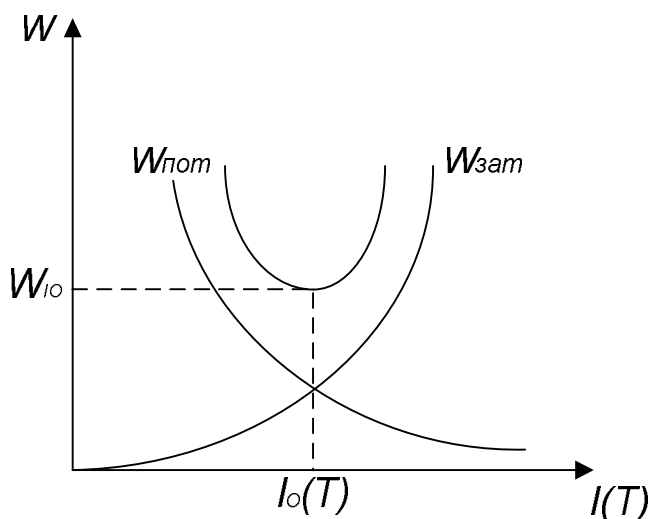


Рис. 2. Качественный вид условия оптимальности информированности (оптимальной оперативности управления)

Также выделяют второе условие оптимальности управления – минимизацию временных потерь на реализацию цикла управления. Пусть (T) – стоимость потерь в эффективности управления от времени реализации управляющих воздействий, (T) – стоимость затрат на сбор и обработку информации состояния. Тогда второе условие оптимальности можно записать:

$$W_{10} = \min(w_{\text{ном}}(T) + w_{\text{зам}}(T)) \text{ при } I=\text{const} . \quad (2)$$

Качественные графики зависимости величин стоимости затрат на сбор и обработку информации состояния и стоимости потерь в эффективности управления от времени реализации управляющих воздействий показаны на рис. 2.

Заметим, что в условиях сетцентрических систем, когда расположение и количество телекоммуникационных узлов и абонентских задано, значение W_{10} будет зависеть не только от времени T , но и от расположения и количества центров обработки данных и способа маршрутизации информации от абонентских узлов к центру обработки данных. Тогда (2) оптимальности можно записать в виде:

$$W_{10} = \min(W_{\text{пот}}(T, Q, L) + W_{\text{зам}}(T, Q, L)) \text{ при } I=\text{const} .$$

Минимизация затрат на сбор и обработку информации и потерь в эффективности управления могут быть заменены максимизацией обслуженной системой нагрузки $\vec{a}$. Действительно, потери в эффективности будут возникать, когда интенсивность передачи

информации между узлами сети будет превышать пропускную способность каналов из-за потерь данных, что приведёт к увеличению времени реализации цикла управления. И тогда получаем, что:

$$W_{\text{то}} = \min(\bar{d}(T, Q, L)) \quad \text{при } I = \text{const}.$$

Таким образом, возникает общая задача оптимизации сетевцентрической системы МЧС России по критериям оптимальности оперативности управления и информированности в условиях распределённой инфокоммуникационной среды с ограниченными пропускными способностями каналов передачи данных. Очевидно, что выбранный показатель качества функционирования системы зависит от числа и места размещения (привязка к узлам сети) центра обработки данных. Поэтому критериями исследуемой задачи являются:

- минимум числа центров обработки данных в структуре сетевцентрической системы МЧС России;
- максимум переданной информации (обслуженной системой нагрузки).

Литература

1. Боговик А.В., Загорулько С.С., Ковалёв И.С. Теория управления в системах военного назначения: учеб. / под ред. И.В. Котенко. М.: Воениздат, 2001.
2. Бородакий Ю.В., Лободинский Ю.Г. Информационные технологии в военном деле (основы теории и практики применения). М.: Горячая линия-Телеком, 2008.
3. Cebrowski A.K. The Implementation of Network-Centric Warfare // DIANE Publishing Company. 2005. May.
4. Иванов А.Ю., Максимов А.В. О сетевцентрической модели операций по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Проблемы управления рисками в техносфере. 2013. № 2 (26).
5. Cebrowski A.K., Garstka J. Network-Centric Warfare: Its Origins and Future // U.S. Naval Institute Proceedings. 1998. January.
6. Alberts David S., Garstka John J., Stein Frederick P. Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority // DoD C4ISR Cooperative Research Programm publication series 2nd (revised). 2000.

СИЛЫ И СРЕДСТВА ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

К.В. Кораев;

А.А. Горбунов, кандидат военных наук;

А.В. Прыгов.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Изложены основные положения о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а так же краткая историческая справка о развитии данной системы. Раскрыты основные цели, задачи и мероприятия, проводимые на различных уровнях реагирования в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: государство, население, чрезвычайная ситуация, безопасность, регион, субъект, реализация, система

FORCES AND MEANS OF THE UNIFIED STATE SYSTEM OF PREVENTION AND EMERGENCY SITUATIONS

K.V. Koraev; A.A. Gorbunov; A.V. Prygov.

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

The article outlines the main provisions of a unified state system of prevention and liquidation of emergency situations, as well as a brief historical background of the development of this system. Reveals the basic goals, objectives and activities at different levels of response within a single state system of prevention and liquidation of emergency.

Keywords: government, population, emergency, security, region, subject, implementation, system

Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее РСЧС) должна перейти от принципа оперативного реагирования к принципу профилактики и предупреждения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и комплексного взаимодействия всех органов управления, сил и средств [1].

Реализацию жизненно важных интересов в области защиты населения и территорий от ЧС природного, техногенного, эпидемиологического и социального характера призвана осуществлять составная часть системы общественной безопасности России. Она была образована в целях объединения усилий федеральных и региональных органов исполнительной власти, а также их сил и средств в деле предупреждения и ликвидации последствий ЧС, в полномочия которых входит решение вопросов по защите населения и территорий от ЧС. В настоящее время во всех республиках в составе России, краях и областях созданы её территориальные подсистемы, а в министерствах и ведомствах – ведомственные и функциональные. Система постоянно развивается и совершенствуется [2].

Вопросы защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, а также от опасностей, возникающих при ведении военных действий, были в нашей стране всегда актуальны. Возникающие опасности обуславливали появление средств и способов защиты от них, создание и развитие в этих целях соответствующих сил и организованных структур, вплоть до образования специальных государственных систем.

История данной системы началась еще с 27 декабря 1990 г., когда было принято Постановление Совета Министров РСФСР «Об образовании Российского корпуса спасателей на правах Государственного комитета РСФСР». Эта дата принята за начальную точку отсчёта истории Чрезвычайной службы России. 17 апреля 1991 г. – С.К. Шойгу был назначен Председателем Российского корпуса спасателей. С его именем связана вся дальнейшая история становления и развития МЧС России.

Событием, имеющим важнейшее значение в жизни Чрезвычайной службы, в 1992 г. стало создание Российской системы предупреждения и действий в ЧС (РСЧС). Основной целью создания этой системы было объединение усилий федеральных органов исполнительной власти, органов представительной и исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций их сил и средств в области предупреждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера, защиты населения и территорий при возникновении ЧС в мирное время.

За время функционирования РСЧС предотвращены тысячи ЧС, спасены сотни тысяч людей и уменьшен ущерб на сотни миллиардов рублей. Активность и динамизм работы системы РСЧС стал логическим продолжением в её дальнейшем совершенствовании и развитии [3].

Главной задачей МЧС России является организация и обеспечение выполнения комплекса мероприятий, направленных на предупреждение ЧС, повышение готовности органов управления и сил РСЧС к действиям при их ликвидации, а также организация

защиты населения и территорий при авариях, катастрофах и стихийных бедствиях в мирное время, от опасностей, возникающих при военных действиях; профилактика работ по предупреждению несчастных случаев при различных ЧС, в том числе организация оповещения и информирование населения; проведение мероприятий по защите населения и территорий; ликвидация ЧС; оказание гуманитарной помощи; подготовка руководящего состава, специалистов и обучение населения; пропаганда среди населения роли РСЧС в общей системе безопасности страны.

Участие сил и средств РСЧС на примере ликвидации последствий стихийного бедствия в Дальневосточном Федеральном Округе (ДФО)

С середины июля 2013 г. в результате обильных и продолжительных осадков за короткий промежуток времени, а также в связи с пространственным размахом территории – более 4 тыс. км с запада на восток и более 2 тыс. км с севера на юг и большим количеством рек возникла сложная гидрологическая обстановка на территории Амурской, Еврейской автономной областей и Хабаровского края. Это привело к подтоплению населённых пунктов, в том числе и на территории КНР, а также переполнению Зейского и Бурейского водохранилищ. Всего на территории 6 субъектов ДФО с начала ухудшения паводковой обстановки было подтоплено 74 района, 377 населённых пунктов, более 13 тыс. жилых домов. Пострадавших – свыше 81 тыс. человек. Также водной стихией нанесён ущерб 8 914 дачным участкам и 628 социально значимым объектам. В связи со сложной гидрологической обстановкой и неблагоприятным метеорологическим прогнозом заблаговременно были предприняты превентивные меры для минимизации последствий паводка 7 августа 2013 г. Правительственной комиссией по предупреждению и ликвидации ЧС на территории Хабаровского края, Амурской области и Еврейской автономной области был введён режим «чрезвычайной ситуации» и установлен федеральный уровень реагирования. С 6 августа 2013 г. для координации деятельности федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов РФ организована круглосуточная работа Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности (ОПБ) субъектов РФ ДФО, а также оперативных штабов и оперативных групп подразделений МЧС России, органов управления субъектов РФ и органов муниципальных образований. Организовано взаимодействие со всеми министерствами и ведомствами.

Общее оперативное управление силами и средствами осуществлялось Национальным центром управления в кризисных ситуациях МЧС России.

С начала сложной гидрологической обстановки на территории субъектов РФ ДФО была организована работа в зоне ЧС по оценке состояния Зейской, Бурейской ГЭС, а также подготовки населённых пунктов к прохождению паводка, организации работы органов управления, сил и средств, организации вопросов первоочередного жизнеобеспечения населения, а также выполнения других задач. В короткие сроки была создана полномасштабная мобильная группировка сил и средств РСЧС в количестве более 46 тыс. человек и свыше 7,5 тыс. единиц техники, в том числе от МЧС России – работали более 11 тыс. спасателей и свыше 1,6 тыс. единиц техники, в том числе авиация, которая доставляла в труднодоступные места воду, продукты питания, медикаменты и другие материальные ресурсы. Были привлечены спасательные воинские и аварийно-спасательные формирования МЧС России из всех регионов страны. Работали подразделения Министерства обороны России, МВД России и Министерства здравоохранения России. Всего с начала подтопления были эвакуированы более 38 тыс. человек, в том числе – 10 тыс. детей. В Амурской области было отселено более 16 тыс. человек, из них – около 6 тыс. детей; в Еврейской автономной области – порядка 8,8 тыс. человек, из них – 2 тыс. детей; в Хабаровском крае – более 13 тыс. человек, из них – более 2 тыс. детей. МЧС России совместно с Министерством образования и науки организовало детский отдых в Приморском крае, Сахалинской области, а также в Краснодарском крае. Всего в оздоровительные лагеря были направлены почти

3,6 тыс. детей. Подготовлено 82 пункта временного размещения, в 49 из них находились более 2,3 тыс. человек. На всех пунктах временного размещения было организовано круглосуточное горячее питание, оказывалась медицинская и психологическая помощь. Работали детские комнаты и все остальные необходимые объекты инфраструктуры.

Силы и средства РСЧС подразделяются на:

- силы и средства наблюдения и контроля;
- силы и средства ликвидации ЧС.

Силы и средства наблюдения и контроля включают в себя: подразделения органов надзора (за состоянием котлов, мостов, АЭС, газовыми и электрическими сетями и др.), контрольно-инспекционную службу (Минприроды), службы и учреждения ведомств, осуществляющих наблюдение за состоянием природной среды, за потенциально опасными объектами: ветеринарную службу, лабораторный контроль за качеством продуктов питания и пищевого сырья, службу предупреждения о стихийных бедствиях.

В силы и средства ликвидации ЧС входят, в первую очередь, соединения, части и подразделения МЧС России, Министерства Обороны (МО), МВД России, а также силы и средства, принадлежащие другим министерствам и ведомствам, государственным и иными органами, расположенным на территории России.

Основу этих сил составляют спасательные воинские формирования, подразделения поисково-спасательной службы и формирования постоянной готовности МЧС. В настоящее время намечен ряд мероприятий, направленных на их укрепление. Так, в составе спасательных бригад создаются воздушно-десантные отряды [4].

Основу сил и средств РСЧС на всех уровнях составляют:

- силы и средства федеральных органов исполнительной власти;
- силы и средства федеральных органов исполнительной власти субъектов РФ;
- силы и средства органов местного самоуправления;
- силы и средства организаций.
- службы (учреждения) и организации федеральных органов исполнительной власти.

В свою очередь силы и средства наблюдения и контроля состоят из:

– властей, наблюдающих и контролирующих состояние окружающей природной среды, обстановку на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях, а также анализирующих воздействие вредных факторов на здоровье населения:

- формирований Государственного комитета санитарно-эпидемического надзора РФ;
- ветеринарной службы Министерства сельского хозяйства РФ;
- служб (учреждений) наблюдения и лабораторного контроля качества пищевого сырья и продуктов питания Комитета по торговле и Министерства сельского хозяйства РФ;
- геофизической службы Российской академии наук (РАН), оперативных групп постоянной готовности Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и подразделений Министерства РФ по атомной энергии;
- учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны.

Силы и средства ликвидации ЧС состоят из:

– военизированных и невоенизированных, противопожарных, поисковых, аварийно-спасательных, аварийно-восстановительных, восстановительных и аварийно-технических формирований федеральных органов исполнительной власти;

- формирований и учреждений Всероссийской службы медицины катастроф;
- формирований ветеринарной службы и службы защиты растений Министерства сельского хозяйства РФ;

– военизированных служб по активному воздействию на гидрометеорологические процессы Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

– спасательные воинские формирования территориального, местного и объектового уровней;

- специально подготовленных сил и средств ГО, других войск и воинских формирований, предназначенных для ликвидации ЧС;
- аварийно-технических центров Министерства РФ по атомной энергии;
- служб поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов гражданской авиации Федеральной авиационной службы России;
- восстановительных и пожарных поездов Министерства путей сообщения РФ;
- аварийно-спасательных служб и формирований Федеральной службы морского флота РФ (включая Государственный морской спасательно-координационный центр и спасательно-координационные центры), Федеральной службы речного флота России, других федеральных органов исполнительной власти.

В состав этих сил входят аварийно-спасательные формирования, укомплектованные с учётом обеспечения работ в автономном режиме в течение не менее трёх суток и находящиеся в состоянии постоянной готовности (далее – силы постоянной готовности). Силы и средства органов внутренних дел применяются при ликвидации ЧС в соответствии с задачами, возложенными на них законами и иными нормативными правовыми актами РФ и субъектов РФ.

Решениями руководителей организаций и объектов на базе существующих специализированных организаций, служб и подразделений (строительных, медицинских, химических, ремонтных и др.) могут создаваться нештатные аварийно-спасательные формирования, предназначенные для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при ЧС [5].

Действия органов РСЧС

В режиме повседневной деятельности:

- изучают состояние окружающей среды на территории городского округа и прогнозируют ЧС;
- осуществляют сбор, обработку и обмен в установленном порядке информацией в области защиты населения и территорий от ЧС и обеспечения пожарной безопасности;
- участвуют в разработке и реализации целевых и научно-технических программ и мер по предупреждению ЧС и обеспечению пожарной безопасности;
- планируют действия органов управления и сил городского звена (РСЧС), организацию подготовки и обеспечение их деятельности;
- организуют подготовку населения к действиям в ЧС;
- осуществляют пропаганду знаний в области защиты населения и территорий от ЧС;
- организуют работу по созданию, размещению, хранению и восполнению резервов материальных ресурсов для ликвидации ЧС;
- осуществляют контроль готовности городского звена РСЧС к выполнению мероприятий в области защиты населения и территорий городского округа от ЧС и обеспечения пожарной безопасности;
- проводят мероприятия по подготовке к эвакуации населения городского округа, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, их размещению и возвращению, соответственно, в места постоянного проживания либо хранения, а также жизнеобеспечению городского населения в ЧС;
- ведут статистическую отчётность о ЧС муниципального уровня, участвуют в расследовании причин аварий и катастроф, произошедших на территории городского округа, а также выработке мер по устранению причин подобных аварий и катастроф;
- в пределах полномочий органа местного самоуправления осуществляют проверки готовности аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований к реагированию на ЧС;
- участвуют в проведении и организации публичных городских мероприятий [5].

В режиме повышенной опасности:

- проводят усиление контроля за состоянием окружающей среды на территории городского округа, прогнозирование возникновения ЧС и их последствий;
- организуют введение при необходимости круглосуточного дежурства руководителей и должностных лиц органов управления и сил городского звена РСЧС;
- осуществляют непрерывный сбор, обработку и передачу органам управления и силам единой системы данных о прогнозируемых ЧС, информирование населения о приёмах и способах защиты от них;
- принимают оперативные меры по предупреждению возникновения и развития ЧС, снижению размеров ущерба и потерь в случае их возникновения, а также повышению устойчивости и безопасности функционирования организаций в ЧС;
- уточняют планы действий (взаимодействия) по предупреждению и ликвидации ЧС муниципального и объектового уровней и иных документов;
- приводят при необходимости силы и средства городского звена РСЧС в готовность к реагированию на ЧС, формирование оперативных групп и организацию выдвижения их в предполагаемые районы действий;
- организуют проведение при необходимости эвакуационных мероприятий [5].

В режиме чрезвычайной ситуации:

- ведут непрерывный контроль за состоянием окружающей среды на территории городского округа, прогнозирование развития возникших ЧС и их последствий;
- организуют оповещение органов местного самоуправления и организаций, а также населения городского округа о возникших ЧС;
- осуществляют проведение мероприятий по защите населения и территорий от ЧС муниципального и объектового уровней;
- организуют работы по ликвидации ЧС и всестороннему обеспечению действий сил и средств городского звена РСЧС, поддержанию общественного порядка в ходе их проведения, а также привлечению при необходимости в установленном порядке общественных организаций и населения городского округа к ликвидации возникших ЧС;
- осуществляют непрерывный сбор, анализ и обмен информацией об обстановке в зоне ЧС и в ходе проведения работ по её ликвидации;
- организуют и поддерживают непрерывное взаимодействие органов местного самоуправления городского округа с федеральными органами исполнительной власти и организаций по вопросам ликвидации ЧС и их последствий;
- организуют проведение мероприятий по жизнеобеспечению населения городского округа в ЧС [5].

В современных условиях развития общества существует опасность возникновения ЧС не только природного, но и техногенного характера, что обуславливает создание единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций для предупреждения возникновения и развития ЧС, снижения размеров ущерба и потерь от них, ликвидации последствий ЧС в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 11 ноября 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Возложенные на РСЧС официальные задачи и анализ её реальной роли в ЧС различного происхождения позволяют сделать вывод о том, что эта роль сводится к трём целевым функциям системы:

- предупреждение возникновения ЧС;
- снижение потерь и ущерба от ЧС;
- ликвидация последствий ЧС.

Если удастся в достаточной степени выполнить эти целевые функции, государственная, общественная потребность в РСЧС будет удовлетворена.

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

Литература

1. О долгосрочных перспективах развития системы МЧС России (МЧС–2030): Доклад Министра МЧС России В.А. Пучкова на заседании Экспертного совета МЧС России (от 27 нояб. 2012 г.) // Актуальные интервью / Пресс-центр / ГУ МЧС России по Псковской области. URL: <http://60.mchs.gov.ru>. (дата обращения: 20.11.2013).
2. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федер. закон Рос. Федерации от 21 дек. 1994 г. № 68-ФЗ (в ред. от 1 апр. 2012 г.). Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
3. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах: Гос. программа от 3 апр. 2013 г. № 513-р. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
4. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // МЧС России. URL: <http://www.gov.ru/upload/site1/151.rtf> (дата обращения: 23.11.2013).
5. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: Постановление Правительства Рос. Федерации от 30 дек. 2003 г. № 794. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОЛИСПЕКТРАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ИНФРАЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ С ГИПЕРБОЛИЧЕСКОЙ СИММЕТРИЕЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ В ЗАВАЛАХ

Е.М. Богданова;

А.Н. Иванов, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В.Н. Родин, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет МВД России

Рассмотрены проблемы выделения полезного сигнала при поиске людей, которые в результате чрезвычайной ситуации оказались в замкнутом объёме (в завалах), на фоне акустических помех, создаваемых окружающей средой. Приведена упрощённая модель полезного сигнала. Показано, что при решении задачи идентификации сигналов от биологической системы для выявления нелинейной связи хороший эффект может дать использование полиспектральных характеристик сигналов.

Ключевые слова: акустическая энергия, гиперболическая симметрия, инфразвуковые частоты, спектральные характеристики Фурье, спектральные характеристики Меллина, моноспектральный анализ, полиспектральный анализ

APPLICATION OF THE METHOD OF POLYSPECTRAL ESTIMATION OF INFRASONIC SIGNALS WITH HYPERBOLIC SYMMETRY FOR DETECTION OF PEOPLE IN BLOCKAGES

E.M. Bogdanova; A.N. Ivanov.

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

V.N. Rodin.

Saint-Petersburg university of the Ministry of internal affairs of Russia

Problems of allocation of a useful signal are considered by search of people who as a result of an emergency situation appeared in the closed volume (in blockages), against the acoustic hindrances created by environment. The simplified model of a useful signal is given. It is shown that at the solution of a problem of identification of signals from biological system for identification of nonlinear communication the good effect can give use of polyspectral characteristics of signals.

Keywords: acoustic energy, hyperbolic symmetry, infrasonic frequencies, Fourier's spectral characteristics, Mellin's spectral characteristics, monospectral analysis, polyspectral analysis

Задача поиска и обнаружения людей, оказавшихся в результате какой-либо чрезвычайной ситуации (ЧС) в завалах зданий и сооружений, под снежным и селевым покровами, является чрезвычайно важной для спасательных подразделений МЧС России.

Одним из возможных путей решения задачи по обнаружению и идентификации живого организма в замкнутом пространстве является использование механической энергии от объектов обнаружения в диапазоне инфразвуковых и низких звуковых частот.

