

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ПРОБЛЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ
В ТЕХНОСФЕРЕ**

PROBLEMS OF TECHNOSPHERE RISK MANAGEMENT

№ 3 (15) – 2010

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-лейтенант внутренней службы **Артамонов Владимир Сергеевич**, начальник университета.

Заместитель председателя – доктор юридических наук, профессор, заслуженный юрист Российской Федерации **Уткин Николай Иванович**, заместитель начальника университета по научной работе.

Заместитель председателя (ответственный за выпуск журнала) – доктор технических наук, профессор **Таранцев Александр Алексеевич**, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ.

Члены редакционного совета:

кандидат технических наук генерал-полковник внутренней службы **Чуприян Александр Петрович**, заместитель министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

кандидат социологических наук генерал-полковник **Кириллов Геннадий Николаевич**, главный государственный инспектор Российской Федерации по пожарному надзору;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Грачев Евгений Васильевич**, профессор кафедры механики и инженерной графики;

доктор технических наук, профессор полковник внутренней службы **Галишев Михаил Алексеевич**, профессор кафедры исследований и экспертизы пожаров;

доктор экономических наук, профессор **Ачба Любовь Викторовна**, профессор кафедры финансово-хозяйственной деятельности;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Гадышев Виктор Александрович**, советник начальника Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Ложкин Владимир Николаевич**, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства;

доктор технических наук, профессор **Малыгин Игорь Геннадьевич**, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ;

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

доктор экономических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Попов Александр Иванович**, профессор кафедры гуманитарно-социальных дисциплин;

доктор экономических наук, профессор **Сергеева Ирина Григорьевна**, профессор кафедры финансово-хозяйственной деятельности;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Сметанин Юрий Владимирович**, профессор кафедры высшей математики и системного моделирования сложных процессов;

доктор экономических наук, профессор **Ильинский Игорь Валерьянович**, профессор кафедры гуманитарно-социальных дисциплин;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Куватов Валерий Ильич**, профессор кафедры автоматики и сетевых технологий;

доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Скребов Валерий Николаевич**, профессор кафедры физики и теплообмена;

доктор технических наук, профессор **Чешко Илья Данилович**, профессор кафедры практической подготовки сотрудников пожарно-спасательных формирований;

доктор технических наук, профессор **Пусь Вячеслав Васильевич**, профессор кафедры экономики и менеджмента;

доктор медицинских наук, профессор **Алексанин Сергей Сергеевич**, директор Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России;

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

кандидат физико-математических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Звонов Валерий Степанович**, профессор кафедры физики и теплообмена.

Секретарь совета:

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

Редакционная коллегия

Председатель – кандидат юридических наук майор внутренней службы **Удальцова Наталья Вячеславовна**, начальник редакционного отдела.

Заместитель председателя – полковник внутренней службы **Сычева Елена Юрьевна**, главный редактор объединённой редакции редакционного отдела.

Члены редакционной коллегии:

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

кандидат юридических наук подполковник внутренней службы **Доильницаин Алексей Борисович**, заместитель начальника университета по правовой и воспитательной работе;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Архипов Геннадий Федорович**, начальник центра организации научных исследований;

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

кандидат технических наук, профессор **Фомин Александр Викторович**, профессор кафедры организации деятельности надзорных органов;

доктор педагогических наук, профессор полковник внутренней службы **Грешных Антонина Адольфовна**, начальник факультета подготовки и переподготовки научных и научно-педагогических кадров;

доктор экономических наук, профессор **Иванов Сергей Александрович**, профессор кафедры экономики и менеджмента;

кандидат технических наук, доцент майор внутренней службы **Шидловский Александр Леонидович**, начальник кафедры практической подготовки сотрудников пожарно-спасательных формирований;

кандидат технических наук, доцент **Маловечко Владимир Александрович**, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств;

кандидат технических наук, доцент подполковник внутренней службы **Хорошилов Олег Анатольевич**, докторант кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств;

кандидат педагогических наук, доцент **Щаблов Николай Николаевич**, профессор кафедры философии и социальных наук.

Секретарь коллегии:

лейтенант внутренней службы **Дмитриева Ирина Владимировна**, ответственный секретарь объединённой редакции редакционного отдела.

Журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» включен в Реферативный журнал и базы данных ВИНТИ РАН.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в Международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Überich's Periodicals Directory».

Решением ВАК журнал включен в перечень периодических научных и научно-технических изданий, в которых рекомендуется публикация материалов учитывающихся при защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

Периодичность издания журнала – ежеквартальная

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Федоров А.В., Лукьянченко А.А., Алешков А.М. Прогнозирование аварийных ситуаций на потенциально опасных производствах с использованием метода двойственных сетей 6

Евдокимов В.И. Методологические аспекты поиска научной информации по проблемам управления рисками в техносфере 15

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Кожевин Д.Ф., Иванов А.Н., Поляков А.С. О роли и месте переносных огнетушителей в современной системе пожарной безопасности объектов 27

СНИЖЕНИЕ РИСКОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧС

Любимов Е.В., Хорошилов О.А., Паходьков И.Г. Системы противопожарной защиты как фактор антитеррористической безопасности морских технических средств 33

Минаев В.А., Фаддеев А.О., Данилов Р.М. «Медленные» катастрофы как причины возникновения чрезвычайных ситуаций 39

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

Савчук О.Н. Прогнозирование токсических последствий пожаров на объектах, содержащих материалы, при возгорании которых образуются опасные химические вещества 49

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

Погребов С.А., Хадзиев С.Н. Оптимизация процесса прогнозирования пожарного состояния объекта на основе метода экспоненциального сглаживания 62

Аверьянов В.Т., Полянько С.В. Имитационное моделирование системы массового обслуживания на языке GPSS World 66

Пусь В.В. Инвариантный прием последовательных многочастотных сигналов II. ... 73

ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Федораев С.В. Япония: переход от стратегии догоняющего развития к инновационному лидерству 82

Осип Е.Я., Иванов С.А. Инновации как стратегический ресурс развития экономической системы в современных условиях 92

Гуляевская Н.В., Шумакова С.Ю., Попов А.И. Взаимодействие предпринимательских структур и научных организаций в развитии экономики инновационного типа 103

ОХРАНА ТРУДА

Маташ С.Л., Бушнев Г.В., Густов С.В. Определение предельно допустимых скоростей смещения грунта для высотных сооружений при ведении взрывных работ 112

Маслаков М.Д., Корольков А.П. Косвенные методы определения плотности электролита свинцово-кислотных аккумуляторов для автоматизации обслуживания и уменьшения рисков возникновения аварийных ситуаций 117

Сугак В.П., Макарчук Г.В. Химия воды в аспекте обеспечения безопасности водоснабжения	123
--	-----

Ворона-Сливинская Л.Г., Томсон А.Л. Модульные платформы: современные практика и теория создания новых продуктов и сервисов.	130
Канисев П.В., Степанов Р.А. Интегративные технологии в курсовом проектировании.....	134
Солнцев В.О., Орлова О.Н. Обоснование разработки модели профессиональной подготовки руководителей подразделений ГПС МЧС России.	138
Захаревич А.С., Давыдова Л.Е., Ибрагимова Л.А. Преодоление служебных конфликтов действующими сотрудниками государственного пожарного надзора.	143
Давыдова Л.Е., Процук С.Н., Сапаров Б.М. Организация текущего контроля знаний в вузах МЧС России на основе виртуальных кейс-комплектов.....	150
Кузьмин А.А., Белоусов И.Ю., Духанин В.В. Совершенствование учебного процесса в вузах МЧС России на основе частично-адаптивных технологий.	158
Бардулин Е.Н., Гимазетдинов У.Г., Сахаров С.В. Требования, предъявляемые к обмундированию сотрудников МЧС России в современных условиях.....	166
Панов С.Н., Данилова Т.В. Использование логистического инструментария в системе материально-технического обеспечения МЧС России в условиях функционирования новой экономики.....	170
Сведения об авторах.....	173
Информационная справка.	176
Авторам журнала «Проблемы управления рисками в техносфере».....	180

Полная или частичная перепечатка, воспроизведение, размножение либо иное использование материалов, опубликованных в журнале «Проблемы управления рисками в техносфере», без письменного разрешения редакции не допускается.

Ответственность за достоверность фактов, изложенных в материалах номера, несут их авторы

ББК 84.7Р
УДК 614.84+614.842.84

Отзывы и пожелания присыпать по адресу: 196105, Санкт-Петербург, Московский пр., 149.
Редакция журнала «Проблемы управления рисками в техносфере»; тел. (812) 369-68-91. Email:. Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU

ISSN 1998-8990

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ДВОЙСТВЕННЫХ СЕТЕЙ

**А.В. Федоров, доктор технических наук, профессор;
А.А. Лукьянченко;
А.М. Алешков. Академия ГПС МЧС России**

Представлены основы построения математических моделей в виде двойственных сетей, которые предназначены для одновременного описания как структуры, так и процессов в структуре сложной системы. Показано, что сетевые модели процессов нефтепереработки и нефтехимии позволяют прогнозировать и динамически оценивать изменения параметров процессов при изменении структуры установки, связанной с выходом из строя отдельных элементов, подсистем; ускорить принятие решений для анализа и предотвращения аварийных и пожаровзрывоопасных ситуаций на потенциально опасных объектах.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, двойственные сети, математические методы моделирования, методы расчета параметров

FORECASTING OF EMERGENCIES FOR POTENTIALLY DANGEROUS MANUFACTURES WITH USE OF THE METHOD OF DUAL NETWORKS

A.V. Fedorov; A.A. Lukjanchenko; A.M. Aleshkov.
Academy GPS of the Ministry of Emergency Measures of Russia

In given article bases of construction of mathematical models in the form of dual networks which are intended for the simultaneous description as structures, and processes in structure of difficult system are presented. It is shown that network models of processes of oil refining and petro chemistry allow to predict and dynamically to estimate change of parameters of processes at change of structure of the installation connected with failure of separate elements, subsystems; to accelerate decision-making for the analysis and prevention emergency and fire explosive situations on potentially dangerous objects.

Key words: automated managerial system, twofold networks, mathematical methods of modeling, methods of the calculation paramete

Рост интенсификации нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств делает необходимым автоматизацию систем управления технологическими процессами. В этой связи возрастаёт значение оснащения потенциально опасных установок автоматизированными системами управления технологическими процессами на базе современных средств микропроцессорной техники (программируемые контроллеры, управляющие ЭВМ и др.) [1–3]. Алгоритмическое и программное обеспечение сложных технических систем должно включать разработку математических моделей состояния процессов и структуры объекта автоматизации.

Актуальность проблемы разработки таких моделей состоит в необходимости определять и динамически оценивать состояние системы, изменение параметров ее процессов при изменении структуры связей элементов, включая нарушения связей.

Разрывание связей, разрушение каналов распространения потоков продуктов технологических процессов происходит вследствие превышения критических показателей пожароопасных параметров (температура, давление и т.д.). Это требует расчета, оценки, наблюдения и сравнения значений наиболее важных показателей с допустимыми значениями или контроль превышения допустимых значений в течение промежутка времени, которое может привести к аварии, либо контроль отклонений и аварий, при котором аварийный участок отключается от основного процесса с целью минимизировать количество вышедших из-под контроля параметров и обеспечить ликвидацию пожароопасной ситуации минимальными средствами [2, 5–7].

Существующие математические методы моделирования сложных технических систем не могут в полной мере обеспечить решение задач контроля и управления технологическими процессами, протекающими в структуре связанных элементов. Системы алгебраических, дифференциальных, интегральных уравнений описывают состояние процессов в тех или иных системах. Эти уравнения связывают воздействия и отклики через меру сопротивления, метрические характеристики, но составляют уравнения для какого-то одного способа соединения элементов, одной структуры. Отсюда следует, что две основные ветви описывают отдельно две наиболее важные стороны функционирования современных сложных систем, но не дают их единого описания. Для каждого нового способа соединения элементов системы (например, отдельных технологических этапов в процессах нефтепереработки и нефтехимии) необходимо заново получать и решать уравнения поведения, описания процессов в системе. Такое описание необходимо для анализа изменений в поведении сложной системы при изменении структуры. Например, при отделении, разрушении, выходе из строя отдельных элементов или целых подсистем, при разделении системы на части необходимо быстро и в автоматическом режиме рассчитать изменения параметров процессов, величины откликов на приложенные воздействия в отдельных элементах системы для того, чтобы определить, где и в какой степени могут быть превышены критические значения показателей, которые могут привести к аварии.

Понятия двойственных сетей (которые математически можно представить как геометрию нового типа, геометрию сложных систем) объединяют как структуру связей элементов, так и метрические отношения, определяющие процессы в этой структуре. Таким образом, этот подход заполняет промежуток между структурными и метрическими методами, который растет с развитием сложных систем [4, 5].

Метод двойственных сетей обеспечивает математическую основу тензорной методологии в теории систем. Под тензором понимается абстрактный математический объект, который сам остается постоянным (инвариантным), хотя его компоненты (проекции) меняются при изменении систем координат. Суть методологии состоит в том, что в качестве объекта-тензора рассматривается абстрактная сложная система. Моделирование одних систем другими системами представляет собой преобразование систем относительно тензора.

Каждая система сама имеет «проекции-компоненты» в виде значений параметров процессов в координатах, определяемых структурой элементов. При изменении структуры меняются компоненты тензора (параметры процессов). Преобразования параметров процессов от изменения координат-структуры обеспечивает новый, ранее неизвестный инвариант, который связывает матрицы преобразования путей в двойственных сетях. В обычной геометрии подразумевается, что векторы, площади, объемы и т.д. не меняются при изменении координат, меняются только значения их проекций, а объекты (вектор, квадрат длины вектора) постоянны, что позволяет вычислять их компоненты в новой системе координат. Преобразования координат образуют группу [4].

Сети двойственны, если каждому замкнутому пути (контуру, циклу) в одной сети соответствует разомкнутый путь в другой сети, и наоборот. Преобразования структуры сетей двойственны, если каждому замыканию разомкнутого пути в одной сети соответствует размыкание контура в другой сети, и наоборот. Теория (геометрия) двойственных сетей возникла как абстрактное, аксиоматическое изложение найденных закономерностей прохождения потока в сетях при изменении их структуры. Отличие от других геометрий состоит в том, что вектор и квадрат его длины при изменении систем координат, связанных с одной сетью, меняются. Кроме того, матрицы преобразования координат-путей прямоугольны и (в отличие от других геометрий) не образуют группу, если при изменении структуры меняется число узлов в графе сети. Однако для «связки» двойственных сетей вектор и квадрат его длины постоянны, а матрицы преобразования образуют цепочку (связанную с вычислением метрических матриц по структурным), которая играет роль группы в обычной геометрии.

Матрицы преобразования базисов путей образуют группу. Отказ от узлов в качестве инварианта сети (по сравнению с графом) требует другого инварианта для поддержания алгебраической полноты такой системы. Таким инвариантам оказалось соотношение между матрицами преобразования путей, описывающих структуру, в двух двойственных сетях (в данной сети матрица преобразования обозначена как C , а в двойственной – как A). Инвариант выражается соотношением, которое связывает матрицы преобразования двойственных сетей:

$$C(C_t C)^{-1} C_t + A(A_t A)^{-1} A_t = I, \quad (1)$$

где I – единичная матрица. Такая закономерность отличается от известной ортогональности матриц преобразования: $C_t = (A)^{-1}$ (их подматрицы представляют собой цикломатическую матрицу и матрицу разрезов из теории графов). Инвариант имеет вид (1) для единичных весов ветвей (метрических коэффициентов). Если веса не единичны, то и метрическая матрица неединичная и соотношение (1) принимает более общий вид, включающий метрическую матрицу. Таким образом, эта закономерность связывает метрику и структуру в пространстве сети.

Простейшая сеть с двойственной структурой – это одна ветвь с замкнутой и разомкнутой частями. Каждая разомкнутая ветвь имеет два узла на концах, а каждая замкнутая – один узел. Обозначим количество ветвей через n , узлов – J , подсетей – s , линейно независимых замкнутых путей (контуров) – m , а разомкнутых – j . Для каждой схемы соединения ветвей значения этих параметров связаны:

$$j = J - s, \quad (2)$$

$$n = m + j. \quad (3)$$

Соотношениям (2) и (3) удовлетворяет одна комбинация параметров такой ветви: $n = 2$, $s = 2$, $J = 3$, $j = 1$, $m = 1$, поэтому в такой ветви существуют две независимые подсети, как бы в разных пространствах; при этом в разомкнутом пути есть два узла, а в контуре – один узел. При размыкании контура узел размыкания разделяется на два; одновременно в двойственной части ветви два узла соединяются в один, превращая разомкнутый путь в контур и наоборот. Это единственное преобразование структуры с одной ветвью. В данном случае параметры n, J, s, j, m постоянны при преобразованиях связей сети, состоящей из одной ветви в пространстве удвоенной размерности.

При изменении структуры сетей, состоящих из многих ветвей, постоянны параметры (n, j, m) , поскольку каждая ветвь подчиняется тем же законам. Если одна часть ветви включена в контур данной сети, то другая часть – в разомкнутый путь двойственной сети. Сумма узлов может меняться при изменении числа подсетей. Путь – это множество элементов сети (ветвей). Порядок перечисления ветвей задает ориентацию пути; она не

обязательно совпадает с ориентацией составляющих его ветвей. Если начало и конец пути совпадают, то он замкнутый (m-путь), иначе – разомкнутый (j-путь). Путь задается перечислением составляющих его ветвей со знаком плюс, если их ориентации совпадают, и со знаком минус – если не совпадают. Ветви задают отдельные измерения и определяют размерность пространства сети. Пути проходят через одну или несколько ветвей и служат координатами такого пространства. Пути можно складывать, вычитать, выражать друг через друга, сравнивая составляющие их ветви. Поэтому пути могут быть линейно зависимы или линейно независимы. Полный набор линейно-независимых путей для данной сети образует базис. Все другие пути в сети выражаются линейными комбинациями базисных путей. При изменениях соединений ветвей, пути могут меняться.

Приведем пример сети из четырех свободных ветвей и четырех связанных ветвей. Пути в сети из четырех свободных ветвей обозначены как p_a , а пути в сети из четырех связанных ветвей – как p_b' , где a, b принимают значения от 1 до 4, перечисляя все пути. В свободной сети пути совпадают с направлением ветвей. Если выразить пути в связанной сети через пути в свободной сети, $p_b = C_b^a p_a$, то коэффициенты при путях-ветвях имеют вид матрицы преобразования C_b^a :

		b			
		p_1	p_2	p_3	p_4
C_b^a	p_1		1		
	p_2	1			
	p_3	-	1	1	
	p_4	1			-

C_b^a – это матрица путей в сети отдельных, свободных ветвей в пути в сети связанных ветвей.

Обратное выражение путей в связанной сети через пути свободных ветвей, то есть фактически через ветви, а также их матрица преобразования, имеют вид:

$$\begin{array}{l}
 \begin{array}{lllll}
 & & b & j & j & m & m \\
 & & a & p_1' & p_2' & p_3' & p_4' \\
 \end{array} \\
 \begin{array}{lllll}
 p_1 = b_1 = p_2' & & & & \\
 p_2 = b_2 = p_1' & & & & \\
 p_3 = b_3 = -p_1' + p_2' + p_3' & & & & \\
 p_4 = b_4 = -p_1' + p_2' + p_3' - p_4' & & & & \\
 p_a = C_a^b p_b & & & & \\
 \end{array} \\
 C_a^b = p_2 \\
 \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline
 & p_1 & 1 & & \\ \hline
 p_1 & 1 & & & \\ \hline
 p_2 & -1 & 1 & 1 & \\ \hline
 p_3 & -1 & 1 & 1 & -1 \\ \hline
 \end{array}
 \end{array}$$

Чтобы получить произвольное преобразование одного базиса сети связанных ветвей в другой базис связанных ветвей, достаточно выразить векторы старого базиса путей через векторы нового базиса, а затем наоборот.

Преобразование базисов путей аналитически имеет вид:

$$p_b' = C_b^a p_a = C_b^a C_a^g p_g'' = C_b^g p_g'', \text{ где } C_b^g = C_b^a C_a^g.$$

Аналогично обратное преобразование базисов:

$$p_g'' = C_g^a p_a = C_g^a C_a^b p_b' = C_g^b p_b', \text{ где } C_g^b = C_g^a C_a^b.$$

Таким образом, преобразование одного базиса в другой представимо непосредственно, либо через простейший базис путей в свободных ветвях.

Матрицы преобразования базиса pb' в базис pg'' имеют вид:

$$C_g^b = (C_b^g)^{-1} = C_g^a \quad C_a^b = (C_b^a C_a^g)^{-1}.$$

Матрицы преобразования базисов путей в сети образуют группу относительно операции умножения, преобразующей один базис в другой, что обеспечивается существованием представления простейших путей в отдельных ветвях через пути в связанной сети, проходящие по многим ветвям. При построении базиса линейно независимых путей в сети, фактически получается два базиса – один для замкнутых, а другой для разомкнутых путей, поскольку эти два типа путей независимы. Разомкнутые пути должны охватывать все узлы, а замкнутые пути – все ветви.

Для решения рассматриваемых задач достаточно применять линейные сети, состоящие из одномерных отрезков-ветвей. Сеть (подобно линейному графу) состоит из элементов-ветвей, соединенных границами между собой. Матрицы преобразований сети соответствуют матрицам цикломатической и разрезающих множеств в графах. Вместе с тем сети отличаются от графов. Граф определен ребрами и вершинами, а сеть только ребрами (ветвями). Изменение числа узлов (вершин) при соединении и разъединении ветвей разрушает полноту сети как математического объекта. Существование инварианта, «цепляющего» преобразования одних сетей в другие, обеспечивает расчеты преобразования структуры системы подобно тому, как группа координат в геометрии преобразует компоненты геометрического объекта. Необходимость полноты преобразований структуры является причиной существования инварианта, связанного с двойственностью сетей.

Для целей предупреждения возникновения пожароопасных ситуаций на этапах проектирования потенциально опасных объектов, расчета и анализа возможных причин превышения предельно допустимых значений (ПДЗ), определения наиболее вероятных режимов и участков возникновения таких ситуаций в процессе контроля, сетевые методы и модели должны использоваться для расчета вариантов:

- поведения системы при различных изменениях процессов, отключении или подключении ветвей и подсистем;
- превышения предельно допустимых значений или резком падении значений параметров процессов в системе;
- методик и технологий перевода системы из предаварийной ситуации в нормальный режим,
- минимизации ущерба при возникновении аварийных ситуаций, оптимизации применения средств контроля, предупреждения и ликвидации пожаровзрывоопасных ситуаций.

Наиболее существенными для анализа и прогноза пожароопасной ситуации на объектах нефтепереработки и нефтехимии являются два режима, при которых меняются либо процессы, их параметры, либо структура связей. Таким образом, в поведении системы можно выделить два режима работы, которым соответствуют два режима расчетов: сетевая модель с постоянной структурой связей и сетевая модель с переменной (изменяемой) структурой связей.

В первом случае возможны изменения воздействий (давлений, потоков реагентов или исходных компонент, температуры, концентрации) и соответствующие им изменения откликов в ветвях – путях прохождения продуктов в системе. При этом структура связей элементов системы не нарушается. Во втором случае значения источников воздействия постоянны, а изменения значений откликов происходят за счет изменения структуры – подключении или отключении ветвей, или путей продуктов (новых технологических цепочек), выхода из строя ветвей или подсистем, закрытии или открывании кранов, а также возможны аварии, приводящие к разрушению отдельных путей-ветвей потоков или целых

подсистем. Возможна комбинация обоих случаев, которая, как правило, рассчитывается как раздельное возникновение изменений как воздействий, так и элементов структуры. Результатами изменений указанных типов может быть изменение состояния системы, то есть всей сети потоков нефтепродуктов, и переход ее от нормального режима работы к предаварийному режиму, а затем к аварийному режиму.

В процессах нефтепереработки и нефтехимии потоками являются конечные продукты, образуемые в ходе технологического процесса. Воздействиями являются изменения температуры, давления, скорости потока, химические воздействия и т.д. Откликаами на воздействия являются потоки сырья на входе и потоки конечных продуктов переработки на выходе.

Потоки продуктов в технологическом процессе проходят по каналам, где преобразуются под действием тех или иных факторов. Совокупность каналов таких потоков образует сеть, элементами которой являются ветви, в которых происходят этапы преобразования потоков. Подключение или отключение элементов в зависимости от технологических параметров или в результате аварий приводит к изменению значений параметров, обладающих свойствами разрушения.

Для сети существуют методы расчета изменения параметров процессов при изменении структуры связей элементов. Для представления задачи описания и расчета потоков продуктов в процессе переработки необходимо привести уравнения к тензорному виду. Это означает, что надо записать уравнения баланса между потоками на входе, выходе сети и в процессе переработки. Такое описание позволяет построить и записать матрицы преобразования при изменении структуры связей. При этом переход от уравнений одной структуры к уравнениям другой структуры производится умножением величин на матрицу преобразования. С помощью тех же матриц преобразования получается переход от уже полученного решения для одной структуры сети (распределение потоков и давлений по элементам системы) к решению для другой структуры сети, в которой произошли изменения, связанные с изменениями соединений, отключением или присоединением отдельных элементов. Таким образом, имеем следующую последовательность этапов построения сетевой математической модели процесса [2, 7]:

- описание баланса потоков нефтепродуктов во всех узлах технологической цепочки;
- запись уравнений описания движения потока в одном элементе сети;
- описание графа соединения элементов в сети технологии нефтепереработки и нефтехимии;
- построение матриц преобразования при изменении структуры сети;
- получение уравнений преобразования решения от заданной структуры к сети, изменяемой в результате аварии.

На основании сетевой модели производится расчет новых откликов и их сопоставление с допустимыми значениями.

В качестве примера рассмотрим математическую модель для важного и потенциально опасного технологического процесса углубленной переработки нефтепродуктов – висбрекинга [6, 7].

Наиболее существенными для анализа и прогноза пожароопасной ситуации на установке углубленной переработки нефтепродуктов являются режимы, при которых меняются пожароопасные параметры или структура связей. Таким образом, в поведении системы можно выделить режимы работы, которым соответствуют следующие режимы расчетов: сетевая модель с постоянной структурой связей и сетевая модель с переменной структурой связей. В процессе висбрекинга потоками являются конечные продукты, образуемые в ходе технологического процесса. Воздействиями являются изменения температуры, давления, скорости потока, химические воздействия и т.д. Откликаами на воздействия являются потоки нефтепродуктов на входе и потоки конечных продуктов на выходе. Потоки продуктов в технологическом процессе проходят по каналам, где преобразуются под действием тех или иных факторов. Совокупность каналов таких потоков

образует сеть, элементами которой являются ветви, где происходят этапы преобразования потоков. Подключение или отключение элементов в зависимости от технологических параметров или в результате аварии приводит к изменению значений параметров, обладающих свойствами разрушения. Последовательность этапов построения сетевой математической модели процесса, следующая: описание баланса потоков нефтепродуктов во всех узлах технологической цепочки, запись уравнений описания движения потока в одном элементе сети, описание графа соединения элементов в сети технологии висбрекинга, построение матриц преобразования при изменении структуры сети, получение уравнений преобразования решения от заданной структуры к сети, изменяемой в результате аварийной ситуации. На основании сетевой модели производится расчет новых откликов и их сопоставление с допустимыми значениями.

Технологическая схема пожаровзрывоопасных блоков установки висбрекинга в соответствии с регламентом представлена на рис. 1 в виде соединенных ветвей, источников воздействия, где значения температуры соответствуют потенциалу в узлах сети, а токи отклика соответствуют потоку массы (мазута, смеси, компонент). Стрелки в узлах представляют внешние воздействия на систему, а окружности со стрелками – внутренние воздействия в виде насосов и нагревателей – охладителей.

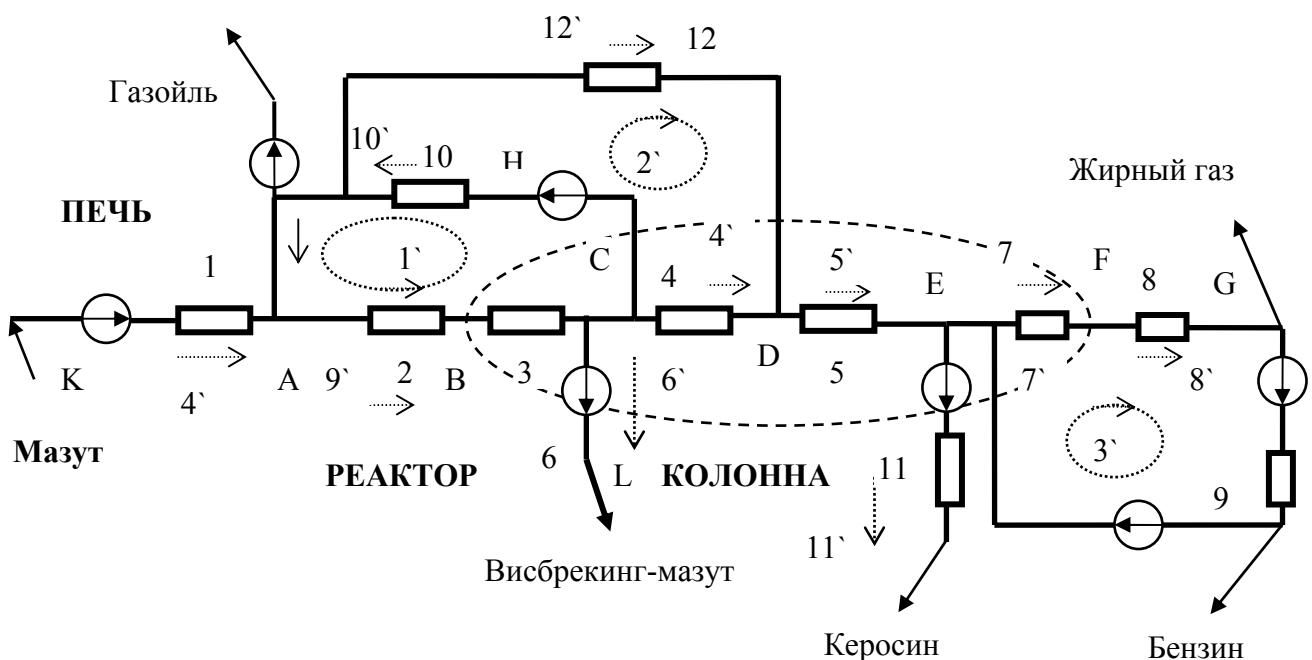


Рис. 1. Сетевая модель установки висбрекинга

Структура сети содержит открытый путь от поступления в систему мазута до вывода из системы результатов висбрекинга – керосиновой фракции, бензиновой фракции, жирных газов и остатка (висбрекинг-мазута), а также замкнутые пути – контур циркуляции газойля и контур циркуляции бензиновой фракции. Ветви на рис. 1 обозначены b_1, b_2, \dots, b_{12} . Данная сеть имеет следующие топологические параметры: число ветвей $n = 12$, число узлов $J = 10$, независимых подсетей $s = 1$ (сеть не разделена на части), независимых разомкнутых путей $j = J - s = 10 - 1 = 9$, независимых замкнутых путей (контуров) $m = n - j = 12 - 9 = 3$. Из полученных трех контуров выбраны два контура, связанные с циркуляцией газойля, и один, связанный с циркуляцией бензиновой фракции.

Соединенные ветви составляют сеть, где направления отдельных потоков заданы воздействием насосов и температуры. В соответствии с тензорным методом двойственных сетей внешние воздействия имеют отклики в базисе разомкнутых путей, а внутренние воздействия имеют отклики в базисе замкнутых путей пространства сети. Таким образом,

потоки энергии (тепловой и кинетической) в структуре сетевой модели установки разделяются на замкнутые и разомкнутые пути по их роли в технологическом процессе.

Матрица преобразования путей от отдельных ветвей к сети с заданной структурой соединенных ветвей, представляющих технологию установки висбрекинга, для данной конфигурации имеет вид:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1'		1	1							1		
2'				-1						1		1
3'							1	1	1			
4'	1											
5'				1								
6'					1							
7'						1						
8'							1					
9'		1										
10'									1			
11'										1		
12'											1	

$C^{\alpha, \alpha} =$

m
m
m
j
j
j
j
j
j
j
j
j

где m и j – подматрицы преобразования замкнутых и разомкнутых путей. Цифры со штрихами обозначают и перечисляют пути в соединенной сети. Цифры без штрихов перечисляют пути в отдельных, несоединеных ветвях, которые представляют отдельные элементы установки висбрекинга.

Для расчета подсети разомкнутых путей используется подматрица матрицы преобразования, соответствующая представлению контуров в сетевой модели. Эта матрица использована для расчета основного технологического процесса висбрекинга от поступления на установку мазута до вывода основных продуктов разделения, то есть висбрекинг-мазута, бензиновой и керосиновой фракций, жирных газов, а также отвода с установки балансовой части газойля.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4'	1											
5'					1							
6'						1						
7'							1		-1			
8'								1	-1			
9'	1	-1										
10'		-1	1							1		
11'											1	
12'				1								1

$j_A =$

j
j
j
j
j
j
j
j
j
j
j
j

Данная матрица структурно описывает разомкнутые пути от входа до выхода, а источниками воздействия для нее в основном являются разности давлений, создаваемые насосами.

На основе полученных матриц преобразования произведены расчеты сетевой модели висбрекинга для составляющей потоков продуктов, протекающих в разомкнутых путях установки и расчет контурной составляющей потоков продуктов. Результатом расчета сети открытых путей является вектор откликов потока массы в разомкнутых путях (координатах базиса) установки. Он имеет следующий вид:

$$E_{\beta}^c = (Y^{\alpha \beta})^{-1} I^{\alpha} = ({}^j A^{\alpha} {}_{\alpha} Y^{\alpha \beta} {}^j A^{\beta} {}_{\beta})^{-1} {}^j A^{\alpha} {}_{\alpha} I^{\alpha}.$$

$$E_{\beta}^c = 1' \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline & 4' & 5' & 6' & 7' & 8' & 9' & 10 & 11 & 12 \\ \hline E_4' & E_5' & E_6' & E_7' & E_8' & E_9' & E_{10}' & E_{11}' & E_{12}' \\ \hline \end{array}$$

Отклики в каждой ветви E_{β}^c сетевой модели установки, соответствующие реальным составляющим потоков продуктов, которые протекают под действием насосов, получены умножением вектора откликов в координатах базиса разомкнутых путей E_{β}^c на матрицу преобразования от путей к отдельным ветвям, которые соответствуют компонентам установки висбрекинга:

$$E_{\beta}^c = {}^j A^{\alpha} {}_{\alpha} E_{\beta}^c = {}^j A^{\alpha} {}_{\alpha} (Y^{\alpha \beta})^{-1} I^{\alpha} = {}^j A^{\alpha} {}_{\alpha} ({}^j A^{\alpha} {}_{\alpha} Y^{\alpha \beta} {}^j A^{\beta} {}_{\beta})^{-1} {}^j A^{\alpha} {}_{\alpha} I^{\alpha}.$$

$$E_{\beta}^c = 1' \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 \\ \hline E_1' & E_2' & E_3' & E_4' & E_5' & E_6' & E_7' & E_8' & E_9' & E_{10}' & E_{11}' & E_{12}' \\ \hline \end{array}$$

Для реализации функции оперативного прогнозирования аварийных ситуаций программное обеспечение АСУТП может автоматически заменять единицы инерционными характеристики агрегатов установки, связанных с вязкостью, массой потоков. Тогда матрица будет представлять сопротивление со стороны агрегатов установки проходящему потоку массы сырья и фракций, а также взаимное влияние одних контуров на другие контуры, представленные взаимными коэффициентами в матрице. Результаты расчетов подтверждают возможность превышения ПДЗ для отдельных узлов и подсистем пожаровзрывоопасных блоков установки висбрекинга. В ходе проведенных исследований разработаны алгоритмы расчета сетевых моделей прогнозирования аварийных ситуаций при разделении на произвольные подсистемы и выполнены расчеты сетей при изменении соединений ветвей и расчеты сети по частям. Показано, что сетевые модели процессов нефтепереработки и нефтехимии позволяют прогнозировать и динамически оценивать изменения параметров процессов при изменении структуры установки, связанной с выходом из строя отдельных элементов, подсистем; ускорить принятие решений для анализа и предотвращения аварийных и пожаровзрывоопасных ситуаций на потенциально опасных объектах.

Литература

1. ПБ 09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
2. Федоров А.В. Выбор математического аппарата для прогнозирования пожароопасных ситуаций в АСУ ТП нефтеперерабатывающего производства // Системы безопасности - СБ 98: сб. науч. тр. М.: МИПБ МВД России, 1998. С. 33–35.
3. Петров А.Е. Применение тензорного метода для прогнозирования развития сложных систем // Труды ХХ-ХХII чтений, посвященных разработке идей К.Э. Циолковского. М., 1989. С. 16–23.
4. Петров А.Е. Тензорный анализ сетей и параллельные вычисления. М.: МИФИ, 1991. 24 с.
5. Петров А.Е. Моделирование и анализ поведения сложной системы при чрезвычайной ситуации тензорным методом // Проблемы управления в условиях чрезвычайной ситуации. Звенигород, 1992.
6. Федоров А.В., Костюченков Д.К. Сетевое моделирование потенциально опасных технологических процессов // Вестник Академии Государственной противопожарной службы МЧС России. 2003. № 1.
7. Федоров А.В., Лукьянченко А.А., Костюченков Д.К. Этапы построения сетевой математической модели технологического процесса нефтепереработки с учетом прогноза

аварийной ситуации // Системы безопасности – СБ-2005: материалы IV науч.-техн. конф. Междунар. форума информатизации. 27–28 окт. 2005 г., Москва. М., 2005. С. 205–209.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОИСКА НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ПРОБЛЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ТЕХНОСФЕРЕ

**В.И. Евдокимов, доктор медицинских наук, профессор.
Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины
им. А.М. Никифорова МЧС России, Санкт-Петербург**

Представлены обобщенная схема научного поиска документов, смысловые границы рискометрических исследований в техносфере, краткие сведения о документальном потоке, информационных документах. Описаны законы рассеяния информации по времени (старение) и в пространстве. Анализ динамики отечественных книжных изданий и авторефератов, отражающих проблемы безопасности в техносфере, в фондах Российской национальной библиотеки показывает их ежегодное увеличение в 1999–2008 гг. соответственно на (266 ± 30) и (101 ± 14) единиц хранения.

Ключевые слова: научный поиск, техносфера, управление рисками, безопасность в чрезвычайных ситуациях

METHODOLOGICAL ASPECTS OF SEARCH FOR SCIENTIFIC INFORMATION ON THE ISSUES OF RISK MANAGEMENT IN TECHNOSPHERE

V.I. Evdokimov. The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia, Sain-Petersburg

Generalized pattern of the document search, semantic boundaries of riskometry research in the technosphere, summary of documental flow, and information documents are provided. The laws of information dissipation over time (aging) and space are described. Time trends of books and autoabstracts reflecting safety aspects in the technosphere demonstrate their annual increase in 1989–2008 by (266 ± 30) and (101 ± 14) stock units, respectively, within the National Library of Russia.

Key words: scientific search, technosphere, risk management, безопасность деятельности

Научный поиск – действия, методы и процедуры, позволяющие осуществлять отбор научной информации из массива данных. Суть научного поиска заключается в выделении из некоторого множества документов (информационного массива) документов или данных, отвечающих запросу потребителя. По виду искомой информации выделяют четыре разновидности информационного дефицита:

1) фактографический – возникает при недостатке информации о каком-либо событии, факте. Наиболее простой путь поиска – обращение к справочным изданиям (справочникам, энциклопедиям, словарям). К сожалению, информация в них часто устаревает и теряет ценность, что обуславливает необходимость обращения к другим первичным документам (монографиям, материалам конференций, нормативным документам), включая и неопубликованные (отчеты о НИР, заявки на изобретения и др.);

2) концептографический – предполагает поиск информационных источников, дающих ответ в виде готовой концепции. Объекты концептографического поиска бывают достаточно сложными и его завершение возможно только при изучении комплекса первичных и вторичных документов. Данный поиск может обеспечить потребителя обобщенными

сведениями концептуального характера или нацелить на проведение собственных разработок.

Например, определение научных понятий областей знаний могут представлять концептуальные модели и смысловые границы для поиска. *Безопасность* – защищенность человека, общества и окружающей среды от чрезмерной опасности, обусловленной экологическими, техногенными и природными факторами. Управление безопасностью в техносфере осуществляется на основе системного анализа состояния объекта управления по схеме «выгода – ущерб». В научной литературе понятие «техносфера» включает [1]:

- часть биосферы, преобразованная человеком в технические объекты;
- часть биосферы, преобразованная людьми путем прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшей удовлетворенности социально-экономических потребностей общества и повышения качества жизни;
- практически замкнутая технологическая система вовлекаемых в хозяйственный оборот природных ресурсов, изолирующая производственные циклы от природного обмена веществ и потока энергии.

Риск – вероятностная мера возникновения события или явления. Риск возникновения аварии (катастрофы) – количественная мера возникновения аварии (катастрофы). Анализ риска проводится с учетом количественной и структурной динамики его компонентного состава.

Оценка риска в техносфере осуществляется путем определения границ его целесообразности для ущерба в социальной, экологической и экономической сферах. В качестве критерия ущерба могут использоваться показатели здоровья (индивидуального, профессионального, общественного), состояния окружающей среды, экономического положения. Уровень риска определяет выбор вариантов поведения людей с учетом опасности или угрозы негативных последствий. Рискометрические аспекты техносферы более подробно представлены в списке литературы [2–8];

3) документальный – удовлетворение данного дефицита возможно только в результате изучения некоторой совокупности документов, группируемых тематикой, содержанием, которые относят документ к определенному разделу типизации, например, в Универсальной десятичной классификации (УДК), Библиотечно-библиографической классификации (ББК), тезаурусе научной и научно-технической информации [9], видом и способом распространения, страной издания, датой публикации;

4) аналитический – возникает в начале научных исследований. Решение данной проблемы невозможно без изучения вторичных документов (источников аналитической информации). В данном случае наиболее оптимальной можно считать следующую логическую последовательность изучения информационных источников [10]:

- аналитические обзоры;
- отечественные монографии;
- зарубежные монографии;
- аналитические статьи из отечественных журналов;
- аналитические статьи из зарубежных журналов;
- аналитические отечественные журналы;
- аналитические зарубежные журналы;
- материалы зарубежных конференций;
- материалы отечественных научных собраний;
- материалы зарубежных научных собраний;
- отечественные научные отчеты;
- зарубежные научные отчеты;
- диссертации.

Обобщенный алгоритм научного поиска представлен на рис. 1. Начинают научный поиск с определения цели, задач и поисковых границ [11, 12]. Под информационным документом понимается материальный носитель с зафиксированной информацией. В

электронных сетях информационному документу в определенной мере соответствует понятие «электронный ресурс». В таком случае электронный ресурс – это совокупность информации, представленная на электронных носителях, а термин «документ» будет относиться к информационным носителям вне электронных сетей.

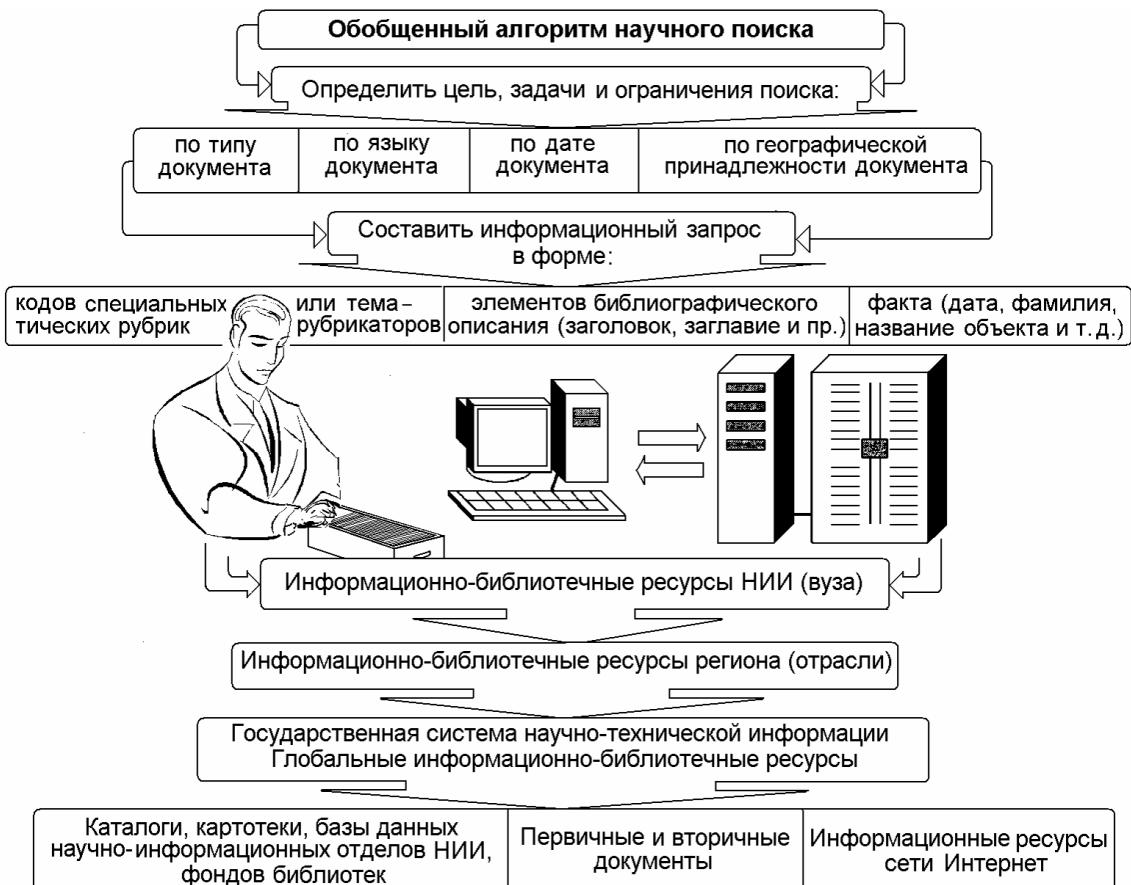


Рис. 1. Обобщенный алгоритм научного поиска [5]

Информационные документы, прошедшие редакционно-издательскую обработку, называются опубликованными. Документы, не прошедшие редакционно-издательскую обработку и существующие на правах рукописи, являются неопубликованными. Электронное издание – электронный документ, прошедший редакционно-издательскую обработку, предназначенный для распространения в неизменном виде, имеющий выходные сведения.

В 7-м разделе – «Права на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации») – IV части Гражданского кодекса РФ [13] выделяются обнародованные и необнародованные произведения. Под обнародованием документа понимается осуществление с согласия автора действия, которое делает его произведение доступным для всеобщего сведения путем его публичного исполнения, показа, передачи в эфир или иным способом. В этом случае опубликование (выход в свет) является частным способом обнародования документа, а авторские права на произведения науки (литературы, искусства) возникают в силу факта его создания. Таким образом, и неопубликованные документы могут быть обнародованными. Например, обнародованием считается представление рукописи диссертации в библиотеку за 1 месяц до ее публичной защиты в диссертационном совете.

Опубликованные документы в обязательном порядке по Федеральному закону «Об обязательном экземпляре документов» (ФЗ от 29 декабря 1994 г. № 77-ФЗ с изменениями) должны представляться издателем в Российскую книжную палату. Информация о них публикуется в государственных библиографических указателях «Летопись книг», «Летопись

статей», «Летопись авторефератов диссертаций» и др. и в ежегоднике «Книги Российской Федерации», а сами документы направляются в центральные государственные библиотеки, например, в Российскую государственную библиотеку (РГБ, Москва, <http://www.rsl.ru>), Российскую национальную библиотеку (РНБ, Санкт-Петербург, <http://www.nlr.ru>), Государственную публичную научно-техническую библиотеку Сибирского отделения РАН (Новосибирск, <http://www.spsl.nsc.ru>), Государственную публичную научно-техническую библиотеку России (ГПНТБ России, Москва, <http://www.gpntb.ru>). На сайте ГПНТБ России представлен путеводитель по фондам российских технических библиотек (<http://www.gpntb.ru/win/elbib/putevod4/>).

Различают также первичные и вторичные информационные документы (рис. 2), которые, в свою очередь, могут быть опубликованными или неопубликованными. В первичных документах содержатся непосредственные результаты научных исследований и разработок, новые научные сведения или новый анализ известных фактов и идей. Важным признаком дифференциации первичного документа является его содержание. Научным документам присущ теоретический, экспериментальный характер изложения; производственно-практическим разработкам – инструктивно-методический или даже рецептурный; учебным документам – учебный; официальным – официальный; научно-популярным – популярный стиль изложения.

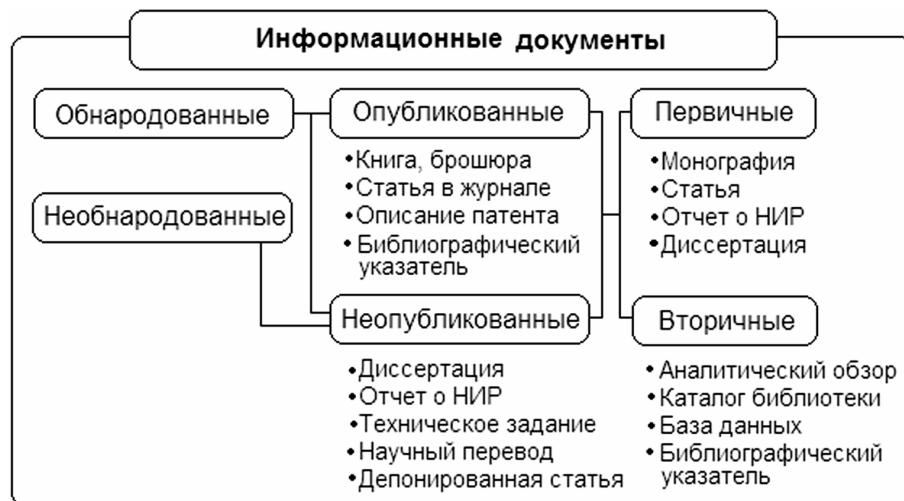


Рис. 2. Классификация информационных документов

Документ, являющийся результатом аналитико-синтетической переработки одного или нескольких первичных документов, называется вторичным документом. Цель вторичных документов – обеспечить комфортное и экономичное информационное обслуживание научных работников и практикующих специалистов. При изложении вторичных информационных документов применяются методы информационного свертывания, которые сокращают физический объем текста путем концентрированного изложения и устранения избыточности информации за счет выделения наиболее существенных сведений первичного документа (см. рис. 2).

Совокупность функционирующих в обществе информационных документов образуют документальный поток. Документы информационного потока фактически рассеяны во времени и в пространстве и обладают рядом признаков: тематикой, типом, видом, жанром, объемом, временем выхода в свет, частотой пользования, ценностью и т. д. Информационные потоки определенных областей знаний образуют отраслевые документальные потоки, например по экологии, атомной энергетике, пожарной безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях и др. В пределах отрасли или тематического направления анализируются и другие аспекты информационного потока, например, авторский, типо-, видовой, географический, языковый и др.

На рис. 3 представлена динамика выхода в свет книг и брошюр в РСФСР и России. За последние 20 лет число книжных изданий выросло почти в 2 раза при уменьшении тиражей. В настоящее время к широкоизвестным относят документы, изданные тиражом 500 экземпляров и более. В 2006 г. в России выпущено в свет 102,3 тыс. наименований книг и брошюр. По количеству наименований выпускаемых книг Россия занимает III место в мире, уступая Китаю (более 210 тыс. названий) и США (около 200 тыс. названий). Около $\frac{1}{3}$ всех книг в России составляют учебные и учебно-методические издания.



Рис. 3. Динамика выхода в свет книжных изданий
в РСФСР и России (тыс.)