В качестве физического явления, положенного в основу способа обнаружения живых организмов, используется излучение ими акустической энергии в диапазоне инфразвуковых и низких звуковых частот.

Другой составляющей этого метода является физико-математическая база информационной акустики, формирующая правила обработки сигналов, которые с максимальной полнотой используют априорную информацию о свойствах среды.

Учитывая современное состояние развития техники, создание приборов, позволяющих фиксировать такие сигналы, не представляется особо трудным. В спасательных подразделениях успешно применяются акустические приборы поиска пострадавших «Пеленг» (Россия), «Виброфон» (Франция) и др.

Сложность представляет процесс идентификации сигналов от человека или группы людей, находящихся в замкнутом объёме (в завалах), на фоне акустических помех, создаваемых окружающей средой.

При решении задачи идентификации сигналов от биологической системы хороший эффект может дать использование полиспектральных характеристик сигналов.

В основу исследования механизмов генерации акустических сигналов от живых организмов в области низких частот принят феноменологический подход, поскольку в критических условиях совместимости с жизнью организма доминируют сигналы от сердца, кровеносных сосудов и дыхания, и в первую очередь рассматриваются эти сигналы. В качестве модели генерации сигналов от живых организмов, отражающей природу этих сигналов, примем периодический процесс:

$$E\{s(t)\} = E\{s(t-T)\}, \quad E\{r(t)\} = E\{r(t-T)\},$$

где $E\{\dots\}$ – операция математического ожидания, $E\{s(t_1)\overline{s(t_2)}\} = r(t_1, t_2) = r(t_1 - T, t_2 - T)$ – корреляционная функция, T – период процесса.

Из теории систем известно, что нестационарные системы (к которым относятся и рассматриваемые биологические объекты) описываются дифференциальными уравнениями, которые имеют коэффициенты, зависящие от времени. Но также известно, что решение этих уравнений, если не определены дополнительные условия симметрии, является трудной задачей [1]. Чтобы обойти эту проблему, необходимо из физических соображений задать дополнительные условия симметрии (инвариантности) систем.

Работу сердца и лёгких в первом приближении можно представить как систему, у которой механические свойства (масса и жёсткость) линейно зависят от времени. В указанном случае будет сформирована нестационарная система, которая обладает гиперболической симметрией.

Рассмотрим механическую систему, у которой изменение скорости $f(t)$ происходит по следующим правилам:

$$m \cdot t \frac{df(t)}{dt} + rf(t) + \int_1^t \frac{f(t)}{Gt} dt = e(t),$$

где $m(t) = m \cdot t$ – масса, r – механическое сопротивление, $G(t) = Gt$ – жёсткость системы, $e(t)$ – приложенная сила. Данной моделью можно на фиксированном интервале времени описать поведение одного цикла дыхательной системы и сердца живого организма.

При формировании сигналов от биологических объектов присутствуют нелинейные эффекты. При этом для некоторых классов нелинейных эффектов выполняются многие свойства, присущие линейным системам [2].

Для учёта нелинейных свойств работы сердца и дыхательной системы рассмотрим нелинейный гиперболический объект, аппроксимируемый рядом Вольтера:

$$y(t) = \int_1^{t_n} h_1(\tau_1) x(t/\tau_1) \frac{d\tau_1}{\tau_1} + \int_1^t \int_1^t h_2(\tau_1, \tau_2) x(t/\tau_1) x(t/\tau_2) \frac{d\tau_1}{\tau_1} \cdot \frac{d\tau_2}{\tau_2} + \dots$$

Для исследования нелинейных и нестационарных систем гиперболического типа целесообразно воспользоваться многомерным преобразованием Меллина:

$$C(s) = M(c(t)) \cdot$$

Это позволяет упростить решение уравнений.

Отклик звена системы в частотной области можно записать:

$$Y(s) = \frac{1}{2\pi \cdot i} \int_{p-i\infty}^{p+i\infty} Y(s-s_1, s_1) ds_1 = \frac{1}{2\pi \cdot i} \int_{p-i\infty}^{p+i\infty} U(s-s_1) A(s-s_1) U(s_1) B(s_1) ds_1 \cdot$$

Следовательно, для всей системы в целом в частотной области отклик имеет представление:

$$\begin{aligned} Z(s) &= C(s)Y(s) = C(s) \frac{1}{2\pi \cdot i} \int_{p-i\infty}^{p+i\infty} U(s-s_1) A(s-s_1) U(s_1) B(s_1) ds_1 = \\ &= \frac{1}{2\pi \cdot i} \int_{p-i\infty}^{p+i\infty} U(s-s_1) A(s-s_1) U(s_1) B(s_1) C(s-s_1+s_1) ds_1 \end{aligned}$$

Применяемые при обработке сигналов методы, основанные на анализе спектра мощности (или автокорреляции), не позволяют, при одинаковых условиях резонанса, установить различие между нелинейно связанными и самопроизвольно возбуждаемыми независимыми волнами. Для того чтобы добиться такого разрешения, необходимо воспользоваться спектрами высокого порядка, что позволит сформировать признаки для идентификации живых организмов на фоне помех.

Остановимся на вопросах моноспектрального анализа. Для оценки степени когерентности сигналов по каналам (как минимум двум) будем применять функцию когерентности меллиновских спектров. Это объясняется тем, что при обмене энергией между каналами для гиперболических систем в качестве объектов исследования должны использоваться взаимные меллиновские спектральные плотности. Формирование меллиновского спектра выполняется согласно правилу [3]:

$$M\{s(t)\} = F\{s(\exp(t))\}.$$

Соотношение сводит преобразование Меллина к операции интерполяции сигнала по закону $t \rightarrow \ln(t)$ и операции преобразования Фурье, для которой существует быстрый алгоритм БПФ (алгоритм быстрого вычисления дискретного преобразования Фурье). При оценке взаимных меллиновских спектров в качестве объектов сравнения используют временные характеристики сигналов, заданных в области положительного времени. Это объясняется тем, что при вычислении меллиновского спектра анализируемые процессы определены на луче $(0, \infty)$. Исходя из сказанного, предлагается при длительности спектральной выборки N выбрать шаг дискретизации из условия $\sum_{n=1}^{\infty} a^n = N = \frac{1}{1-a}$, то есть взять $a = 1 - \frac{1}{N}$, равное знаменателю геометрической прогрессии.

Нетрудно видеть, что $|G_{xy}(f)|^2 \leq G_{xx}(f) \cdot G_{yy}(f)$, где $G_{xy}(f)$ – взаимная меллиновская спектральная плотность сигналов по каналам, $G_{xx}(f), G_{yy}(f)$ – спектральные плотности каждого канала.

Теперь можно определить функцию когерентности (называемую иногда квадратом когерентности) для меллиновских спектров. В отличие от известного определения [4] здесь рассматриваются не спектральные характеристики Фурье, а спектральные характеристики Меллина:

$$\gamma_{xy}^2(f) = \frac{|G_{xy}(f)|^2}{G_{xx}(f)G_{yy}(f)} = \frac{|S_{xy}(f)|^2}{S_{xx}(f)S_{yy}(f)}.$$

Функция когерентности для любых f удовлетворяет неравенствам:

$$0 \leq \gamma_{xy}^2(f) \leq 1.$$

Комплексная функция когерентности $\gamma_{xy}(f)$ определяется формулой:

$$\gamma_{xy}(f) = |\gamma_{xy}(f)| e^{-j\theta_{xy}(f)},$$

где

$$|\gamma_{xy}(f)| = \sqrt{\gamma_{xy}^2(f)},$$

а $\theta_{xy}(f)$ – фазовый угол $G_{xy}(f)$.

Как следует из анализа литературных данных, одним из эффективных методов идентификации стационарных объектов является метод полиспектрального оценивания. Традиционно перед этим методом ставились следующие задачи:

- измерения отклонения анализируемого временного ряда от нормального процесса;
- оценки фазы сигналов;
- выявление и описание свойств нелинейных механизмов, порождающих временные ряды [5].

Для применения метода полиспектрального оценивания для систем с другой формой симметрии разработаны соответствующие математические модели, обеспечивающие оценивание информативных параметров организма человека.

Однако прежде чем перейти к решению задачи идентификации сигналов от живых организмов, остановимся на решении задачи обращения влияния канала на сигнал.

Сначала рассмотрим линейную, но не инвариантную во времени систему. Поставим задачу определения входного воздействия по её измеренному отклику, или иначе задачу обращения воздействия. Системы, решающие обратную задачу анализа, называют инверсными системами:

$$x(t) + \int_0^t h(t, \tau)x(\tau)d\tau = g(t), \quad (1)$$

где h – непрерывная функция двух переменных t и τ при $t > 0, 0 < \tau < t$.

Полагая, что:

$$\begin{aligned} h^{(2)}(t, \eta) &= \int_{\eta}^t h(t, \tau)h(\tau, \eta)d\tau \\ h^{(n)}(t, \eta) &= \int_{\eta}^t h^{(n-1)}(t, \tau)h(\tau, \eta)d\tau \end{aligned},$$

найдем ядро уравнения:

$$-k(t, \eta) = h(t, \eta) - h^{(2)}(t, \eta) + \dots + (-1)^{n-1}h^{(n)}(t, \eta) + \dots,$$

где окончательно решение уравнения даётся формулой [6]:

$$x(t) = g(t) + \int_0^t k(t, \tau)y(\tau)d\tau.$$

Таким образом, уравнение (1) может обратить сигнал в том смысле, чтобы исключить влияние канала на сигнал. Следует также заметить, что для обращения необходимо иметь модель импульсной характеристики канала $h(t, \eta)$. Следует также иметь в виду, что каналы распространения сигналов от живого организма, как правило, дисперсные, то есть скорость распространения зависит от частоты.

Пусть $H(f)$ – частотная характеристика линейного фильтра моделирующего канал.

Представим её в виде:

$$H(f) = 1 + iM(f), \quad M(f) = D(f) + iA(f),$$

$$H(f) = \sqrt{(1-A(f))^2 + D^2(f)} \exp(i\theta(f)),$$

где $D(f)$ называется дисперсивной частью, а $A(f)$ – абсорбтивной частью, $\theta(f)$ – фазовый угол фильтра. Такая терминология оправдана следующими соображениями:

Пусть $s(t) = s_0 \cos 2\pi ft = \operatorname{Re}(s_0 \exp(i2\pi ft))$, то есть $s(t)$ – чисто синусоидальное «физическое» напряжение. Тогда, учитывая, что для фильтра $H(f)^* = H(-f)^*$, $\operatorname{Re}(H(f)) = \operatorname{Re}(H(-f))$, $\operatorname{Im}(H(f)) = -\operatorname{Im}(H(-f))$, имеем на выходе напряжение:

$$\begin{aligned} x(t) &= \operatorname{Re}\{s_0\{H(f)\exp(i2\pi ft)\}\} = \operatorname{Re}\{H(f)\exp(i2\pi ft)\} = \\ &= \operatorname{Re}(s_0\{(1-A(f)+iD(f))\exp(i2\pi ft)\}) = \\ &= s_0((1-A(f))\cos(2\pi ft) - D(f)\sin 2\pi ft). \end{aligned}$$

Таким образом, $s_0 A(f)$ – потеря (или прирост) амплитуды первоначальной входящей «волны» (при поглощении или усилении её), а $D(f)\sin 2\pi ft$ – новая, сдвинутая по фазе «волна», появившаяся на выходе.

При описании каналов пользуются дисперсионным соотношением. Дисперсионное соотношение – это условия, связывающие дисперсивную часть $D(f)$ в точке f_0 с интегралом от абсорбтивной части по всем частотам, взятым с весом $1/(f-f_0)$.

Формально дисперсионное соотношение записывается [7]:

$$D(f_0) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} A(f_1) \frac{1}{f_0 - f_1} df_1 = \left(A(f) * -\frac{1}{\pi f} \right) (f_0).$$

Заметим, что интеграл поднимется в смысле главного значения.

Дисперсионное соотношение – важное средство для синтеза электрических схем (например, приближённой реализации фильтра с заданной частотной характеристикой с помощью четырёхполюсников).

На практике дисперсность обычно приводит к увеличению скорости распространения сигнала с ростом частоты. Поэтому, если входной сигнал $x(t)$ проходит через дисперсную среду, то высокочастотные составляющие $x(t)$ достигнут приёмника $y(t)$ быстрее, чем низкочастотные. Скорость распространения импульса сигнала называется групповой скоростью c_g , которая связана с фазовой скоростью c_f , но не равна ей.

Групповая скорость волн изгиба, проходящих по балке, даётся соотношением [4]:

$$c_g = 2\sqrt{1.8hfc},$$

где c – скорость продольных волн, h – толщина балки.

При использовании взаимной корреляционной обработки выделяются два пути распространения сигнала. В дисперсном случае передаточная характеристика уже не будет линейно зависеть от частоты, но будет иметь другой вид, определяющий характер распространения сигнала в зависимости от частоты. Например, в случае, когда акустическая энергия распространяется по балке, имеет место набег фазового угла равный:

$$\theta(f) = 2\pi fR / c_g = \pi r \sqrt{f} / \sqrt{1.8hc}.$$

Поэтому одним из признаков наличия человека будет пропорциональность фазы квадратному корню из частоты.

Во многих случаях акустическая энергия может распространяться по неоднородным каналам с двумя и более скоростями. В механических конструкциях распространение

энергии может происходить в виде как бездисперсных продольных волн, так и дисперсных волн изгиба. Динамическая энергия может распространяться, например, в завалах здания через конструкции, при этом продольные волны распространяются через бетон и стержни арматуры, а волны изгиба через конструкцию в целом. Ожидается, что взаимно-ковариационный анализ сигналов в полосах шириной в октаву при центральных различных частотах позволит определить вклад каждой из этих составляющих. Продольные волны легко отличить от волн изгиба, так как они бездисперсные, и поэтому их время запаздывания одинаково на всех частотах.

Теперь исследуем методы полиспектрального оценивания для сигналов, формируемых от гиперболических систем. Известно, что из-за квадратичной нелинейности фазовая связь между составляющими двух частот процесса приводит к появлению вклада в мощность на частоте, равной их сумме (условие резонанса). Такая связь оказывает влияние на последовательность семиинвариантов (моментов) третьего порядка, и поэтому для выявления и описания подобных нелинейных эффектов используется биспектр.

В настоящее время известны данные применения биспектра в океанографии, геофизике и науках о Земле, пассивной гидролокации, медицине, связи и обработке речи. Методы цифровой обработки сигналов, разработанные на основе использования спектров высоких порядков, применяются для оценивания фазы сигналов и обращения свёртки, обнаружения сигналов, идентификации нелинейных, неминимально-фазовых цепей и импульсно-пачечных процессов, оценивания моментов вступления сигналов и выявления квадратичной фазовой связи, а также различения звонких и фрикативных фонем речи [8].

Хотя в области оценивания с помощью спектров высокого порядка проведена значительная работа, главным образом группой специалистов по математической статистике, она нуждается в дальнейших исследованиях и пока ещё далека от тех успехов, какие достигнуты в области методов оценивания спектров мощности. Существует весьма настоятельная потребность в разработке более эффективных и быстрых методов оценивания спектра Меллина высокого порядка (СМВП) и выявлении прикладных задач, при решении которых могли бы быть получены непосредственные выгоды от их применения. В то же время следует отметить, что отсутствие достаточно общей теории, дающей полное представление о возможностях полиспектров и трудностях вычислительного и статистического характера, связанных с их применением, отчасти способствует пессимистическому отношению к полиспектрам [7]. Пожалуй, наиболее распространённая причина неудовлетворенности – это трудность вычисления и интерпретации спектров высоких порядков в целом. Однако понимания и правильного истолкования полиспектров легко добиться, располагая хорошей моделью или имея полное представление о внешних условиях, порождающих наблюдаемые данные.

Известны методы полиспектрального оценивания, применяемые к определению временной задержки [7]. Распространим эти методы на оценку параметра сжатия (раширения).

Пусть $\{x(t)\}$ и $\{y(t)\}$ – две последовательности результатов измерений с помощью датчиков, удовлетворяющие уравнениям:

$$y_1(t) = s(t) + n_1(t), y_2(t) = \sqrt{\alpha} s(\tau\alpha) + n_2(t), \quad (2)$$

где $s(t)$ – сигнал, $\sqrt{\alpha} s(\tau\alpha)$ – тот же сигнал, но со сжатием, а $n(t)$, $n_1(t)$, $n_2(t)$ – неизвестные источники шума. Задача состоит в оценке параметров α и τ по конечным записям $\{x(t)\}$ и $\{y(t)\}$.

Если источники шума представляют собой независимые случайные процессы с нулевым средним, то основная операция по «сравнению степени сходства» между $\{x(t)\}$ и $\{y(t)\}$ состоит в определении мультипликативной и аддитивной взаимных корреляций, которые в идеальном случае описываются соотношениями:

$$r_{xy}(\mu) = E(x(t\mu)y(t)). \quad (3)$$

В точках $\mu = \alpha$ взаимные корреляционные функции достигают максимума. Действительно, соотношения (3) можно записать:

$$\begin{aligned} r_{xy}(\mu/\alpha) &= E\left(\int S(f_1)\exp(-i2\pi f_1 \ln(t\mu))d\eta(f_1)\overline{\int S(f_2)\exp(-i2\pi f_2 \ln(t\alpha))d\eta(f_2)}\right) = \\ &= \int |S(f_1)|^2 \exp(-i2\pi f \ln(\tau\mu/\alpha))df = M^{-1}\{|S(f)|^2\}(\mu/\alpha) \end{aligned}$$

где $d\eta(f_1)$ – стандартная стохастическая мера, $E\{d\eta(f_1)d\eta(f_2)\} = \delta(f_1 - f_2)$.

Видно, что функцию $|S(f_1)|^2 \exp(-i2\pi f \ln(\mu/\alpha))$ можно интерпретировать как взаимные спектры Меллина относительно двух каналов. В прикладных задачах из-за конечной длительности записей выборок, оценки корреляционных функций флуктуируют. Для улучшения формы функции взаимной корреляции применяют операции сглаживания оценок и весового умножения входных данных. Для оценивания параметров предложены также методы, в которых используются функции автокорреляции и взаимной корреляции. К ним относятся такие методы, как метод наименьших квадратов и метод винеровской фильтрации [9]. Каждому из названных методов присущи определённые недостатки, зависящие от характера сигнала и источников шума.

В тех случаях, когда сигнал можно считать негауссовским случайным стационарным процессом, а источники шума $\{n(t)\}$ – независимыми стационарными гауссовскими процессами, степень сходства между $\{x(t)\}$ и $\{y(t)\}$ можно также «сравнивать» в областях спектров высоких порядков, например биспектра или триспектра. Заметим, что самоизлучающиеся сигналы от сложных механических систем содержат сильные квазипериодические составляющие и поэтому могут рассматриваться как негауссовские сигналы [10]. Основным аргументом в пользу применения спектров высоких порядков в задачах оценивания мультипликативного параметра и задержки при названных выше допущениях послужил тот факт, что они применимы для гипотезы негауссова шума. Если сигналы $x(t)$ и $y(t)$ задать соотношениями (2), то справедливы следующие тождества для мультипликативной симметрии:

$$rm_{x_1y_1x_2y_2}(\alpha) = E(x_1(t\alpha)y_1(t)\overline{x_1(t\alpha v)y_1(tv)}) = rm_{x_1y_1}(\alpha)\overline{rm_{x_1y_1}(\alpha)} = |rm_{x_1y_1}(\alpha)|^2. \quad (4)$$

Из анализа (4) можно сделать вывод, что сформированные корреляционные функции отличаются от взаимных корреляционных функций нулевого порядка квадратичной зависимостью. Известно, что квадратичный отклик корреляционной функции увеличивает разрешающую способность измерителя мультипликативного параметра. Но необходимо признать, что последнее достигается за счёт уменьшения выходного отношения сигнал-помеха обнаружителя.

Литература

1. Наймарк М.А. Теория представления групп. М.: Наука, 1976. С. 558.
2. Ковтуненко С.В., Левин Э.А., Сапрыкин В.А. К вопросу представления гидроакустических сигналов // Труды СГ-5. Новосибирск. 1974. С. 116–119.
3. Ремли В. Влияние доплеровской дисперсии на обнаружение и разрешающую способность при использовании согласованных фильтров // Труды института инженеров по электронике и радиоэлектронике. 1966. Т. 54. № 1. С. 39–46.

4. Сапрыкин В.А., Тынянкин С.И. Функция неопределённости Меллина // Радиотехника. 1990. № 11. С. 6.
5. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М.: Наука. 1967. С. 478.
6. Гельфанд И.М., Граев М.И., Пятецкий-Шапиро И.И. Теория представлений и автоморфные функции. М.: Наука. 1966. С. 512.
7. Назаренко А.А. О порядке убывания на бесконечности функции, преобразование Фурье которой локализовано на пространственной кривой: матер. IX Межвуз. науч.-техн. конф. «Военная радиоэлектроника: опыт использования и проблемы, подготовка специалистов». Петродворец: Воен.-морск. ин-т радиоэлектроники им. А.С. Попова, 1998. С. 52.
8. Бараненко А.А. К вопросу о представлении широкополосных сигналов: тр. науч.-техн. конф. «Проблемы современной радиоэлектроники». Петродворец, 1995. С. 21–23.
9. Журден Г., Журден Ж. Характеристика акустических каналов связи с подводной лодкой / Подводная акустика и обработка сигналов: сб. М.: Мир, 1985. С. 459–463.
10. Бараненко А.А., Назаренко А.А. Метод быстрого вычисления спектра Меллина: матер. X Воен. науч.-техн. конф. СПб.: С.-Петербург. высш. воен. инж. училище связи, 1998. С. 221.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

**М.И. Гвоздик, кандидат технических наук, профессор;
Д.П. Сафонов.**
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены возможности применения беспилотных летательных аппаратов при чрезвычайных ситуациях, примеры использования беспилотных летательных аппаратов в мире, а также рассмотрен пример наиболее удачной компоновки.

Ключевые слова: мультикоптер, беспилотный летательный аппарат, квадрокоптер

STUDY THE POSSIBILITY OF USING UNMANNED AERIAL VEHICLES IN EMERGENCIES

M.I. Gvozdic; D.P. Saphonov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article discusses the possibility of using unmanned aircraft disaster, examples of the use of unmanned aerial vehicles in the world.