Анализ книжного документального потока, проведенный по базе данных электронного каталога РНБ (http://www.nlr.ru/poisk/r_book), показал, что за 20-летний период (1989–2008 гг.) в библиотеку поступили 3272 книги и 1307 авторефератов диссертаций, раскрывающих проблемы безопасности в техносфере (рис. 4). В 1989–1998 гг. средний ежегодный прирост составлял (61 ± 10) книг и (30 ± 7) авторефератов диссертаций, в 1999–2008 гг. – соответственно (266 ± 30) и (101 ± 14) единиц хранения.

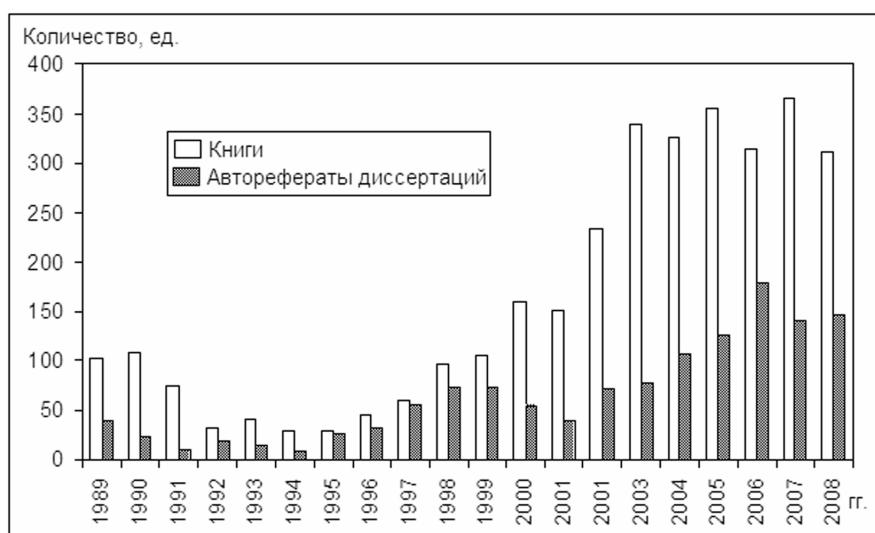


Рис. 4. Динамика поступлений книг и авторефератов диссертаций,
раскрывающих проблемы безопасности в техносфере, в фонды РНБ

Документальный поток обладает собственной структурой и внутренними закономерностями развития (тенденциями роста его объема, старением документов, развитием структур и т. д.). Например, многие элементы документов с течением времени устаревают полностью. Старение информации – несоответствие ее формы и содержания нуждам и полезности потребителей – обуславливается объективными и субъективными причинами. Старение информации определяет не время, а появление новых более полных и достоверных сведений. Если содержание информации отражает естественные законы, то оно может не изменяться достаточно долго. О старении научной информации говорят в том случае, когда возникает необходимость в более точных данных, более строгом, кратком и обобщенном изложении.

Процесс старения информации может зависеть от утраты учеными и специалистами интереса к публикациям с увеличением времени со дня их издания. Анализ спроса на отраслевые журналы показал, что в 55 % случаев востребуются журналы, возраст которых составляет менее 1,5 года, в 30 % – около 1,5–5 лет, в 10 % – от 6 до 10 лет, в 5 % – более 10 лет.

По аналогии с периодом полураспада радиоактивных веществ американские ученые Р. Бартан и Р. Кеблер в 1960 г. ввели понятие «полупериод жизни научных статей» – время, в течение которого была опубликована половина всей используемой в настоящее время литературы по определенной отрасли науки или предмету исследований. Оказалось, что 50-процентный период всех цитируемых работ (полупериод жизни публикаций) по физиологии составил 7,2 года, по физике – 4,6 года, по химии – 8,1 года, геологии – 11,8 года, истории – 16,3 года [10]. Можно полагать, что при поиске научной информации пятилетний ретроспективный период является обязательным.

Информация рассеивается не только во времени, но и в пространстве. С. Бредфордом был сформулирован закон рассеяния информации по источникам информации. Если расположить научные журналы в порядке убываниях в них количества публикуемых статей по конкретной теме, то в полученном списке можно выделить «ядро» журналов, посвященных этой теме, и несколько групп или зон, каждая из которых содержит столько же статей, что и ядро. При этом число журналов в ядре и в других зонах соотносится как 1 : n : n². Например, по проблемам управления риска в техносфере информационные документы будут распределяться следующим образом:

– $\frac{1}{3}$ статей выходит в свет в малом количестве документов («ядерные журналы»), в которых публикуются только материалы, непосредственно касающиеся управления риска в техносфере. В табл. 1 представлены «ядерные журналы» по рискометрическим проблемам техносферы. Рефераты статей журналов, включенных в Российский индекс научного цитирования, можно найти на сайте Научной электронной библиотеки (<http://www.elibrary.ru>);

Таблица 1. «Ядерные журналы» по безопасности деятельности человека

Название	ISSN	Периодичность*	Издатель, e-mail журнала
<i>Рискометрические проблемы в техносфере</i>			
Риск и безопасность: реф. журн., отд. вып. № 98	0204-3823	С 1999 г., ежемесячно	ВИНИТИ
Безопасность в техносфере: БВТ: науч.-метод. и информ. журн.	1998-071X	С 2006 г., 6 вып. в год	http://www.russmag.ru/pgroup.php?id=9
Вопросы анализа риска: науч. журн.		1999 г., ежеквартально	Рос. науч. об-во анализа риска и др.
Проблемы анализа риска	1812-5220	С 2004 г., ежеквартально	http://www.dex.ru/dex-izdanie/par/index.php

Геориск	1997-8669	С 2008 г., ежеквартально	http://www.pniiis.ru/ content/jurnal_georisk/ o_jurnale.html
Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций: науч.-информ. журн.	0869-4176	1990–1999 гг., ежемесячно; с 2000 г., ежеквартально	http:// www.viniti.narod.ru/ index.html
Проблемы управления рисками в техносфере: науч.-аналит. журн.	1998-8990	С 2007 г., ежеквартально	http://www.igps.ru/ index.php?option=content&task=view&id=61&Itemid=84
Технологии гражданской безопасности: науч.-техн. журн.	1996-8493	С 2003 г., ежеквартально	http://www.vniigochs.ru/
Технологии техносферной безопасности: электрон. журн.	2071-7342	С 2005 г., 6 вып. в год	http://ipb.mos.ru/ttb
Управление риском: аналит. журн.	1684-6303	С 1996 г., ежеквартально	ООО «Анкил»
Управление финансовыми рисками : науч.-практ. проф. журн. для риск-менеджеров		С 2005 г., ежеквартально	http://www.grebennikov.ru/ risk_management.phtml
<i>Комплексные проблемы безопасности</i>			
Безопасность жизнедеятельности	1684-6435	С 2001 г., ежемесячно	http://www.novtex.ru/bjd
Безопасность труда в промышленности: науч.-техн. журн.	0409-2961	С 1932 г., ежемесячно	http://btp.safety.ru/?id=10
Гражданская защита: науч.-практ. и метод. журн.	0869-5881	С 1993 г., ежемесячно	http://gz-magazine.narod.ru/
Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности	2072-6554	С 2005 г., 2 вып. в год	ООО «ВостЭко»
Вестник Пермского государственного технического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности		С 2009 г.	Перм. гос. техн. ун-т
Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Проблемы комплексной безопасности».	0869-8732	С 2005 г.	http://www.rudn.ru/ ?pagec=127
Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности»	0869-8732	С 1993 г., ежеквартально	http://www.rudn.ru/
Вопросы радиационной безопасности: науч.-практ. журн.	1816-9643	С 1996 г., ежеквартально	http://www.po-mayak.ru/
Организация и безопасность дорожного движения: реф. журн., отд. вып. № 71		С 1987 г., ежемесячно	ВИНИТИ
Защита и безопасность : обществ.-правовой и науч.-техн. журн.	2075-9924	С 1997 г., ежеквартально	http://www.ormvd-zib.ru/

Проблемы безопасности полетов	0235-5000	С 1971 г., ежемесячно	http://www.viniti.ru/
Системы безопасности		С 1995 г., 6 вып. в год	http://www.secuteck.ru/
Химическая и биологическая безопасность: информ.-аналит. журн.		С 2001 г., ежеквартально	ВИНИТИ
Ядерная и радиационная безопасность		С 1998 г., ежеквартально	http://www.secnrs.ru/publications/nrszine
<i>Пожарная безопасность</i>			
Пожарная охрана: реф. журн., отд. вып № 24		С 1971 г., ежемесячно	ВИНИТИ
Пожаровзрывобезопасность	0869-7493	С 1992 г., 12 вып. в год	http://www.firepress.ru/
Пожарная безопасность	0236-4468	С 1991 г., ежеквартально	http://www.pb.informost.ru/
Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация		С 2004 г.	Акад. ГПС МЧС России
Противопожарные и аварийно-спасательные службы		С 2004 г., 6 вып. в год	http://fire.groteck.ru/news.php
<i>Охрана окружающей среды. Экология человека</i>			
Охрана и улучшение городской среды: реф. журн., отд. вып. № 83		С 1981 г., ежемесячно	ВИНИТИ
Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов: реф. журн., отд. вып. № 72		С 1975 г., ежемесячно	ВИНИТИ
Технологические аспекты охраны окружающей среды: реф. журн., отд. вып. № 85		С 1981 г., ежемесячно	ВИНИТИ
Системы, приборы и методы контроля качества окружающей среды: реф. журн., отд. вып. № 84		С 1981 г., ежемесячно	ВИНИТИ
Экология человека: реф. журн., отд. вып. № 85		С 1981 г., ежемесячно	ВИНИТИ
Безопасность окружающей среды: радиоэкол. журн. (2002–2004 гг. «Барьер безопасности»)	1997-6992	С 2007 г., ежеквартально	Атомные связи
Геоэкология, инженерная геоэкология, гидрogeология, геокринология	0869-7803	С 1979 г., 6 вып. в год	http://www.geoenv.ru/
Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе	0132-3547	С 1993 г., ежемесячно	http://vniiioeng.mcn.ru/
Научные и технические аспекты охраны окружающей среды: сб. обзор. информ.		С 1979 г., 6 вып. в год	http://www.viniti.ru/
Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: сб. обзор. информ.		С 1972 г., ежемесячно	http://www.viniti.ru/
Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов	1998-8443	С 1961 г., ежеквартально	http://www.ntj.ipter.ru/

Экология промышленного производства	2073-2589	С 1993 г., ежеквартально	http://infogoz.vimi.ru/main_izd.php
Экологическая экспертиза: сб. обзор. информ.	0869-1010	С 1991 г., 6 вып. в год	http://www.viniti.ru/
<i>Информационная безопасность</i>			
Безопасность информационных технологий	2074-7136	С 1998 г., 3 вып. в год	http://www.mephi.edu
Вопросы защиты информации	2073-2600	С 1974 г., ежеквартально	http://infogoz.vimi.ru/main_izd.php
Информационная безопасность. Инсайд		С 2005 г., 6 вып. в год	http://www.inside-zi.ru/
Безопасность. Достоверность. Информация (БДИ)		С 1994 г., 6 вып. в год	http://www.bdi.spb.ru/

* В течение года количество выпусков может изменяться.

– $\frac{1}{3}$ статей издается в большом количестве источников, отражающих вопросы техносферы, охраны окружающей среды, проблемы безопасности жизнедеятельности и чрезвычайных ситуаций, охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, медицины катастроф и др.;

– $\frac{1}{3}$ статей публикуется в очень большом количестве журналов и сборников работ, не имеющих отношения к проблемам риска в техносфере, безопасности в жизнедеятельности и чрезвычайных ситуациях.

Интенсивность рассеивания во многом определяется стадией разработки изучаемой проблемы. Серьезные трудности для концентрирования научной информации создаются на этапе возникновения нового научного направления и при отсутствии специализированных изданий. В этот период создаются тематические сборники статей, а затем возникают профильные журналы. Потребности внедрения результатов исследований в промышленное производство определяют возникновение инновационных статей в непрофильных журналах (создают феномен рассеивания). Для специалистов, интересующихся разрабатываемой проблемой, потеря этих сообщений несущественна. В них содержится информация, которая в определенной степени повторяет публикации профильных журналов, а рассеивание первых публикаций представляет для специалиста потерю ценнейшей информации.

Важным аспектом рассеивания информации является тот факт, что одно и то же содержание может быть зафиксировано в различных знаковых формах (текстом, графиком, формулой, терминами разных научных областей знаний и на разных языках), поэтому при формулировке поиска искомый документ может быть обнаружен в самых неожиданных областях, а начальная формулировка поиска нередко значительно отличается от окончательной.

Считается, что ключевые слова информационного документа должны отражать его содержание и входить в название. Например, для поиска информационных документов по рискометрическим проблемам в техносфере в электронных базах данных могут использоваться слова, отражающие динамические и структурные компоненты риска, соединенные при помощи операторов присоединения. Слова, использующиеся для поиска, следует морфологически изменить:

– усекать до корня (только для русских слов!), вводить части слов без окончаний и, по возможности, без некоторых суффиксов. Например, усеченному ключевому слову «техн*» будут соответствовать слова, найденные при поиске: техника, техносфера, технический, технического, научно-технический, техногенный, технологический и т. д.

– обозначать отсечение правой, левой или средней части слова вопросительным знаком «?» или звездочкой «*» на соответствующем месте;

– заменять одну букву в слове восклицательным знаком «!», если возникает сомнение в написании слова.

Поисковые слова соединяются логическими операторами присоединения «И», «ИЛИ», «НЕ» (рис. 5). Перед каждым логическим оператором и после него должны быть пробелы. При использовании двух или более поисковых слов, автоматизированная система поиска самостоятельно соединяет их логическим союзом (оператором) «И» (обозначается «&» или AND) и поисковый режим в документальном массиве будет искать те записи, в которых имеются одновременно все указанные поисковые признаки. При соединении поисковых признаков (ключевых слов) оператором «ИЛИ» (обозначается «|» или OR) поисковая система будет искать те библиографические записи, в которых присутствует хотя бы один из них.

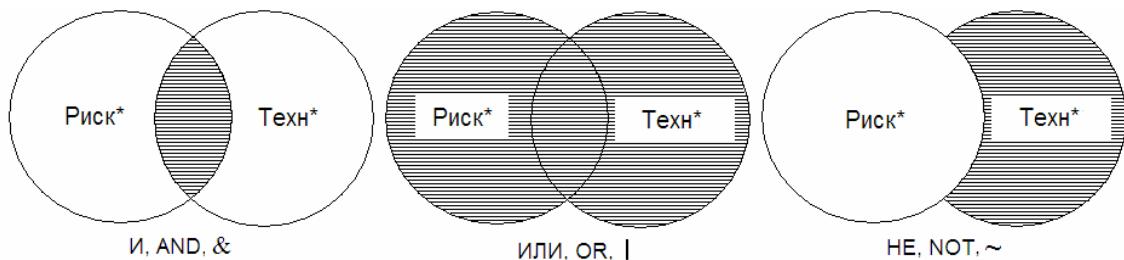


Рис. 5. Сфера действия операторов присоединения

Если поставить перед поисковым признаком логический оператор «НЕ» (обозначается «~» или NOT), то поисковая система исключит из множества записей, найденных по другим введенным поисковым признакам, те документы, запись на которые содержит еще и признак, перед которым поставлено НЕ.

В табл. 2 представлены семантические отличия ключевых слов книжных изданий и авторефератов диссертаций, отражающих рискометрические проблемы, в электронном каталоге РНБ (1990–2009 гг.). Задав для поиска усеченные слова: «риск*» и «техн*», получаем список в 302 названия книг, которые могут отражать рискометрические проблемы техносферы. Привнося в поиск слова, уточняющие характеристику риска, сужаем поиск (см. табл. 2).

Оказалось, что в названиях технических и экономических книжных изданий для характеристики риска наиболее часто употребляется термины «управление» и «оценка», в медицинских и биологических – «фактор», «управление» и «оценка». В технических и экономических авторефератах диссертаций – «управление» и «фактор», в медико-биологических – «прогноз» и «фактор». Более 50 % психологических публикаций имеют ключевое слово, связанное с группой (см. табл. 2). Таким образом, семантические особенности также следует учитывать при проведении научного поиска.

Таблица 2. Содержательные характеристики книжных изданий и авторефератов диссертаций, отражающих проблемы риска

Вид издания	Ключевые слова (усечение)	Отрасли наук, % (n)				
		технические	экономические	психологические	медицинские	биологические
Книга	Фактор (фактор*)	6	2	5	36	47
	Группа (групп*)	2	-	57	11	5
	Оценка (оценк*)	17	14	-	15	14
	Прогноз (прогн*)	3	1	1	7	5
	Управление (управл*)	26	48	7	11	19
	Профессиональный (профес*)	4	2	5	6	10
	Другие	42	33	25	14	-
Всего		100 (302)	100 (601)	100 (89)	100 (157)	100 (21)
Автореферат диссертации	Фактор (фактор*)	32	19	6	17	39
	Группа (групп*)	1	-	54	11	5
	Оценка (оценк*)	2	1	-	9	4
	Прогноз (прогн*)	6	4	27	57	30
	Управление (управл*)	34	51	4	2	4
	Профессиональный (профес*)	4	1	9	4	6
	Другие	21	24	-	-	12
Всего		100 (254)	100 (839)	100 (54)	100 (824)	100 (49)

В качестве обобщения следует указать, что рассеивание информации по времени (старение) делает поиск за длительный период сложной информационной задачей. Учитывая закономерность рассеивания информации в пространстве, достижение полной информированности по конкретной тематике возможно только в том случае, если специалист ведет поиск в специальных информационных источниках о научно-технической информации, в информационно-сервисных и библиографических службах, в научных библиотеках, патентных и прочих информационно-поисковых системах (электронных базах данных) (см. рис. 1), о чем более подробно нами будет изложено в следующих публикациях.

Литература

1. Экология человека и профилактическая медицина: мегатезаурус – большой словарь-справочник / под общ. ред. И.Б. Ушакова. М.: Воронеж, 2001. 488 с.
2. Артамонов В.С., Гусев Н.Н. Модели прогноза риска возникновения чрезвычайной ситуации на опасных производственных объектах и гидротехнических учреждениях // Проблемы управления рисками в техносфере. 2007. № 3/4. С. 28–32.
3. Безопасность России : правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты : анализ риска и проблем безопасности: в 4 ч. М.: Знание. Ч. 1: Основы анализа и регулирования безопасности / Н.В. Абросимов, А.И. Агеев, В.В. Аладинский [и др.]. 2006. 639 с.; Ч. 2: Безопасность гражданского и оборонного комплексов и управление рисками / Н.В. Абросимов, А.И. Агеев, В.А. Акимов [и др.] ; науч. рук. К.В. Фролов. 2006. 751 с.; Ч. 3: Прикладные вопросы анализа рисков критически важных объектов. 2007. 815 с. ; Ч. 4: Научно-методическая база анализа риска и безопасности. 2007. 857 с.

4. Воскобоев В.Ф. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. пособ. для вузов МЧС России / Акад. гражд. защиты МЧС России. М.: Альянс: Путь, 2008. Ч. 1: Надежность технических систем. 199 с.
5. Исаков С.Л., Чалаташвили М.Н. Об управлении риском пожарной опасности промышленного предприятия // Проблемы управления рисками в техносфере. 2008. № 4. (8). С. 95–98.
6. Козлитин А.М. Теория и методы анализа риска сложных технических систем / Сарат. гос. техн. ун-т. Саратов, 2009. 199 с.
7. Надежность технических систем и техногенный риск: учебник / В.С. Артамонов, Ю.Г. Баскин, В.А. Гадышев [и др.]; под общ. ред. В.Н. Ложкина; С.-Петербург. ун-т Гос. противопожар. службы МЧС России. СПб., 2007. 480 с.
8. Тангиев Б.Б., Уткин Н.И. Проблемы правового регулирования экологической безопасности и предупреждения чрезвычайной ситуации в контексте борьбы с экологическими правонарушениями // Проблемы управления рисками в техносфере. 2008. № 4. (8). С. 112–116.
9. Жмайло С.В. Исследование и разработка теории и методики построения тезаурусов для информационного поиска в полнотекстовых базах данных (на примере тезауруса по безопасности инженерных систем): автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.13.17 <Теорет. основы информатики> / [ВИНИТИ РАН]. М., 2005. 28 с.
10. Паршукова Г.Б. Методика поиска профессиональной информации. СПб.: Профессия, 2006. 223 с.
11. Дружинина В.Н., Евдокимов В.И., Бигунец В.Д. Информационное обеспечение научных работ в сфере изучения медико-биологических и социально-психологических проблем безопасности в чрезвычайных ситуациях // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2007. № 1. С. 64–73.
12. Евдокимов В.И. Научно-информационный поиск в сфере безопасности жизнедеятельности: учеб. пособ. / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб.: Политехника, 2008. 184 с.
13. Российская Федерация. Законы. Гражданский кодекс Российской Федерации: части первая, вторая, третья и четвертая : по состоянию на 20 июня 2008 г. М. : Проспект, 2008. 542 с.



ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

О РОЛИ И МЕСТЕ ПЕРЕНОСНЫХ ОГНЕТУШИТЕЛЕЙ В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

Д.Ф. Кожевин;

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

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены детерминированные и вероятностные методы оценки качества огнетушителей, достаточности их количества и экономической эффективности применения. В основу исследования положены методы анализа размерностей, линейного программирования и теории вероятности.

Ключевые слова: огнетушитель, технические параметры, вероятность, анализ размерностей, оптимизация

ABOUT THE ROLE OF PORTABLE FIRE EXTINGUISHERS IN THE MODERN SYSTEM FIRE SAFETY OF OBJECTS

D.F. Kozhevin; A.N. Ivanov; A.S. Poliakov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

They Are considered deterministic and probabilistic methods of the estimation quality fire-extinguishers, their sufficiency and cost-performance of the using. In base of the study prescribed methods analysis of dimensionality, the linear programming and general probabilistic approaches.

Key words: fire-extinguisher, technical parameters, probability, analysis of dimensionality, optimization

Согласно действующему законодательству [1] здания, сооружения и строения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения, основными из которых являются огнетушители переносные и передвижные. Они должны обеспечивать тушение пожара одним человеком на площади, указанной в технической документации организации-изготовителя [1], при этом предъявляются различные требования к их количеству и размещению [2–6].

В связи с тем, что в настоящее время отечественная и зарубежная промышленность производит большое количество типоразмеров огнетушителей с разнообразными и многочисленными техническими характеристиками [7, 8], возникает нелегкая задача отбора лучших из них. Это указывает на необходимость иметь единый и, желательно, единственный показатель качества, который бы одновременно учитывал все или большую часть технических параметров и позволял выбрать качественный огнетушитель.

Основными (из всего стандартного состава показателей качества изделий) являются технические параметры, так как только они отражают сущность любого устройства. Остальные показатели качества огнетушителей (например, эстетические, патентно-правовые и другие) – вторичны; они никак не влияют на успешность первичного пожаротушения, и поэтому при определенных обстоятельствах могут не учитываться.

Решение этих задач возможно на основе применения детерминированных и вероятностных зависимостей, одновременно учитывающих большое количество факторов влияния на процесс тушения пожара.

Задача комплексной оценки качества типоразмера огнетушителя решена методом анализа размерностей [9, 10], на основе которого сформирован безразмерный комплексный показатель из единичных технических параметров огнетушителей, которые условно разделены на три группы.

Первая группа включает те из них, которые определяют теплофизическую сущность процесса: низшую теплоту сгорания Q , массу горючего вещества $m_{\text{гор}}$, площадь S горения жидкости, массу заряда $m_{\text{зар}}$ огнетушащего вещества (ОТВ), теплопоглощение ОТВ q , эквивалентную площадь распыла ОТВ при нормальных условиях F , флегматизирующую концентрацию ОТВ C_{ϕ} .

Они сгруппированы в безразмерный комплекс, имеющий физический смысл относительной теплоты:

$$\pi_T = \frac{q \cdot F \cdot m_{\text{зар}}^2}{Q \cdot S^2 \cdot C_{\phi} \cdot m_{\text{гор}}}.$$

Числитель показателя характеризует количество теплоты, отнимаемое огнетушащим веществом, знаменатель – количество теплоты, выделяемой горящей жидкостью.

Во вторую группу входят показатели, определяющие конструктивные особенности огнетушителя: рабочее давление P , дальность L подачи ОТВ, длительность τ истечения полного объема ОТВ, массу огнетушителя M без заряда, габаритные характеристики: диаметр d поперечного сечения и высоту h .

Показатели второй группы объединены в безразмерный комплекс, имеющий физический смысл относительной энергии:

$$\pi_k = \frac{P \cdot L^3}{M \cdot h \cdot d \cdot (\tau)^{-2}}.$$

Числитель комплекса отражает величину энергии огнетушащего вещества, затраченную на его полет в очаг пожара, знаменатель – энергию, сэкономленную в связи с отсутствием необходимости доставки огнетушителя непосредственно к очагу пожара.

К третьей группе отнесены показатели, жестко регламентированные нормативными документами: температурный диапазон применения, срок службы, максимальные усилия воздействия на огнетушитель и другие. Они практически одинаковы для всех огнетушителей, поэтому первые две группы показателей по отношению к третьей приняты автомодельными, не зависимыми.

Исходя из выбранных величин и физической сущности представленных комплексов, можно образовать один обобщенный (рейтинговый) показатель качества огнетушителя:

$$\pi_p = \frac{m_{\text{зар}}^2 \cdot q \cdot F \cdot P \cdot L^3}{Q \cdot m_{\text{гор}} \cdot S^2 \cdot C_{\phi} \cdot M \cdot h \cdot d \cdot \tau^{-2}}.$$

Обобщенный показатель π_p является мультипликативной сверткой единичных показателей, числитель которого отражает эффект тушения пожара, а знаменатель содержит показатели, не способствующие этому.

Ранжируя известные конструкции огнетушителей по этому показателю (в пределах определенного типажа), можно среди них выделить лучшие и определить пути совершенствования худших с учетом экономической эффективности по методу Парето (рис. 1).

Этот методический прием позволяет оптимизировать выбор типоразмера огнетушителей.