Keywords: multicopter, unmanned aerial vehicle, quadcopter

Использование авиации при аварийно-спасательных работах

Статистика свидетельствует об увеличении количества опасных ситуаций в России и мире. Эти обстоятельства заставляют граждан и соответствующие организации быть в постоянной готовности к чрезвычайным ситуациям (ЧС).

Главное в такой ситуации – время. Поиск и спасение людей попавших в беду – непростая задача. Чем быстрее силы спасения придут к месту аварии, тем больше человеческих жизней будет спасено.

Неоспоримым по скорости и маневренности средством в аварийно-спасательной и поисково-спасательной работе является вертолёт.

К аварийно-спасательным и поисково-спасательным работам относятся:

- работы, связанные с поиском и спасением;
- горно- и газоспасательные работы;
- поиск и спасение;
- лесоавиационные работы;
- работы по ликвидации фонтанов на нефтяных скважинах;
- аварийно-спасательные работы в очагах пожара;
- работы по ликвидации последствий ЧС.

Например, в Алматинской области 12 марта 2010 г. в ходе кызылагашской трагедии, развернувшейся в 5 населённых пунктах, поисково-спасательные операции выполнялись на вертокрылых машинах.

Вертолёт патрулировал участки затопления, разыскивая пострадавших, облетали с целью изучения текущей ситуации опасные участки, в затоплённых местах снимали с крыш людей, перевозили через реки в местах переправ жителей, так как мосты были снесены бурлящими потоками, совершали санитарные полёты.

Находящимся на дальних пастбищах и отрезанным от снабжения чабанам сбрасывали провиант, медикаменты, а для скота – фураж. Как подчеркнул Министр по ЧС Республики Казахстан Владимир Божко и Аким (глава местного исполнительного органа власти в Казахстане, Киргизии и Узбекистане) области Серик Умбетов, именно мастерство пилотов и оперативное использование вертолётов спасло жизнь людей и животных.

Большую востребованность имеют санитарные полёты, а так же поиск и спасение. В ходе их осуществляется многогранная деятельность: обеззараживание очагов поражения, обеспечение питанием населения, утилизация заражённого продовольствия, действия по предотвращению эпидемии, санитарная обработка людей.

Незаменим вертолёт и для такой специфической работы как лесоавиационная. Это большой спектр работ, осуществить которые без вертолёта просто невозможно.

Например, авиационная охрана лесов от пожаров предполагает целый комплекс мероприятий: патрулирование с целью раннего выявления очагов возгорания, тушение очагов непосредственно теми средствами, которые находятся на борту вертолёта, доставка людей и спецтехники к месту пожара или опасной зоны.

К лесоавиационным работам также относится аэрофотосъёмка лесов, с помощью которой проводится аэротаксация лесов, лесопатологическое и фенологическое обследование.

Аэротаксация лесов имеет большое значение для экономики отрасли. Это метод лесоучётных работ, описание лесных запасов, в результате которого вычисляется количество древесины разной категории. Кроме этого, аэротаксация позволяет разметить просеки, сделать полную инвентаризацию лесного массива. Без вертолёта, особенно в горных районах, в каменистых и заболоченных местах сделать это невозможно.

Сейчас ни у кого не вызывает сомнения тот факт, что вертолёты становятся востребованным средством во всё более широком спектре экономики.

Возможности использования полётного модуля

Полётный модуль может использоваться при проведении следующих аварийно-спасательных работ:

- работы, связанные с поиском;
- лесоавиационные работы;
- аварийно-спасательные работы в очагах пожара;
- работы по ликвидации последствий ЧС.

Так же полётный модуль может быть использован при проведении надзорной деятельности.

При выполнении работ, связанных с локальным поиском пострадавших при ЧС, полётный модуль способен оперативно обнаружить и доставить информацию о местонахождении людей, попавших в ЧС, с указанием координат.

При лесоавиационных работах полётный модуль способен в автономном режиме проводить аэрофотосъёмку по заданному маршруту, с записью фото- и видеоданных.

При аварийно-спасательных работах в очагах пожара полётный модуль способен провести первичную оперативную разведку местности, снять с высоты оперативную (при соответствующем оборудовании – тепловую) карту местности, обеспечить «эффект визуального присутствия» оперативного дежурного на месте проведения работ [1].

При ликвидации последствий ЧС полётный модуль способен проводить аэрофотосъёмку местности для проведения последующей оценки проделанных работ.

Использование летательных аппаратов многовинтовой схемы в мире

В феврале 2010 г. опубликованы данные об использовании квадрокоптера [2] (четырёхвинтовой [3] летательный аппарат) AirRobot AR100B [4] в полиции графства Мерсисайд на западе Англии (рис. 1).



Рис. 1. AirRobot AR100B

Будучи оснащённым системой видеонаблюдения и тепловизионной камерой, он помог сотрудникам полиции разыскать подозреваемого автомобильного вора в густом тумане. Кроме того, по заявлению полиции, «аппараты могут быть использованы для различных целей, от серьёзных инцидентов с огнестрельным оружием и заложниками, до контроля больших общественных мероприятий и футбольных матчей». Сообщается, что сначала были проблемы с получением разрешения на использование беспилотных аппаратов [5] для целей наблюдения от Управления гражданской авиации (CAA). Этот аппарат разработан компанией AirRobot UK, которая является частью организации AirRobot с офисами в Дортмунде и Нью-Йорке. Технология аппарата первоначально была предназначена для военной разведки. Он практически бесшумный и может работать с видеокамерой и системой ночного видения с передачей изображения в реальном времени. Благодаря малой массе и размерам он обслуживается одним человеком. Кроме полицейских задач, аппарат пригодится для пожарно-спасательных служб при контролировании ситуаций в опасных условиях. У компании уже есть опыт применения AR100B для военных целей.

Как сообщается, «большое количество систем развёрнуто в военных операциях в различных частях мира» [4].

Недавним громким примером использования мультикоптеров в интересах наркополицейской стала операция применения аппарата Scout при пресечении трафика наркотиков в Центральной Америке (рис. 2). Этот квадрокоптер, разработанный в 2007–2009 гг., поставляет небольшая канадская фирма Aeyon Labs (Ватерлоо, Онтарио). Компания неоднократно подчёркивала, что поставляет готовые специализированные решения и видит основным целевым рынком своей продукции именно правоохранительную сферу, но в основном в таких регионах, как Центральная Америка, Индия и Ближний Восток, где аэронавигационные правила не столь строгие и полиция имеет больше возможностей покупать подобные разведывательные беспилотники. Во время операции Scout продемонстрировал эффективность, надёжность и простоту использования при весьма низких затратах. Во время операции наркополицейской была обнаружена в джунглях база наркоторговцев, и с помощью Scout получено изображение местности для фиксации возможных маршрутов побега и угроз для группы захвата на территории базы. «Квадрокоптер имеет интеллектуальную систему определения своего местоположения и способен автоматически делать поправки на влияние ветра, скорость которого может достигать десятки километров в час», – заверяет президент компании Дэйв Кротш. – Аппарат не боится ни дождя, ни жары, ни холода и имеет стабилизированный подвес для бортовой камеры» [5].



Рис. 2. Операция Scout

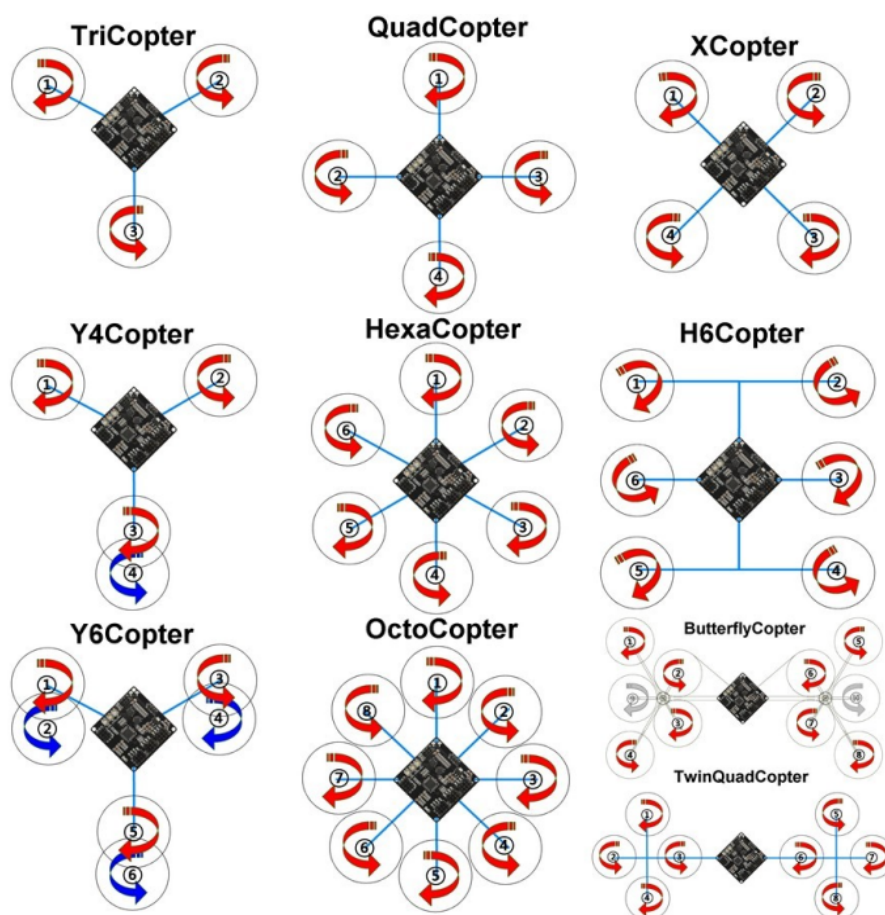
Общий принцип построения моделей многовинтовой схемы.

Принцип работы схемы летательного аппарата на нескольких несущих винтах

В большинстве случаев летательный аппарат на нескольких несущих винтах представляет из себя металлическую, или углепластиковую раму, с парным количеством моторов (наиболее популярны с 4 и 6 роторами соответственно).

Электрические трёхфазные бесколлекторные моторы на 7 000–25 000 оборотов в мин развивают тягу, достаточную для удержания в воздухе всей необходимой аппаратуры. В зависимости от количества и мощности моторов, эта тяга может быть от сотен грамм до десятков килограмм.

В большинстве случаев используется чётное количество роторов для равномерной компенсации вращательного момента: половина пропеллеров крутится в одном направлении, половина – в обратном (для этих же целей у классического вертолёта предусмотрен хвостовой винт) (рис. 3).



Таким образом, для наклонов аппарата вправо-влево и вперёд-назад («крен» и «тангаж») достаточно уменьшить скорость вращения моторов с одной стороны, и увеличить – с другой, а если увеличить скорость моторов «через один», вращательный момент одних не будет скомпенсирован другими, и аппарат будет поворачиваться вокруг вертикальной оси вправо-влево («рысканье») [6].

Схема на нескольких несущих винтах имеет перед классической моделью вертолёта следующие преимущества:

- более сложная конструкция (пример автонаклона вертолётной схемы);
- рулевой винт отбирает часть мощности двигателя (до 10 %) и вместе с тем не даёт ни подъёмной силы, ни тяги, направленной вперёд;
- воздушный поток от несущего винта ухудшает характеристики рулевого винта, вследствие этого рулевой винт стараются размещать как можно выше на хвостовой балке;
- рулевой винт является весьма уязвимым при полётах вблизи земли.

Преимущества трёхвинтовой схемы в сравнении с четырёхвинтовой схемой:

- повышенная манёвренность по оси «рысканья», которая у симметричных схем является самой медленной и неточной;
- понижение веса за счёт использования всего трёх моторов;
- большое расстояние между передними роторами позволяет поместить камеру так, что пропеллеры не будут попадать в поле зрения, не вынося её далеко от центра модели;
- небольшой размер уменьшает парусность модели, продлевая время полёта и упрощая навигацию.

При использовании трёхвинтовой схемы невозможно компенсировать крутящий момент с помощью пар, вращающихся в противоположном направлении, как это делается при использовании четырёх-шести-восьми и других парных винтовых схем. В трёхвинтовой схеме используется механизм наклона заднего ротора, позволяющий отклонять его вектор тяги от вертикали и таким образом управлять рысканьем [7].

Недостаток приведённой концепции модели заключается в повышенной механической сложности в сравнении с симметричной схемой. Требуется установка шарнира для крепления заднего мотора, привод для управления шарниром. Так же уменьшается возможная полезная нагрузка.

Необходимыми техническими характеристиками полётного модуля являются:

- высокая манёвренность;
- долгое время автономной работы;
- компактность.

Высокая манёвренность необходима полётному модулю для навигации в условиях недостаточной видимости, сложных метеоусловиях, при работах в ограниченном пространстве.

Длительное время автономной работы даёт возможность полётному модулю передать большое количество аудио- и графических данных.

Компактность в совокупности с высокой манёвренностью позволяет проводить работы в недоступных человеку местах. Вышеперечисленными качествами обладает трёхвинтовая схема полётного модуля.

Компактный полётный модуль на трёхвинтовой схеме, имеющий высокую манёвренность и длительное время автономной работы, может быть использован при решении комплекса задач как по предупреждению, так и при ликвидации последствий ЧС:

- работы, связанные с поиском;
- лесоавиационные работы;
- аварийно-спасательные работы в очагах пожара;
- надзорная деятельность.

Литература

1. Точилов Л. Системы управления БЛА. URL: http://www.ispl.ru/Sistemy_upravleniya-BLA.html (дата обращения: 18.01.2014).
2. Казарьян Б., Медведь А. Беспилотники BBC США // Крылья Родины. 2012. № 3–4. С. 114–119.
3. Казарьян Б., Медведь А. 2012. № 5. С. 94–100.
4. Казарьян Б., Медведь А. 2012. № 1–2. С. 70–75.
5. Беспилотные аппараты // Уголок неба: авиационная энциклопедия. URL: <http://www.airwar.ru/bpla.html> (дата обращения: 20.01.2014).
6. Беспилотная авиация. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/UAV> (дата обращения: 20.01.2014).
7. Текнол: интегрированные навигационные системы XXI в. URL: <http://teknol.ru/products/aviation/uav/> (дата обращения: 19.01.2014).



ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ В КОНТЕКСТЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**И.Л. Данилов, кандидат физико-математических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Даны представления о перспективных и нерешённых задачах и проектах; приведены основные достижения в области физики с точки зрения инженерных и прикладных вопросов, проблем при проведении физических исследований и испытаний на современном этапе развития науки; рассмотрены общеполитические вопросы применения излагаемого материала при проведении научных исследований и выборе решений для комплексных специальных технических и инженерных задач.

Ключевые слова: основные достижения физической науки, общеполитические вопросы в физике, физико-математические аспекты экологии, перспективные научные задачи

PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF THE PHYSICAL THEORIES IN THE CONTEXT OF THE ENGINEERING TASKS OF PROVIDING GLOBAL SAFETY

I.L. Danilov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

There are considered the structure of study physics, achievements of the modern physics in the district of theoretical problems and practical applications, general philosophical questions of physical and applied investigations, perspective and undecided tasks of physics.

Keywords: achievements of the modern physics, philosophical questions of physics, physical and mathematical aspects of ecology, perspective and undecided tasks

Достижения физики, нерешённые проблемы, перспективные задачи

Со времени выхода в свет труда Исаака Ньютона «Математические начала натуральной философии» (1687 г.), в котором впервые сформулированы основные законы механики и закон всемирного тяготения, прошло более 325 лет. За это время Физика прошла путь от малой части философской науки и лишь макроскопического изучения явлений природы до самостоятельной важнейшей науки, исследующей материю на уровне элементарных частиц.

Однако, несмотря на огромные успехи, которых Физика достигла к настоящему моменту времени, современная физика и астрофизика стоят перед целым рядом нерешённых

проблем. Например, к таким проблемам относятся – удержание высокотемпературной плазмы при температуре более миллиарда градусов для создания управляемой термоядерной реакции; создание лазеров с высоким коэффициентом полезного действия и широким диапазоном перестраиваемости излучения по частоте; получение высокотемпературной сверхпроводимости; выделение и доказательство реального существования кварков и глюонов; изучение природы квазаров и «чёрных дыр»; построение квантовой теории тяготения и получения антигравитации ...

Эти и многие другие проблемы ещё требуют дальнейших исследований и разработок учёных и инженеров, работающих в соответствующих областях физики [1–4].

Вопросы общей теории относительности, физики элементарных частиц и космологии. Перспективы создания общей теории материи

Содержание многих физических теорий выходит далеко за рамки чисто технических, естественно-научных их положений. Одной из наиболее ярких представительниц подобных учений является общая теория относительности Альберта Эйнштейна.

В обсуждение основных положений и выводов теории относительности включились самым активным образом философы. С одной стороны, теория относительности затрагивает самые общие мировоззренческие вопросы, такие как вопрос о сущности пространства и времени, об относительности и абсолютности законов природы и т.д. С другой стороны, она не имела и не имеет до сих пор решающих подтверждений на опыте и играет весьма ограниченную роль в практике физических исследований, так что признание её или непризнание тем или иным физиком или философом в значительной степени зависит от его личных общих методологических позиций.

Из основных положений теории относительности получается, что представление телесного объекта есть творение человеческого ума, притом произвольное, вызванное определённым комплексом ощущений. О том, что этот комплекс ощущений вызван действительно существующими реальными телами, Эйнштейн не упоминает, и выходит, что этому комплексу ощущений не соответствует ничто объективно существующее.

Интересное идеалистическое толкование получил также вывод теории относительности о связи массы и энергии. Полученное Эйнштейном соотношение $E=mc^2$ стали рассматривать как факт, указывающий на происходящие в природе процессы превращения массы в энергию. Но, так как массу тела в то время ещё часто понимали как меру содержащейся в нём материи, как «количество материи», то указанное соотношение было воспринято как доказательство превращения материи в движение, а, следовательно, как доказательство уничтожаемости и сотворимости материи. То есть, доказательства возможности божественного сотворения мира.

Надо отметить, что сам Эйнштейн в первое время более осторожно истолковывал соотношение $E=mc^2$. Он говорил о нём, как о доказательстве связи между массой и энергией, свидетельствующим лишь о том, что масса и энергия являются проявлением одного и того же свойства материи.

Однако основные принципы общей теории относительности всё же давали повод для научного обоснования религиозно-философских течений.

Напомним, что в основу общей теории относительности Эйнштейн положил принцип эквивалентности, который понимался им как принцип невозможности провести различие между силами инерции и силами тяготения вообще. В качестве обоснования приводился пример с наблюдателем, находящимся в лифте и якобы не имеющим никаких средств для определения, движется ли лифт и действует ли в нём сила инерции или же внутри него существует поле тяготения. Таким образом, принцип эквивалентности был представлен как результат ощущений наблюдателя, а вся теория приобретала субъективную окраску как теория переживаний наблюдателя. И, далее, Эйнштейн говорил об относительности всякого,

а не только инерционного движения, что отразилось и в названии – общая теория относительности.

В одной из своих работ Эйнштейн пишет « ... если считать, что поведение тел в ускоренной системе отсчёта обусловлено как бы «истинным» полем тяготения (а не только кажущимся), то эту систему отсчёта можно считать «инерциальной» с тем же правом, как и первоначальную систему. Если считать возможными любые гравитационные поля, простирающиеся сколь угодно далеко и не ограниченные предельными условиями, то понятие инерциальной системы становится бессодержательным. Понятие «ускорение по отношению к пространству» теряет тогда всякий смысл, а с ним и принцип инерции». В связи с этим он ставит своей задачей сформулировать законы физики таким образом, «чтобы они были действительны для произвольно движущихся координатных систем» [5, 6].

Однако, по мнению многих учёных, идею о равноправности любых систем координат Эйнштейну не удалось провести последовательно. Она свелась к равноправности всех систем координат лишь в бесконечно малых пространственно-временных областях, что привело к разработке теории тяготения.

Но, несмотря на то, что идея о равноправности всех без исключения координатных систем потеряла своё первоначальное содержание, она была подхвачена и широко обсуждалась.

В литературе, особенно популярной, появились даже заявления о том, что Эйнштейн доказал равноправность представлений Птолемея и Коперника, что из теории относительности будто бы следует беспредметность спора между последователями Птолемея и Коперника, а значит не имела смысла и борьба Галилея с церковью за гелиоцентрическое мировоззрение.

Теория относительности была использована и для обоснования некоторых религиозных положений. Формальное рассмотрение времени как четвёртой координаты пространственно-временного континуума дало повод для развития идеи о некоем четвёртом измерении и о загробной жизни как о существовании в некотором другом пространстве, расположенном «параллельно» нашему пространству по четвёртой координате четырёхмерного мира.

Впрочем, существовала и другая точка зрения, что объективное содержание теории относительности не имеет ничего общего ни с религией, ни с идеализмом. Среди таких учёных можно отметить М. Планка. Он усматривал философское значение теории относительности не в том, что она будто бы утверждала субъективность пространственно-временных соотношений и физических законов вообще, а, наоборот, в том, что эта теория отражала законы природы в ещё более объективной форме. Согласно этой теории физические законы приобретали инвариантную форму, не зависящую от выбора системы отсчёта, а значит и не зависящую от наблюдателя. Вот в этом, по мнению Планка, и заключалось обаяние общей теории относительности.

Солидарен с Планком был и русский учёный математик Н.А. Умов, который считал, что теория относительности приводит к более глубокому пониманию объективно существующих, не зависящих от наблюдателей законов природы.

С течением времени, по мере того как теория относительности всё шире и шире стала применяться в практике физических исследований, среди физиков становилось всё меньше и меньше её противников. Эта теория стала общепризнанной физической теорией. Однако борьба вокруг её понимания, вокруг её философского толкования не прекращается до сих пор.

Если всё же обобщить большинство мнений, то следует признать, что из теории относительности не вытекает ни отрицание существования объективного мира, ни отрицание объективности познания природы. Теория относительности не отрицает также абсолютности времени и пространства, материи и движения в смысле их объективного, независимого от человеческого сознания существования. Действительное, научно-физическое содержание теории относительности представляет собой шаг вперёд в деле раскрытия диалектических закономерностей природы.

В одной из статей по философским вопросам квантовой механики известный учёный Гейзенберг также высказался за признание реальности окружающего мира. «... Физик, – заявляет Гейзенберг, – должен постулировать в своей науке, что он изучает мир, который не он изготовил и который существовал бы без значительных перемен, если бы этого физика вообще не было».

Эволюция Вселенной

Вселенная – это весь существующий материальный мир, безграничный во времени и пространстве и бесконечно разнообразный по формам, которые принимает материя в процессе своего развития. Вселенная, изучаемая астрономией, – часть материального мира, которая доступна исследованию астрономическими средствами, соответствующими достигнутому уровню развития науки (иногда эту часть Вселенной называют Метагалактикой).

Метагалактика – это часть Вселенной, доступная современным астрономическим методам исследований. Метагалактика содержит несколько миллиардов галактик.

Галактика (от греч. *galaktikos* – млечный) – это звёздная система (спиральная галактика), к которой принадлежит Солнце. Галактика содержит не менее 10^{11} звезд (общей массой 10^{11} масс Солнца), межзвёздное вещество (газ и пыль, масса которых составляет несколько процентов массы всех звезд), космические лучи, магнитные поля, излучение (фотоны). Большинство звезд занимает объём линзообразной формы поперечником около 30 тыс. пк (пк – парсек = 3,2616 световых лет), концентрируясь к плоскости симметрии этого объёма (галактической плоскости) и к центру (так называемая плоская подсистема Галактики). Меньшая часть звезд заполняет почти сферический объём радиусом около 15 тыс. пк (так называемая сферическая подсистема Галактики), концентрируясь к центру (ядру) Галактики, который находится от Земли в направлении созвездия Стрельца. Солнце расположено вблизи галактической плоскости на расстоянии около 10 тыс. пк от центра Галактики. Для земного наблюдателя звезды, концентрирующиеся к галактической плоскости, сливаются в видимую картину Млечного Пути.

Эволюция Вселенной по современным космологическим теориям связана с теорией большого взрыва.

Большой взрыв, по современным представлениям, – это состояние расширяющейся Вселенной в прошлом (около 13 млрд лет назад), когда средняя плотность Вселенной в огромное число раз превышала современную. Из-за расширения средняя плотность Вселенной убывает с течением времени. Соответственно, при удалении в прошлое плотность возрастает, вплоть до момента, когда классические представления о пространстве и времени теряют силу (космологическая сингулярность). Этот момент можно принять за начало отсчёта времени. Периодом Большого взрыва условно называют интервал времени от нуля до нескольких сот секунд. В самом начале этого периода вещество Вселенной приобрело колоссальные относительные скорости (отсюда название). Наблюдаемыми свидетельствами периода Большого взрыва в настоящее время являются реликтовое излучение, значения концентраций водорода, гелия и некоторых других легких элементов, распределение неоднородностей во Вселенной (например, галактик).

Также как и Вселенная галактики претерпевают эволюционные процессы.

Эволюция галактик – это количественные и качественные изменения, которые претерпевают галактики за очень длительные промежутки времени, включая первоначальное обособление под действием гравитационных сил огромного газового облака – протогалактики, её сжатие, процессы звездообразования и формирования различных звёздных подсистем, гибель звёзд, изменение химического состава межзвёздной среды со временем.

В свою очередь в пределах галактики происходит эволюция содержащихся в них звёзд.

Звёздная эволюция – это изменение со временем физических характеристик и химического состава звёзд. Изучают звёздную эволюцию на основе сопоставления физических характеристик множества звёзд, находящихся на разных стадиях эволюции. Основные этапы звёздной эволюции – образование протозвезды в результате гравитационной неустойчивости межзвёздного газа и пыли, возникновение в центре сжимающейся звезды термоядерного источника энергии, превращение звезды в гиганта, а затем в белого карлика (для звёзд солнечной массы), гравитационный коллапс массивных звёзд (с образованием нейтронных звёзд или чёрных дыр). Особыми путями звёздная эволюция идёт в двойных звёздных системах.

Физика и её техническое применение, физические основы действия новейших и нетрадиционных видов оружия

Физика стала источником новых идей, преобразовавших современную технику: ядерная энергетика (И.В. Курчатов), квантовая электроника (Н.Г. Басов, А.М. Прохоров и Ч. Таунс), микроэлектроника, радиолокация и др. возникли и развились в результате физических исследований. Рассмотрим достижения в некоторых областях физики.

Физика твёрдого тела. Развитие физики твёрдого тела и таких её разделов, как физика металлов, кристаллофизика, физика полупроводников и диэлектриков привело к появлению новых научно-технических направлений (полупроводниковая электроника, микроэлектроника, оптоэлектроника), достижения которых сейчас широко известны (разнообразные миниатюрные полупроводниковые приборы; тонкоплёночные структуры; устройства, использующие одновременно свойства металлов, полупроводников и диэлектриков; оптические, электрические и магнитные устройства памяти; волоконно-оптическая телефонная связь; люминесцентные экраны). Разрабатываются принципиально новые физические методы получения более надёжных полупроводниковых устройств, методы получения более высоких давлений, сверхнизких температур и т.д. Большое значение имеет изучение физики полимеров, в частности сложных полимерных структур, содержащих особые зоны, которые могут менять свойства полимеров и биополимеров.

Лазерные технологии. Широкое применение в различных областях науки и техники лазеров обусловлено свойствами их излучения – малой расходимостью луча, монохроматичностью и когерентностью излучения. Полупроводниковые лазеры используются в качестве прицелов ручного оружия и указок, в проигрывателях компакт-дисков, как мощные источники света в маяках. Газовые лазеры применяются в геодезических нивелирах, дальномерах и теодолитах; в метрологии – как эталоны частоты и времени; для записи голограмм. Лазеры на красителях и других рабочих средах используются для зондирования атмосферы. Мощные технологические лазеры на парах металлов и молекулах (в основном на CO_2) – для резки, сварки и обработки материалов. Эксимерные лазеры применяются в медицине для терапевтического воздействия и хирургического вмешательства. Лазеры используют для осуществления термоядерной реакции (так называемый «инерциальный способ»), сортировки изотопов, в тонких физических и химических экспериментах. Существует и особый класс лазеров, в которых происходит преобразование энергии фотонов лазерного излучения из УФ диапазона в гамма-излучение, за счёт взаимодействия с встречными пучками электронов. Подобные лазерные системы (гразеры) применяются в военном деле в космосе для уничтожения баллистических ракет возможного противника.

Оружие массового поражения. К существующим видам оружия массового поражения относятся ядерное, химическое, биологическое (бактериологическое) и радиологическое оружие. Научно-технический прогресс привёл к возможности создания новых видов оружия массового поражения, основанных на новых физических принципах: инфразвукового, ионизирующего, сверхрадиочастотного, генетического и других. Кроме того, при использовании в традиционных видах обычного оружия качественно новых элементов, например осколочных радиоактивных изотопов (так называемые, «грязные бомбы»), топливно-воздушных смесей, они могут приобретать свойства оружия массового поражения.

Вопросы экологии

Экологические проблемы в XXI в. становятся всё более важными не только с точки зрения их изучения и понимания, но и с точки зрения практического противодействия возможным изменениям окружающей среды за счёт естественных и искусственных (человеческого фактора) причин, в частности так называемой техногенной катастрофы. Роль грамотных инженерных решений в подобных ситуациях трудно переоценить.

Техногенная катастрофа – это катастрофа с тяжёлыми последствиями для окружающей среды и человека, вызванная применением технических средств или выходом их из строя (авиакатастрофы, железнодорожные, морские и речные катастрофы, взрывы, пожары, экологические катастрофы, аварии ядерных устройств); техногенным также может быть землетрясение, наводнение. Крупнейшей техногенной катастрофой по критериям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) считается выброс 40 т метилизоцианата при взрыве на химическом заводе в г. Бхопал (Индия, 1984).

Во второй половине XX в. завершается становление экологии как самостоятельной науки, имеющей собственную теорию и методологию, свой круг проблем и свои подходы к их решению. Математические модели постепенно становятся более реалистичными: их предсказания могут быть проверены в эксперименте или наблюдениями в природе. Сами же эксперименты и наблюдения всё чаще планируются и проводятся так, чтобы полученные результаты позволяли принять или опровергнуть заранее выдвинутую гипотезу. Заметный вклад в становление методологии современной экологии внесли работы американского исследователя Роберта Макартура (1930–1972), удачно сочетавшего в себе таланты математика и биолога-натуралиста. Макартур исследовал закономерности соотношения численностей разных видов, входящих в одно сообщество; выбор хищником наиболее оптимальной жертвы; зависимость числа видов, населяющих остров, от его размера и удалённости от материка; степень допустимого перекрытия экологических ниш сосуществующих видов и ряд других задач. Констатируя наличие в природе некой повторяющейся регулярности («паттерна»), Макартур предлагал одну или несколько альтернативных гипотез, объясняющих механизм возникновения данной регулярности, строил соответствующие математические модели, а затем сопоставлял их с эмпирическими данными. Свою точку зрения Макартур очень чётко сформулировал в книге «Географическая экология» (1972), написанной им, когда он был неизлечимо болен, за несколько месяцев до своей безвременной кончины.

Подход, который развивали Макартур и его последователи, был ориентирован прежде всего на выяснение общих принципов устройства (структуры) любых сообществ. Однако в рамках подхода, получившего распространение несколько позже, в 1980-х гг., основное внимание было перенесено на процессы и механизмы, в результате которых происходило формирование этой структуры. Например, при изучении конкурентного вытеснения одного вида другим, экологи стали интересоваться, прежде всего, механизмами этого вытеснения и теми особенностями видов, которые определяют исход их взаимодействия. Выяснилось, например, что при конкуренции разных видов растений за элементы минерального питания (азот или фосфор) победителем часто оказывается не тот вид, который в принципе (при отсутствии дефицита ресурсов) может расти быстрее, а тот, который способен поддерживать хотя бы минимальный рост при более низкой концентрации в среде этого элемента.

Особое внимание исследователи стали уделять эволюции жизненного цикла и разным стратегиям выживания. Поскольку возможности организмов всегда ограничены, а за каждое эволюционное приобретение организмам приходится чем-то расплачиваться, то между отдельными признаками неизбежно возникают чётко выраженные отрицательные корреляции (так называемые «трейдоффы»). Нельзя, например, растению очень быстро расти и в то же время образовывать надёжные средства защиты от травоядных животных.

Изучение подобных корреляций позволяет выяснить, как в принципе достигается сама возможность существования организмов в тех или иных условиях.

В современной экологии по-прежнему сохраняют свою актуальность некоторые проблемы, имеющие уже давнюю историю исследований: например, установление общих закономерностей динамики обилия организмов, оценка роли разных факторов, ограничивающих рост популяций, выяснение причин циклических (регулярных) колебаний численности. В этой области достигнут значительный прогресс – для многих конкретных популяций выявлены механизмы регуляции их численности, в том числе и тех, которые порождают циклические изменения численности. Продолжаются и исследования взаимоотношений типа «хищник-жертва», конкуренции, а также взаимовыгодного сотрудничества разных видов – мутуализма.

Новым направлением последних лет является так называемая макроэкология – сравнительное изучение разных видов в масштабах больших пространств (сопоставимых с размерами континентов).

Громадный прогресс в конце XX столетия достигнут в изучении круговорота веществ и потока энергии. Прежде всего, это связано с совершенствованием количественных методов оценки интенсивности тех или иных процессов, а также с растущими возможностями широкомасштабного применения этих методов. Примером может быть дистанционное (со спутников) определение содержания хлорофилла в поверхностных водах моря, позволяющее составить карты распределения фитопланктона для всего Мирового океана и оценить сезонные изменения его продукции.

Современное состояние науки – экологии. Современная экология – это быстро развивающаяся наука, характеризующаяся своим кругом проблем, своей теорией и своей методологией. Сложная структура экологии определяется тем, что её объекты относятся к очень разным уровням организации: от целой биосферы и крупных экосистем до популяций, причём популяция нередко рассматривается как совокупность отдельных особей. Масштабы пространства и времени, в которых происходят изменения этих объектов и которые должны быть охвачены исследованиями, также варьируют чрезвычайно широко: от тысяч километров до метров и сантиметров, от тысячелетий до недель и суток. В 1970-е гг. формируется экология человека. По мере давления на окружающую среду возрастает практическое значение экологии, её проблемами широко интересуются философы и социологи.

Незавершённость физики, перспективы её развития с точки зрения технического прогресса

Из всего выше сказанного вытекает незавершённость физики и как науки, и как основы для развития многих смежных, в том числе инженерных, дисциплин. Дальнейшее развитие физики связано, прежде всего, с направлениями исследований в области макромира (космология, астрофизика и т.п.) и микромира (ядерная физика, нано-технологии и т.п.). Однако не следует забывать о таких исследованиях, как получение новых материалов с заранее предсказанными свойствами, геновая инженерия, альтернативные экологически чистые источники энергии.

Большинство направлений развития физики как одной из наук, находящейся во главе развития научно-технического прогресса, в целом связаны с исследованиями на стыке нескольких наук – химии, биологии, генетики и др.

Таким образом, быстрое решение важнейших вопросов научно-технического прогресса оказывается связано как с разработками в отдельных научных дисциплинах (то есть с «движением вглубь»), так и с необходимостью тесного взаимодействия специалистов и учёных разного профиля (с движением «вширь»).

Кроме того, важнейшим фактором решения сложных научно-технических задач становится фактор международного сотрудничества.

Одним из примеров подобного научного и технического подхода к решению одной из самых актуальных современных задач – создания управляемой термоядерной реакции, может служить международный проект ИТЭР (ITER) – международный термоядерный энергетический реактор.

ИТЭР – это первый шаг к глобальной энергетической безопасности.

В 2008 г. международная общественность в лице учёных и энергетиков отмечает 50-летие начала исследований термоядерного синтеза. За прошедшее время совместными усилиями ряда стран, в том числе и России, удалось вплотную приблизиться к сооружению первого в мире термоядерного реактора.

Об участии России в проекте ИТЭР и открывающихся перспективах рассказал в одной из статей член Совета директоров ИТЭР, президент Российского научного центра «Курчатовский институт», академик РАН Е.П. Велихов: «Проект готов: он полностью смоделирован в компьютере, настало время его практического воплощения. Первые работы по строительству экспериментального термоядерного реактора в г. Кадараше (Франция) начались уже в этом году.

Сейчас в проекте реально участвуют страны Европейского союза (ЕС), Россия, США, Япония, Китай, Индия и Южная Корея. Ряд стран выражают готовность присоединиться. Между участниками проекта имеется полное взаимопонимание. Это единая организация с единым управлением.

В ближайшие 10 лет на доведение проекта потребуется около 10 млрд долл. (5 – на строительство и 5 – на эксплуатацию). Доли России, США, Японии, Китая, Индии и Южной Кореи в общих расходах составят по 9,09 %, а ЕС (как принимающей стороны) – 45,46 %.

И, конечно, ИТЭР безусловно стоит того. Ведь вклад России в проект не столько «денежный», как интеллектуально-технический. В частности, Россия взяла на себя изготовление и поставку высокотехнологичного экспериментального оборудования для реактора ИТЭР на сумму около 380 млн долл. А в результате мы обладаем правами на результаты всей совместной интеллектуальной деятельности, включая ноу-хау.

Но самое главное, ИТЭР – один из первых международных проектов, направленных на реальное обеспечение концепции глобальной энергетической безопасности. Поэтому есть надежда, что с реализацией проекта ИТЭР наш мир станет другим: как минимум, более разумным и демократичным».

Литература

1. О долгосрочных перспективах развития системы МЧС России (МЧС России–2030): Доклад Министра МЧС России В.А. Пучкова на заседании Экспертного совета МЧС России (от 27 нояб. 2012 г.). М.: МЧС России, 2012.
2. Стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 года: Распоряжение Правительства Рос. Федерации от 8 дек. 2011 г. № 2227-р. // Президент России молодым учёным и специалистам. URL: <http://www.youngsciens.ru> (дата обращения: 23.11.2013).
3. Об образовании в Российской Федерации (с изм. и доп. на 2013 г.): Федер. закон Рос. Федерации от 29 дек. 2012 г. № 273-ФЗ // Гарант: информационно-правовой портал. URL: <http://base.garant.ru> (дата обращения: 15.12.2013).
4. Вибрационные испытания зданий / под ред. Г.А. Шапиро. М.: Стройиздат, 1972. 159 с.
5. Эйнштейн А. Собрание научных трудов: в 4-х т. / под ред. И.Е. Тамма, Я.А. Смородинского, Б.Г. Кузнецова. М.: Наука, 1965. Т. 1. 700 с.
6. Эйнштейн А. М.: Наука, 1966. Т. 2. 878 с.

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ВОЛОКНИСТЫХ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ. II. МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТОВ

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 теоретического исследования теплопроводности ряда высокопористых волокнистых материалов, применяющихся в качестве тепловой и акустической изоляции корпусов, трубопроводов, противопожарных перегородок в авиационной, космической, судостроительной промышленности и ядерной энергетике.

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

HEAT CONDUCTION OF FIBROUS THERMAL PROTECTION MATERIALS. II. METHODS AND RESULTS OF CALCULATIONS

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

Presents the results of theoretical investigation of thermal conductivity of a number of high-porous fibrous materials used as a thermal and acoustic insulation of buildings, pipelines, fire walls in aviation, space, shipbuilding and nuclear industry.

Keywords: heat conduction, fibers, calculation, 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 (рис.).

Многообразие структур волокнистых материалов можно разделить на три основные группы, а именно:

- материалы с хаотическим распределением волокон в объёме (ваты, войлоки, очёсы и т.п.);

- композиционные материалы с упорядоченным плоским распределением волокон (ткани, маты, сетки, каркасы);

- композиционные материалы, представляющие собой различные комбинации хаотического и упорядоченного расположения слоёв волокнистого материала [1, 2].

Модель структуры и методика расчёта

В данной работе исследуются материалы с хаотической структурой из минеральных волокон базальта и каолина, далее рассматривается структура именно таких материалов.

Расчёты теплопроводности указанных материалов будем проводить на модели волокнистой структуры с частичным разрывом поперечного сечения соприкасающихся волокон на условных плоскостях контакта, подробно рассмотренной в монографии Г.Н. Дульнева, Ю.П. Заричняка «Теплопроводность смесей и композиционных материалов» [2].

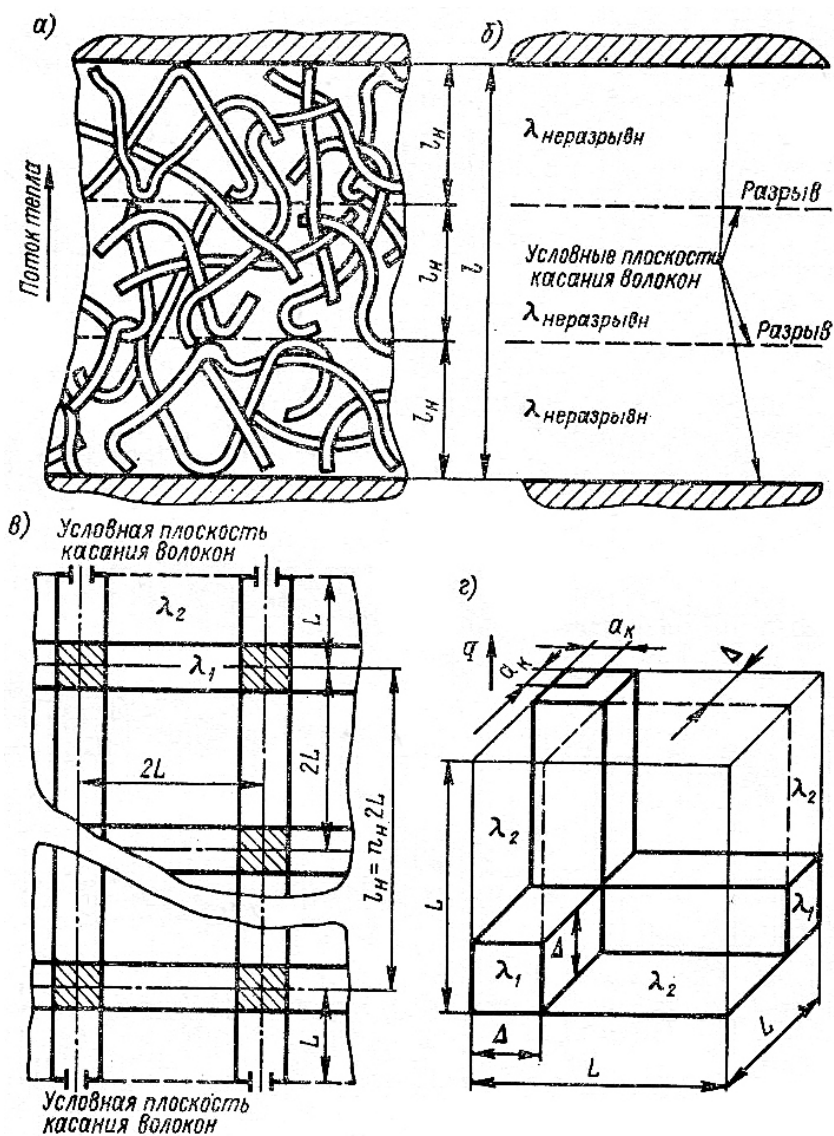


Рис. Модель волокнистого материала [2]:

- а) – схематическое изображение структуры реального материала;
- б) – условные плоскости разрыва волокон, плоскости контакта волокон;
- в) – модель структуры с взаимопроникающими компонентами, отражающая наличие контактных сопротивлений;
- г) – элементарная ячейка модели

В монографии разработана методика расчёта эффективной теплопроводности волокнистых композиционных материалов [2]. Приведём формулу для расчёта эффективной теплопроводности волокнистых материалов и в дальнейшем используем её для теоретических расчётов:

$$\lambda := \frac{\lambda_1}{\frac{0.8}{c^2 + v \cdot (1 - c)^2 + \frac{2 \cdot v \cdot c \cdot (1 - c)}{v \cdot c + 1 - c}}} + \frac{0.2}{\frac{c^2 \cdot (y_1)^2}{\Phi} + v \cdot (1 - c)^2 + \frac{2 \cdot v \cdot c \cdot (1 - c)}{v \cdot c + 1 - c}}, \quad (1)$$

где λ_1 – теплопроводность материала волокна; λ_2 – теплопроводность газа (воздух) в порах; $v = (\lambda_2 / \lambda_1)$; $y_1 = (a_k / \Delta)$ – относительное пятно контакта волокон; a_k – фактическое пятно контакта (рис. 1, г); Δ – размер бруса.