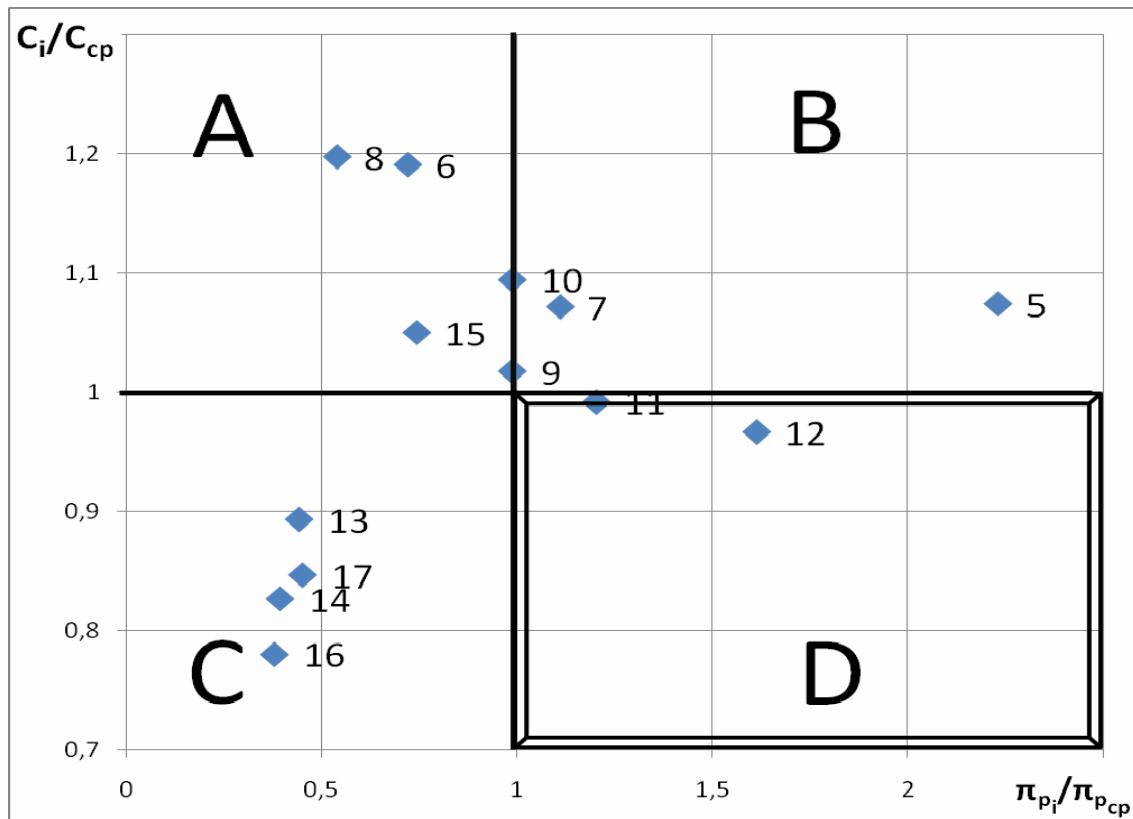


Рис.1. Эффективность применения огнетушителей:

π_{p_i} – рейтинговый показатель i -го огнетушителя; $\pi_{p_{cp}}$ – среднее значение рейтингового показателя огнетушителей; C_i – цена i -го огнетушителя; C_{cp} – среднее значение цены огнетушителя (точки на графике взяты произвольно)

Согласно методу Парето [11], в категории «цена-качество» оптимальный огнетушитель имеет наименьшую цену и наибольший эффект. Следовательно, по рассмотренным характеристикам оптимальными для тушения пожара являются огнетушители, обозначенные числами 11 и 12.

Задача определения достаточности огнетушителей на объекте защиты решена вероятностным методом, основная суть которого рассмотрена ниже.

Структура показателей, характеризующих уровень противопожарной защиты, может быть представлена в следующем общем виде (рис. 2):

Фактическое значение величины индивидуального пожарного риска в конкретно рассматриваемом случае будет определяться сочетанием всех представленных на рис. 2 вероятностей.

При дальнейшем рассмотрении вопроса некоторые вероятности (P_1, P_3, P_5, P_7) можно не учитывать, поскольку они для всех типов огнетушителей одинаковы. Таким образом, для

любого объекта защиты характерными для процесса тушения пожара будут только вероятности P_2 и P_4 .

Вероятность события, характеризующую достаточность ОТВ для тушения пожара P_4 , по правилам математической статистики, можно приблизенно полагать равной частоте наблюдения некоторого события и выразить следующим соотношением:

$$P_4 = \frac{F_i}{S}, \quad (1)$$

где F_i – фактическая площадь тушения одним огнетушителем, м^2 , принимаемая в соответствии с [12]; S – площадь возможного пожара, принимаемая равной площади разлива пожароопасных жидкостей.

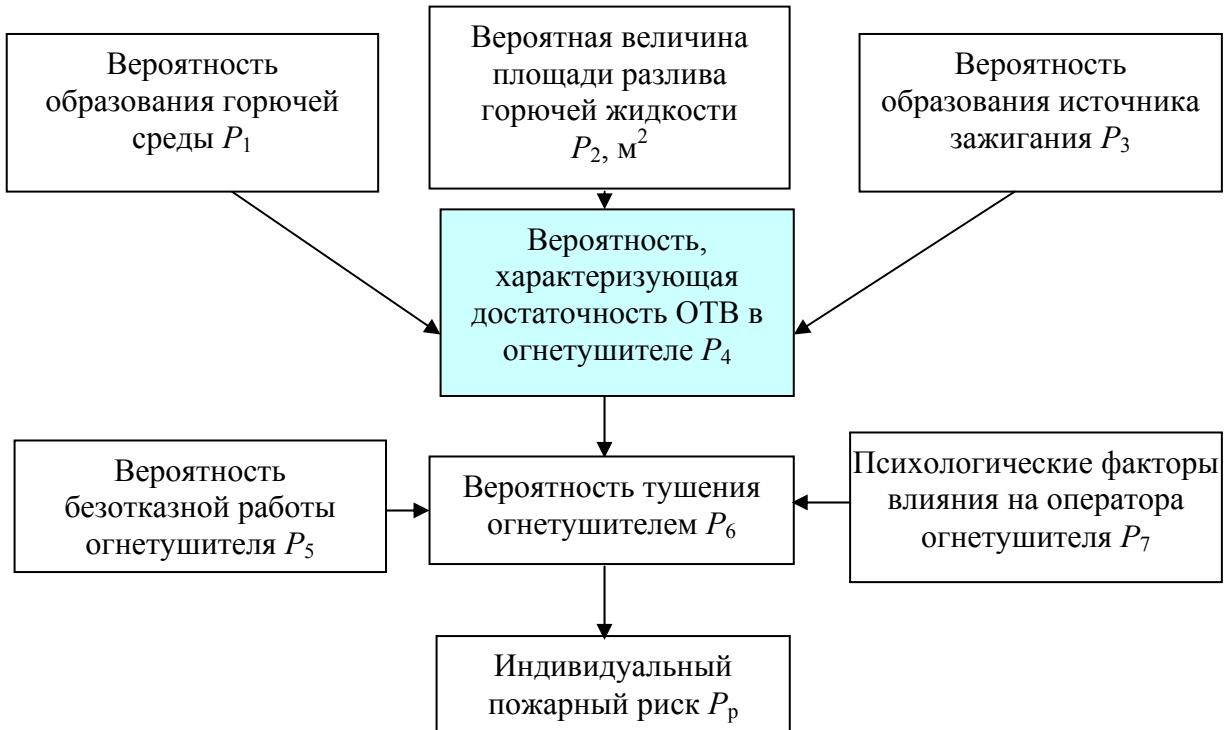


Рис. 2. Структура системы показателей противопожарной защиты объекта

Тогда, вероятность, характеризующую недостаточность ОТВ в огнетушителе i -го типа Q_{4i} , можно представить следующим образом:

$$Q_{4i} = \left(1 - \frac{F_i}{S}\right).$$

При наличии на объекте защиты n огнетушителей вероятность, обобщенно характеризующая недостаточность ОТВ в этих огнетушителях (или неспособность их потушить пожар), будет равна [13]:

$$Q_{4\Sigma} = \left(1 - \frac{F_i}{S}\right)^n.$$

Или, с учетом зависимости (1):

$$Q_{4\Sigma} = (1 - P_4)^n .$$

Связь между вероятностью достаточности ОТВ, содержащегося в некотором количестве n огнетушителей, и допустимым уровнем достоверности события тушения P_δ , можно представить в следующем виде:

$$(1 - P_4)^n \geq P_\delta . \quad (2)$$

В уравнении (2) величина P_δ является переменной и должна приниматься в зависимости от степени важности решаемой задачи, но в любом случае она не может быть менее 0,95. С позиций современной метрологии, всякое событие, наблюдаемое с меньшей величиной, не считают достоверным.

Для удобства дальнейшего анализа величину P_δ целесообразно представить в виде:

$$P_\delta = a \cdot 10^{-b} , \quad (3)$$

Где a, b – постоянные коэффициенты, характеризующие степень важности решаемой задачи по оценке достаточности огнетушителей.

Из совместного решения уравнений (2) и (3) можно найти необходимое количество n_Σ огнетушителей (по условию достаточности содержащегося в них количества ОТВ):

$$n_\Sigma = \frac{\lg a - b}{\lg(1 - P_4)} . \quad (4)$$

Формула (4) является универсальной для любых типоразмеров огнетушителей, т.к. не зависит от типа огнетушителя, а определяется только заданной величиной вероятности наблюдаемого события.

Поскольку минимальной доверительной вероятностью события является величина $P = 0,95$ [13], то вероятность отказа равна 0,05 и тогда (при $a = 5, b = 2$) формула (3) принимает вид:

$$n_\Sigma \geq \frac{\lg 5 - 2}{\lg(1 - P_4)} . \quad (5)$$

Расчет количества огнетушителей n_Σ по формуле (5) необходимо увеличить с учетом требований нормативных документов [12], в соответствии с которыми огнетушитель считают выдержавшим испытание, если в двух попытках из трех модельный очаг пожара был потушен [12, п. В.2.3.10]. Из этого факта следует, что каждый третий огнетушитель может оказаться неработоспособным и, следовательно, доверительная вероятность срабатывания в этом случае составит 0,67.

Очевидно, что объекты защиты могут комплектоваться разными типоразмерами огнетушителей, поэтому их оптимальное количество может быть определено с помощью метода линейного программирования [15]:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n F_i \cdot n_i \geq S \\ \sum_{i=1}^n C_i \cdot n_i \rightarrow \min \\ \sum n_i = n_\Sigma \end{cases},$$

где C_i – цена огнетушителя i -го типоразмера, руб.

Как видно из вышеизложенного, предложенные методы оценки качества и количества огнетушителей, применяемых на объектах защиты, являются необходимым нововведением в методологию обеспечения пожарной безопасности. Кроме этого, результаты исследования подтверждают необходимость корректировки действующих норм по испытаниям сертификации и комплектации, с учетом нового закона [1] и правил метрологии [14].

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ // Рос. газ. 2008. 1 авг.
2. ВППБ 01-03-96. Правила пожарной безопасности для предприятий АК «Транснефтепродукт».
3. ВППБ 01-01-94. Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий нефтепродуктообеспечения.
4. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
5. ВППБ 01-04-98. Правила пожарной безопасности для предприятий и организаций газовой промышленности.
6. РД 153.-34.0-03.301-00. Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий.
7. Национальная справочно-информационная служба в области пожарной безопасности. 2009. № 2 (38).
8. URL:<http://www.europages.com.ru>
9. Бриджмен П. Анализ размерностей. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
10. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1967.
11. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето – оптимальные решения многокритериальных задач. М.: Наука, 1982.
12. ГОСТ Р 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний.
13. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Высшая школа, 1999. 576 с.
14. РМГ 29-99.ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
15. Волков В.А. Элементы линейного программирования. М.: Просвещение, 1975.

141 с.



СНИЖЕНИЕ РИСКОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧС

СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ КАК ФАКТОР АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Е.В. Любимов, кандидат технических наук, доцент;

О.А. Хорошилов, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

**И.Г. Пахарьков. Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения
«Малахит»**

В настоящее время нарастает уровень противоправных действий на море. Рассматриваются возможные угрозы со стороны преступных групп против морских судов и средств по добыче углеводородов, при этом в ряде случаев следует ожидать повышение количества криминальных пожаров и взрывов за счет реализации нетрадиционных видов угроз. Предлагаются некоторые меры по повышению комплексной безопасности морских технических средств за счет усиления их противопожарной защиты.

Ключевые слова: суда, пожары, угрозы безопасности на море, организованные преступные группировки

SYSTEMS FIRE-PREVENTION PROTECTION AS FACTOR of TERRORISM-SAFETY of SEA MEANS

Ye.V. Lyubimov; O.A. Choroshilov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

I.G. Pakharkov. Saint-Petersburg sea bureau of mechanical «Malachite»

Now the level of illegal actions in sea increases. Possible threats from criminal groups against sea vessels and means on extraction of hydrocarbons are considered, thus in some cases it is necessary to expect increase of quantity of criminal fires and explosions due to realization of nonconventional kinds of threats. Some measures on increase of complex safety of sea means due to strengthening their fire-prevention protection are offered.

Key words: vessels, fires, threats of safety on the sea, the organized criminal groupings

Более 70 % поверхности нашей планеты занимает Мировой океан, который является не только основным природообразующим элементом Земли, но и источником пищевых морепродуктов, углеводородов, минеральных полезных ископаемых, а также местом отдыха людей. При этом техногенная нагрузка на Мировой океан постоянно возрастает:

увеличивается добыча полезных ископаемых, расширяется транспортная деятельность, ожидается применение плавучих атомных электростанций и опреснительных установок.

Любая промышленная, транспортная, другая технико-экономическая деятельность человека связана с возможностью потери управления потоками энергии, информации, людей. Хорошо известно, что транспортная и промышленная деятельность в Мировом океане осуществляются в сложных природных условиях и сопровождаются жертвами и ущербом [1]. Ежегодно на море в конце XX века погибало свыше 2000 человек; материальные потери составляли более 3 млрд дол., из судов вместимостью¹ 500 рег. т и выше погибало 90, а аварии происходили на 7000–8000 судах [2]. На морских комплексах по добыче углеводородов каждый год происходили 110–130 аварий различного рода, при этом погибали 10–15 морских комплексов. Необходимо отметить неполноту этих данных в силу ряда причин. Во-первых, указывается лишь первопричина аварии: если, например, в результате аварии главной энергетической установки или столкновения начался пожар, то он не учитывается статистикой. Во-вторых, не все случаи пожаров учтены как пожары на море: например, в порту Анкоридж (штат Аляска, США), в 1980–90 гг. для тушения пожаров на судах производилось около 300 выездов городской противопожарной службы в год. В-третьих, владельцам и администрации морских технических средств невыгодно афишировать аварии, произошедшие на судах и комплексах по добыче углеводородов [1, 3]. Кроме того, отсутствует корректная статистика по гидротехническим сооружениям, аварии на которых носят, зачастую, катастрофический характер.

Тем не менее, в результате многогранной деятельности Международной морской организации (IMO), национальных классификационных обществ, береговых противопожарных служб за период 1991–2004 гг. установилась тенденция снижения количества катастроф с морскими судами вместимостью 500 рег. т и более, что отражено на графике (рис. 1) [2, 4].

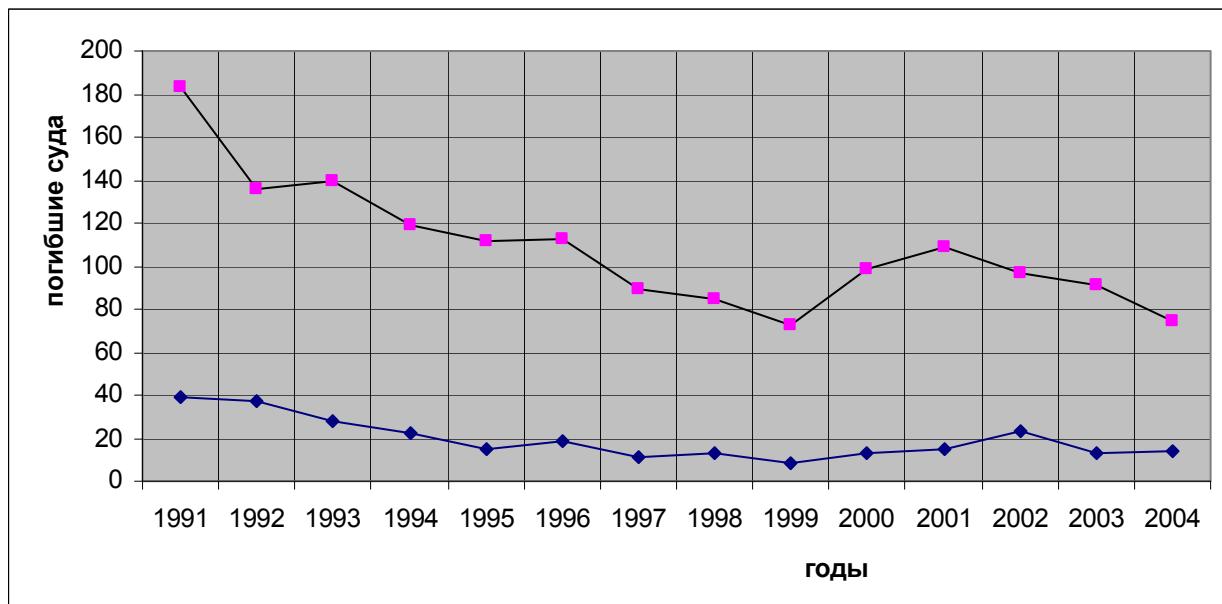


Рис. 1. Гибель судов мирового гражданского флота от всех видов аварий и от пожаров по годам (верхняя и нижняя кривые соответственно)

Основными причинами, в частности, снижения количества погибших от пожаров судов (но не количества пожаров на море!) является повышение уровня их противопожарной защиты, которая является с точки зрения энергозатрат и массы важной и мощной

¹ Регистровая вместимость – суммарный объем корпуса, надстроек и рубок судов, выполненный в соответствии с правилами обмера судов и выраженный в регистрах тоннах: 1 рег.т = 100 куб. футам = $2,83 \text{ м}^3$

подсистемой сложной технической системы «судно» или другое морское техническое средство [5].

Приращение (изменение) нагрузки и площади палуб помещений достаточно существенно влияет на водоизмещение судна. Так, изменение нагрузки на 1 т вызывает изменение массы судна (в зависимости от его типа) на 1,3–4,5 т.

Например, массу (в тоннах) соответственно противопожарных систем и оборудования на судах можно определить по формулам

$$m_{\text{ПС}} = (0,50 \pm 0,10) D^{2/3};$$

$$m_{\text{ПП}} = (0,165 \pm 0,050) D^{2/3}$$

где D – водоизмещение судна порожнем², м³.

Площадь помещений (м²), занимаемых под размещение противопожарных систем и оборудования, для танкеров и накатных судов составляет

$$S = (1,03 \pm 0,07) D^{2/3},$$

а для большинства прочих судов

$$S = (D^{0,5} - 24,5) (1,00 \pm 0,15).$$

При этом, казалось бы, должна повышаться безопасность мореплавания. Однако в настоящее время возникли новые угрозы безопасности на море.

В конце XX века все в большей мере стали проявляться последствия противоправных действий в акватории мирового океана: хищений, немотивированных актов вандализма, террористических актов. При этом нападения пиратов на суда распространились на районы Африканского Рога, островов и побережья Юго-Восточной Азии, западного и восточного побережий экваториальной Африки. Осуществлялись и реализовывались попытки захвата морских технических средств с целью политического или экономического давления, получения выкупа, рэкета, незаконной смены владельца, для целенаправленного уничтожения морских технических средств. В качестве примера можно привести захват морской нефтедобывающей платформы повстанцами в Нигерии, террористические атаки на нефтедобывающие установки у побережья Ирака и на французский танкер водоизмещением 156 тыс. т недалеко от берегов Йемена.

Пожар как следствие действия организованных преступных групп (ОПГ) является крайне доступным способом нанесения террористического ущерба, что связано с относительной простотой и эффективностью реализации способа: возможностью дистанционного воздействия на объект атаки с использованием множества различных вариантов реализации акции; высокой вероятностью нанесения значительного ущерба объекту нападения. При этом даже на судне, не говоря уже о нефтедобывающем комплексе, средняя продолжительность пожара составляет около 5,9 ч, а в течение одного часа тушится только 30 % судовых пожаров (рис. 2).

Учитывая тенденции увеличения морской добычи углеводородного сырья (следовательно, увеличение количества нефтегазовых терминалов, добывающих установок, газо- и нефтепроводов, танкеров и подобных средств), а также вероятное включение в морскую инфраструктуру плавучих ядерных энергетических установок (атомных электростанций, опреснительных установок и т.п.), следует ожидать рост напряженности в обеспечении безопасности на море, причем трудно будет разделить роль систем обеспечения промышленной безопасности и физической защиты (охраны).

² Водоизмещение судна порожнем – водоизмещение при неизменных составляющих нагрузки, то есть без груза, топлива, масла и запасов, а также без экипажа

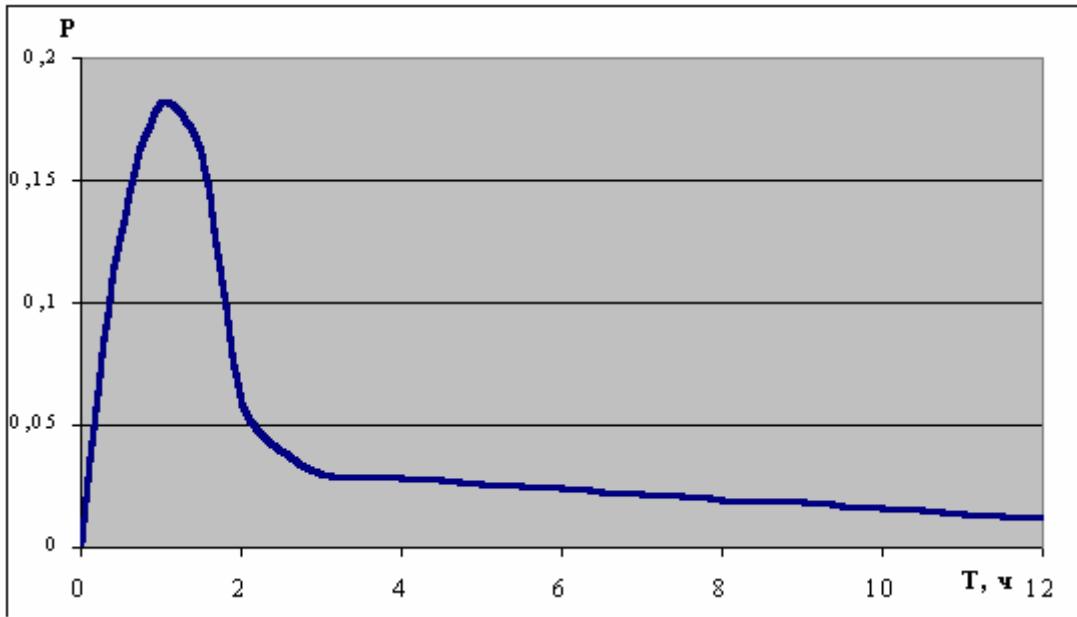


Рис. 2. Зависимость частоты пожаров на морских судах P от их продолжительности T

Парциальные риски аварий (пожары и взрывы, гидрометеорологические, навалы и столкновения и т.п.) и катастроф на отдельных морских технических средствах (соответственно добывающих установок, терминалов, трубопроводов, ЯЭУ) можно представить в виде

$$r_y = f_1 (W_i; Q; N_y; T_y; S_y; U_y; X_y; \dots);$$

$$r_t = f_2 (W_i; q; N_t; T_t; S_t; U_t; X_t; \dots);$$

$$r_{tp} = f_3 (W_i; G; L; T_{tp}; S_{tp}; U_{tp}; X_{tp}; \dots);$$

$$r_{яэу} = f_4 (W_i; P; N_{яэу}; T_{яэу}; S_{яэу}; U_{яэу}; X_{яэу}; \dots),$$

где W_i – физико-географические условия местоположения установки или трубопровода (метеорологические, гидрологические, геологические); Q – дебет установки; q – объем (масса) нефтепродуктов или газа, хранимых на терминале или перевозимых на судне; G – объем (масса), перекачиваемый за единицу времени, углеводородного сырья для трубопровода; P – мощность ЯЭУ; N_y , N_t , $N_{яэу}$ – количество персонала на соответствующем объекте; L – длина трубопровода; T_y , T_t , T_{tp} , $T_{яэу}$ (T_i) – комплексный фактор систем физической защиты (количество и оснащенность охраны, наличие и качество систем охранной сигнализации, противодиверсионных и прочих систем; S_y ; S_t ; S_{tp} ; $S_{яэу}$ – показатели качества систем обеспечения промышленной безопасности; U_y , U_t , U_{tp} , $U_{яэу}$ – показатели привлекательности объекта для ОПГ; X_y , X_t , X_{tp} , $X_{яэу}$ – показатели подготовленности, технической оснащенности и обеспеченности вооружением ОПГ.

Рассмотрим более детально, что входит в состав некоторых предложенных комплексных факторов. Например, в U_i (привлекательность объекта для ОПГ) могут входить значимость объекта морской инфраструктуры для экономики $Z_{эконом}$ (это может быть

стоимость объекта, прибыль от его эксплуатации или экспертный коэффициент) и экологии (безопасности природы) $Z_{\text{экол}}$ (например, вероятный ущерб, нанесенный природе), величина предполагаемого выкупа $Y_{\text{в}}$ или незаконно приобретенного капитала $Y_{\text{к}}$ и т.п.

В состав комплексного фактора T_i (качество систем обеспечения промышленной безопасности) для систем обеспечения пожарной безопасности должны входить такие параметры, как время реагирования τ_p , достоверность реакции v_p , помехозащищенность π_p , стоимость C_p систем пожарной сигнализации; производительность g_t , продолжительность действия τ_t , стоимость C_t систем пожаротушения и т.п.