Для минеральных и стеклянных волокон с объёмной плотностью 100–200 кг/м³ параметр y_1 [2]:

$$y_1 = (2 \div 5) \cdot 10^{-3}.$$

$\Phi(y_1)$ – функция, учитывающая растекание теплового потока.

При малых относительных размерах пятна контакта для определения функции Φ используем приближённое выражение [2]:

$$\Phi(y_1) = 0,017 + 0,4y_1. \quad (2)$$

$c = \Delta/L$ – относительный размер элементарной ячейки. Здесь L – размер элементарной ячейки (рис. 1, г).

Параметр c рассчитывается по формуле [2]:

$$c = 0.5 \cdot A \cdot \cos \varphi / 3. \quad (3)$$

$$270^\circ \leq \varphi \leq 360^\circ,$$

$$\text{при } 0 \leq m_2 \leq 0,5 \quad A = -1 \quad \varphi = \arccos(1 - 2 \cdot m_2), \quad (4)$$

$$\text{при } 0,5 \leq m_2 \leq 1 \quad A = 1, \quad \varphi = \arccos(2 \cdot m_2 - 1),$$

где m_2 – пористость материала.

Результаты экспериментов показали, что теплопроводность всех исследованных материалов возрастает с ростом температуры.

Если считать, что передача тепла в волокнистых материалах происходит только за счёт теплопроводности (кондукции), то эффективная теплопроводность материала с увеличением пористости должна монотонно стремиться к теплопроводности газа-наполнителя. В действительности было обнаружено, что эффективная теплопроводность волокнистого материала с хаотической структурой с уменьшением плотности вначале уменьшается, а затем начинает увеличиваться [2].

Такое изменение эффективной теплопроводности давало основание предполагать, что большое значение в процессе переноса тепла могут иметь и другие механизмы – излучение и конвекция. Проведённые оценки позволяют утверждать, что во всех изучаемых материалах конвективный перенос тепла между волокнами отсутствует.

Тогда теплопроводность пор определяется суммой молекулярной и лучистой составляющих [2]:

$$\lambda_{\text{ид}} = \lambda_i + \lambda_E . \quad (5)$$

В диапазоне давления газа, заполняющего поры, $0,01 < P < 20$ МПа величина молекулярной составляющей берётся из справочных данных [3, 4].

Оценку переноса тепла излучением рекомендуется проводить [2, 5] с учётом коэффициента k ослабления теплового излучения за счёт его поглощения и рассеяния на волокнах:

$$\lambda_E = \frac{16}{3} (n_{\text{ид}}^*)^2 \sigma_{\text{ид}} \cdot \bar{O}^3 \frac{Y(\tau_{\text{ид}})}{k}, \quad (6)$$

где $n_{\text{ид}}^*$ – эффективный показатель преломления слоя изоляции, частично заполненного волокнами:

$$n_{\text{ид}}^* = 1 + (n_a - 1) * (1 - m_2), \quad (7)$$

где n_v – показатель преломления вещества волокон; $\sigma_{\text{сб}}$ – постоянная Стефана-Больцмана, $Y(\tau_{\text{оп}})$ – функция Польшца, учитывающая ослабление излучения как в толще слоя, так и путём отражения от ограничивающих слой поверхностей со степенью черноты $\mathcal{E}$ [2, 3]; $\tau_{\text{оп}} = \kappa \cdot L_{\text{сл}}$ – оптическая толщина слоя; $L_{\text{сл}}$ – толщина слоя изоляции.

По предложенным формулам была оценена лучистая составляющая теплопроводности и результирующая теплопроводность порового пространства. Результаты расчёта представлены в табл. 1.

Таблица 1

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda_{\text{м}}, \text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$	$\lambda_{\text{л}}, \text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$	$\lambda_{\text{пор}}, \text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$
25	0,025	0,003	0,028
75	0,029	0,005	0,034
100	0,031	0,008	0,039
200	0,038	0,013	0,051
300	0,044	0,025	0,069
400	0,050	0,037	0,087

Из таблицы видно, что при температурах меньше $200 ^\circ\text{C}$ лучистая составляющая теплопроводности гораздо ниже молекулярной, а при $t = 200 ^\circ\text{C}$ становится соизмеримой с ней.

По формулам (1) – (7) рассчитаны коэффициенты теплопроводности изучаемых материалов.

Результаты расчётов и сопоставление с экспериментальными данными

Результаты расчётов и сопоставление с экспериментальными данными представлены в табл. 2.

Таблица 2

Образец	t, °C	$\lambda_{\text{эксп}}$ Вт / (м · К)	$\lambda_{\text{расч}}$ Вт / (м · К)	$\delta = \frac{\lambda_{\text{расч}} - \lambda_{\text{эксп}}}{\lambda_{\text{эксп}}} \cdot 100, \%$
ТЗМ-100	25	0,045	0,043	-4
	50	0,047	0,046	-2
	75	0,048	0,049	+2
	90	0,050	0,053	+6
ТЗМ-150	25	0,051	0,049	-4
	50	0,053	0,053	0
	75	0,055	0,057	+4
	90	0,056	0,061	+9
ТИ	25	0,049	0,043	-12
	50	0,051	0,046	-10
	75	0,053	0,050	-6
	90	0,055	0,053	-4

Литература

1. Теплозащитные конструкции из минеральных волокон // COMPOSITES MARKET. URL: <http://www.b-composites.net/78.html> (дата обращения: 14.11.2013).
2. Дульнев Г.Н., Заричняк Ю.П. Теплопроводность смесей и композиционных материалов. Л.: Энергия, 1974. 264 с.
3. Чиркин В.С. Теплофизические свойства материалов ядерной техники. М.: Атомиздат, 1968. 484 с.
4. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М., 1972. 650 с.
5. Заричняк Ю.П., Эмиров С.Н., Рамазанова А.Э. Оценка роли теплового излучения при измерении теплопроводности образцов горных пород // Мониторинг. Наука и технологии. 2012. № 3. С. 74–77.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ИНГРЕДИЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ, ПРИ ВОЗГОРАНИИ КОТОРЫХ ОБРАЗУЮТСЯ ОПАСНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

**О.Н. Савчук, кандидат технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;
П.А. Егоров.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Представлены материалы выполнения экспериментального исследования по уточнению и обоснованию токсичной опасности ингредиентов технологического процесса предприятий по производству средств защиты растений, при возгорании которых образуются опасные химические вещества.

Ключевые слова: эксперимент, средства защиты растений, опасные химические вещества

PILOT STUDIES BY DEFINITION OF PRODUCTS OF BURNING OF INGREDIENTS OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF THE ENTERPRISES FOR PRODUCTION OF MEANS OF PROTECTION OF PLANTS AT WHICH IGNITION DANGEROUS CHEMICALS ARE FORMED

O.N. Savchuk; P.A. Egorov.

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

Materials of performance of a pilot study on specification and justification of toxic danger of ingredients of technological process of the enterprises for production of means of protection of plants at which ignition dangerous chemicals are formed are presented.

Keywords: experiment, means of protection of the plants, dangerous chemicals

Современное промышленное производство, стихийные бедствия и террористические акции стали постоянным источником техногенной опасности и возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Среди многообразия ЧС техногенного характера значительную долю занимают пожары.

Актуальность проблемы обеспечения химической безопасности, совершенствования прогнозирования последствий пожаров на объектах, содержащих материалы, при возгорании которых образуются опасные химические вещества (ОХВ), подтолкнула нас к проведению научного исследования, в котором рассмотрены современные угрозы и опасности химического характера, проблемы достоверного и своевременного прогноза химического заражения при пожаре, анализ современного состояния прогнозирования возможных последствий на такого рода объектах.

В настоящее время сложились три основных подхода для количественного описания процесса рассеивания выброса газообразных веществ в атмосфере [1, 2]:

- гауссовские модели (дисперсионные) рассеивания;
- модели рассеивания, базирующиеся на интегральных законах сохранения либо в облаке в целом, либо в поперечном режиме;
- модели, построенные на численном решении системы уравнений сохранения в их оригинальном виде, именуемые моделями или методами численного моделирования.

Использование методов численного моделирования позволяют учесть рельеф местности и наличие застройки, что не могут учесть гауссовские модели и модели рассеивания. Основанный на процессах обмена, данный метод позволяет учесть практически все существенные факторы, а потому метод численного моделирования является самым точным и одновременно самым трудоёмким способом для решения задач, связанных с моделированием процесса рассеивания газообразных веществ [3].

Для оценки поражающего действия выделяющихся при горении опасных химических веществ требовалась количественная оценка массы выбрасываемого опасного химического вещества, которая формирует глубину заражения. Один из подходов определения максимального значения приземной концентрации опасных химических веществ, образующихся при сгорании различных материалов, рассчитывается по формуле [4]:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}},$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы; M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени; F – безразмерный

коэффициент, учитывающий скорость оседающих вредных веществ в атмосферном воздухе; m и n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса; H – высота источника выброса над уровнем земли; η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности; ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси и температурой окружающего атмосферного воздуха; V_I – расход газовой смеси.

При проведении расчётов определяющее значение имеет M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени и ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси и температурой окружающего атмосферного воздуха, которые были получены в ходе проведения эксперимента.

Данных по характеристике и количественному выходу опасных химических веществ при горении для продукции и ингредиентов технологического процесса производства средств защиты растений не имеется, учитывая масштаб такого рода предприятия и важность обеспечения химической безопасности необходимо было провести эксперимент.

На практике анализ опасностей начинают с грубого исследования, позволяющего идентифицировать в основном источники опасностей. Затем при необходимости исследования может быть проведён детальный качественный анализ. Выбор того или иного качественного метода анализа зависит от преследуемой цели, предназначения объекта и его сложности. Методы расчёта вероятностей и статистический анализ являются составными частями количественного анализа опасностей. При анализе опасностей всегда принимают во внимание используемые материалы, рабочие параметры системы, наличие и состояние контрольно-измерительных средств.

Информацию о газовой фазе можно получить путём совмещения приборов термического анализа с дополнительными устройствами или газовыми анализаторами (газовый хроматограф, ИК-спектрометр и др.).

Сочетание с методами комплексного термического анализа методов ИК-спектроскопии для исследования остатков разной степени превращения исходного материала и состава газообразных продуктов пиролиза, выделяющихся при определённой степени разложения совместно с методами газовой хроматографии и ИК-Фурье спектроскопии, позволили оценить также динамику выделения токсичных газов на разных этапах пиролиза и её связь с пиролизуемой твёрдой частью, включающей понижающие горючесть добавки.

Анализ газообразных продуктов разложения необходим для изучения кинетики и механизма реакций при термическом разложении. Одновременное проведение термического анализа и анализ выделяющихся газов позволяет провести более тщательное исследование, чем при обычном исследовании пиролиза.

Исследования могут быть проведены с помощью достаточно простой системы термического анализа и анализа выделенных газов, такая схема использована с учётом работ [5, 6].

В таком приборе газ-носитель вытесняет выделенный газ из камеры печи и переносит его в водный поглотительный раствор. Методом титрования количественно определяется содержание хлористого водорода, аммиака, двуокиси серы, двуокиси углерода и хлора.

Обнаружение и идентификация целевых соединений на уровне следовых количеств в образцах проб, содержащих множество примесей, является трудоёмкой задачей. Газовая хроматография с масс-селективным детектированием является высокоэффективным аналитическим решением этой проблемы.

Обычно для пробоподготовки образца к газохроматографическому разделению используют методы жидко-жидкостной, твёрдофазной экстракции, статического и динамического пробоотбора.

Экспериментальное изучение поведения материалов, при возгорании которых образуются опасные химические вещества в условиях реального пожара, имело очень важное значение, так как оно позволило проверить адекватность полученных результатов и установить корреляционные соотношения, разработать надёжные противопожарные требования.

Целью исследования являлось обнаружение и идентификация возможных опасных химических веществ, образующихся при возгорании ингредиентов технологического процесса производства средств защиты растений:

- 2,4-Д кислота техническая;
- Зерномакс, КЭ (500 г/л 2,4-Д кислоты);
- Биолан-Супер, ВР (447 г/л 2,4-Д кислоты+156 г/л дикамбы кислоты);
- Диален Супер, ВР (344 г/л 2,4-Д кислоты+120 г/л дикамбы кислоты);
- Диметоат технический;
- Данадим, КЭ (400 г/л диметоата).

В эксперименте по определению продуктов горения (рисунок) при сгорании ингредиентов технологического процесса производства средств защиты растений использовано следующее лабораторно-стендовое оборудование:

- газоанализатор стационарный «Палладий-3»;
- фотоколориметр «КФК-3»;
- электроаспиратор модель 822;
- газоанализатор фотоионизационный ФГ-1;
- хроматограф газовый портативный ФГХ-1;
- универсальный газоанализатор УГ-2 с индикаторными трубками.



Рис. Оборудование площадки для проведения эксперимента

Для определения концентраций ряда газообразных веществ использовалось две методики. Одна предусматривает отбор проб на плёночный сорбент, другая – в раствор, находящийся в барботёре. Так как поглотительные приборы, заполненные плёночным сорбентом (сорбционные трубки), имеют ряд преимуществ по сравнению с поглотительными приборами барботажного типа (малые массу и габариты, относительно высокую прочность, высокую эффективность улавливания при меньшем расходе реактива, возможность отбора

проб при отрицательной температуре воздуха и др.), то предпочтительны методы с их применением.

При метрологическом исследовании были оценены систематическая и случайная составляющие погрешности. Для разных методик соотношения между этими составляющими различаются, однако для всех аттестованных методик результирующая погрешность не превышает $\pm 25\%$, что соответствует требованиям ГОСТ 17.2.4.02-81 [7].

В работе использованы методики, основанные на использовании следующих физико-химических и физических методов: фотоколориметрии, атомно-абсорбционной спектрофотометрии, рентгенофлуоресцентный, квазилинейчатых спектров люминесценции, потенциометрии, газовой хроматографии (ГХ).

Большая часть приведённых методик определения концентраций неорганических веществ и некоторых органических основана на фотометрическом методе анализа, включающем химическое преобразование определяемого вещества в окрашенное соединение и измерение оптической плотности его раствора. Наличие большого количества достаточно избирательных химических реакций, простота, доступность и надёжность требующейся аппаратуры, высокая чувствительность и производительность делают этот метод особенно удобным для широкого использования при проведении серийных анализов проб, отобранных из воздуха.

Для правильного определения концентрации ОХВ при отборе разовых проб воздуха должно выполняться условие изокинетичности, то есть скорость пропускаемого через фильтр воздуха должна быть равна скорости набегающего потока; выравнивание скоростей осуществляется за счёт применения конусных насадок, выбор которых зависит от скорости ветра. Фильтродержатель должен быть ориентирован навстречу ветровому потоку.

Поглощение газов может происходить путём растворения их в жидкой среде или в результате взаимодействия токсического вещества с поглотительным раствором. Если поглощение основано на растворении вещества в растворителе, то такое поглощение может быть отнесено к малоэффективным. Обычно поглощение токсического вещества происходит при малых скоростях протягивания исследуемого воздуха и интенсивном охлаждении. Если поглощение токсических веществ проводят в поглотительные растворы, содержащие соответствующие реактивы, то в процессе поглощения происходит реакция взаимодействия его с реактивом, обычно с образованием нелетучего соединения, чем обеспечивается более полное поглощение.

Следует учитывать, что во время отбора проб происходит испарение растворителя, при этом объём поглотительной среды уменьшается. Во избежание изменения объёма пробы периодически в процессе отбора пробы объём поглотительной жидкости доводят до первоначального уровня растворителем, используемым при анализе.

Эффективность поглощения вещества достигается возможно большим контактом его с поглощающей жидкой средой. С этой целью употребляются поглотительные приборы различных конструкций.

Для определения опасных химических веществ при сгорании материалов использовались индикаторные трубки на окись углерода, цианистый водород, формальдегид, двуокись углерода, хлористый водород, хлор.

В результате эксперимента с ингредиентами технологического процесса предприятия по производству средств защиты растений получены результаты характеристики и массовые значения выхода опасных химических веществ, представленные в таблице.

При проведении эксперимента соблюдалась техника безопасности в связи с имеющейся опасностью получения химических ожогов при выполнении операций с концентрированными веществами, опасностью отравления продуктами горения и газообразными веществами.

Большая роль в предупреждении и ликвидации последствий такого рода аварий принадлежит заблаговременному и оперативному прогнозированию последствий химических аварий, по результатам которых проводится планирование и осуществление комплекса мероприятий, направленных на исключение или минимизацию ущерба от пожара.

Таблица. Характеристики и массовые значения выхода опасных химических веществ при сгорании продукции и ингредиентов технологического процесса производства средств защиты растений

Материал	Плотность материала, кг/м ³	Количественный выход вещества, мг/г									
		оксид углерода CO	цианистый водород (синильная кислота) HCN	формальдегид CH ₂ O	углеводород CH	углекислый газ CO ₂	бензол C ₆ H ₆	метан CH ₄	пропилен C ₃ H ₆	Хлор-водород HCL	хлор CL
2,4-Д кислота техническая	700	47,6	–	–	1,0	2564,6	–	–	–	–	–
Зерномакс, КЭ (500 г/л 2,4-Д к-ты)	1060	28,9	–	–	0,8	1667,0	–	–	–	–	–
Биолан-Супер, ВР (447 г/л 2,4-Д к-ты+156 г/л дикамбы к-ты)	1190	22,6	–	–	1,1	1146,4	–	–	–	–	–
Диален Супер, ВР (344 г/л 2,4-Д к-ты+120 г/л дикамбы к-ты)	1150	17,4	–	–	0,8	905,0	–	–	–	–	–
Диметоат технический	1051	153,9	–	1,5	1142,3	21542,9	–	–	–	–	–
Данадим, КЭ (400 г/л диметоата)	1051	69,1	–	0,5	471,9	9148,5	–	–	–	–	–

Несмотря на достаточно большое количество работ, посвящённых проблеме прогнозирования и оценке риска химических аварий, в практической части её осуществления имеется ряд недостатков: недостаточно обоснованное и мало достоверное ограниченное количество алгоритмов прогнозирования последствий химических аварий с привлечением средств вычислительной техники, что актуально для оперативной оценки последствий ЧС в современных условиях; отсутствие до настоящего времени методики оценки токсической опасности объектов, содержащих материалы, при возгорании которых образуются токсические вещества.

Итогом проведения эксперимента ставилась цель определения параметров образующихся ОХВ при сгорании материалов, используемых на производстве средств защиты растений для разработки упрощённой методики прогнозирования последствий химических аварий, устраняющих пробелы по указанным выше недостаткам существующих методик прогнозирования последствий пожаров на объектах.

Рассмотрение этих вопросов заслуживает пристального внимания со стороны учёных и специалистов, а также органов управления, надзора и контроля МЧС России. Дальнейшее проведение теоретических исследований и выработка необходимых практических

рекомендаций по использованию упрощённых методик оперативного прогнозирования последствий химических аварий с учётом особенностей различного рода сценариев развития аварий на объектах, содержащих материалы, при возгорании которых образуются токсические вещества, будет достойным вкладом в дополнение и совершенствование существующего арсенала методик прогнозирования последствий химических аварий, позволяющих провести оценку ущерба (риска), осуществить практическую деятельность по планированию, разработке нормативных документов, обеспечению химической безопасности.

Литература

- 1 Защита атмосферы от промышленных загрязнений: справ.: в 2-х ч.: пер с англ.; под ред. С. Калверта, Г.М. Инглунда. М.: Металлургия, 1988. Ч. 2.
2. Методика расчёта распространения аварийных выбросов, основанная на модели рассеивания тяжёлого газа // Безопасность труда в промышленности. 2004. № 9.
3. Методика расчёта распространения аварийных выбросов, основанная на модели рассеивания тяжёлого газа. С. 38–42.
4. Егоров П.А., Савчук О.Н. Способы снижения токсических последствий пожаров на объектах, содержащих материалы, при возгорании которых образуются опасные химические вещества // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2011. № 4.
5. Chin J.A. Combined. TG-GC-MS System for Materials Characterization. Analytical Calorimetry. New York: Plenum Press, 1984. Vol. 5.
6. McEwen D., Lee W. Combined TGA and Infrared Analysis of Polymers // Thermochimica acta. 1985. Vol. 86.
7. ГОСТ 17.2.4.02–81 «Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ» // Библиотека ГОСТов, Стандартов и Нормативов. URL: <http://www.standartov.ru> (дата обращения: 29.10.2013).

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГНЕТУШАЩИХ ПОРОШКОВ

М.Р. Сытдыков, кандидат технических наук;

Д.Ф. Кожевин, кандидат технических наук;

**А.С. Поляков, доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки Российской Федерации.**

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проведён анализ применения огнетушащих порошков в современных конструкциях огнетушителей и изучен гранулометрический состав некоторых из них. На примере порошка «Фоскон 430» показано влияние гранулометрического состава на эффективность его распыла при отсутствии воздействия теплового потока пожара на летящие частицы порошка.

Ключевые слова: огнетушащий порошок, гранулометрический состав, огнетушитель

GRANULOMETRIC CHARACTERISTICS OF FIRE EXTINGUISHING POWDERS

M.R. Sytdykov; D.F. Kozhevin; A.S. Poliakov.

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

Analysis of application of extinguishing powders in modern constructions fire extinguishers and examined by the granulometric composition of some of them. For example powder «Foskon 430» shows the influence of the particle size distribution of the effectiveness of its injection in the absence of the impact of heat flow of fire flying particles of the powder.

Keywords: dry chemical, granulometric composition, the fire extinguisher

Современные конструкции огнетушителей никаким образом не ориентированы на конкретные свойства порошков общего назначения, они должны быть эффективны при применении любого порошка, отвечающего стандартным требованиям [1, 2]. Одно из требований к порошкам сводится к тому, что совокупное количество остатка на ситах с размером отверстий 50 мкм и 100 мкм не должно отличаться от заявляемой производителем величины более чем на 10 % (масс.) при полном отсутствии порошка на сите 1 000 мкм.

С этой целью изучен дисперсный состав некоторых отечественных порошков, применяемых в переносных огнетушителях [3]. Для удобства анализа и наглядности результаты представлены на рис. 1–5.

Пунктирные линии на рис. 1 показывают, что крайние точки относятся к одному составу, но они не характеризуют содержания частиц других размеров, входящих в этот интервал. Следовательно, о фактическом содержании частиц внутри интервала можно лишь предполагать (рис. 2).