На уровень пожарной защищенности влияют такие факторы, как различные физические поля: радиационные, электрические, тепловые (положительные и отрицательные температуры) и другие, причем не обязательно высокой интенсивности. Достаточно сравнительно невысокой напряженности этих полей, чтобы они могли существенно негативно повлиять, например, на качество изоляции и проводимость электрических кабелей, тепловой изоляции некоторых видов, работоспособность датчиков систем пожарной и охранной сигнализации, контроля технологических параметров, управления технологическими процессами и т.п. Существенное влияние на различные технические системы могут оказывать акустические поля, под воздействием которых происходят замыкания или нарушения электрических контактов, произвольная отдача резьбовых соединений, разрушение различных покрытий и изоляционных материалов и т.п.

Необходимо отметить угрозу, связанную с воздействием магнитных и электромагнитных полей. Сбои в работе электронных систем под воздействием магнитных и вследствие естественных электромагнитных полей регистрируются в течение многих десятилетий [5]. Кроме того, в настоящее время действуют многочисленные техногенные источники электромагнитного поля, к которым следует отнести не только такие экстремальные явления, как ядерный взрыв, но и работу мощных радио-, теле- и радиолокационных станций. Мощность импульса последних достигает тысячи и более мегаватт при частоте до 300 МГц с продолжительностью импульса от долей до единиц микросекунд. Воздействие радио- и телевизионных станций пространственно более ограничено, но их напряженность более $200 \text{ В} \cdot \text{м}^{-1}$, а плотность мощности выше $100 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ [5, 6].

Воздействие электромагнитных полей и космических лучей приводит к появлению дополнительного электрического напряжения в проводниках, проходящих в атмосфере, земле и воде. Это воздействие может привести как к прямому повышению температуры проводника и к пожару, так и к потере контроля над системами управления, которые наиболее подвержены воздействию изменения напряжения, прежде всего – для электронных полупроводниковых и интегральных схем. Зафиксированы также случаи выхода из строя под воздействием потоков космического излучения мощных распределительных трансформаторов [5]. 1 июня 2007 г. в Москве в результате небывало сильной грозы вышли из строя системы управления допуском как на наземном, так и на подземном общественном транспорте столицы. Более того, эти системы обнуляли проездные билеты. Город на несколько часов погрузился в хаос [7].

Существующие ОПГ хорошо организованы и оснащены. Они могут использовать как традиционные средства террора (мины, термитные и другие средства поджога, обстрелы из орудий и гранатометов, вывод из строя систем автоматической пожарной сигнализации и т.п.), так и нетрадиционные диверсионные средства (локальные источники тепла, ионизационного излучения, вибраторы, тепловые источники для нарушения электроизоляции, дистанционно действующие источники энергии типа квантовых генераторов и др.).

С целью предотвращения и локализации ущерба требуется не только развивать системы физической защиты объектов морской техники для раннего обнаружения и последующего отражения нападающих, но и проводить контрразведывательные действия по выявлению агентов и пособников ОПГ среди персонала и экипажа. Следует также принимать

меры по изменению внешней и полевой конфигурации объекта (например, дымовой завесой, изменением теплового, радиационного, других полей).

Необходимо принять ряд проектно-конструктивных и проектно-организационных решений, повышающих противопожарную устойчивость средств океанотехники:

- уровень конструктивной противопожарной защиты довести с А-60 до А-90 или даже до А-120 (то есть довести ее огнестойкость до 90 или даже 120 мин);
- выполнять противопожарные системы, в основном, в модульном варианте, предназначенном для действия в конкретных ограниченных объемах, а также дублировать системы пожаротушения для наиболее значимых помещений и объемов;
- шире применять системы предупреждения пожара, основанные на совместном применении некоторых конструктивных решений и систем тонкораспыленной воды и высокократной пены;
- использовать меры по флегматизации и нейтрализации пожаровзрывоопасных помещений, объемов, зон;
- повысить помехозащищенность электронных систем (прежде всего обеспечивающих безопасность) и проводников, обеспечить их высокоэффективную защиту от воздействия электромагнитных и магнитных полей любого происхождения;
- исключить применение горючих материалов обшивки и оборудования помещений в зонах, имеющих наружные стенки;
- осуществить категорирование помещений, технических зон по уровню опасности реализации террористических угроз;
- определять категории зон и помещений морских технических средств по пожаро- и взрывопожароопасности, как это предусматривается в [8].

Исходя из двух последних положений, целесообразно определять состав систем и средств пожарной сигнализации и пожаротушения для помещений и зон в соответствии с их категориями.

Кроме того, для морских технических средств и судов целесообразно разработать аналитические выражения в качестве уравнений и критериев пожаробезопасности и контртеррористической защищенности, которые можно рассматривать как некоторую структурную аналогию с вопросами борьбы за непотопляемость и вообще за живучесть [9].

Литература

1. Александров М.Н. Безопасность человека на море. Л.: Судостроение, 1983. 282 с.
2. Любимов Е.В. Проектное обеспечение пожарной безопасности судов // Судостроение. 2007. № 4. С. 35–40.
3. Мартыненко В.И., Ставицкий М.Г. Когда на борту пожар. Л.: Судостроение, 1983. 254 с.
4. Shipping Statistics and Market Review: 2000. V. 44 № 8/9, August/September. P. 47; 2001. V. 46. № 8/9, August/September. P. 47; 2003. V. 47. № 8/9, August/September. P. 37–46; 2005. V. 49. № 8/9, August/September. P. 36–48.
5. Язев С.Я. Миры минувшего века. Новосибирск: Изд-во СОРАН, 2003. 238 с.
6. Калиберда И.В. Оценка внешних воздействий природного и техногенного происхождения. М.: Логос, 2002. 528 с.
7. Любимов Е.В. Пожарная безопасность судостроительных и судоремонтных предприятий: учеб. пособ. СПб.: СПбГМТУ, 2008. 112 с.
8. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ // СЗ РФ. 2008. № 30. Ст. 3579
9. Царев Б.А., Кизилов Д.И. Комплексная оценка живучести судов на этапе их проектного анализа // Морской журнал. 2001. № 1/2. С. 26–30.

«МЕДЛЕННЫЕ» КАТАСТРОФЫ КАК ПРИЧИНЫ ВОЗНИКОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В.А. Минаев, доктор технических наук, профессор. Российский новый университет, Москва.

А.О. Фадеев, кандидат физико-математических наук, доцент. Академия федеральной службы исполнения наказаний, г. Рязань.

Р.М. Данилов. Дальневосточный юридический институт МВД России, г. Хабаровск

Рассматривается проблема «медленных» катастроф, как одна из возможных причин возникновения чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера. Основное внимание уделено таким экзогенным геологическим явлениям, как карстово-деформационные процессы, оседания и оползни. Затрагиваются вопросы воздействия последствий геодинамических подвижек по тектоническим разломам на психические и медико-биологические показатели людей, находящихся в жилых, промышленных и рекреационных зонах, а также ставшая злободневной в последнее время проблема антитеррористической безопасности.

Ключевые слова: «медленные» катастрофы, экстремальная ситуация, геологические явления, карстовые процессы, оседания, оползни, уравнения геодинамического воздействия, психические и биологические параметры человека, проблемы антитеррористической безопасности

«SLOW» ACCIDENTS AS THE REASONS OF EXTREME SITUATIONS OCCURRENCE

V.A. Minaev. Russian new university, Moscow.

A.O. Faddeev. Academy of federal service of punishments execution, Ryazan.

R.M. Danilov. Far East legal institute of the Russian Internal Affairs Ministry, Khabarovsk

In article the problem of «slow» accidents, as the possible reason of extreme situations is considered. The basic attention is given to such geological phenomena as karstic processes, subsidence and landslips. Questions of geodynamic motions influence on mental and biological parameters of people, and also a problem of antiterrorist safety are considered.

Key words: «slow» accidents, extreme situation, geological phenomena, karstic processes, subsidence, landslips, questions of geodynamic influence, mental and biological parameters of people, problem of antiterrorist safety

Как известно, чрезвычайной ситуацией природно-техногенного характера называют состояние, при котором на объекте или территории нарушаются нормальные условия жизнедеятельности, возникает угроза жизни и здоровью населения, наносится значительный материальный ущерб зданиям, сооружениям и сетям коммуникаций.

При этом источником чрезвычайной ситуации природно-техногенного характера выступают опасные природное явление или техногенный процесс, в результате реализации которых может возникнуть названная ситуация.

Отметим, что при анализе многих чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера и их последствий не принимаются во внимание такие опасные природные явления, которые мы называем «медленными» катастрофами. Что же из себя представляют эти катастрофы?

Особенности проявления «медленных» катастроф

Под «медленной» катастрофой будем понимать процессы возникновения негативных тенденций в функционировании объекта, размещенного на какой-либо территории, их последующей аккумуляции, развития и трудно предсказуемого видоизменения, приводящие в итоге к нарушению нормального функционирования объекта, дезорганизации его внутренней структуры, нарушению связей с окружающей средой и иным негативным последствиям вплоть до его полного уничтожения.

Дело в том, что реакция объектов на жилых, промышленных и рекреационных территориях на внешние воздействия может быть различной в зависимости от особенностей внутренней структуры и природы объекта и вида воздействия на данный объект [1–3].

Она значительно разнится у систем с монотонно изменяющимися характеристиками, у автоколебательных систем, систем с вынужденными колебаниями, резонансных систем или у систем, стремящихся к упорядочиванию или к хаотизации. При этом реакция может быть неадекватно слабой или наоборот очень сильной.

Последнее характерно для систем, находящихся в неустойчивом и критическом состоянии и сильно реагирующих на слабое воздействие, играющее роль спускового крючка (вспомним неожиданные обрушения жилых домов и гостиниц в различных частях мира).

Кроме того, даже однотипные по своей природе объекты в одно и то же время реагируют на одни и те же внешние воздействия по-разному. Причины этих перестроек заключаются не только в изменениях характера воздействий, но и в нелинейных свойствах самих объектов [4]. А развитие реакции нелинейной системы на внешнее воздействие, как известно, неоднозначно.

Поскольку ее состояния могут перемежаться, переходя от состояния покоя к осцилляциям или хаосу, то воздействие даже одиночного импульса может перевести такую систему к другому динамическому режиму. При этом реакция объектов на воздействия может быть следующей: плавные изменения (тренд); ритмические изменения; импульсные изменения, в том числе – быстро наступающие стихийные явления – аварии и катастрофы; «шумовые» изменения [1–3, 5].

С этой точки зрения нас будут интересовать именно шумовые изменения. Рассматривать такие воздействия, на наш взгляд, следует со следующих позиций. Наша планета окружена и пронизана различными полями – магнитными, электрическими, гравитационными, тепловыми и др. Поля неоднородны и распределены вокруг и внутри Земли (также внутри и вокруг нас самих) закономерным образом.

Этим полям присущи значительные вариации не только в пространстве, но и во времени. Примером могут служить магнитные бури, подземные радиошумы, различные геофизические и биосферные аномалии.

Все живые организмы и человек в их числе за миллионы лет эволюции приспособились к закономерностям в поведении физических полей. Более того, собственные поля, возбуждаемые деятельностью активно функционирующих органов человека, находятся в очень тесной связи с внешними полями, излучаемыми Солнцем, земной корой и атмосферой. Это касается, прежде всего, таких жизненно важных органов, как нервная и сердечно-сосудистая системы, мозг, желудок, глаза.

Человека, животных, растения можно рассматривать как биологически активные вещественно-полевые формации, а их отдельные группы и всю биосферу в целом как открытую распределенную систему, активно взаимодействующую по вещественно-полевым каналам с окружающим миром [6–8].

Для достижения возможных обоюдных изменений взаимодействующие системы используют внутреннюю организацию своих структур и межсистемных связей. Результатом такого развития структур и связей является появление резонанса между системами, который определяется уровнем их неравновесности.

Взаимодействие при этом происходит по правилам, близким к закономерностям многопараметрического нелинейного резонанса, при котором частотные составляющие волновых процессов, порождаемых одной системой, совпадают с внутренними ритмами нелинейных автоворонковых процессов другой системы. Эффективность резонанса растет с увеличением количества совпадающих параметров, а с некоторого порогового уровня начинает выполняться правило «замок-ключ», вследствие чего воздействие на систему приобретает адресно-целевой характер.

Поскольку биосфера с таких позиций рассматривается как открытая распределенная система, то в ней неизбежно возникновение и развитие локальных неустойчивостей биологического, социального и психофизического характеров [49]. Эти неустойчивости могут протекать латентно, скрыто, так и не переходя в фазу активности, постепенно накапливая негативные изменения в окружающей среде, что, собственно говоря, и представляет собой «медленную» катастрофу применительно к различным объектам, включая жилые, промышленные и рекреационные комплексы.

«Медленные» катастрофы и их связь с опасными экзогенными геологическими процессами

Рассматривая достаточно узкий класс природных опасностей, а именно так называемые экзогенные геологические процессы (ЭГП) [9, 10], можно отметить, что «ответственными» за подготовку и протекание «медленных» катастроф, приводящих к возникновению чрезвычайных ситуаций, являются геодинамические подвижки по тектоническим разломам и сопутствующие им деформации верхних частей земной коры.

Подобные подвижки, в свою очередь, приводят к появлению и накоплению деформаций в приповерхностных грунтах, опорах, несущих конструкциях, зданиях, сооружениях [11–13, 17, 18], развитию оползневых процессов, а также являются одной из причин генерации полей биоактивного диапазона [2, 3, 19–21].

Из всего спектра экзогенных геологических процессов рассмотрим более подробно процессы, связанные с деформацией верхних частей земной коры и приповерхностных грунтов – карстово-деформационные процессы, оседания, оползни.

Карст – скрытый и опасный процесс, приносящий значительный ущерб [9, 11, 22]. Так, в 1969 г. в Москве в результате провала земной поверхности разрушен многоквартирный дом, а в 1977 г. разрушены два 48-квартирных дома. В 1992 г. в Дзержинске оседание земной поверхности привело к разрушению цеха ПО «Дзержинскхиммаш». В Уфе, Казани и Самаре неоднократно отмечались повреждения зданий из-за карстовых провалов и оседаний земной поверхности [10].

Приведенные примеры – лишь малая часть случаев нанесения материального ущерба при развитии карста на территории России. В ее пределах подвержены опасному воздействию карста 301 город, а возможный разовый экономический ущерб оценивается в десятки миллионов долларов [9, 10].

Развитие карста обусловливается многими природными, а на освоенных территориях – еще и техногенными воздействиями, соотношение которых определяет виды опасности карста [10, 11, 22] (рисунок).

Наиболее объективным показателем развития карста является величина интенсивности растворения карстующихся пород, которая может быть выражена формулой [10]:

$$Q_k = M_{nc} \cdot n(C_k - C_n)_{k,a},$$

где Q_k – масса растворенной породы, выносимой подземными водами, влияющими на карстовый процесс, $\text{g}/\text{c} \cdot \text{cm}^2$; M_{nc} – модуль подземного стока; C_k и C_n – соответственно, конечное и начальное содержание ионов (k – катионов, a – анионов), образующихся при растворении тех

или иных карстующихся пород; n – некоторый коэффициент, определяемый экспериментально.

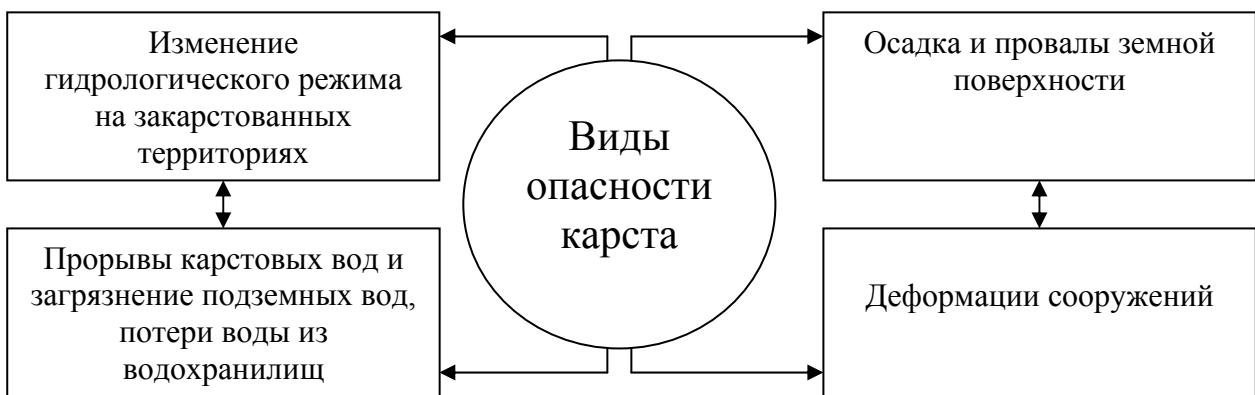


Рис. Основные виды опасности карста

От этого показателя обычно переходят к величине карстовой эрозии H_k (в см), под которой понимается условное снижение земной поверхности в единицу времени, соответствующее объему вынесенной подземными водами карстующей породы [54]:

$$H_k = \frac{Q_k}{\rho} = \frac{M_{nc} \cdot n(C_\kappa - C_\hbar)_{\kappa,a}}{\rho},$$

где ρ – плотность карстующихся горных пород.

Одной из главных задач изучения закарстованных территорий и предупреждения возможных чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера является количественная оценка устойчивости массивов пород и прогноз их развития в пространстве и во времени, а также оценка величины техногенной нагрузки и чувствительность территории к ней [10, 11, 23, 24].

Осадение поверхности земли, формирующееся под влиянием как природных, так и техногенных факторов довольно-таки широко распространено в мире, в частности, в США, Мексике, Японии, Таиланде, Италии, Нидерландах а также в России и некоторых странах СНГ [25, 26].

В естественных условиях понижение поверхности земли происходит вследствие уплотнения пород под действием давления вышележащих отложений в результате тектонических прогибаний, под влиянием колебаний атмосферного давления, лунно-земных и солнечно-земных гравитационных связей. Понижение земной поверхности под влиянием естественных факторов происходит медленно и становится заметным лишь через продолжительный промежуток времени. Значительно более интенсивным по амплитуде и времени формирования является оседание поверхности под воздействием антропогенных факторов [25, 27–30].

Осадение земной поверхности может привести и приводит к возникновению чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера на жилых, рекреационных и промышленных объектах и территориях [10, 25–28, 31]. Среди них наиболее распространенными являются подтопление и заболачивание территорий, изменение высоты и уклона русел, повреждение эксплуатационных скважин. Неравномерное осадение вызывает разрушение железных дорог, различных подземных коммуникаций, мостов, портов, набережных и т. п.

Наблюдениями установлено, что скорость и амплитуда оседания могут достигать значительных величин. Так, в Мехико на некоторых участках скорость оседания достигала

24 см/год, в Лос-Анджелесе – 75 см/год, в Таллине – 30 см/год, в Риге – 3 см/год, в Санкт-Петербурге – 1,5 мм/год, в Москве – 3 мм/год [10, 32].

В общем виде многофакторный процесс формирования оседания земной поверхности $N(t)$ можно отобразить в виде суммы фактических воздействий [10]:

$$N(t) = -A(t) + B(t) + C(t) + D(t) + E(t) + F(t),$$

где $A(t)$ – общее возможное тектоническое вертикальное движение местности; $B(t)$ – упругая деформация грунтов под влиянием изменения атмосферного давления, лунных приливов и отливов и т. д.; $C(t)$ – упругая деформация грунтов, вызванная колебаниями свободной поверхности подземных вод; $D(t)$ – пластическое необратимое уплотнение глинистых отложений под действием снижения уровня подземных вод; $E(t)$ – консолидационное уплотнение грунтов под влиянием весовой нагрузки зданий и сооружений; $F(t)$ – уплотнение грунтов от техногенных вибраций. Каждый фактор вносит свою весовую долю в общую амплитуду понижения земной поверхности.

Основное влияние на оседание земной поверхности оказывают техногенные факторы [25, 27, 28]. Среди них определяющая роль принадлежит тем нагрузкам на грунт, которые вызываются зданиями, сооружениями, строительными конструкциями и др.

Дополнительными факторами уплотнения грунтов могут явиться вибрационные воздействия от транспортных средств, механизмов ударного действия и другой техногенной деятельности. Так, например, при закладке свайных фундаментов отмечается дополнительное оседание на 70 и более мм вблизи расположенных зданий.

Наиболее универсальным инструментом изучения и прогноза оседания земной поверхности является трехмерная гидрогеологическая модель, сопряженная с одномерной моделью уплотнения водовмещающих и разделяющих слоев [10]. Результаты прогнозирования с помощью такой комплексной модели позволяют получить многовариантную картину будущей чрезвычайной ситуации, которая может возникнуть на конкретном объекте или территории.

Оползни – это смещение горных пород вниз по склону без потери контакта между смещающимися и неподвижными породами.

Интенсивное формирование оползней характерно для горных регионов Северного Кавказа и Приангарья [33]. За пределами горных территорий оползни наиболее широко распространены в предгорьях Кавказа (Ставропольский край), по склонам рек и оврагов на территории Среднерусской и Смоленско-Московской возвышенностей, в Правобережном Поволжье, верховьях бассейна Оби, южной части Восточной Сибири и в Приморье. Характерную узкую оползнеопасную зону представляет собой правый береговой склон р. Волги от Нижнего Новгорода до Волгограда, являющийся оползневым на большей части своей протяженности [9, 10].

Следует особо отметить четко прослеживающееся повышение интенсивности развития оползней в местах техногенного изменения природной обстановки. Наиболее четко это проявляется в пределах городов. Воздействию оползней подвержено 725 из 1036 городов (то есть более 70 %), имеющихся в Российской Федерации.

Формирование оползней представляет собой весьма сложный и многофакторный процесс [9, 10, 34, 35]. Факторы, определяющие возможность появления и особенности развития оползневых смещений, достаточно четко разделяются на две основные группы. К первой группе факторов относятся условия, отражающие исходное состояние геологической среды, в которой формируются оползни.

Вторую группу факторов представляют процессы и воздействия, изменяющие исходное состояние склонов – речная и овражная эрозия, выветривание, тектонические движения, а также различные техногенные воздействия, оказывающие негативное влияние на устойчивость склона: техногенные изменения рельефа, пригрузка склона весом зданий и

сооружений, вибрационные нагрузки от работающих механизмов и движущегося транспорта, сотрясения от взрывов («возбужденная сейсмичность») [28, 36, 37].

О влиянии «медленных» катастроф на безопасность жизнедеятельности

Такие явления, как оползни, оседания, карст связаны с тектоническими нарушениями верхних слоев земной коры или, как их иначе называют, тектоническими разломами.

Тектонический разлом – гигантское природное образование: при ширине 10–15 км он может тянуться на сотни километров [38, 39]. Над активными разломами фиксируются проникающие высоко в атмосферу потоки ионизированных частиц, электромагнитные низкочастотные излучения, газовые флюиды и инфраволны [3]. Их мощность бывает настолько велика, что при относительно спокойной атмосфере они блокируют прохождение кучевых облаков, над ними размываются покровы сплошных облачных масс [40, 41].

Исследования, выполненные рядом авторов, показали, что здоровье и жизнедеятельность человека находятся в прямой зависимости от полей биоактивного диапазона геоэлектрической природы, которые связаны с сетью тектонических разломных структур верхней части земной коры [2, 3, 19, 21, 27, 42–45]. Однако на многих территориях большинство тектонических разломов не закартировано, так как традиционно использующиеся на сегодняшний день методы не позволяют однозначно это сделать. Поэтому влияние таких разломов на психические и медико-биологические показатели людей, находящихся в жилых, промышленных и рекреационных зонах, а также на здания и сооружения в них игнорируется, между тем оно очень значительно [2, 20, 42–45].

Как установлено многочисленными экспериментами, геофизические аномалии, связанные с тектоническими разломами, вызывают электрические, магнитные, радиоактивные, ионизированные, световые, звуковые излучения различной частоты и величины [3, 27, 44–46], пагубно влияющие не только на растительность, но и на животных, человека [43–45, 47, 48].

Влияния геофизических полей естественного происхождения не везде одинаковы. Особенно сильно это ощущают люди с повышенной восприимчивостью организма, чувствующие себя стесненно в местах интенсивных геофизических аномалий. Дело в том, что каждый человек является открытой системой, которая обменивается с окружающей средой веществом, энергией и информацией [6–8, 49].

Каждый человек генерирует собственные электрические и электромагнитные поля, имея при этом свою (как и отдельно взятый орган – сердце, печень, мозг, нервная система и т.д.), отличную от других частоту автоколебаний. Свою в том смысле, что на планете нет даже двух человек, собственные частоты которых были бы одинаковыми. Личная частота каждого человека адаптирована к условиям той местности, на которой он проживает, или той, где он родился. Если же этот человек долгое время пребывает под воздействием либо негативных геофизических полей, либо полей биоактивного диапазона, постоянно генерируемых разломами, на которых стоят здания и сооружения, то его информационная система пойдет «вразнос»: аномальный источник имеет частоты, резко диссонирующие с частотами человеческого организма. Поэтому в таких зонах, являющихся отражением особенностей ландшафта какой-либо территории, меняются физиологические и биохимические показатели, начинаются сбои функциональных систем человека [7, 21, 50].

И еще один немаловажный аспект, связанный с таким явлением современности, как терроризм. В середине XX века появился новый вид террористической деятельности, которая сосредоточена на совершении любой ценой крупномасштабного акта возмездия против мирных граждан. Следует отметить, что в настоящее время понятия «терроризм» и «катастрофа», как никогда близко сошлись [51–55].

В отношении «медленных» катастроф у современных террористов достаточно широкое поле деятельности. Геодинамические подвижки по тектоническим нарушениям идут постоянно,

постепенно накапливая напряжения и деформации на одних участках и самопроизвольно разряжаясь на других. Располагая специальной информацией о распределении подобных полей напряжений и деформаций, можно заранее планировать проведение террористических актов на той или иной территории, то есть необязательно закладывать взрывное устройство под какое-либо конкретное здание или сооружение, достаточно установить его в строго определенном месте и активировать в требуемый момент времени. Эффект произведенного воздействия может быть очень значительным, например, разрушение целого микрорайона, особенно если он располагается на неустойчивых грунтах.

Так, в частности, одна из версий причины трагедии, произошедшей в «Трасвааль-парке», состоит в том, что территория, на которой он размещался, в геодинамическом отношении оказалась неустойчивой, и разрушение одной из опор спровоцировало перераспределения полей напряжений и деформаций как под зданием, так и в его окрестностях, что и привело к дальнейшему разрушению комплекса.