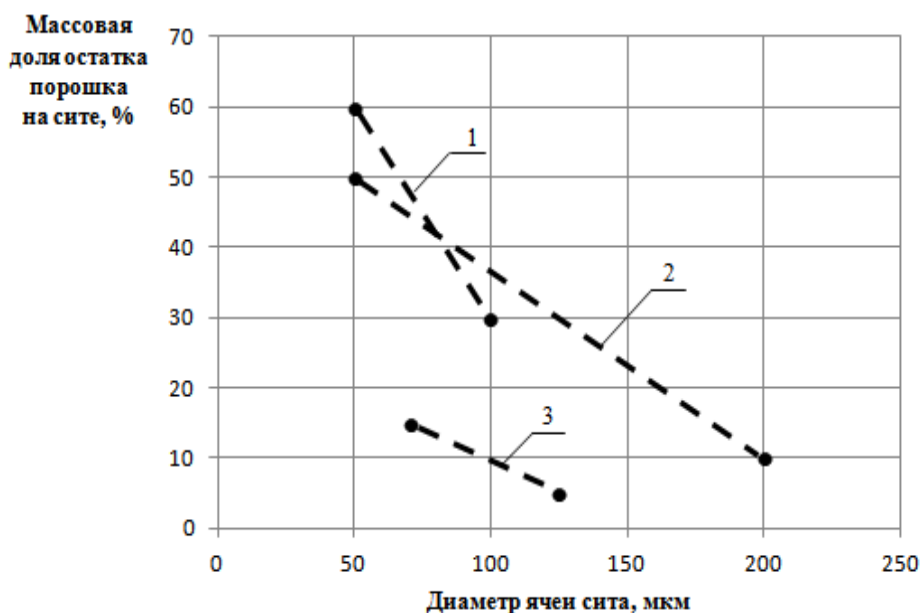


Рис. 1. Заявленный производителем гранулометрический состав порошков [4–6]:
1 – порошок марки «Фоскон 430»; 2 – порошок марки «Вексон»; 3 – порошок марки «Вексон»

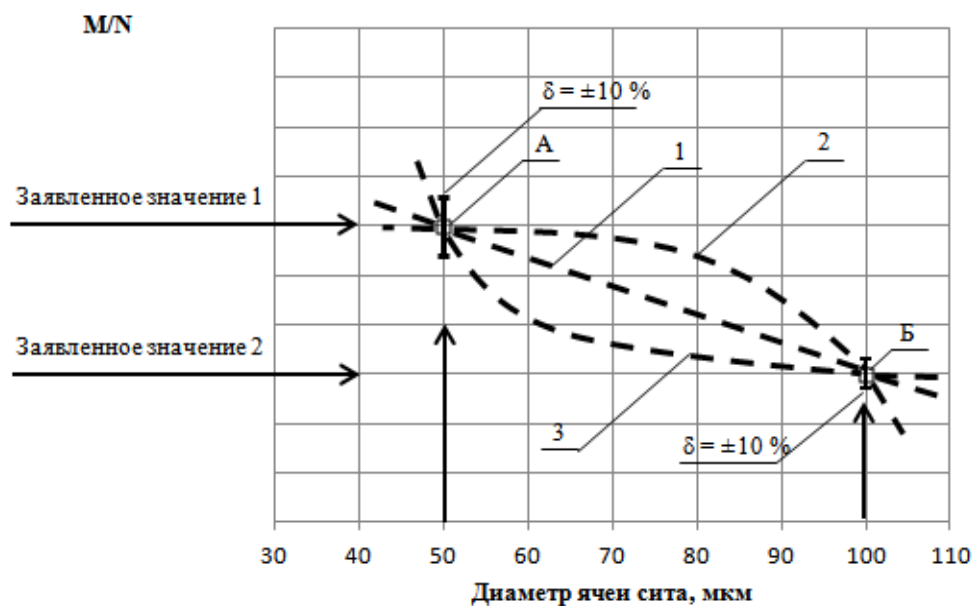


Рис. 2. Требования к составу порошков [1, 2]: M – масса порошка, задержанная ситом с i -м диаметром ячеек; N – общая масса порошка; А и Б – точки, соответствующие заявленным значениям массовой доли остатка порошка на сите; 1, 2 и 3 – возможные варианты распределения массовой доли остатка порошка на сите в заявленном диапазоне размеров; δ – верхний и нижний пределы отклонений в составах порошков

Ещё более неопределённой будет картина вне точек, регламентируемых нормативными документами (рис. 3).

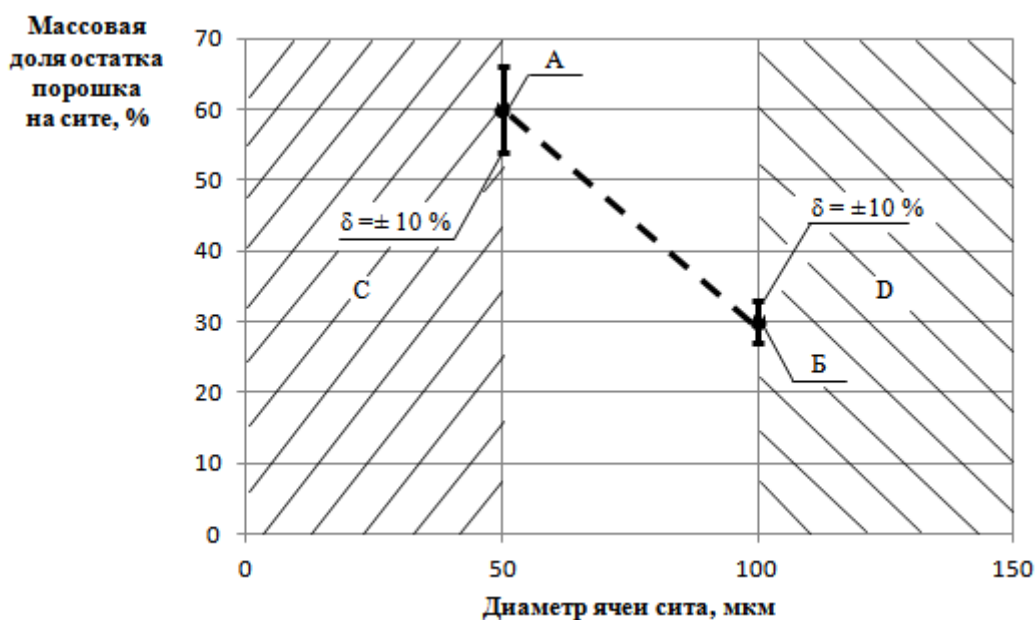


Рис. 3. Гранулометрический состав порошка марки «Фоскон 430» [1, 2]: А и Б – заявленные значения массовой доли остатка порошка на сите; С и D – зоны, не нормированные требованиями документа

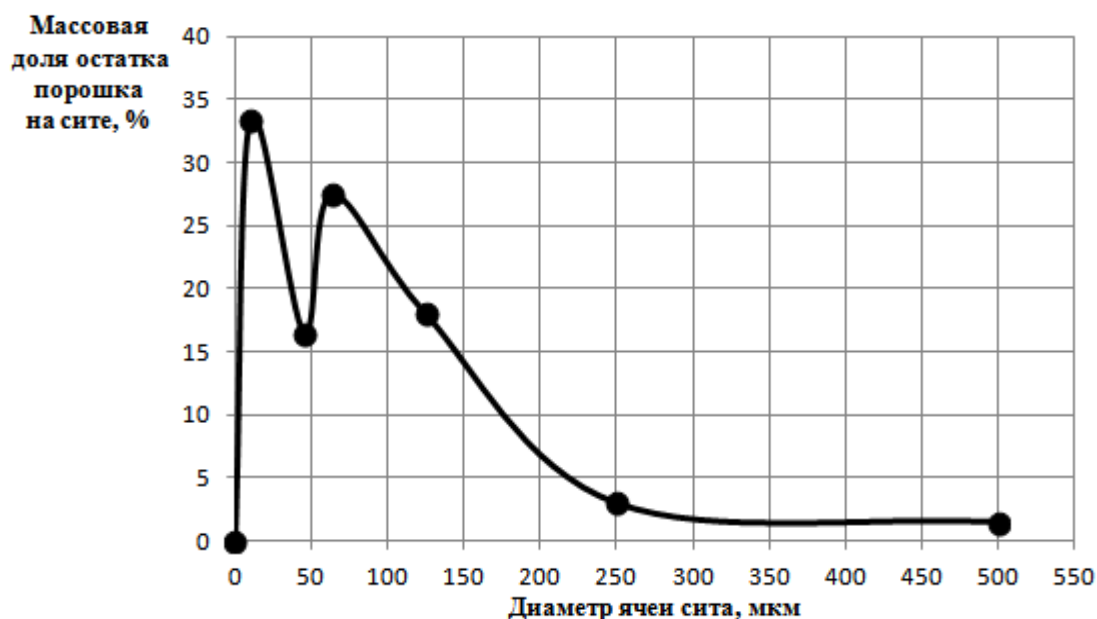


Рис. 4. Распределение частиц порошка марки «Вексон» [3]

Из сравнения заявленных и фактических данных о гранулометрическом составе порошков следует:

- действующие требования к порошкам не в полной мере характеризуют состав не только в заявленном производителем размере частиц, но и в других диапазонах;
- безусловно выполнено требование о недопустимости частиц порошка на сите с ячейками 1 000 мкм (фактически содержатся частицы не более 500 мкм).

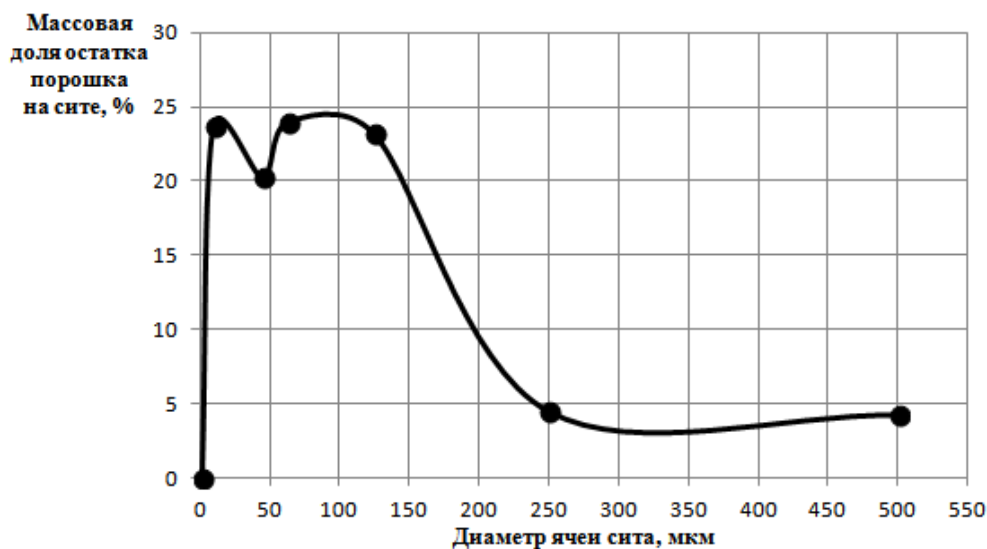


Рис. 5. Распределение частиц порошка марки «Фоскон 430» [3]

О влиянии гранулометрического состава порошка «Фоскон 430» на эффективность его распыления можно судить по рис. 6, данные которого получены при отсутствии воздействия теплового потока пожара на летящие частицы порошка.

На рис. 6 обращает внимание наличие двух группировок линий (3, 4 и 1, 2), из чего (на основании закона сохранения импульса системы частиц) можно сделать заключение о следующем:

- фракции частиц размером 125–249 и 250–499 мкм имеют большие значения по дальности полёта и площади осаждения (линии 3 и 4);

– дальность полёта частиц порошка нормированного состава (линия 2) определяется значением этого показателя для самой мелкой фракции (линия 1).

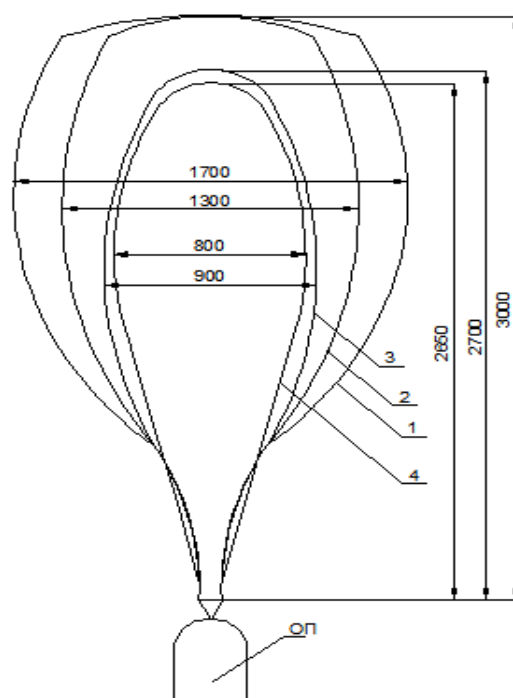


Рис. 6. Схема границ осевшего ОПС после разрядки модели огнетушителя [3]:
ОП – модель огнетушителя; 1 – фракция 45–62 мкм; 2 – нормированный состав;
3 – фракция 125–249 мкм; 4 – фракция 250–499 мкм

Поскольку известно, что этот эффект будет особенно заметен для мелких частиц, следует ориентироваться на характеристики крупных фракций. В связи с тем, что фактическое массовое содержание фракции частиц размером 125–249 и 250–499 мкм может достигать 20–60 % (рис. 4–5), следует необходимость применения методов гранулирования порошков в заявляемом производителем диапазоне, то есть на переход к монодисперсным составам, с небольшими отклонениями [7]. Однако этот вывод требует дополнительного изучения с учётом стоимостных затрат на гранулирование.

Литература

1. НПБ 170–98. Порошки огнетушащие общего назначения. Общие технические требования. Методы испытаний. URL: <http://base.garant.ru> (дата обращения: 30.11.2013).
2. ГОСТ 26952-86 Порошки огнетушащие. Общие технические требования и методы испытаний.
3. Сытдыков М.Р. Методика оценки эффективности порошкового огнетушителя со встроенной пористой ёмкостью (применительно к пожароопасным производственным объектам нефтебаз): дис. ... канд. тех. наук. СПб., 2013. 115 с.
4. ТУ 2149-200-10964029-2003. Порошок огнетушащий Фоскон 430 (с изменениями 1) // Огнезащита. URL: <http://www.ognez.ru> (дата обращения: 30.11.2013).
5. ТУ 2149-028-10968286-98. Огнетушащий порошок Вексон-АВС (с изменениями 1–5) // Экохиммаш. URL: <http://www.ecochim.ru> (дата обращения: 02.12.2013).
6. ТУ 2149-028-10968286-98. Огнетушащий порошок Вексон-АВС-25 (с изменениями 1–4) // Экохиммаш. URL: <http://www.ecochim.ru> (дата обращения: 02.12.2013).
7. Процессы гранулирования в промышленности / Н.Г. Вилесов [и др.]. М.: Техника, 1976. 192 с.

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ ДОЛЖНОСТИ И ОЦЕНКИ КАДРОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ МЧС РОССИИ

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

О.В. Уткин.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрен метод формирования профиля должности и оценки кадров. Предлагаемый метод решения задачи оценки кадров предназначен для автоматизированной обработки информации в системе управления кадрами образовательных учреждений МЧС России.

Ключевые слова: оценка кадров, профиль должности, набор факторов, критерии оценки, матрица векторов, метод анализа иерархий

METHOD OF FORMING PROFILE JOB TRAINING AND ASSESSMENT IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF EMERCOM OF RUSSIA

M.I. Gvozdic; O.V. Utkin.

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

Methods of formation position profile and evaluation of personnel. The proposed method for solving the evaluation frame designed for automated data processing in the control system of educational institutions of EMERCOM of Russia.

Keywords: evaluation of personnel profile positions, a set of factors, the evaluation criteria, the matrix vectors, analytic hierarchy process

Как известно, для описания должности педагога высшей школы могут быть использованы профессиограммы или психограммы. Однако указанные методы не дают возможности описать должность полноценно, поскольку задача каждого из них – создать профиль профессии, но должность и профессия – понятия далеко не идентичные. В настоящее время должность включает в себя несколько профессиональных специализированных областей, и попытка описать должность с профессиографической точки зрения не удаётся, особенно если должность является сплавом знаний, умений и навыков нескольких профессиональных специализаций, что характерно для педагога высшей школы и особенно важно для педагогов образовательных учреждений МЧС России.

Современные требования к описанию должности можно коротко сформулировать следующим образом: они должны быть описаны в той степени подробности и содержать такую информацию, чтобы созданный профиль являлся эталоном должности и содержал

все требования, соблюдение которых будет обеспечивать выполнение сотрудником своих обязанностей с требуемым качеством и в необходимые сроки.

Описание должности, соответствующее указанным требованиям, называют Профилем должности. В общем случае, Профиль минимально должен включать в себя следующую информацию:

- место должности в общей организационной структуре организации;
- функциональные обязанности должности;
- профиль профессиональных компетенций;
- личностный профиль;
- формальные требования к сотруднику, выполняющему обязанности должности.

Профиль должности является стандартом и эталоном и должен содержать чётко сформулированные параметры, являющиеся не только требованиями к должности, но и непосредственными оценочными критериями профессиональных компетенций, уровня знаний и навыков, уровня ответственности, типа мотивации, направленности на результат, уровня развитости мыслительной гибкости, качественным характеристикам внимания, мышления и памяти.

Предлагаемый метод решения задачи оценки кадров предназначен для автоматизированной обработки информации в системе управления кадрами образовательных учреждений МЧС России.

Целью метода является расчёт численной оценки предпочтения альтернатив при решении задач управления кадрами. В результате расчётов с использованием метода анализа иерархий [1] получаем матрицу (вектор) глобальных приоритетов альтернатив, упорядоченный в требуемом порядке. Полученные данные позволяют осуществить выбор альтернативы с наибольшей оценкой в целях решения задач отбора кадров [2].

Формально задача заключается в получении вектора глобальных приоритетов альтернатив, упорядоченных в требуемом порядке.

Исходными данными для расчётов служат:

- требования к должности, заданные в виде набора факторов (критериев оценки кандидатов) и соответствующих численных значений интенсивностей относительной важности факторов;
- список альтернатив (кандидатов);
- численные значения оценок альтернатив в соответствии с заданными факторами.

Исходные данные представляются математически в виде следующих матриц (векторов):

1. Матрица (вектор) факторов:

$$F = [f_i] = (f_1, \dots, f_i, \dots, f_m),$$

где m – количество факторов; $i = \overline{1, m}$ – текущий номер фактора.

2. Матрица весов (интенсивностей) относительной важности факторов:

$$W = [w_{ij}]; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, m},$$

где w_{ij} – значение веса (интенсивности) относительной важности фактора f_i относительно фактора f_j . Значения w_{ij} выбираются экспертами из стандартного ряда.

3. Матрица (вектор) альтернатив:

$$X = [x_j] = (x_1, \dots, x_j, \dots, x_n),$$

где n – количество сравниваемых альтернатив; $j = \overline{1, n}$ – текущий номер альтернативы.

4. Матрица попарных сравнений альтернатив в соответствии с определёнными факторами:

$$S = [s_{ijk}] = \begin{bmatrix} s_{11k} & s_{12k} & \dots & s_{1jk} & \dots & s_{1nk} \\ s_{21k} & s_{22k} & \dots & s_{2jk} & \dots & s_{2nk} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ s_{i1k} & s_{i2k} & \dots & s_{ijk} & \dots & s_{ink} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ s_{n1k} & s_{n2k} & \dots & s_{nj k} & \dots & s_{nnk} \end{bmatrix}, \quad i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, m},$$

где s_{ijk} – численное значение оценки объекта x_i относительно объекта x_j в соответствии с фактором f_k . В другой интерпретации эта матрица представляется в виде набора из m матриц размером $n \times n$.

Ограничивающие условия: i, j, k, m, n – целые положительные числа:

$$1 \leq i \leq n; \quad 1 \leq j \leq n; \quad 1 \leq k \leq m.$$

Значения весов (интенсивностей) относительной факторов w_{ij} и альтернатив s_{ijk} определяются (выбираются) экспертами в соответствии со шкалой относительной важности.

Решение задачи отбора кадров осуществляется на основе метода анализа иерархий [1] и в укрупнённом виде включает 17 шагов:

1. Формирование и заполнение матрицы (вектора) факторов F :

$$F = [f_i]; \quad i = \overline{1, m}.$$

2. Формирование и заполнение матрицы попарных сравнений факторов:

$$W = [w_{ij}]; \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, m}.$$

3. Вычисление локальных приоритетов для матрицы W .

3.1. Формирование матрицы C собственных векторов:

$$C = [c_i]; \quad i = \overline{1, m}.$$

3.2. Вычисление значений элементов матрицы C :

$$c_i = \sqrt[m]{w_{i1} \times w_{ij} \times \dots \times w_{im}}; \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, m}.$$

3.3. Вычисление суммы r элементов матрицы C :

$$r = \sum_{i=1}^m c_i.$$

3.4. Формирование матрицы D локальных приоритетов:

$$D = [d_i]; \quad i = \overline{1, m}.$$

3.5. Вычисление значений элементов матрицы D :

$$d_i = \frac{c_i}{r}; i = \overline{1, m}.$$

4. Вычисление наибольшего значения матрицы суждений $\lambda_{\max}$.

4.1. Формирование вспомогательной матрицы E :

$$E = [e_j]; j = \overline{1, m}.$$

4.2. Вычисление значений элементов матрицы E :

$$e_j = \sum_{i=1}^m w_{ij}; j = \overline{1, m}.$$

4.3. Расчёт значения $\lambda_{\max}$:

$$\lambda_{\max} = \sum_{j=1}^m d_j e_j.$$

5. Расчёт индекса согласованности $ИС$:

$$ИС = \frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1}.$$

6. Определение отношения согласованности $ОС$:

$$ОС = ИС / СС;$$

значение $СС$ – выбирается из справочника ($СС = 1,41$ для $m = 8$).

7. Оценка значения $ОС$. Если значение $ОС$ удовлетворительно, то переход к шагу 8, иначе – переход к шагу 2 настоящего алгоритма.

8. Формирование и заполнение матрицы (вектора) альтернатив X :

$$X = [x_j]; j = \overline{1, n}.$$

9. Формирование и заполнение матрицы попарных сравнений альтернатив S :

$$S = [s_{ijk}]; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}; k = \overline{1, m}.$$

10. Вычисление локальных приоритетов для матрицы S .

10.1. Формирование матрицы T собственных векторов:

$$T = [t_{ik}]; i = \overline{1, n}; k = \overline{1, m}.$$

10.2. Вычисление значений элементов матрицы T :

$$t_{ik} = \sqrt[n]{s_{111} \times s_{ijk} \times \dots \times s_{nnm}}; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}; k = \overline{1, m}.$$

10.3. Формирование вектора r_k^* сумм элементов матрицы T :

$$r_k^* = \sum_{i=1}^n t_{ik}; k = \overline{1, m}.$$

10.4. Формирование матрицы U локальных приоритетов:

$$U = [u_{ik}]; i = \overline{1, n}; k = \overline{1, m}.$$

10.5. Вычисление значений элементов матрицы U :

$$u_{ik} = \frac{t_{ik}}{r_k^*}; i = \overline{1, n}; k = \overline{1, m}.$$

11. Вычисление наибольшего значения матрицы суждений $\lambda_k^*_{\max}$.

11.1. Формирование вспомогательной матрицы V :

$$V = [v_{jk}]; j = \overline{1, n}; k = \overline{1, m}.$$

11.2. Вычисление значений элементов матрицы V :

$$v_{jk} = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n s_{ijk}.$$

11.3. Расчёт значения $\lambda_k^*_{\max}$:

$$\lambda_k^*_{\max} = \sum_{k=1}^m u_{ik} v_{jk}; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}; i = j; k = \overline{1, m}.$$

12. Расчёт индекса согласованности $ИС_k$:

$$ИС_k = \frac{\lambda_k^*_{\max} - n}{n - 1}.$$

13. Определение отношения согласованности $ОС_k$:

$$ОС = ИС_k / СС;$$

значение $СС$ – выбирается из справочника, исходя из величины n .

14. Оценка значения $ОС$. Если значение $ОС$ удовлетворительно, то переход к шагу 15, иначе переход к шагу 9 настоящего алгоритма.

15. Синтез глобальных приоритетов. На этом этапе формируется и заполняется матрица (вектор) G глобальных приоритетов:

$$G_j = \sum_{k=1}^m u_{ik} v_{jk} ; j = \overline{1, n}.$$

16. Сортировка альтернатив. Матрица (вектор) альтернатив X преобразуется в новую матрицу X^* , элементы которой располагаются в порядке убывания численных значений соответствующих им глобальных приоритетов.

17. Вывод и представление результатов. Результаты расчётов представляются наглядно в табличном и (или) графическом виде, что позволяет ЛПР (лицу, принимающему решение) осуществить обоснованный выбор альтернативы.

В результате выполнения указанных шагов получены численные оценки предпочтения (рейтинг) кандидатов, что позволяет решать ряд задач управления кадрами в образовательных учреждениях МЧС России.

Литература

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. М.: Радио и связь, 1993.
2. Кузнецова Н.В. Подбор и расстановка кадров. Владивосток: Дальневост. ун-т, 2005. 305 с.

СОВРЕМЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ

И.И. Попивчак;

Г.Б. Ходасевич, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены процессы визуализации данных и роль компьютерной графики в сфере информационной безопасности при чрезвычайных ситуациях. Даны определения понятиям: визуализация, шейдер, рендер-ферма, а также представлены основные визуализаторы, применяемые при создании 3D-графики.

Ключевые слова: визуализация, рендер, шейдер

THE MODERN SOFTWARE FOR VISUALIZATION OF DATA

I.I. Popivchak; G.B. Hodasevich.

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

In article processes of visualization of data and a role of computer graphics in the sphere of information security are considered at an emergency. Definitions are given to concepts: visualization, shader, render-farm, and also are presented the main visualizers applied at creation 3D-graphics.

Keywords: visualization, render, shader

В компьютерной графике визуализация является важным этапом создания изображения. Именно от качества визуализации зависит то, какой эффект произведёт видео на целевую аудиторию.

В сфере информационной безопасности при чрезвычайных ситуациях (ЧС) основная роль компьютерной графики, с одной стороны, заключается в реконструировании уже произошедшей ЧС, чтобы восстановить цепь событий, проанализировать их и, сделав выводы, предотвратить подобное ЧС в будущем, а, с другой стороны, в моделировании различных ЧС техногенного и природного характера для отработки действий личного состава подразделений. Исходя из этого, можно говорить об оправданности создания обучающих интерактивных комплексов по различным направлениям подготовки, как пример: обучающий комплекс ГИМС (Государственная инспекция по маломерным судам) МЧС России, Интерактивный комплекс для отработки действий по ликвидации пожара и др.

Качественная визуализация различных ЧС (ДТП, аварии на производстве, пренебрежение правилами техники безопасности, террористические акты и т.д.) позволяет принимать верные управленческие решения и проводить профилактическую работу по предотвращению ЧС (рис. 1, 2).



Рис. 1. Визуализация деформации металла



Рис. 2. Визуализация потери несущей способности здания

Теперь стоит определить, что такое визуализация.

Визуализация (англ. rendering – «рендеринг») – термин в компьютерной графике, обозначающий процесс получения изображения из модели с помощью компьютерной программы.

Здесь модель – это описание любых объектов или явлений на строго определённом языке или в виде структуры данных. Такое описание может содержать геометрические данные, положение точки наблюдателя, информацию об освещении, степени наличия неизвестного вещества и пр.

Часто в компьютерной графике (художественной и технической) под рендерингом (3D-рендерингом) понимают создание плоского изображения (картинки) из разработанной 3D-сцены. Изображение – это цифровое растровое изображение.

Визуализация – один из наиболее важных разделов в компьютерной графике и на практике он тесным образом связан с остальными. Обычно программные пакеты трёхмерного моделирования и анимации включают в себя также и функцию рендеринга. Существуют отдельные программные продукты, выполняющие рендеринг.

В зависимости от цели, различают пре-рендеринг как достаточно медленный процесс визуализации, применяющийся в основном при создании видео, и рендеринг в режиме реального времени, применяемый в компьютерных играх или интерактивных презентациях [1].

Компьютерная программа, производящая рендеринг (визуализацию), называется рендером (визуализатором).

Рассмотрим некоторые методы визуализации

Существующее программное обеспечение может использовать несколько алгоритмов для получения конечного изображения.

Трассирование каждого луча света в сцене непрактично и занимает неприемлемо долгое время. Даже трассирование малого количества лучей, достаточного, чтобы получить изображение, занимает чрезмерно много времени, если не применяется аппроксимация (семплирование).

Вследствие этого было разработано четыре группы методов, более эффективных, чем моделирование всех лучей света, освещающих сцену:

Растеризация. Визуализация производится проецированием объектов сцены на экран без рассмотрения эффекта перспективы относительно наблюдателя.

Ray casting (рейкастинг). Сцена рассматривается, как наблюдаемая из определённой точки. Из точки наблюдения на объекты сцены направляются лучи, с помощью которых определяется цвет пикселя на двумерном экране. При этом лучи прекращают своё распространение (в отличие от метода обратного трассирования), когда достигают любого объекта сцены либо её фона. Возможно использование каких-либо очень простых способов добавления оптических эффектов. Эффект перспективы получается естественным образом в случае, когда испускаемые лучи располагаются под углом, зависящим от положения пикселя на экране и максимального угла обзора камеры.

Трассировка лучей похожа на рейкастинг. Из точки наблюдения на объекты сцены направляются лучи, с помощью которых определяется цвет пикселя на двумерном экране. Но при этом луч не прекращает своё распространение, а разделяется на три компонента, луча, каждый из которых вносит свой вклад в цвет пикселя на двумерном экране: отражённый, теневой и преломленный. Количество таких разделений на компоненты определяет глубину трассирования и влияет на качество и фотореалистичность изображения. Благодаря своим концептуальным особенностям, метод позволяет получить очень фотореалистичные изображения, но при этом он очень ресурсоёмкий, и процесс визуализации занимает значительные периоды времени.

Трассировка пути содержит похожий принцип трассировки распространения лучей, однако этот метод является самым приближённым к физическим законам распространения света. Также является самым ресурсоёмким [2].

Передовое программное обеспечение обычно совмещает в себе несколько техник, чтобы получить достаточно качественное и фотореалистичное изображение за приемлемые затраты вычислительных ресурсов.

Математическое обоснование

Реализация механизма рендеринга всегда основывается на физической модели. Производимые вычисления относятся к той или иной физической или абстрактной модели. Основные идеи просты для понимания, но сложны для применения. Как правило, конечное решение или алгоритм более сложны и содержат в себе комбинацию разных техник.

Основное уравнение

Ключом к теоретическому обоснованию моделей рендеринга служит уравнение рендеринга. Оно является наиболее полным формальным описанием части рендеринга, не относящейся к восприятию конечного изображения. Все модели представляют собой какое-то приближённое решение этого уравнения [3]:

$$L_o(x, \vec{w}) = L_e(x, \vec{w}) + \int_{\Omega} f_r(x, \vec{w}', \vec{w}) L_i(x, \vec{w}') (\vec{w}' \cdot \vec{n}) d\vec{w}'$$

Неформальное толкование таково: количество светового излучения (L_o), исходящего из определённой точки в определённом направлении, есть собственное излучение и отражённое излучение. Отражённое излучение есть сумма по всем направлениям приходящего излучения (L_i), умноженного на коэффициент отражения из данного угла. Объединяя в одном уравнении приходящий свет с исходящим в одной точке, это уравнение составляет описание всего светового потока в заданной системе.

Шейдер – это программа для одной из ступеней графического конвейера, используемая в трёхмерной графике для определения окончательных параметров объекта или изображения. Она может включать в себя произвольной сложности описание поглощения и рассеяния света, наложения текстуры, отражение и преломление, затенение, смещение поверхности и эффекты пост-обработки.

Программируемые шейдеры гибки и эффективны. Сложные с виду поверхности могут быть визуализированы при помощи простых геометрических форм. Например, шейдеры могут быть использованы для рисования поверхности из трёхмерной керамической плитки на абсолютно плоской поверхности [4].

Рендер-ферма – это компьютерный кластер для рендеринга компьютерной графики с помощью автономной пакетной обработки. Обычно применяется для создания визуальных эффектов в фильмах и телепередачах. Задача по рендерингу сложных сцен достаточно ресурсоёмка. Её распараллеливание и выполнение сразу на множестве компьютеров позволяет значительно сокращать время создания видеоматериалов. Часто рендер-ферма берётся в аренду для выполнения конкретных задач [5].

Далее речь пойдёт о современных программах, предназначенных для визуализации изображения.

Внешние визуализаторы предлагают больший функционал по настройке материалов и освещения сцены, чем базовые визуализаторы любого пакета 3D-моделирования, а также позволяют работать группе людей в разных трёхмерных пакетах, визуализируя в одной программе.

Визуализаторы

Scanline. Визуализатор по умолчанию в 3ds Max. Исходным методом визуализации в 3DS Max является сканирующий построчный алгоритм. Некоторые расширенные возможности были добавлены в Scanline спустя годы, такие как расчёт Global Illumination,

Ray Tracing и Radiosity, однако большинство функций перешло к нему от других визуализаторов (например – RadioRay).

Mental ray. Mental ray является пригодной для производственного применения высококачественной системой визуализации, разработанной компанией Mental Images. Mental ray встроен в последние версии 3DS Max, это мощный инструмент визуализации, поддерживающий сегментную визуализацию (подобно механизму сопровождающей визуализации, реализованному в Maya), а также технологию распределённой визуализации, позволяющую рационально разделять вычислительную нагрузку между несколькими компьютерами. Включаемая в 3ds Max версия mental ray поставляется с набором инструментария, позволяющим относительно просто создавать множество различных эффектов.

V-Ray. Высококачественный фотореалистичный визуализатор, спроектированный в качестве плагина для 3ds Max. Популярнейший в русскоязычном пространстве внешний визуализатор компании Chaos Group. Очень часто используется профессионалами, часто заменяя стандартный Scanline и mental ray. Совместим с более старыми версиями 3ds Max. Имеет собственные материалы, камеры, источники освещения и атмосферные эффекты. Также в него встроена «система дневного света»: V-Ray Physical Camera, V-Ray Sky и V-Ray Sun (физическая камера, небо и солнце), использование которых в совокупности позволяет получать хорошие результаты даже при стандартных настройках [6].

RenderMan. Стороннее средство подключения к конвейеру RenderMan также полезно в тех случаях, когда требуется интеграция 3DS Max с системой визуализации Renderman. Коннект с 3DS Max происходит с помощью DoberMan [7].

FinalRender. Внешний визуализатор компании Cebas. Является наиболее полным фотон-основанным визуализатором, уступая по своим возможностям только mental ray. Преимущество заключается в плотной интеграции с другими решениями Cebas, обеспечивающими широкий спектр разнообразных атмосферных, линзовых эффектов и прочее, чего нет у других визуализаторов [8].

Brazil R/S. Высококачественная, фотореалистичная система визуализации изображения, разработанная компанией SplutterFish Llc. В этом визуализаторе присутствует несколько алгоритмов просчёта глобального освещения Global Illumination: QMC и Photon Mapping. Brazil хорошо зарекомендовал себя среди архитекторов, дизайнеров и художников компьютерной графики, благодаря простоте настроек, стабильности и качественному результату визуализации.

Fryrender. Фотореалистичный, основанный на законах физики, спектральный визуализатор. Создан компанией RandomControl. Предоставляет возможность получать изображения высочайшего качества и достигать естественного реализма.

Indigo Renderer. Физически корректный рендер. Основная особенность его в том, что все расчёты света, энергии, каустики и т.д. происходят взаимосвязано, что и отличает его от других рендеров, где всё раздельно и определяется самим пользователем [8].

Maxwell Render. Является первой системой визуализации, в которой принята «физическая парадигма». В основу всей системы положены математические уравнения, описывающие поведение света. Вводя в обращение реальные физические законы, Maxwell Render позволяет избежать длительного и тонкого процесса настройки параметров визуализации, который имеет место в случае большинства визуализаторов, работающих по иным алгоритмам [9].

Arion Render. Гибридный, интерактивный рендер GPU+CPU, разработанный компанией RandomControl на базе NVIDIA CUDA [10].

Krakatoa. Популярный волюметрический рендер от компании Thinkbox Software для быстрой визуализации систем частиц. Работает со множеством систем частиц, как

встроенных в 3ds max, так и подключаемых к нему в виде плагинов, например: Thinking particles, FumeFX или RealFlow. Позволяет рендерить огромные массивы частиц, чего нельзя сделать, например в Scanline, Mental Ray или V-Ray. Позволяет освещать частицы точечными источниками света с просчётом затухания света в облаке частиц. Имеет собственную систему Magma Flow, позволяющую проводить сложные математические операции с каналами частиц и переводить эти данные в различные свойства частиц, например цвет или плотность [11].

Рассмотрим более подробно основные визуализаторы, используемые в производстве 3D-графики:

V-Ray – система рендеринга (визуализации изображения), разработанная компанией Chaos Group.

V-Ray – мощный инструмент визуализации, поддерживающий Depth of Field (глубина резкости), Motion Blur (эффект «размытия» в движении), Displacement (карта смещения, с увеличением детализации трёхмерных объектов). Кроме этого, V-ray имеет собственные источники освещения, систему солнце-небосвод для реалистичного освещения естественным светом и физическую камеру с параметрами, аналогичными реальным фото- и видеокамерам. Система Vray Proxu позволяет производить просчёт чрезвычайно больших массивов однотипных объектов, состоящих суммарно из десятков миллиардов полигонов. Встроенные шейдеры предоставляют пользователю широкие возможности для имитации практически любых материалов. V-Ray SDK позволяет как программировать собственные шейдеры, так и адаптировать систему под решение специфических задач. Возможность просчитывать отдельные элементы изображения в виде каналов, таких как: Глубина, Диффузный цвет, Альфа, Отражение, Преломление, Тени и других, предоставляет большую свободу постобработки в пакетах композитинга и монтажа.

Помимо стандартной версии V-Ray существует версия для просчёта изображения в реальном времени V-Ray RT (Real-Time), которая использует возможности процессора или видеокарты. Начиная с версии V-Ray 2.0, V-Ray RT входит в стандартную поставку плагина к 3ds max. При использовании real-time рендера, V-Ray RT частично берёт настройки из стандартного V-Ray (настройки освещения, цветового затухания, окружающей среды), а для вычислений использует собственный алгоритм. V-Ray RT способен делать вычисления с помощью процессора или же видеокарты, при этом в последнем случае достигается значительное увеличение скорости просчёта, однако не поддерживается значительное количество функций V-Ray.

Mental ray – профессиональная система рендеринга и визуализации изображений, разработанная компанией mental images. Является дочерней компанией NVIDIA.

Mental ray лучше всего интегрирован с Softimage XSI (с 1996 г., тогда Softimage назывался Sumatra), есть также интеграции с Autodesk Maya (с 2002 г.), Autodesk 3ds Max (с 1999 г.), Houdini, SolidWorks, так же имеется версия standalone. Это мощный инструмент визуализации, поддерживающий сегментную визуализацию, подобно механизму сопровождающей визуализации, реализованному в Maya, возможно отдельно считать по псам, окклюзию, тени, отражения, впрочем этим сейчас обзавелись практически все системы рендера, рендер по псам имеет V-Ray, finalRender, RenderMan и др.

Также поддерживает технологию распределённой визуализации, позволяющую рационально разделять вычислительную нагрузку между несколькими компьютерами (многопоточный и сетевой рендеринг) до 8 процессоров на одном компьютере и 4 сетевых. С помощью режимов Final gather, Irradiance Particles и Photon разными путями создаётся глобальное освещение. Также имеется каустика и motion blur. Преимущество mental ray – в его расширяемости. Можно написать шейдеры на языке C++, что выделяет его из других рендеров и даёт право называться продакшн рендером, как и RenderMan.

Iray – самостоятельный unbiased визуализатор, появившийся в 3.8 версии mental ray. Позволяет производить вычисления одновременно на центральном процессоре и графическом процессоре с архитектурой CUDA.

Новая версия NVIDIA iray уже предоставляет ряд возможностей по визуализации большинства методов затенения, но когда они будут реализованы в интерфейсе 3ds Max и других пакетах пока неизвестно.

Indigo Renderer – физически корректная система рендеринга. Имеется в виду, что все расчёты (света, энергии, каустики и т.д.) происходят взаимозависимо, что и отличает его от других рендеров, где всё раздельно и определяется самим пользователем.

Indigo использует MLT (Metropolis Light Transport) on top of backwards or bidirectional path tracing вместо традиционного raytracing.

Все взаимодействия света смоделированы физически (как спектральные данные), и у Indigo есть замечательные возможности, которые сделают вашу жизнь легче: виртуальная модель камеры, физическое небо, mesh-объекты в качестве источников света и т.д.

Технология, на основе которой сделан Indigo, может сравниться с Maxwell Render (NextLimit's), Fryrender, YafRay, LuxRender.

Indigo, до версии 2.0, свободно распространялся для коммерческого и некоммерческого использования, впоследствии став платным.

Существуют версии для 32-bit и 64-bit Windows.

Существуют коннекторы к таким 3d пакетам как Maya, Houdini, Sketchup, XSI, Blender, 3ds Max, Cinema 4D.

Не так важно, какой визуализатор использовать, важнее изучать реальный мир и анализировать происходящие в нём процессы.

Литература

1. «Генон»: система поиска ответов на вопросы. URL: <http://www.genon.ru> (дата обращения: 02.12.2013).

2. KOLORO: brend design: дизайн упаковки и этикетки, создание бренда, позиционирование, 3D печать и 3D моделирование. URL: <http://koloro.com.ua> (дата обращения: 02.12.2013).

3. ArtTower Wiki: энциклопедия. URL: <http://arttower.ru/wiki> (дата обращения: 23.11.2013).

4. Современная терминология 3D графики. URL: <http://www.ixbt.com/video2/terms2k5.shtml> (дата обращения: 24.11.2013).

5. Википедия – свободная энциклопедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 03.12.2013).

6. CHAOSGROUP. URL: <http://www.chaosgroup.com/en/2/index.html> (дата обращения: 03.12.2013).

7. RenderMan: материал из Википедии. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/RenderMan> (дата обращения: 03.12.2013).

8. Bloha_1915: галерея работ. URL: http://bloha-1915.ucoz.ru/publ/vizualizacija_render_kamery/kratkij_obzor_unbiased_renderov/17-1-0-45 (дата обращения: 03.12.2013).

9. Maxwell Render: натуральный продукт // Компьютерная газета. URL: <http://www.nestor.minsk.by/kg/2006/10/kg61010.html> (дата обращения: 03.12.2013).

10. RandomControl. URL: <http://www.randomcontrol.com/> (дата обращения: 02.12.2013).

11. Thinkbox Software. URL: <http://www.thinkboxsoftware.com/krakatoa> (дата обращения: 02.12.2013).

КОНТЕКСТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА» В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

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

Раскрыты дидактические механизмы движения от учебной деятельности к квазипрофессиональной деятельности, от квазипрофессиональной к учебно-профессиональной деятельности и далее к профессиональной деятельности посредством развивающегося фундаментального системного инварианта в процессе профессионально направленного обучения фундаментальной дисциплине.

Ключевые слова: фундаментальная дисциплина, контекст, контекстуальное моделирование, квазипрофессиональная деятельность, фундаментальный системный инвариант

CONTEXTUAL MODELING PROFESSIONAL AND EDUCATIONAL ACTIVITY AT STUDYING OF DISCIPLINES «PHYSICS» IN A TECHNICAL COLLEGE

L.V. Medvedeva.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Disclosed didactic motion from training to caseprofessional activities, from caseprofessional to educational and professional activity and further to professional activities, by developing the fundamental invariants in the process of professionally oriented training the fundamental discipline.