Основываясь на данных о распределении полей биоактивного диапазона, возможно усиление их воздействия посредством генерации физических полей техногенного происхождения определенного частотно-амплитудного состава, строго выдерживая длительность и время подачи соответствующих импульсов. Такое воздействие может негативно отразиться на здоровье и жизнедеятельности населения, проживающего в настоящий момент времени на какой-либо территории, а также (что наиболее опасно) может приводить к накоплению генетических «поломок» в организме человека. Они особенно опасны тем, что их проявления могут быть «отложенными», то есть обнаруживаться лишь в следующих поколениях и приобретать катастрофический характер при некоторых сочетаниях внешних условий.

Таким образом, проблема «медленных» катастроф является весьма значимой и актуальной применительно к предупреждению чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера как на отдельных объектах, так и территориях различного масштабного уровня и целевого назначения. Проблема эта многоаспектная, и решаться она должна путем комплексных исследований в различных областях знания. От того, насколько полно будут реализованы отдельные направления этой проблемы, зависит очень многое при решении задачи по обеспечению безопасности как отдельно взятой личности и территории различного масштабного уровня, так и всего человеческого сообщества в целом.

Литература

1. Атлас временных вариаций природных процессов. Т. 1. Порядок и хаос в литосфере и других сферах / под ред. А.Г. Гамбурцева. М.: ОИФЗ РАН, 1994. 176 с.
2. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 2. Циклическая динамика в природе и обществе / под ред. А.Г. Гамбурцева. М.: Научный мир, 1998. 432 с.
3. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т.3. Природные и социальные сферы как части окружающей среды и как объекты воздействий / под ред. А.Г. Гамбурцева. М.: Янус-К, 2002. 672 с.
4. Ван Гиг Дж. Прикладная общая теория систем. М.: Мир, 1981. 730 с.
5. О проведении эколого-медицинского мониторинга в регионах с неблагоприятной средой обитания // Материалы, переданные в Совет безопасности Российской Федерации. М.: ОИФЗ РАН, 1998. 44 с.
6. Казначеев В.П. Природа живого вещества: перспективы исследований // Непериодические быстропротекающие явления в окружающей среде: сб. науч. тр. Томск, 1990. С. 139.
7. Фаддеев А.О. Энергетический обмен Космос-Земля // Рязанский экологический вестник. 1995. № 8. С. 53–55.

8. Фаддеев А.О. Влияние космически-земных связей на криминогенную обстановку в обществе // Проблемы совершенствования борьбы с преступностью на современном этапе: сб. докл. науч. конф. Рязань: РИПЭ МВД России, 1995. С. 77–79.
9. Опасные экзогенные процессы / под ред. В.И. Осипова. М.: ГЕОС, 1999. 290 с.
10. Экзогенные геологические опасности. Тематический том / под ред. В.М. Кутепова, А.И. Шеко М.: КРУК, 2002. 348 с.
11. Беляев В.Л. К вопросу об оптимизации проектно-планировочных решений застройки на закарстованных территориях // Комплекс. инж.-геол. исслед. для пром. и гражд. стр-ва. М.: Недра, 1984. С. 109–113.
12. Москва: геология и город / под ред. В.И. Осипова, О.П. Медведева. М.: Московские учебники и картолитография, 1997. 400 с.
13. Рагозин А.Л. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных природных процессов // Промышленное и гражданское строительство. 1992. № 12. С. 6–7
14. Рагозин А.Л. Концепция допустимого риска и строительное освоение территорий развития опасных природных и техногенных процессов // Проект. 1993. № 5–6. С. 20–26.
15. Рагозин А.Л. Общие положения оценки и управления природным риском // Геоэкология. 1999. № 5. С. 417–429.
16. Рагозин А.Л. Оценка и картографирование опасности и риска от природных и техногенных процессов (история, методология, методика и примеры) // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1993. Вып. 3. С. 16–41.
17. Рагозин А.Л. Современное состояние и перспективы оценки и управления природными рисками в строительстве. М.: ПНИИС, 1995. С. 7–25.
18. Туголуков А.М. Анализ причин аварий зданий и сооружений и рекомендации по их устранению // Специальное и подземное строительство. М.: ЦНИИПромзданий, 1994. С. 36–46.
19. О геомеханической природе потенциалов электрического поля в земной коре / В.В. Иванов, Б.Г. Тарасов, Э.Д. Кузьменко, Н.В. Гордийчук // Известия вузов. Геология и разведка. 1991. № 3. С. 101–104.
20. Фаддеев А.О. Геоэкологические проблемы мегаполиса // Управление безопасностью. 2004. № 4. С. 25–27.
21. Фаддеев А.О. Геоэкологический аспект функционирования подразделений УИС и управления ими. Рязань: Академия права и управления Минюста России, 2003. 190 с.
22. Дублянский В.Н., Клименко В.И., Михайлов А.Н. Ведущие факторы развития карста и балльная оценка его интенсивности // Инженерная геология. 1990. № 2. С. 52–58.
23. Теоретические основы инженерной геологии. Геологические основы / под ред. Е.М. Сергеева. М.: Недра, 1985. 332 с.
24. Теоретические основы инженерной геологии. Социально-экономические аспекты / под ред. Е.М. Сергеева. М.: Недра, 1985. 259 с.
25. Геофизические поля в условиях мегаполиса / В.В. Адушкин [и др.] // Доклады Академии наук. 1993. Т. 332. № 35. С. 641–643.
26. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. МЧС России. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. М.: Деловой экспресс, 2004. 352 с.
27. Геоэкологический контроль за геофизическими полями мегаполиса / В.В. Адушкин [и др.] // Геоэкология. 1995. № 32. С. 44–56.
28. Адушкин В.В., Спивак А.А., Дубиня М.Г. Сейсмические явления, наведенные подземным ядерным взрывом // Наведенная сейсмичность. М.: Недра, 1994. С. 199–206.
29. Осадение земной поверхности в Эстонии под влиянием антропогенных факторов / Р.Р. Арбайтер [и др.] // Водные ресурсы. 1982. № 2. С. 64–77.
30. Гармонов И.В., Коноплянцев А.А., Котлов Ф.В. Осадение земной поверхности в связи с интенсивной откачкой подземных вод, эксплуатацией месторождений нефти и газа, некоторые вопросы теории прогноза оседания // Гидрогеология и инженерная геология. 1965. № 1. С. 35–41.

31. Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2001. 344 с.
32. Карбонин Л. Опускание земной поверхности – катастрофическое явление глобального масштаба // Природа и ресурсы. ЮНЕСКО, 1985. Т. XXI. № 1. С. 2–12.
33. Природные опасности России. Сейсмические опасности. Тематический том / под ред. Г.А. Соболева. М.: КРУК, 2000. 296 с.
34. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневого процесса. М.: Недра, 1972. 310 с.
35. Формирование оползней, селей и лавин. Инженерная защита территорий / под ред. Г.С. Золотарева, С.С. Григоряна, С.М. Мягкова. М.: МГУ, 1987. 350 с.
36. Анализ сейсмического риска. Спасение и жизнеобеспечение населения при катастрофических землетрясениях / под ред. С.К. Шойгу. М.: ГКЧС, 1992. 176 с.
37. Тихвинский И.О., Постоев Г.П. Контроль активности оползней // Горный журнал. 1997. № 1. С. 32–35.
38. Ананьев И.В. Сейсмичность Северного Кавказа. М.: Наука, 1977. 148 с.
39. Артюшков Е.В. Геодинамика. М.: Наука, 1979. 327 с.
40. Морозова Л.И., Борисов О.М. Причинно-следственные связи взаимодействия литосферы с атмосферой // Методы дистанционных исследований для решения природоведческих задач: сб. науч. тр. Новосибирск: Наука, 1986. С. 132–139.
41. Сараев В.А., Иванова Н.Т. Отражение структуры литосферы в поле грозовой активности // Геология, стратиграфия и полезные ископаемые Сибири. Томск, 1979. С. 45–48.
42. Ананьев И.В. Об изменении напряженности электрического поля перед и во время землетрясения // Проблемы сейсмичности Восточно-Европейской платформы: сб. науч. тр. М.: ОИФЗ РАН, 2000. С. 44–50.
43. Ананьев И.В. Ущерб, связанный с воздействием землетрясения на психическое состояние человека // Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений: информ.-аналитич. бюл. 1994. № 4. С. 45–48.
44. Гласко М.П., Ранцман Е.Я. Географические аспекты блоковой структуры земной коры // Изв. АН СССР. Сер: Географ. 1991. №1. С. 5–19.
45. Гласко М.П., Ранцман Е.Я. Морфоструктурные узлы – места активизации природных процессов // Доклады Академии наук. 1996. Т. 350. № 3. С. 397–400.
46. Новик Н.Н., Недря Г.Д., Вольфман Ю.М. Биогеофизические и структурно-кинематические исследования в практической геологии (новые технологии). Киев: Интертехнодрук, 1998. 154 с.
47. Куликова В.В. Некоторые вопросы жизнедеятельности человека в геоактивных зонах // Геодинамика и геоэкология: материалы междунар. конф. / Ин-т экологических проблем Севера УрО РАН. Архангельск, 1999. С. 196–198.
48. Маклаков Г.Ю. Метод оценки влияния патогенных воздействий на человека // Нетрадиционные идеи о природе стихийных и техногенных катастроф. Новые научные парадигмы: сб. науч. докл. / Ин-т СИНЭКО. Севастополь, 1999. С. 42–45.
49. Бойко И.Б., Фаддеев А.О., Чугреев С.Н. Учет космически-земных связей при прогнозировании суицидального поведения // Информатизация правоохранительных систем ИПС – 96: сб. докл. науч. конф. М.: Академия МВД России. 1996. С. 87–88.
50. Гравитационные и биогеофизические эффекты при геоэкологических и изыскательских работах и оценке зон геопатогенеза / О.А. Сусин [и др.] // Геоэкологические и медико-экологические проблемы промышленно-городских агломераций: сб. науч. тр. Симферополь, 1994. С. 159–161.
51. Осипов В.И. Природные катастрофы и устойчивое развитие / Геоэкология. 1997. № 2. С. 5–18.

52. Осипов В.И. Природные катастрофы на рубеже XXI века // Вестник Российской Академии наук. 2001. Т. 71. № 4. С. 291–302.
53. Катастрофы и общество / В.И. Осипов [и др.]. М.: Контакт–Культура, 2000. 332 с.
54. Шойгу С.К., Воробьев Ю.Л., Владимиров В.А. Катастрофы и государство. М.: Энергоатомиздат, 1997. 160 с.
55. Гребенюк А.Н., Носов А.В., Мусийчук Ю.И., Рыбалко В.М. Медицинские и защитные мероприятия при химических авариях и катастрофах // Мед.-биол. и соц.-психол. probl. безопасности в чрезв. ситуациях. 2009. № 2. С. 14–20.



ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТОКСИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ, СОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛЫ, ПРИ ВОЗГОРАНИИ КОТОРЫХ ОБРАЗУЮТСЯ ОПАСНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

**О.Н. Савчук, кандидат технических наук, профессор, заслуженный
работник высшей школы РФ.**

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Приводятся данные по количественному выходу аварийно химически опасных веществ при сгорании ряда материалов и предлагается методика прогнозирования зон химического заражения при пожарах на объектах с такого рода материалами при самых неблагоприятных метеоусловиях.

Ключевые слова: прогнозирование, аварийно химически опасное вещество, концентрация

FORECASTING Of TOXIC CONSEQUENCES of FIRES FOR THE OBJECTS CONTAINING MATERIALS AT WHICH IGNITION DANGEROUS CHEMICAL SUBSTANCES

O.N. Savchuk. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In article the data on a quantitative exit of under abnormal condition chemically dangerous substances is cited at combustion of some materials and the technique of forecasting of zones of chemical infection is offered at fires on objects with such materials under the most adverse meteoconditions.

Key words: the forecasting, under abnormal condition chemically dangerous substance, concentration

В практике выявления последствий при авариях (разрушениях) химически опасных объектов (ХОО) исходят из наличия (образования в результате технологического процесса) на объектах определенного количества аварийно химических опасных веществ (АХОВ), последствия химического заражения от которых являются одним из критериев отнесения их к потенциально опасным объектам. В то же время существует множество объектов, на которых хранятся (или накапливаются в производстве) материалы, которые, не являясь в обычных условиях эксплуатации токсичными, при возгорании выделяют вредные вещества, в том числе АХОВ [1]. Целесообразно, исходя из наличия таких материалов на объекте, оценить возможные последствия воздействия образующихся АХОВ при пожаре на окружающую среду и определить границы зон химического заражения. Это позволит рассматривать их по классификации, установленной по степеням химической опасности ХОО, и определить границы санитарно-защитной зоны.

За основу расчета концентрации АХОВ на таких объектах может быть использована существующая «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» ОНД-86 Госкомгидромед.

Согласно [2] максимальное значение концентрации вредного вещества ($\text{мг}/\text{м}^3$) определяется по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (1)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы; M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, $\text{г}/\text{с}$; F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседающих вредных веществ в атмосферном воздухе; m и n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса; H – высота источника выброса над уровнем земли (для наземных источников при расчетах принимается $H = 2 \text{ м}$); η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$, в остальных случаях определяется по таблице; ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовоздушной смеси T_g и температурой окружающего атмосферного воздуха T_b $^{\circ}\text{C}$; V_1 – расход газовоздушной смеси, $\text{м}^3/\text{с}$, определяемый по формуле

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_o, \quad (2)$$

где D – диаметр устья источника выброса, м; ω_o – средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса, $\text{м}/\text{с}$.

Значение коэффициента A , соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным:

- а) 250 – для Бурятии и Читинской области;
- б) 200 – для Европейской территории России южнее 50° с.ш., районов Нижнего Поволжья, Кавказа, Дальнего Востока, Сибири;
- в) 180 – для Европейской территории России и Урала от 50 до 52° с.ш., за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов;
- г) 160 – для Европейской территории России и Урала севернее 52° с.ш. (за исключением центра ЕТС);
- д) 140 – для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей.

Значение мощности выброса M ($\text{г}/\text{с}$) и расхода газовоздушной смеси V_1 ($\text{м}^3/\text{с}$) определяется расчетом в технологической части проекта или принимается в соответствии с действующими для данного производства нормативами.

При определении ΔT $^{\circ}\text{C}$ принимается температура окружающего атмосферного воздуха T_b $^{\circ}\text{C}$, равная средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого (летом) и холодного (зимой) месяца года по СНиП 2.01.01-82, а T_g $^{\circ}\text{C}$ – по действующим для данного производства технологическим нормативам.

Значение безразмерного коэффициента F для газообразных вредных веществ и мелко-дисперсных аэрозолей [2] принимается равным 1.

Значения безразмерных коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f , ϑ_m , ϑ'_m и f_e :

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_o^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \text{ (безразмерный);} \quad (3)$$

$$\vartheta_M = 0.65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \text{ м/с;}$$

$$\vartheta'_M = 1.3 \cdot \frac{\omega_o \cdot D}{H} \text{ (безразмерный);} \quad (4)$$

$$f_e = 800 \cdot (\vartheta'_M)^3 \text{ (безразмерный).}$$

Коэффициент m определяется в зависимости от f по формуле:

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot \sqrt{f} + 0.34 \cdot \sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f < 100 \quad (5)$$

$$m = \frac{1.47}{\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f \geq 100.$$

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_e$.

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от ϑ_M по формулам:

$$\begin{aligned} n &= 1 \text{ при } \vartheta_M \geq 2; \\ n &= 0.532 \cdot \vartheta_M^2 - 2.13 \cdot \vartheta_M + 3.13 \text{ при } 0.5 \leq \vartheta_M < 2; \\ n &= 4.4 \cdot \vartheta_M \text{ при } \vartheta_M < 0.5. \end{aligned} \quad (6)$$

Таким образом, используя формулу (1) с учетом специфики процессов, возникающих при пожаре, можно рассчитать максимальное значение приземной концентрации АХОВ, образующихся при сгорании потенциально опасных материалов по формуле:

$$C_M = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K \frac{A \cdot M_{ij} \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (7)$$

где $M_{ij} = Q_j \cdot m_{ij} \cdot S_{0 \text{ вылж.}}$ (7а); M_{ij} – масса i -го АХОВ, выбрасываемая в атмосферу в единицу времени при сгорании j -го материала; Q_j – скорость выгорания, определяется по табл. 1, кг/м²·мин; m_{ij} – удельный выход i -го АХОВ при сгорании j -го материала, определяется по табл. 1, мг_i/г; $S_{0 \text{ вылж}}$ – площадь выгорания j -го материала в начальный период, м², которая будет зависеть от конфигурации укладки j -го материала и в упрощенном варианте может быть определена, как

$$S_{0 \text{ выгj}} = \frac{Q^*_{0j}}{\rho_j \cdot h_{yk}} + 2h_{yk}(l_{yk} + \frac{Q^*_{0j}}{\rho_j \cdot h_{yk} \cdot l_{yk}}),$$

где Q^*_{0j} – первоначальная масса j -го материала, т; ρ_j – плотность j -го материала, т/м³; h_{yk} – высота укладки j -го материала, м; l_{yk} – длина укладки j -го материала, м; V_I – расход газовоздушной смеси, определяемой по формуле

$$V_I = S_{выб} \cdot \omega_o ,$$

где $S_{выб}$ – площадь источника выброса образующихся АХОВ (суммарная площадь проемов здания, в котором произошло возгорание материалов), определяемая как

$$S_{выб} = \sum S_{ок} + \sum S_{дв} + \sum S_{технр} ,$$

где $\sum S_{ок}$ – суммарная площадь окон; $\sum S_{дв}$ – суммарная площадь дверей; $\sum S_{технр}$ – суммарная площадь технологических проемов; N – количество АХОВ, образующиеся при возгорании из материалов j -й номенклатуры; K – количество j -х материалов, из которых при возгорании образуется АХОВ.

Таблица 1. Характеристика и количественный выход АХОВ при сгорании материалов

Материал	Плотность материала, кг/м ³	Наибольшая t° пожара, С°	Скорость выгорания		Количественный выход вещества, м/г				
			весовая, кг/м ³ * мин	линейная, м/мин	оксид углерода CO	цианистый водород HCN	формальдегид CH ₂ O	CH ₂	CO ₂
Древесина сосны	500	1000	0,9	1,02	179		0,07	3,65	10 ³
Целлюлоза сульфатная		1070			270	0,74	0,2	9,5	620
Лигнин		550			450	0,03			1031
ДСП	800	500	0,8	1,7	151		3,1	0,27	965
Фанера фсф	683	400			121		0,41		540
Бумага мешковая		510	0,64	0,5-1	193	0,02	0,01	3,41	2985
Пенополистирол		1100	0,86		70,5	11,8			2142,7
ППУ-317 пенополиуретан	500	6500	0,4	1	98,2				1022
ППУ-316 пенополиуретан	100	650	0,9	0,5	104,2	6,7			1033
Текстолит		850-865	0,4						
Древесина сосновая в виде пиломатериалов	461	1300	6,7		179		0,07	3,65	10 ³
Древесина (мебель)			0,84						
Карболитовые изделия		530	0,5-0,8	1,5-2					
Картон		400	1	1,1	229	0,27	0,43	0,93	583
Поливинилхлоридные пленки ПВХ		600			0,02				
Линолеум ПВХ		600	0,7	1	20				
Резина			0,67	0,12					
Полиэтилен			0,62						

Винипласт					15			
Волокно ПВХ			0,4	0,8	50			
Декоративно- отделочная пленка					150			
Хлопок/ Хлоп.+капрон			1,3 0,75	2,52 1,68	5,2			570
Капрон (волокно)						4 49,5		
Кожа искусств.			0,35	0,9	36			
Нитрон (волокно)						85 128		
Полистирол	1100	0,864			15			
Фенол формальдегид полимеры: -лак БС; -наволоченный СФ-100; -резальвый СФ-340					9,4 9 25			
Шерсть			0,3	0,36	150			
Чехольная ткань для отделки вагонов						6,8		

С учетом условий образования АХОВ при пожаре формулу (7) можно преобразовать к следующему виду:

$$C_M = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K \frac{A \cdot M_{ij} \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T} \cdot (0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f})}, \quad (8)$$

так как согласно [2] для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей принимаем $F=1$; при пожаре будут характерны условия, когда значение коэффициента $f < 100$, тогда m определяется по формуле (5); $n=1$ согласно формуле (6). Для определения ΔT температура выбрасываемой газовоздушной смеси T_g определяется по табл. 1.

В общем случае с учетом изменения $S_{выб}$ во время пожара C_M может быть определено на различное время t от момента возгорания, как

$$C_M = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K \frac{A \cdot \eta \cdot Q_j \cdot m_{ij} \int_0^t S_{выб,j} dt}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T} \cdot (0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f})}. \quad (8a)$$

Расстояние X_M (м) от источника выброса, на котором приземная концентрация C ($\text{мг}/\text{м}^3$) при неблагоприятных метеоусловиях достигает максимального значения C_M , определяется по формуле [2] с учетом $F=1$ как:

$$X_M = d \cdot H,$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ находится по формулам:

$$\begin{aligned}
d &= 2.48(1 + 0.28\sqrt[3]{f_e}) \quad \text{при } \vartheta_M \leq 0.5; \\
d &= 4.95 \cdot \vartheta_M (1 + 0.28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0.5 < \vartheta_M \leq 2; \\
d &= 7 \cdot \sqrt{\vartheta_M} (1 + 0.28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } \vartheta_M > 2.
\end{aligned} \tag{9}$$

В условиях пожара в связи $S_{\text{взр}} \geq 1 \text{ м}^2$ и $H \leq 3 \text{ м}$ согласно (4) значение d будет определяться по формуле (9), так как $\vartheta_M > 2$.

Значение опасной скорости U_M (м/с) на уровне флюгера, при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации АХОВ в случае $f < 100$, вычисляется по формуле:

$$U_M = \vartheta_M (1 + 0.12\sqrt{f}) \quad \text{при } \vartheta_M > 2. \tag{10}$$

В общем случае C_{MU} при неблагоприятных метеоусловиях и скорости ветра U (м/с), определяется по формуле:

$$C_{MU} = r \cdot C_M,$$

где r – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения U/U_M по формулам

$$\begin{aligned}
r &= 0.67 \cdot \left(\frac{U}{U_M}\right) + 1.67 \cdot \left(\frac{U}{U_M}\right)^2 - 1.34 \cdot \left(\frac{U}{U_M}\right)^3 \quad \text{при } \frac{U}{U_M} \leq 1; \\
r &= \frac{3 \cdot \left(\frac{U}{U_M}\right)}{2 \cdot \left(\frac{U}{U_M}\right)^2 - \left(\frac{U}{U_M}\right) + 2} \quad \text{при } \frac{U}{U_M} > 1.
\end{aligned}$$

С учетом $\frac{U}{U_M} \leq 1$ (неблагоприятные условия) и формулы (10)

$$C_{MU} = [0.67 \cdot \left(\frac{U}{U_M}\right) + 1.67 \cdot \left(\frac{U}{U_M}\right)^2 - 1.34 \cdot \left(\frac{U}{U_M}\right)^3] \cdot C_M. \tag{11}$$

В этом случае расстояние от источника выброса X_{MU} (м), на котором при скорости ветра U и неблагоприятных метеоусловиях приземная концентрация АХОВ достигает максимального значения C_{MU} , определяется по формуле:

$$X_{MU} = P_3 \cdot d \cdot H,$$

где P_3 – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения U/U_M по формулам:

$$P_3 = 3 \quad \text{при } \frac{U}{U_M} \leq 0.25;$$

$$P_3 = 8,43 \cdot (1 - \frac{U}{U_M})^5 + 1 \quad \text{при} \quad 0,25 < \frac{U}{U_M} \leq 1.$$

Принимая наихудшие условия:

$$X_{MU} = 3 \cdot d \cdot H. \quad (12)$$

При опасной скорости ветра U_M для низких и наземных источников (H не более 10 м) при значениях $\frac{X}{X_M} \leq 1$ концентрация C_{U_M} по оси факела выброса на различных расстояниях X от источника выброса определяется по формуле:

$$C_{U_M} = C_M \cdot S_1^H,$$

где S_1^H – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения X/X_M и H по формуле:

$$\begin{aligned} S_1^H &= 0,125 \cdot (10 - H) + 0,125 \cdot (H - 2) \cdot S_1 \quad \text{при } 2 \leq H < 10; \\ S_1 &= 3 \cdot (\frac{X}{X_M})^4 - 8 \cdot (\frac{X}{X_M})^3 + 6 \cdot (\frac{X}{X_M})^2 \quad \text{при } \frac{X}{X_M} \leq 1. \end{aligned}$$

Концентрация АХОВ в атмосфере C_y на расстоянии y (м) по перпендикуляру к оси факела выброса будет определяться по формуле:

$$C_y = S_2 \cdot C_{MU}, \quad (13)$$

где S_2 – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра U и отношения y/x по значению аргумента t_y :

$$t_y = \frac{U \cdot y^2}{x^2} \quad \text{при } U \leq 5; \quad (14)$$

$$t_y = \frac{5 \cdot y^2}{x^2} \quad \text{при } U > 5; \quad (15)$$

по формуле:

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5 \cdot t_y + 12,8 \cdot t_y^2 + 17 \cdot t_y^3 + 45,1 \cdot t_y^4)^2}. \quad (16)$$

Определение суммарной концентрации АХОВ по формуле (8) не дает возможности проведения оценки поражающего действия, так как нет нормативных данных по ПДК суммарной концентрации различных АХОВ, что затрудняет проведение выявления и оценки обстановки.

В этих условиях предлагается вести расчет C_M по каждому из образующихся АХОВ при сгорании k материалов, а затем рассчитать приведенную суммарную концентрацию к одному из N АХОВ, то есть:

$$C_{Mnp}^1 = C_M^1 + C_M^2 \cdot \frac{\Pi\Delta K_1}{\Pi\Delta K_2} + \dots + C_M^N \cdot \frac{\Pi\Delta K_1}{\Pi\Delta K_N} \quad (17)$$

Далее согласно формуле (24) определяется максимальное значение концентрации C_{MU} при неблагоприятных метеоусловиях и скорости ветра U на расстоянии X_M

$$C_{MU} = [0.67 \cdot (U/U_M) + 1.67 \cdot (U/U_M)^2 - 1.34(U/U_M)^3] \cdot C_{Mnp}^1,$$

Учитывая изменения концентрации при прохождении облака по закону Гаусса и используя известное соотношение [8]

$$C_x = C_M \exp [-(X/\Gamma_{\text{пор}}) \ln (C_M/C_n)],$$

где C_x – концентрация на расстоянии X от рассматриваемой точки до очага аварии, мг/л; $\Gamma_{\text{пор}}$ – глубина зоны заражения, м; C_M – концентрация в очаге аварии, мг/л; C_n – концентрация, соответствующая пороговой токсодозе, определяемая как $D_n/30$ [8], можно определить глубину заражения при неблагоприятных метеоусловиях с учетом формулы (12), как

$$\Gamma_{\text{пор}} = \frac{3dH \cdot \ln \frac{C_M}{C_n}}{\ln \frac{C_M}{C_{MU}}} \quad (18)$$

а глубину смертельного заражения, как

$$\Gamma_{cm} = \Gamma_{\text{пор}} \frac{\ln \frac{C_M}{C_{cm}}}{\ln \frac{C_M}{C_n}}, \quad (19)$$

где C_{cm} – значение смертельной концентрации.

Влияние застройки зданий и сооружений на распространение облака ЗВ связано с изменением характера воздушных течений вблизи зданий. При обтекании отдельных зданий или их групп могут образовываться ветровые тени (застойные зоны) с близкой к нулю средней скоростью ветра и интенсивным турбулентным перемешиванием.

Расчет заражения воздуха с учетом влияния застройки производится в случаях, когда здания удалены от места пожара опасного объекта на расстояние меньше x_M или когда источник образования АХОВ при пожаре расположен в зонах возможного образования ветровых теней.

В этом случае глубина заражения $\Gamma'_{\text{пор}}$ с учетом влияния застройки будет определяться по формуле

$$\Gamma'_{\text{пор}} = \Gamma_{\text{н. зас}} + (\Gamma_{\text{пор}} - \Gamma_{\text{н. зас}}) \eta_M^{\Lambda},$$

Λ

где η_M^{Λ} – поправка, учитывающая влияние застройки [5]; $\Gamma_{\text{н. зас}}$ – удаление начала жилой застройки в городе по направлению ветра от объекта, м; $\Gamma_{\text{пор}}$ – глубина заражения АХОВ при сгорании материалов на объекте без учета рельефа местности и застройки, м.

Используя формулу (13) и (16) и соотношения (14) и (15), определяем расстояние y по перпендикуляру к оси факела выброса на удалении $\Gamma_{\text{пор}}$. Вначале путем несложных преобразований, используя формулы (13) и (16), определяется аргумент t_y из решения уравнения

$$45,1 \cdot t_y^4 + 17 \cdot t_y^3 + 12,8 \cdot t_y^2 + 5 \cdot t_y + 1 = \sqrt{\frac{C_{MU}}{C_n}},$$

где C_n – значение пороговой концентрации АХОВ, выбранной из i -го количества АХОВ j -го материала для расчета суммарной концентрации от всех i -х АХОВ.

Затем, используя соотношения (14) и (15), определяем значение y (м), как

$$\begin{aligned} y &= \sqrt{\frac{t_y \cdot \Gamma_{\text{пор}}^2}{U}} \quad \text{при } U \leq 5; \\ y &= \sqrt{\frac{t_y \cdot \Gamma_{\text{пор}}^2}{5}} \quad \text{при } U > 5. \end{aligned}$$

Анализ рассчитанных значений y в зависимости от U в интервале от 2 до 5 м/с показывает на их линейную зависимость при устойчивом ветре, с 6 до 15 м/с от U не зависит, что позволяет определить ориентировочно угол распространения выделяющихся АХОВ при пожаре φ (табл. 2), как

$$\varphi = 2 \arctg \frac{y}{\Gamma_{\text{пор}}}.$$

Таблица 2. Ориентировочное значение угла распространения φ

Скорость ветра м/с											
0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10–15	
φ , град.											
93	62	43	34	28	26	26	26	26	26	26	26

Таким образом, определив глубину смертельного и порогового заражения по формулам (18), (19), а также угол φ по табл. 2, можно нанести зону химического заражения при пожаре на карту.

Оценка химической обстановки включает:

Определение времени подхода дымообразующегося токсического облака к объекту осуществляется по формуле

$$t_{\text{пп. об.}} = R/V_{\text{пп.}}$$

где R – расстояние от источника пожара до объекта, км; V_p – скорость распространения облака, определяемая по таблице [7], км/ч.

1. Расчет возможных потерь населения предлагается осуществлять по формулам

$$\begin{aligned}\Pi_{cm} &= \frac{\pi \cdot \varphi}{360^0} \{ [\Gamma_{h.zac} + (\Gamma_{cm} - \Gamma_{h.zac}) \cdot \eta_m]^2 - \Gamma_{h.zac}^2 \} \cdot \Delta \cdot K_3, \\ \Pi_{por} &= \frac{\pi \cdot \varphi}{360^0} \{ [(\Gamma_{h.zac} + (\Gamma_{por} - \Gamma_{h.zac}) \cdot \eta_m]^2 - \Gamma_{h.zac}^2 \} \cdot \Delta \cdot K_3 \\ \Pi_{san} &= \Pi_{por} - \Pi_{cm},\end{aligned}\quad (20)$$

где Π_{cm} – возможные смертельные потери населения, чел; Π_{por} – возможные общие потери населения, чел; Π_{san} – возможные санитарные потери населения, чел; Γ_{cm} – глубина распространения облака смертельного заражения АХОВ, м; Γ_{por} – глубина распространения облака порогового заражения АХОВ, м; $\Gamma_{h.zac}$ – начало жилой застройки, м; Δ – плотность населения, чел/м²; φ – угол зоны химического заражения, град; K_3 – коэффициент защиты населения; η_m – коэффициент, учитывающий условия застройки или шероховатости местности, определяемый по таблице [5].

3. Определение продолжительности поражающего действия, которое будет соответствовать наибольшему времени полного сгорания одного из j -х материалов или времени ликвидации пожара, осуществляется по формуле

$$T_{п.д.} = \min (t_{выг}, t_{лп}), \quad (21)$$

где $t_{выг} = \max_{j=1}^k t_{выг_j}$ – наибольшее время полного выгорания одного из всех K материалов, определяемого как

$$t_{выг_j} = \frac{M_j}{S_{выг_j} \cdot Q_j}, \quad (22)$$

где M_j – количество j -го материала, кг; $t_{лп}$ – время ликвидации пожара, мин.

4. Определение площади возможного химического заражения проводится согласно формулам

$$\begin{aligned}S_{por} &= \frac{\pi \cdot \varphi}{360^0} \{ [\Gamma_{h.zac} + (\Gamma_{cm} - \Gamma_{h.zac}) \cdot \eta_m]^2 - \Gamma_{h.zac}^2 \} \cdot M^2; \\ S_{cm} &= \frac{\pi \cdot \varphi}{360^0} \{ [(\Gamma_{h.zac} + (\Gamma_{por} - \Gamma_{h.zac}) \cdot \eta_m]^2 - \Gamma_{h.zac}^2 \} \cdot M^2.\end{aligned}\quad (23)$$

Рассмотрим расчет зон опасного токсического распространения заражения воздуха на примере: на предприятии возник пожар, в одном из помещений которого хранится 20 т целлюлозы сульфатной. С учетом площади четырех окон и двери площадь выброса токсических веществ из помещения составляет $S_{выб} = 22 \text{ м}^2$, площадь выгорания $S_{выг} = 100 \text{ м}^2$, среднюю скорость выхода газовоздушной смеси из проемов источника выброса принимаем $\omega_0 = 7 \text{ м/с}$, температура пожара согласно таблице 1 равна 1020^0C , температура окружающего воздуха $+20^0\text{C}$, высота выброса $H = 3 \text{ м}$, местность слабо пересеченная, скорость ветра $U = 2 \text{ м/с}$.

Согласно (8) определяем максимальное значение концентрации АХОВ, образующихся при сгорании целлюлозы. Согласно табл. 1 при горении целлюлозы образуются следующие АХОВ: оксид углерода CO, цианистый водород HCN, акролеин CH₂, формальдегид CH₂O.

Вначале определяем массу этих АХОВ, выбрасываемых в атмосферу в единицу времени согласно (7а)

$$\begin{aligned} M_{\text{co}}^{\text{II}} &= \frac{100 \cdot 270 \cdot 0,64}{60} = 288 \varepsilon / c ; \\ M_{\text{HCN}}^{\text{II}} &= \frac{100 \cdot 0,74 \cdot 0,64}{60} = 0,79 \varepsilon / c ; \\ M_{\text{CH}_2\text{O}}^{\text{II}} &= \frac{100 \cdot 0,2 \cdot 0,64}{60} = 0,21 \varepsilon / c ; \\ M_{\text{CH}_2}^{\text{II}} &= \frac{100 \cdot 9,5 \cdot 0,64}{60} = 10,13 \varepsilon / c . \end{aligned}$$

Согласно табл. 1 значение коэффициента А принимаем равным 160, по формуле (2) $V_I = 22 \cdot 7 = 154 \text{ м}^3 / c$, $\Delta T = 1020 - 20 = 1000^0 \text{ C}$, по формуле (3)

$$f = 1000 \cdot \frac{7^2 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot 22}{3,14}}}{9 \cdot 1000} = 28,82 , \eta = 1 , \text{ так как местность пересеченная.}$$

$$C_{M_{\text{II}}}^{\text{CO}} = \frac{160 \cdot 288 \cdot 1}{9 \cdot \sqrt[3]{154 \cdot 1000} \cdot (0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{28,82} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{28,82})} = 42,453 \varepsilon / \text{м}^3 ;$$

$$C_{M_{\text{II}}}^{\text{HCN}} = \frac{160 \cdot 0,79 \cdot 1}{9 \cdot \sqrt[3]{154 \cdot 1000} \cdot (0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{28,82} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{28,82})} = 0,114 \varepsilon / c ;$$

$$C_{M_{\text{II}}}^{\text{CH}_2\text{O}} = \frac{160 \cdot 0,21 \cdot 1}{9 \cdot \sqrt[3]{154 \cdot 1000} \cdot (0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{28,82} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{28,82})} = 0,03 \varepsilon / c ;$$

$$C_{M_{\text{II}}}^{\text{CH}_2} = \frac{160 \cdot 10,13 \cdot 1}{9 \cdot \sqrt[3]{154 \cdot 1000} \cdot (0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{28,82} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{28,82})} = 1,493 \varepsilon / \text{м}^3 .$$

Согласно (17)

$$\begin{aligned} C_{M_{\text{II}}} &= C_{M_{\text{II}}}^{\text{CO}} + C_{M_{\text{II}}}^{\text{HCN}} \frac{C_{\text{CO}}^n}{C_{\text{HCN}}^n} + C_{M_{\text{II}}}^{\text{CH}_2\text{O}} \cdot \frac{C_{\text{CO}}^n}{C_{\text{CH}_2\text{O}}^n} + \\ C_{M_{\text{II}}}^{\text{CH}_2} &\cdot \frac{C_{\text{CO}}^n}{C_{\text{CH}_2}^n} = 42,453 + 0,114 \cdot \frac{10}{0,2} + 0,03 \cdot \frac{10}{0,6} + 1,493 \cdot \frac{10}{0,2} = 123,3 \text{ г/м}^3 \approx 123 \text{ мг/л.} \end{aligned}$$

Расстояние X_M от источника выброса, на котором C_M достигает максимального значения при неблагоприятных метеоусловиях согласно (12), будет равно

$$\begin{aligned} X_M &= 3 \cdot d \cdot H = 3 \cdot 64,1 \cdot 3 = 577 \text{ м} \\ d &= 7 \cdot \sqrt{v_M} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) = 7 \cdot \sqrt{24,31} (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{28,82}) = 64,1 \\ v_M &= 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{154 \cdot 1000}{3}} = 24,31 . \end{aligned}$$

Согласно (11)

$$C_{MU} = C_{Mn} \cdot \left[0,67 \cdot \left(\frac{U}{U_M} \right) + 1,67 \cdot \left(\frac{U}{U_M} \right)^2 - 1,34 \cdot \left(\frac{U}{U_M} \right)^3 \right] = 4,52 \text{ мг/л},$$

при $U = 2 \text{ м/с}$ и согласно (10) $U_M = g_M \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f}) \approx 40 \text{ м/с.}$

Значения концентрации пороговой C_n и смертельной C_m определяем по величине пороговой $PC_{t_{50}}$ и смертельной $LC_{t_{50}}$ токсодозам окиси углерода (CO), определяемой по таблице [10], как

$$C_n = PC_{t_{50}} / 30 = \frac{10 \text{ мг} \cdot \text{мин} / \text{л}}{30 \text{ мин}} = 0,33 \text{ мг/л}, \quad C_m = LC_{t_{50}} / 30 = \frac{37,5 \text{ мг} \cdot \text{мин} / \text{л}}{30 \text{ мин}} = 1,25 \text{ мг/л.}$$

Согласно формулам (18) и (19) определяем глубину порогового и смертельного химического заражения на открытой местности

$$\Gamma_{\text{пор}} = \frac{3 \cdot 64,1 \cdot 3 \ln 123,3 / 0,333}{\ln 123,3 / 4,52} = 1034 \text{ м};$$

$$\Gamma_{\text{см}} = 1034 \frac{\ln 123,3 / 1,25}{\ln 123,3 / 0,333} = 801 \text{ м.}$$

Согласно таблице 2 угол распространения токсического облака составляет $\varphi = 43^\circ$.

Оценим последствия пожара на объекте (условия предыдущего примера по выявлению обстановки), если удаление 5-этажной жилой застройки с линейным расположением домов от объекта $\Gamma_{\text{н.зас}} = 300 \text{ м}$, плотность населения $0,01 \text{ чел/м}^2$, 70 % населения расположены открыто, 30 % – в жилых зданиях, время ликвидации пожара ориентировочно 30 мин.

1. Определяем время подхода токсического облака к жилой застройке

$$t_{\text{н.об.}} = 0,3 \cdot 10 = 0,03 \text{ ч} = 1,8 \text{ мин.}$$

2. Определяем потери согласно формулам (20)

$$\Pi_{\text{пор}} = \frac{3,14 \cdot 43}{360} \{ [300 + (1034 - 300) \cdot 0,31]^2 - 300^2 \} \cdot 0,01 \cdot (0,7 + 0,3 \cdot 12) = 862 \text{ чел.};$$

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{3,14 \cdot 43}{360} \{ [300 + (801 - 300) \cdot 0,31]^2 - 300^2 \} \cdot 0,01 \cdot (0,7 + 0,3 \cdot 12) = 642 \text{ чел.}$$

где $K_3 = 1$ – при открытом расположении; $K_3 = 12$ – при расположении населения в зданиях при времени действия АХОВ 15 мин согласно таблице [9]

$$\Pi_{\text{сан}} = 862 - 642 = 220 \text{ чел.}$$

3. Определяем время поражающего действия согласно формулам (21) и (22)

$$\Gamma_{\text{п.д.}} = \min (312,5; 30) = 30 \text{ мин};$$

$$t_{\text{вып}} = \frac{20000}{0,64 \cdot 100} = 312,5 \text{ мин.}$$

4. Согласно формулам (23) определяем площади возможного заражения

$$S_{\text{пор}} = \frac{3,14 \cdot 43}{360} [300 + (1034 - 300) \cdot 0,31]^2 = 118945 \text{ м}^2;$$

$$S_{\text{см}} = \frac{3,14 \cdot 43}{360} [300 + (801 - 300) \cdot 0,31]^2 = 88603 \text{ м}^2.$$

На основе предлагаемой методики выявления последствий токсического заражения воздуха при пожарах на объектах с материалами, при возгорании которых возможно образование АХОВ, можно оценить риски токсического поражения на такого рода объектах населения, персонала и сотрудников ГПС, принимающих участие в ликвидации последствий.

Литература

1. Иличкин В.С., Леонович А.А., Яненко М.В. Термические превращения и токсичность продуктов горения древесины. Обзор. информ. Вып. 8/90. М.: МВД, Главный информ. 1990.
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД-86. Л.: Госкомгидромед, 1986.
3. Замышляев Б.В.. Влияние начальных размеров объемных источников выброса (истечения) невесомой примеси на оценку концентрационных полей, возникающих при распространении облаков гауссового типа // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 2006. № 3.
4. Савчук О.Н. Особенности прогнозирования аварий на химически опасных объектах, содержащих технологическое оборудование с аварийно химически опасными веществами в помещениях // Проблемы управления рисками в техносфере. 2009. № 3 (11).
5. Савчук О.Н. Пути совершенствования методики прогнозирования аварий на химически опасных объектах с учетом особенностей застройки населенных пунктов // Проблемы безопасности в энергетике: материалы науч.-метод. семинара «Проблемы риска в техносоциальных сферах». Вып. 8. СПб.: СПбГТУ, 2009.
6. Быков П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. М.: Academa, 2003.
7. Савчук О.Н. Методика выявления последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени: учеб. пособ. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2007.
8. Маstryukov B.C., Ovchinnikova T.I. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Прогнозирование и оценка обстановки при ЧС: учеб.-метод. пособие. M.: MGИ стали и сплавов, Технологич. ун.-т, изд-во «Учеба», 2004.
9. Капустин С.Ю., Малахов В.И. Методическое пособие по прогнозированию и оценке химической обстановки в чрезвычайных ситуациях. Иваново: ИГТА, 2001.
10. Методика оценки последствий аварийных выбросов опасных веществ (методика «Токси»). 5-е изд. М.: Промышленная безопасность, 2005.



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРНОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ

**С.А. Погребов, кандидат технических наук, доцент;
С.Н. Хадзиеv. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Повышение эффективности адресно-аналоговых систем автоматической пожарной сигнализации (АПС) может быть достигнуто путем совершенствования алгоритмов их работы. В качестве математического аппарата, который лежит в основе построения этих алгоритмов, предлагается использовать метод экспоненциального сглаживания с коэффициентом сглаживания адаптивным рассматриваемому процессу.

Ключевые слова: адресно-аналоговые системы АПС, экспоненциальное сглаживание, фильтрация, прогноз, эффективность

OPTIMIZATION OF PROCESS OF FORECASTING OBJECT'S FIRE CONDITION ON THE BASIS OF EXPONENTIAL SMOOTHING METHOD

S.A. Pogrebov; S.N. Hadziev. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Increasing of efficiency of address-analogue systems of automatic fire alarm (AFA) can be reached by perfection of algorithms of its work. The mathematical device uses a method of exponential smoothing with smoothing factor of adaptive to considered process.

Key words: address-analogue systems AFA, exponential smoothing, a filtration, the forecast, efficiency

Наиболее эффективным типом систем АПС, применяемых в зданиях, оборудованных дорогостоящими системами телекоммуникаций, автоматизации и жизнеобеспечения, являются адресно-аналоговые системы пожарной сигнализации. Важное отличие таких систем заключается в том, что в них датчики представляют собой лишь измерители определенных параметров пожарного состояния объекта (задымленности, температуры и т.д.), транслируя на панель их значения и свой адрес. Панель же, являясь вычислительным терминалом, оценивает изменения этих параметров, используя алгоритмы обработки информации.

Прогноз позволяет оценить вероятность возникновения пожара, обеспечивая раннее обнаружение или предупреждение возгорания. Понятно, что повышение эффективности функционирования такой системы АПС во многом достигается за счет совершенствования применяемого математического аппарата для фильтрации результатов измерений, поступающих от датчиков.

Решение этой задачи сводится к применению методов экстраполяции с последующим

сглаживанием полученных результатов с помощью фильтрации. Пусть закон изменения исследуемого процесса на интервале наблюдения имеет вид:

$$y(t) = f(\tilde{a}, t) + n(t),$$

где $f(\tilde{a}, t)$ – некоторая детерминированная функция (тренд); $n(t)$ – случайная компонента.

Тогда путем регрессионного анализа $y(t)$ можно предсказать поведение функции на конечном (достаточно значимом) интервале изменения аргумента. Задача состоит в том, чтобы получить оптимальный результат, использовав для этого минимальное количество точек предыстории.

В качестве способа сглаживания значений, полученных в результате решения регрессионного уравнения, получил широкое распространение метод наименьших квадратов Гаусса. Однако этот метод требует сравнительно большого объема статистических данных на участке наблюдения и основан на допущении неизменности модели тренда как на участке наблюдения, так и на участке прогнозирования. Одним из способов, позволяющих решить эту задачу с высокой достоверностью и требующих сравнительно небольшого интервала наблюдения за изменением прогнозируемой величины, является метод экспоненциального сглаживания (метод Брауна).

Математическая задача экспоненциального сглаживания формулируется следующим образом: для ряда наблюдений величины $y_{t-i} \in (y(t))$ найти оценку P_{t-i} тренда $f(\tilde{a}, t)$, исходя из условия минимизации экспоненциально взвешенного функционала:

$$Q = \sum_{i=0}^{\infty} \rho^i (y_{t-i} - P_{t-i})^2,$$

где $\rho = (1-\alpha)$, $0 \leq \alpha \leq 1$.

Из соотношений видно, что качество предсказания методом экспоненциального сглаживания при оптимальном выборе модели тренда в большой мере определяется выбором оптимальных значений постоянной сглаживания.

Выбор постоянной сглаживания α предполагает принятие компромиссного решения, так как при уменьшении α в меньшей мере учитывается предыдущая информация и увеличивается скорость реагирования прогнозирующей системы на изменение в модели рассматриваемого процесса. Однако при этом ухудшается качество фильтрации помех. Таким образом, выбор коэффициента сглаживания определяет устойчивость алгоритма сглаживания. Возникает задача выбора такого значения α , при котором можно было бы считать алгоритм сглаживания наилучшим. Очевидно, что мера качества алгоритма сглаживания должна выражать близость оценки $M_t^{(n)}$ измеряемого параметра истинному его значению $M'^{(n)}_t$.

Сглаживание и оценивание данных целесообразно осуществлять в виде алгоритма поочередного действия, который можно записать в виде:

$$M_t^{(n)} = M_{t-i} + \alpha \sum_{t=1}^N [y_{t-i} - M_{t-i}^{(n)}],$$

где y_{t-i} – статистические данные за период наблюдения.

Примем в качестве меры оптимальности алгоритма среднеквадратическое отклонение текущего значения сглаженной величины $M_t^{(n)}$ от неизвестного оптимального значения $M'^{(n)}_t$, которые может быть определено по формуле:

$$D[M_t^{(n)}] = M[(M_t^{(n)} - M'^{(n)}_t)^2]. \quad (1)$$

Найдем оптимальное значение α , при котором дисперсия оценки минимальна на

каждом шаге $t = 1, 2, \dots, N$.

Обозначим:

$$\left. \begin{array}{l} M_t^{(n)} - M''_t^{(n)} = E(t) \\ y_{t-i} - M''_t^{(n)} = \xi(i) \end{array} \right\},$$

где $M[\xi(i)] = 0$; $M[\xi^2(i)] = \delta^2$.

После необходимых математических преобразований окончательно получим:

$$\alpha_{onm} = \frac{1}{N + \frac{\delta^2}{D[M_0^{(n)}]}},$$

$$D_{min} = \frac{\delta^2}{N + \frac{\delta^2}{D[M_0^{(n)}]}}.$$

Если априорная информация о начальной дисперсии отсутствует, то $D[M_0^{(n)}] = \infty$. Тогда

$$\alpha_{opt} = 1/N; \quad (2)$$

$$D_{min}[M_t^{(n)}] = \delta^2/N. \quad (3)$$

Из выражений (2), (3) видно, что в случае равноточных измерений наблюдаемой величины постоянная сглаживания зависит лишь от числа наблюдений N . Таким образом, изменения α в процессе измерений, можно придать процессу сглаживания адаптивный характер.

Определяя дисперсию оценки (1) в зависимости от постоянной сглаживания α , окончательно получим:

$$D[M_t^{(n)}] = M_0 \sum_{i=1}^t (1-\alpha)^{t-i} (y(i) - M''_t^{(n)})^2.$$

В пределе при $t \rightarrow \infty$:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} D[M_t^{(n)}] = \frac{\alpha}{2-\alpha} \delta^2. \quad (4)$$

Из выражения (4) следует, что дисперсия оценки сглаживания исследуемой величины стремится к некоторому пределу, зависящему от постоянной сглаживания α . Так как $0 \leq \alpha \leq 1$, то с увеличением α дисперсия оценки монотонно возрастает (рис. 1).

Таким образом, для увеличения точности прогноза оценки целесообразно выбирать меньшее значение постоянной сглаживания. Однако при уменьшении α снижается быстродействие алгоритма сглаживания. Относительно выбора значений постоянной сглаживания известны следующие рекомендации: $0,5 \leq \alpha \leq 1$ – для процессов, подверженных частым и резким изменениям или воздействию помех; $0,1 \leq \alpha \leq 0,5$ – для более консервативных процессов. Брауном был предложен эвристический метод для нахождения постоянной сглаживания, который был применен для экстраполяции экономического временного ряда:

$$\alpha = 2/N+1, \quad (5)$$

где N – число наблюдений, входящих в интервал сглаживания.

Из сравнения выражений (2) и (5) следует вывод, что аналитически полученное выражение для коэффициента сглаживания весьма близко к полученному Брауном эвристическим методом.

Очевидно, что точность прогнозов не превышает точность исходной информации. При прочих равных условиях прогноз тем точнее, чем короче прогнозируемый период. Известно, что для стационарных процессов достоверность оценок тем выше, чем больше точек, подлежащих усреднению. Для квазистационарных процессов имеется оптимум числа учитываемых точек, последних по времени наблюдения. При учете длительной предыстории объект успевает настолько измениться, что достоверность моделирования начинает падать. Однако при использовании метода экспоненциального сглаживания с выбором постоянной сглаживания α и количества точек предыстории K можно достичь минимальной скорости нарастания ошибки прогноза при увеличении интервала предсказания.