Keywords: fundamental discipline, context, context modeling, caseprofessional activities, the fundamental invariant

Формирование инвариантной системы интеллектуальных умений в процессе обучения фундаментальной дисциплины, с одной стороны, обеспечивает преобразование учебной информации и интериоризацию фундаментальных знаний, а с другой – становится базовой системой в структуре профессиональных умений, определяя в значительной степени «действующую способность» будущего специалиста в процессе преобразования вещества природы. Следует отметить, что современная линия в психологии деятельности требует нового понимания идеи алгоритмичности: понимание «жёсткости» и определённости алгоритма должно быть трансформировано в понимание его «гибкости» и неопределённости [1]. Неизбежность трансформации идеи алгоритмичности становится очевидной при системном анализе любой человеческой деятельности (в том числе и профессиональной). В этой связи В.А. Извозчиков делает следующее важное обобщение: «какой бы она (человеческая деятельность) ни была, в ней сосуществуют и противоборствуют два компонента – нормативный и вариативный. Первый компонент закрепляет уже накопленный людьми опыт, а без второго не может быть творчества, развития, движения вперёд» [2, 3].

Следовательно, при формировании базовой системы интеллектуальных умений должны быть выделены их нормативные и вариативные составляющие.

При формировании базовой системы интеллектуальных умений её структурные элементы систематизируются по двум группам: общих умений (группа междисциплинарного функционирования) и специальных умений (группа внутрипредметного функционирования) (табл. 1).

Специальные умения (СУ) позволяют обучающимся воссоздавать содержание учебного материала в различных формах учебно-воспитательного процесса обучения фундаментальной дисциплине и при переносе в область профессионального знания приобретают характер межпредметного функционирования, обеспечивая эффективность процесса формирования межпредметных ассоциаций, которые позволяют последовательно развивать виды деятельности обучающихся в предметной подготовке специалиста.

Общие умения (ОУ) следует рассматривать как обязательные компоненты системного инварианта интеллектуальных умений, которыми должны овладеть все обучающиеся независимо от профиля профессиональной подготовки при изучении всех дисциплин, включенных в предметную подготовку специалиста (в том числе и фундаментальных дисциплин).

В каждой группе выделяются структурные составляющие нормативного и вариативного компонентов деятельности (табл. 2, 3).

Теоретическая схема развития системного инварианта интеллектуальных умений в процессе обучения фундаментальной дисциплине, соответствующая логике естественного перехода от учения к труду, может быть представлена с помощью двух этапов обучения [4, 5].

На первом этапе обучения фундаментальной дисциплине, который обеспечивает приближение модели деятельности обучающегося к обобщенной модели деятельности специалиста, формируются нормативные компоненты общих и специальных умений (НК), а также вариативный компонент специальных умений (ВК). Приобретению общих и специальных умений способствует процесс усвоения и освоения инвариантов первичной учебной информации, выделенных при изучении основных разделов фундаментальной дисциплины (И1, И2, ...ИN) и введенных в систематический «рабочий оборот» во всех формах учебно-воспитательного процесса (лекциях (ЛК), практических занятиях (ПР), лабораторных занятиях (ЛБ), самостоятельных занятиях (СЗ), научно-исследовательской работе (НР)). При этом осуществляется не только активное использование инвариантов в практической деятельности обучающихся, но и активное их воспроизведение в различных формах речевого общения.

На втором этапе обучения фундаментальной дисциплине, который обеспечивает сближение предмета учебной деятельности с предметом профессиональной деятельности, осуществляется совершенствование нормативных компонентов общих и специальных умений, вариативного компонента специальных умений и развитие вариативного компонента общих умений в условиях интенсификации межпредметного взаимодействия. При этом продолжается систематическая работа по формированию представлений о метапонятиях.

Таблица 1

№	Общие умения	Специальные умения
1.	Умение производить оценочные действия (сравнивать, обобщать, формулировать выводы)	Умение применять фундаментальные законы при решении практических задач
2.	Умение представлять информацию в свернутом и развернутом виде	Умение анализировать соотношения в знако-символьной форме
3.	Умение работать со справочной информацией	Умение интерпретировать продукты переработки информации

Таблица 2

Общие умения		
№	нормативный компонент	вариативный компонент
1.	Умение генерализировать информацию (главное и второстепенное)	Умение использовать приобретенные знания для достижения творческих целей
2.	Умение ставить познавательные вопросы	Умение преобразовывать информацию
3.	Умение систематизировать и классифицировать элементы знаний	Умение интерполировать состояние продуктов преобразований во времени
4.	Умение выполнять экспериментальные исследования	Умение самостоятельно «добывать» информацию

Таблица 3

Специальные умения		
№	нормативный компонент	вариативный компонент
1.	Умение формулировать проблему исследования	Умение мыслить «объёмно» (симультанное мышление)
2.	Умение выделять сущностные отношения в процессе переработки информации	Умение видеть проблему в новом аспекте (инновационное видение задачи)
3.	Осознавать эквивалентность способов выражения одной и той же информации	Умение реализовывать междисциплинарные связи

В дидактическом аспекте на первом этапе дидактической «клеточкой» учебно-воспитательного процесса становится учебно-познавательная задача исследовательского типа «скрытого» вопроса, с «размытыми» условиями, неопределённого ответа и неопределённым алгоритмом. Тогда, соответственно, «клеточкой» учебной деятельности обучающегося является проблемная ситуация, которая в условиях не формально-ролевого, а межличностного взаимодействия становится учебно-воспитательной ситуацией. В процессе конструирования целостной системы учебно-воспитательных задач осуществляется проблематизация содержания фундаментального образования на первом этапе профессионально направленного обучения, которая становится педагогическим фактором учебного процесса. При этом формируется рефлексивная позиция участников учебного процесса и раскрывается педагогический потенциал диалога как формы субъект-субъектного взаимодействия в процессе становления интеллектуальных способностей обучающихся, структурными блоками которых являются конвергентные, дивергентные способности и обучаемость.

На втором этапе обучения фундаментальной дисциплине дидактической «клеточкой» учебно-воспитательного процесса становится профессионально-ориентированное задание, а «клеточкой» деятельности обучающегося – профессионально-подобная ситуация, сконструированная в методологической «системе отсчёта». В условиях приближения предмета учебной деятельности к предмету профессиональной деятельности происходит дальнейшее развитие структурных блоков интеллектуальных способностей и «закрепление» рефлексивной позиции участников учебного процесса, осуществляющих субъект-субъектное взаимодействие.

Таким образом, в процессе обучения фундаментальной дисциплине на каждом из выделенных этапов одновременно реализуются три фактора: проблематизация содержания фундаментального образования, рефлексивная позиция участников учебного процесса и диалог как форма субъект-субъектного взаимодействия. В совместном действии этих факторов осуществляется, с одной стороны, развитие творческого стиля деятельности (ТСД), а с другой – развитие личности через самоопределение в проблемных ситуациях к самостоятельной постановке целей и их осуществления в условиях свободного выбора средств [6].

Вместе с тем идентификация творческого стиля деятельности как двойного инварианта, с одной стороны, и обеспечение необходимых условий для развития ТСД в процессе профессионально направленного обучения фундаментальной дисциплине с другой, даёт основание для его включения в фундаментальный системный инвариант.

Таким образом, структурными системными блоками фундаментального системного инварианта, построение которого осуществляется в процессе профессионально направленного обучения фундаментальной дисциплине, являются:

- фундаментальный инвариант первичной учебной информации;
- базовая система интеллектуальных умений;
- структура творческого стиля деятельности.

Диалектическое единство и взаимообусловленное развитие выделенных структурных блоков фундаментального системного инварианта обуславливает его восходящее развитие как системы, изменения которой способствуют развитию профессиональной направленности личности будущего специалиста и формированию у него «действующей способности» к преобразованию вещества природы. Развитие фундаментального системного инварианта обеспечивается в процессе взаимодействия различных противоположностей, составляющих внутреннее содержание различных изменений, что в итоге обуславливает смену конкретных качественных состояний (смену видов деятельности обучающихся). Именно с этих позиций фундаментальный системный инвариант (ФСИ) как открытая развивающаяся система выбирается в качестве «единицы перехода» от одной формы деятельности обучающихся к другой при изучении фундаментальной дисциплины, обеспечивая тем самым естественность перехода от учения к труду.

Движение от учебной деятельности (УД) к квазипрофессиональной деятельности (КПД), от квазипрофессиональной к учебно-профессиональной деятельности (УПД) и далее к профессиональной деятельности (ПД), которое осуществляется посредством развивающегося фундаментального системного инварианта (ФСИ) в процессах профессионально направленного обучения фундаментальной дисциплине и обучения специальным дисциплинам технического вуза [7, 8].

Таким образом, сближение структуры учения со структурой профессионального труда посредством развивающегося фундаментального системного инварианта при обучении фундаментальной дисциплине осуществляется при реализации двух взаимосвязанных и взаимообусловленных этапов.

На первом этапе учебный предмет проектируется как предмет учебной деятельности в условиях сближения модели познавательной деятельности обучающихся с обобщённой моделью деятельности специалиста в проблемных ситуациях. «Клеточкой» деятельности обучающегося становится проблемная ситуация, а дидактической «клеточкой» учебного процесса – задача исследовательского типа.

Главной задачей первого этапа обучения становится подготовка обучающихся к «встрече» с предметом профессиональной деятельности: развитие общих способностей в процессе познания объективных закономерностей реальной действительности при доминировании познавательных мотивов; развитие индивидуального ментального опыта; формирование адекватных ментальных репрезентаций действительности; развитие интеллектуальных способностей, которые обуславливают интеллектуальные проявления в различных видах деятельности.

Таким образом, подготовка к «встрече» с предметом будущей профессиональной деятельности, которая осуществляется на первом этапе обучения, определяется обеспечением условий для преемственности социальной и познавательной активности обучаемых в процессе обучения фундаментальной дисциплине. Следует особенно подчеркнуть то обстоятельство, что подготовка к «встрече» с предметом будущей профессиональной деятельности на первом этапе обучения фундаментальной дисциплине осуществляется в логико-гносеологическом аспекте. В систематическую работу над построением фундаментального системного инварианта «проникают» методологические принципы, а использование «конфигуратора»

методологического подхода в качестве базового «инструмента» в процессе формирования фундаментальных знаний и представлений о метапонятиях «закрепляет» методологические принципы в качестве базовых регулятивов познавательной деятельности обучающихся, что обуславливает устойчивость доминирования познавательных мотивов в индивидуальной мотивационной сфере.

На втором этапе обучения учебный предмет проектируется как предмет квазипрофессиональной деятельности в условиях «замещения» предмета учебной деятельности предметом профессиональной деятельности. При этом моделирование профессиональной деятельности предусматривает перенесение в учебный процесс её предметного и социального аспектов. «Клеточкой» деятельности обучающегося становится профессионально-подобная ситуация, конструирование которой осуществляется в методологической «системе отсчёта», а дидактической «клеточкой» учебного процесса – профессионально-ориентированное задание, которое является по существу задачей исследовательского типа, предполагающей решение реальной профессиональной проблемы. Главной задачей второго этапа обучения становится обеспечение условий, в которых обучающиеся, подготовленные к «встрече» с предметом профессиональной деятельности, могут лично «принять» содержание профессиональных (реальных) проблем, осмыслить содержание и структуру целостной профессиональной деятельности в процессе усвоения и освоения её учебного модельного аналога. Активное включение обучающихся в решение реальных профессиональных проблем в условиях профессионально-подобных ситуаций обуславливает уяснение личностного смысла квазипрофессиональной, учебно-профессиональной и будущей профессиональной деятельности.

Личностный смысл учебно-профессиональной деятельности возникает как результат принятия профессии. Это способствует формированию эмоционального отношения к осуществляемой деятельности, приводит познающего субъекта к личностной конкретизации цели обучения не только фундаментальной дисциплине, но и в образовательной системе высшей школы. Придание личностного смысла учебно-профессиональной деятельности при устойчивом доминировании познавательных мотивов, обеспеченном при реализации первого этапа обучения фундаментальной дисциплине, обуславливают построение системы мотивов профессиональной деятельности: профессионального, когнитивно-профессионального, управленческого, исследовательского, утилитарно-прагматического, престижно-профессионального.

Профессиональный мотив как системное образование содержит: потребность в приобретении профессии как социальной необходимости; лично значимое желание стать профессионалом; положительное отношение к профессии; готовность выполнять профессиональные функции и осуществлять сознательную регуляцию деятельности [9]. Когнитивно-профессиональный мотив стимулирует интерес к профессиональным знаниям и фундаментальной дисциплине. Управленческий мотив возникает как следствие освоения ролевых функций будущего специалиста в профессионально-подобных ситуациях, проектировании курсовых и дипломных работ.

Методологизация знаний и способов мышления будущих специалистов, которая последовательно осуществляется на первом и втором этапах обучения фундаментальной дисциплине, позволяет осознать социальный смысл будущей профессии и её роль в жизни общества, что повышает не только престиж профессии, но и значимость тех людей, которые занимаются этой деятельностью. Изменение отношения к профессии, открытие в ней привлекательных сторон, осознание её значимости дает эмоциональное переживание её соответствия личностным установкам, потребностям. Встреча с предметом, отвечающим потребностям, акт опредмечивания потребности обеспечивается ключевой, эмоциональной чувствительностью к отдельным свойствам предмета.

Таким образом, на втором этапе обучения фундаментальной дисциплине с помощью системы дидактических средств должна быть обеспечена «встреча» с таким предметом профессиональной деятельности, который отвечает потребностям будущих специалистов.

Акты опредмечивания потребностей в процессе освоения и усвоения учебного аналога профессиональной деятельности, ориентировочной основой которой является система методологических знаний, в значительной степени оказывают влияние на формирование личностно-значимого основания для принятия будущей профессии.

Следует отметить, что воспитание специалиста осуществляется посредством личностного влияния, предполагающего передачу ценностей и норм культуры только при условии допуска такого влияния в самосознание личности. В этом заключается презумпция её воспитуемости (Е.А. Климов, А.К. Маркова). Личность избирательно относится к влиянию извне: только осуществлённый ею выбор (правильный или ошибочный) может формировать её самобытность. Профессиональное самоопределение личности в процессе воспитания методологической культуры знаний, способов мышления и деятельности для будущего специалиста означает приобретение способности к созидательной деятельности по преобразованию вещества природы, результаты которой не разрушают целостность мира, а преумножают его материальные и духовные богатства. Следовательно, механизм взаимодействия объективной модели подготовки специалиста и субъективной модели подготовки реализуется за счёт доопределения задачи, уяснения личностного смысла, перехода от этапа целеполагания к этапу целеосуществления в процессе профессионально направленного обучения фундаментальной дисциплине.

Таким образом, в процессе профессионально направленного обучения фундаментальной дисциплине осуществляется сближение структуры учения со структурой профессиональной деятельности и формирование структуры мотивов профессиональной деятельности, которая становится стержнем личности будущего специалиста и переходит в «фонд развития личности».

При этом фундаментальный системный инвариант как открытая развивающаяся система становится фундаментальным компонентом объективной и субъективной модели подготовки специалиста.

В заключении представляется целесообразным выделить некоторые «узловые» положения, определяющие детерминацию будущим в процессе обучения фундаментальной дисциплине в высшей школе:

1. Определены и обоснованы базовые условия использования контекстного подхода в профессионально-направленном обучении фундаментальной дисциплине:

- модель деятельности специалиста должна служить обобщённой моделью познавательной деятельности обучающегося. При этом поступок как аналог мыследействия принимается за единицу анализа деятельности познающего субъекта;

- учебно-воспитательный процесс профессионально-направленного обучения фундаментальной дисциплине должен в адекватной модельной форме отражать реальность бытия (профессиональной деятельности);

- единицей содержания профессионально-направленного обучения фундаментальной дисциплине должна стать профессионально-подобная ситуация, которая позволяет в модельной форме выделить «клеточку» будущей профессиональной деятельности.

2. Использование контекстуального моделирования профессионально-подобной деятельности направлено на разработку системы профессионально-подобных ситуаций, которая обеспечивает субъективные проживания в различных формах профессионального поведения и формирование на их основе смыслообразующих контекстов будущей деятельности специалиста.

3. Рекурсивность сценарных планов, различные формы профессионального поведения (развитие познавательного поля) обеспечивается при соблюдении принципа единства базового и вариативного компонентов в содержании реальных проблем, которые предлагаются для решения субъектам профессиональной деятельности.

4. Единицей перехода от учения к труду становится фундаментальный системный инвариант, системными блоками которого являются:

- фундаментальный инвариант первичной учебной информации;

- базовая система интеллектуальных умений;
- структура творческого стиля деятельности.

5. Сближение структуры учения со структурой профессионального труда посредством развивающегося фундаментального системного инварианта при обучении фундаментальной дисциплине осуществляется при реализации двух взаимосвязанных и взаимообусловленных этапов.

6. Генерализация содержания этапов обучения фундаментальной дисциплине в техническом вузе позволяет сделать следующие принципиальные выводы:

- этапы обучения фундаментальной дисциплины являются этапами целостного процесса профессионально направленного обучения;

- обоснованное выделение развивающегося фундаментального системного инварианта в качестве единицы перехода от учения к труду обеспечивает естественность перехода от одного вида деятельности к другому в процессе профессионально направленного обучения фундаментальной дисциплине и обуславливает воспитание методологической культуры будущего специалиста, определяющей его отношение к содержанию, структуре и предмету профессиональной деятельности;

- естественный переход от учения к труду посредством развивающегося фундаментального системного инварианта позволяет определить первый этап профессионально направленного обучения фундаментальной дисциплине как инвариантный для всех направлений специализации в вузе, а второй – как профессионально-ориентированный на конкретный специализированный предмет профессиональной деятельности;

- включение вариативных специализированных курсов в содержание фундаментальной дисциплины на «стыке» естественнонаучного и специального образования высшей школы позволяет сохранить целостность фундаментального ядра при проектировании гибкой образовательной системы, которая способствует профессиональному самоопределению личности уже на этапе фундаментальной подготовки в вузе.

Литература

1. Айнштейн А., Серафимов Л. Линейность и нелинейность в мышлении, познании мира и образовании // *Alma Mater*. 1998. № 3. С. 39–45.
2. Извозчиков В.А. Инфоноосферная эдукология: новые информационные технологии обучения. СПб: Рос. гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена, 1991.
3. Шадриков В.Д. Психология деятельности и способности человека: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Логос, 1996.
4. Данилов И.Л., Медведева Л.В. Решение профессионально-ориентированных задач по строительной физике методом компьютерного моделирования. СПб.: Воен. инж.-техн. ун-т, 2004.
5. Иванов В.Г. Физика и мировоззрение. Л.: Наука, 1975. 118 с.
6. Философский словарь / под ред. И.Т. Фролова. 6-е изд. М.: Политиздат, 1991. 560 с.
7. Шаммазов А., Беленкова О. Технические университеты в информационно-индустриальном обществе // *Высшее образование в России*. 1998. № 1. С. 24–27.
8. Эйнштейн А. Физика и реальность. М., 1965. С. 116–206.
9. Atkinson J.W., Birch D. *Introduction to Motivation*. New Jork, Cicinati, Toronto, London, Melborne, 1978.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Богданова Екатерина Михайловна – курсант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: katyunya.bogdanova.93@mail.ru;

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;

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.;

Горбунов Алексей Александрович – доц. каф. защ. нас. и тер. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук;

Данилов Игорь Лолиевич – проф. каф. физ. и теплотехн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: il_dan@mail.ru, канд. физ.-мат. наук, доц.;

Егоров Павел Александрович – нач. отд. гл. упр. МЧС России по Чувашской республике (428000, г. Чебоксары, пер. Огнеборцев, д. 4), e-mail: pawa.82@mail.ru;

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.;

Иванов Анатолий Николаевич – 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, e-mail: iv.52@mail.ru, канд. техн. наук, проф.;

Кожевин Дмитрий Фёдорович – зам. нач. каф. физ.-хим. основ процессов горения и тушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: Kozhevin_DF@igps.ru, канд. техн. наук;

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;

Максимов Александр Викторович – препод. 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: helnze@mail.ru;

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.;

Поляков Александр Степанович – проф. каф. физ. и теплотехн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Попивчак Иван Игоревич – ст. препод. 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: white_blade@bk.ru;

Прыгов Артём Валерьевич – курсант ф-та пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Родин Владимир Николаевич – нач. отдела инф.-техн. обеспеч. учеб. проц. СПб ун-та МВД России (198324, Санкт-Петербург, ул. Лётчика Пилутова, д. 1), e-mail: vl.rodin@mail.ru, канд. техн. 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.;

Савчук Олег Николаевич – проф. каф. сервиса безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, e-mail: savchuk.o@igps.ru, канд. техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Сафонов Дмитрий Павлович – слушатель СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Сытдыков Максим Равильевич – зам. нач. каф. физ. и теплотехн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: maxim0205@mail.ru, канд. техн. наук;

Уткин Олег Валерьевич – зам. 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, e-mail: utkin.o@igps.ru;

Ходасевич Георгий Борисович – 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, hodasevich.g@igps.ru, канд. техн. наук, доц.



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 (CTIF), Законодательное собрание Ленинградской области.

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

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

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

Вуз является членом Международной ассоциации пожарных «Институт пожарных инженеров», объединяющей более 20 стран мира. В настоящее время вуз постоянно участвует в рабочей группе CTIF «Обучение и подготовка», принимает участие в научном проекте Совета государств Балтийского моря в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на территории Балтийского региона, осуществляет проект

по обмену курсантами и профессорско-преподавательским составом с Государственной Школой пожарной охраны г. Гамбурга (Германия) и Высшей технической школой г. Нови Сад (Сербия).

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

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

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

В целях объединения усилий научных работников и ведущих специалистов в области гражданской защиты для создания более эффективной системы подготовки высококвалифицированных кадров пожарных и спасателей по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также повышения уровня научно-исследовательской и педагогической работы учебным заведением подписаны соглашения о сотрудничестве с более чем 20 зарубежными пожарно-спасательными подразделениями и учебными заведениями. Основными партнерами университета являются: Университет восточного Кентукки (США); Высшая школа подготовки пожарных офицеров (Франция); Государственная академия пожарной охраны Гамбурга (Германия); Рижский технический университет (Латвия); Высшая техническая школа г. Нови Сад (Сербия); Университет прикладных наук Тампере (Финляндия); Учебно-тренировочный центр подготовки пожарных 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.

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

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

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

Научно-аналитический журнал

Природные и техногенные риски
(физико-математические и прикладные аспекты)

№ 1 (9) – 2014

Выпускающий редактор П.А. Болотова

Подписано в печать 28.03.2014. Формат 60×84_{1/8}.
Усл.-печ. 10,5 л. Тираж 1000 экз. Зак. № 31

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