Изменение ошибки предсказания в зависимости от количества точек, участвующих в изучении экспоненциально сглаженных значений, показано на рис. 2. Из рисунка видно, что при любом значении постоянной сглаживания α на данном шаге прогнозирования имеет и место минимум ошибки предсказания (при $K = 7$). Из рис. 2 также видно, что ошибка предсказания увеличивается с ростом α для всех значений K . Анализ этих зависимостей позволяет выбрать оптимальное значение α для данного процесса на каждом шаге прогнозирования.

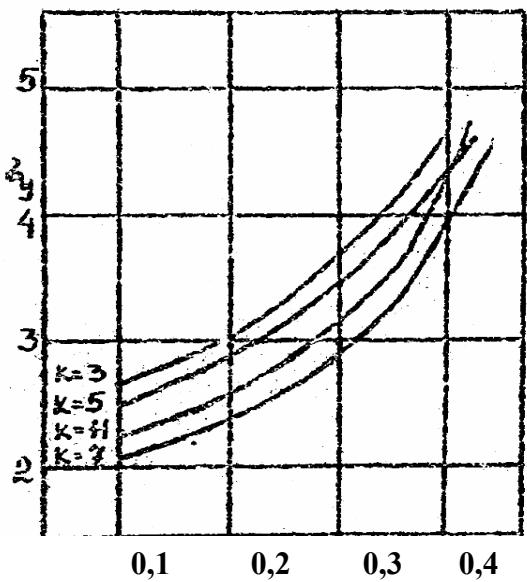


Рис. 1

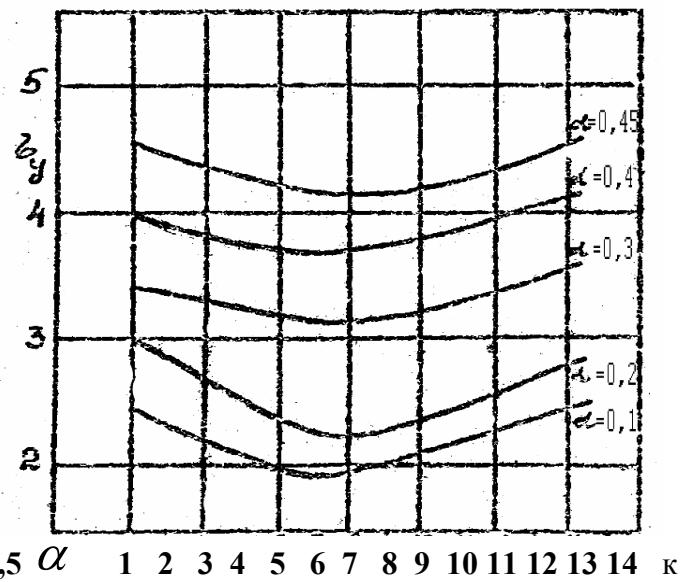


Рис. 2

Таким образом, точность прогноза по методу экспоненциального сглаживания является в определенном смысле управляемым фактором с ограничениями, накладываемыми точностью исходной информации и степенью адекватности используемой модели процесса. Данное преимущество рассмотренного метода прогнозирования позволяет построить алгоритм предсказания, адаптивный прогнозируемому процессу.

Точность предсказания при сравнительно малой предыстории обеспечивается выбором модели процесса оптимальной сложности, оптимальным выбором постоянной сглаживания и количеством учитываемых точек предыстории на каждом шаге прогнозирования в зависимости от характера изменения прогнозируемой величины.

Литература

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высш. шк., 2001.
2. Производственная и пожарная автоматика: учебник / А.А. Навацкий [и др.]. М.: Академия ГПС МЧС России, 2007.
3. Сенько Д., Альшевский М. Проблемы оценки эффективности технических средств пожарной сигнализации и автоматики // Алгоритм безопасности. 2007. № 5. С. 50–51.
4. Технические средства систем охранной и пожарной сигнализации / А.Н. Членов [и др.]. М.: Пожкнига, 2008.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ GPSS WORLD

В.Т. Аверьянов, кандидат военных наук;

С.В. Полынько. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассматривается имитационная модель системы массового обслуживания (СМО), которая представляет собой алгоритм, отражающий ее поведение, то есть отражающий изменения состояния СМО во времени при заданных потоках заявок, поступающих на входы системы.

Ключевые слова: имитационная модель, система массового обслуживания

IMITATING MODELLING OF SYSTEM OF MASS SERVICE IN LANGUAGE GPSS WORLD

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

In article the imitating model of system of mass service which represents the algorithm reflecting its behaviour, i.e. reflecting changes of condition CMO in time at the set streams of the demands arriving on inputs of system is considered.

Key words: imitating model, system of mass service

Описание системы массового обслуживания

В математических моделях сложных объектов, представленных в виде систем массового обслуживания, фигурируют средства обслуживания, называемые обслуживающими аппаратами (ОА), и обслуживаемые заявки, называемые транзактами. Так, в моделях систем обработки и передачи данных ОА отображают микропроцессоры и линии связи, а транзакты – поступающие на обработку заявки и пакеты данных.

Состояние СМО характеризуется состояниями ОА, транзактов и очередей к ОА. Состояние ОА описывается двоичной переменной, которая может принимать значения «занят» или «свободен». Переменная, характеризующая состояние транзакта, может иметь значения «обслуживания» или «ожидания». Состояние очереди характеризуется количеством находящихся в ней транзактов [1, 2].

Имитационная модель СМО представляет собой алгоритм, отражающий поведение СМО, то есть отражающий изменения состояния СМО во времени при заданных потоках заявок, поступающих на входы системы.

Параметры входных потоков заявок – внешние параметры СМО.

Выходными параметрами являются величины, характеризующие свойства системы –

качество ее функционирования. Примеры выходных параметров: производительность СМО – среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени; коэффициенты загрузки оборудования – отношение времен обслуживания к общему времени в каждом ОА; среднее время обслуживания одной заявки. Основное свойство ОА, учитываемое в модели СМО, – это затраты времени на обслуживание, поэтому внутренними параметрами в модели СМО являются величины, характеризующие это свойство ОА. Обычно время обслуживания рассматривается как случайная величина и в качестве внутренних параметров фигурируют параметры законов распределения этой величины.

Имитационное моделирование позволяет исследовать СМО при различных типах входных потоков и интенсивностях поступления заявок на входы, при вариациях параметров ОА, при различных дисциплинах обслуживания заявок. Дисциплина обслуживания – правило, по которому заявки поступают из очередей на обслуживание. Величина, характеризующая право на первоочередное обслуживание, называется приоритетом.

В моделях СМО заявки, приходящие на вход занятого ОА, образуют очереди, отдельные для заявок каждого приоритета. При освобождении ОА на обслуживание принимается заявка из непустой очереди с наиболее высоким приоритетом.

Основной тип ОА – устройства, именно в них происходит обработка транзактов с затратами времени. К ОА относятся также накопители (памяти), отображающие средства хранения обрабатываемых данных в вычислительных системах. Накопители характеризуются временами обслуживания заявок, а емкостью – максимально возможным количеством одновременно находящихся в накопителе заявок.

К элементам имитационных моделей СМО, кроме ОА, относят также узлы и источники заявок. Связи ОА между собой реализуют узлы, то есть характеризуют правила, по которым заявки направляются к тому или иному ОА [1, 2].

Для описания моделей СМО при их исследовании на ЭВМ разработаны специальные языки имитационного моделирования. Существуют общеселевые языки, ориентированные на описание широкого класса СМО в различных предметных областях, и специализированные языки, предназначенные для анализа систем определенного типа. Примером общеселевых языков служит широко распространенный язык GPSS [3].

Для описания имитационной модели на языке GPSS полезно представить ее в виде схемы, на которой отображаются элементы СМО – устройства, накопители, узлы и источники. Описание на языке GPSS есть совокупность операторов (блоков), характеризующих процессы обработки заявок. Имеются операторы и для отображения возникновения заявок, задержки их в ОА, занятия памяти, выхода из СМО, изменения параметров заявок (например, приоритетов), вывода на печать накопленной информации, характеризующей загрузку устройств, заполненность очередей и т.п.

Пути продвижения заявок между ОА отображаются последовательностью операторов в описании модели на языке GPSS специальными операторами передачи управления (перехода). Для моделирования используется событийный метод. Соблюдение правильной временной последовательности имитации событий в СМО обеспечивается интерпретатором GPSS World – программной системой, реализующий алгоритмы имитационного моделирования [3].

Построение структурной схемы модели

Имеется система передачи данных, состоящая из (рис.1):

- 3-х пунктов-накопителей А, В и С;
- 4-х линий АВ1, АВ2, ВС1 и ВС2.

Причем пакеты данных из АВ1 поступают в ВС1, а из АВ2 соответственно в ВС2.

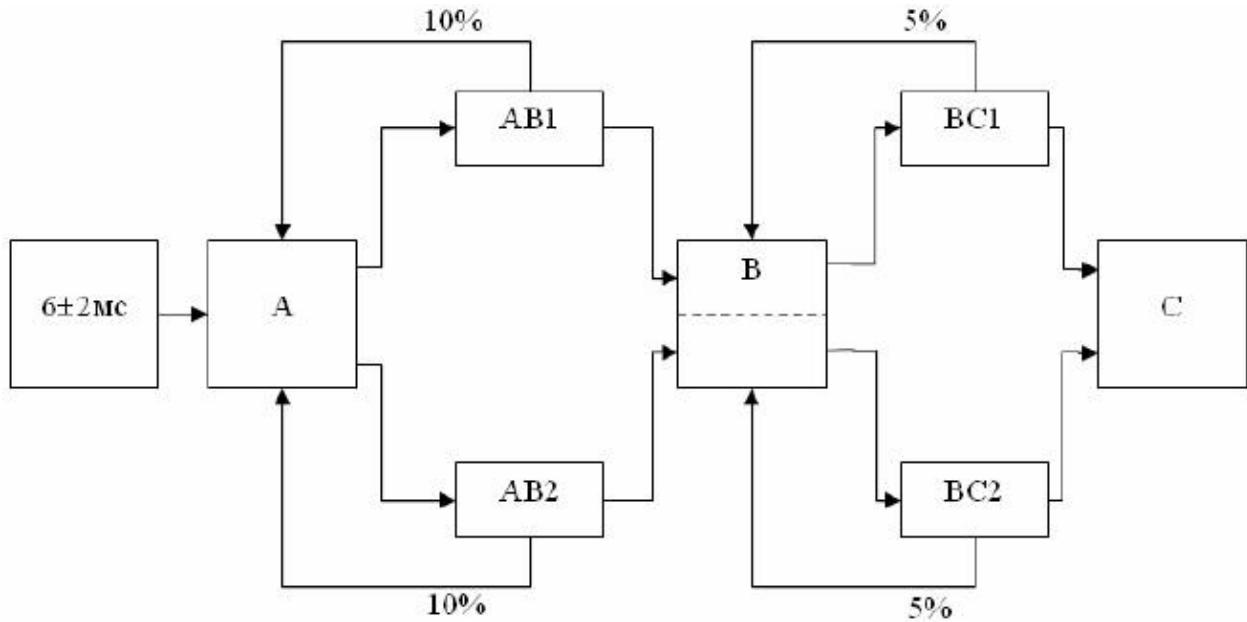


Рис. 1. Структурная схема модели

Система передачи данных обеспечивает передачу пакетов данных из пункта А в пункт С через промежуточный пункт В. В пункте А пакеты поступают через 6 ± 2 мс. Там они буферизуются и передаются по любой из двух линий. В пункте В они снова буферизуются и передаются по следующим линиям в пункт С. Во время передачи пакетов по линии возможны сбои, вероятности которых отображены на схеме.

Требуется смоделировать прохождение через систему 500 пакетов данных и определить максимальные объемы буферов в пунктах А и В и характеристики их заполнения.

Описание сети в виде системы массового обслуживания

В данной модели системы передачи данных представляем (рис. 2):

- пункты – статистические объекты типа очередь;
- линии – аппаратные объекты типа прибор;
- пакеты данных – транзакты.

За единицу модельного времени (е.м.в.) принята 1мс.

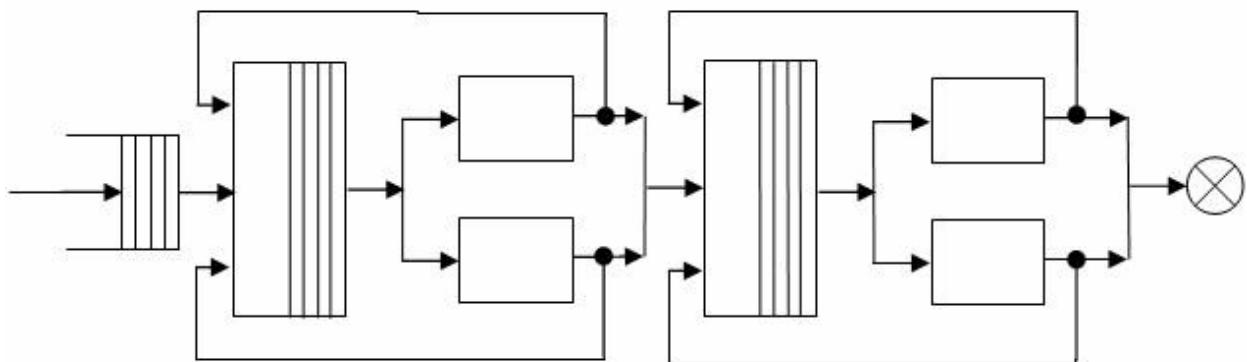


Рис. 2. Модель системы передачи данных

Формализация и алгоритмизация модели

Формально схема модели имеет вытянутый вид с некоторым количеством узлов (переходов). Это делается для реализации передачи пакетов по четырем линиям и моделирования сбоев в них.

Алгоритм (рис. 3):

1. Генерация транзакта через 6 ± 2 е.м.в.
2. Равновероятная передача заявок: AB1 – переход в пункт 3; AB2 – переход в пункт 16.
3. Вход в пункт – накопитель А.
4. Занятие линии AB1.
5. Передача транзакта по линии AB1 за 3 ± 1 е.м.в. (ожидание).
6. Освобождение линии AB1.
7. Сбой линии AB1: 10% переходит в пункт 4.
8. Выход из пункта – накопителя А.
9. Вход в пункт – накопитель В.
10. Занятие линии BC1.
11. Передача транзакта по линии BC1 за 3 е.м.в. (ожидание).
12. Освобождение линии BC1.
13. Сбой линии BC1: 5 % переходит в пункт 10.
14. Выход из пункта – накопителя В.
15. Безусловная передача транзактов в пункт 28.
16. Вход в пункт – накопитель А.
17. Занятие линии AB2.
18. Передача транзакта по линии AB2 за 3 ± 2 е.м.в. (ожидание).
19. Освобождение линии AB2.
20. Сбой линии AB2: 10 % переходит в пункт 17.
21. Выход из пункта - накопителя А.
22. Вход в пункт - накопитель В.
23. Занятие линии BC2.
24. Передача транзакта по линии BC2 за 3 ± 1 е.м.в. (ожидание).
25. Освобождение линии BC2.
26. Сбой линии BC2: 5 % переходит в пункт 23.
27. Выход из пункта – накопителя В.
28. Удаление транзакта из модели.
29. Повторение 1–28 пока через пункт 28 не проследует 500 транзактов.

Имитационный эксперимент

Текст программы.

* V #16

* Объявление имен

*

ABUF equ 1

BBUF equ 2

CAB1 equ 1

CAB2 equ 2

CBC1 equ 3

CBC2 equ 4

ABUF STORAGE 3

BBUF STORAGE 8

*

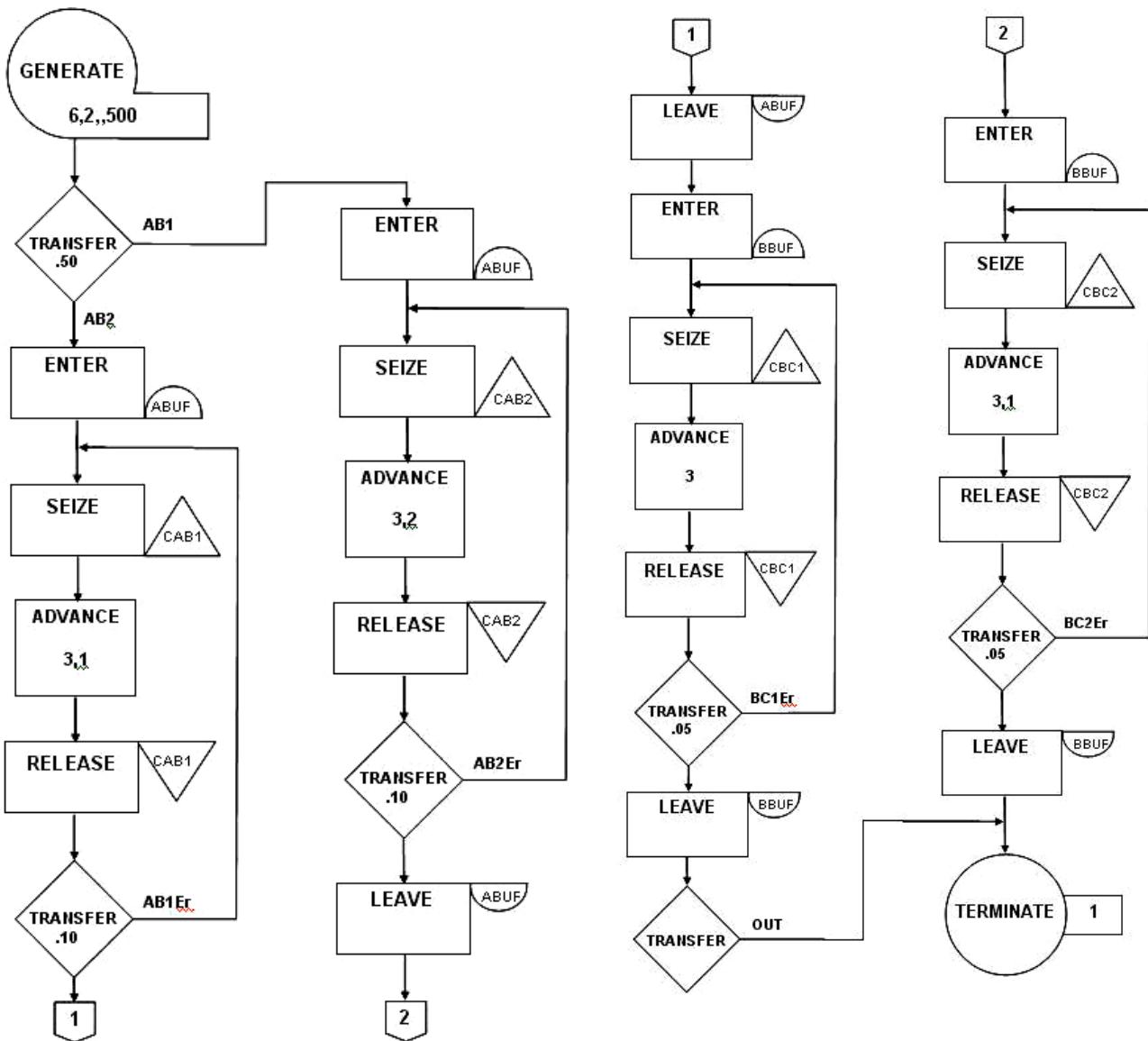


Рис. 3. Блок-схема модели

* Основной сегмент модели
*

GENERATE 6,2,,500; Ввод пакетов в модель
 TRANSFER .50,AB1,AB2; Передача на CAB1 и CAB2
 AB1 ENTER ABUF ; Вход в пункт А
 AB1Er SEIZE CAB1; Линия AB1
 ADVANCE 3,1; Время передачи по AB1
 RELEASE CAB1 ; Линия AB1
 TRANSFER .10,,AB1Er ; Передача на AB1Er
 LEAVE ABUF ; Выход из пункта А
 ENTER BBUF; Вход в пункт В
 BC1Er SEIZE CBC1 ; Линия BC1
 ADVANCE 3; Время передачи по BC1
 RELEASE CBC1 ; Линия BC1

TRANSFER .05, BC1Er ; Передача на BC1Er
 LEAVE BBUF; Выход из пункта В
 TRANSFER ,OUT; Передача пакетов на метку
 AB2 ENTER ABUF ; Вход в пункт А
 AB2Er SEIZE CAB2; Линия AB2
 ADVANCE 3,2 ; Время передачи по AB2
 RELEASE CAB2 ; Линия AB2
 TRANSFER .10,,AB2Er ; Передача на AB2Er
 LEAVE ABUF ; Выход из пункта А
 ENTER BBUF; Вход в пункт В
 BC2Er SEIZE CBC2; Линия BC2
 ADVANCE 3,1; Время передачи по BC2
 RELEASE CBC2 ; Линия BC2
 TRANSFER .05,,BC2Er ; Передача на BC2Er
 LEAVE BBUF; Выход из пункта В
 *
 * Сегмент счетчика
 *

OUT TERMINATE 1; Пункт С. Выход пакетов из модели
 START 500

Описание программы

Оператор	Функции оператора
<symb> EQU <numb>	Позволяет определить символические имена объектов GPSS: symb – символическое, а numb – соответствующее ему числовое имя объекта
<name> STOREGE A	Описание объекта типа память: name – символическое или числовое имя памяти; В – емкость памяти
GENERATE A,B,C,D,E,F,G	Обеспечивает поступление транзактов в модель; А – среднее значение интервала поступления транзактов в модель; В – разброс или модификатор среднего значения А; С – время поступления первого транзакта; D – общее число генерируемых транзактов; Е – уровень приоритета транзактов; F – количество параметров транзактов; G – тип параметра (F – полнословный, Н – полусловный)
SEIZE A	Занятие прибора транзактом: А – имя прибора
RELEASE A	Освобождение прибора транзактом: А – имя прибора
ENTER A[,B]	Занятие памяти: А – имя памяти; В – число занимаемых единиц
LEAVE A[,B]	Освобождение памяти: А – имя памяти; В – число освобожденных единиц
TRANSFER, [A],B [C,D]	Передать транзакт, позволяет направлять транзакт на метку: А – определяет режим передачи; В и С – метки, на которые производится пересылка; D – используется только в режиме ALL для указания значения индекса. Безусловный режим: TRANSFER, В – безусловная передача на метку указанную в поле В. Статистический режим: TRANSFER, A,B,C ; А – десятичная дробь начинающаяся с точки, определяющая вероятность перехода в метку С; дополнение до 1 значения операнда А определяет вероятность перехода на метку В
ADVANCE A[B]	Задержка: А – средняя величина задержки, В – модификатор разброса этой величины
TERMINATE [A]	Завершить, вывод транзактов из модели
START A,B,C,D	Инициирует начало работы интерпретатора GPSS: А – начальное значение счетчика моделирования; В – признак подавления вывода статистических результатов; С – начальное значение счетчика промежуточной выдачи статистики; D – признак распечатки списков

Листинг результатов моделирования

GPSS World Simulation Report - #16_end.26.9

Tuesday, May 04, 2005 01:11:51

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 3014.613 28 4 2

NAME VALUE

AB1 3.000

AB1ER 4.000

AB2 16.000

AB2ER 17.000

ABUF 1.000

BBUF 2.000

BC1ER 10.000

BC2ER 23.000

CAB1 1.000

CAB2 2.000

CBC1 3.000

CBC2 4.000

OUT 28.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 500 0 0

2 TRANSFER 500 0 0

AB1 3 ENTER 246 0 0

AB1ER 4 SEIZE 281 0 0

5 ADVANCE 281 0 0

6 RELEASE 281 0 0

7 TRANSFER 281 0 0

8 LEAVE 246 0 0

9 ENTER 246 0 0

BC1ER 10 SEIZE 255 0 0

11 ADVANCE 255 0 0

12 RELEASE 255 0 0

13 TRANSFER 255 0 0

14 LEAVE 246 0 0

15 TRANSFER 246 0 0

AB2 16 ENTER 254 0 0

AB2ER 17 SEIZE 277 0 0

18 ADVANCE 277 0 0

19 RELEASE 277 0 0

20 TRANSFER 277 0 0

21 LEAVE 254 0 0

22 ENTER 254 0 0

BC2ER 23 SEIZE 265 0 0

24 ADVANCE 265 0 0

25 RELEASE 265 0 0

26 TRANSFER 265 0 0

27 LEAVE 254 0 0

OUT 28 TERMINATE 500 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY

CAB1 281 0.271 2.911 1 0 0 0 0 0

CAB2 277 0.285 3.100 1 0 0 0 0 0

CBC1	255	0.254	3.000	1	0	0	0	0	0	
CBC2	265	0.259	2.950	1	0	0	0	0	0	
STORAGE CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY	
ABUF	2	2	0	2	500	1	0.570	0.285	0	0
BBUF	2	2	0	2	500	1	0.518	0.259	0	0

Таким образом, после проведения имитационного эксперимента из листинга результатов видно, что максимальные объемы буферов в пунктах А и В:

- пункта А – 2 единицы;
- пункта В – 2 единицы.

Загрузка пункта А – 29 %, а пункта В – 26 %.

Временные потери, возникающие из-за сбоев в каналах связи:

- по направлению AB1: $35 \times 2.911 = 101.885$;
- по направлению BC1: $9 \times 3.000 = 27.000$;
- по направлению AB2: $23 \times 3.100 = 71.300$;
- по направлению BC2: $11 \times 2.950 = 32.45$.

Итого: 232.635 е.м.в. (232.635мс = 0.232635с), а время моделирования равно 3014.613 е.м.в.

Хотелось бы отметить, что язык GPSS сильно отличается от алгоритмических языков программирования. Хотя язык GPSS не требует специальной подготовки в области программирования, а наличие интерактивной среды со стандартным интерфейсом, которую система GPSS World, позволяет до минимума свести взаимодействие пользователя с инструментальной ЭВМ и ее операционной системой. Однако построение моделей и организация вычислительного эксперимента требуют некоторых знаний из области теории массового обслуживания, теории вероятностей и математической статистики.

Литература

1. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. 2-е изд., стер. М.: Наука, 1988. 208 с.
2. Таранцев А.А. Инженерные методы теории массового обслуживания. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Наука, 2007. 175 с.
3. Руководство пользователя GPSS World. Эллина-компьютер. Казань, 2003.

ИНВАРИАНТНЫЙ ПРИЕМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ МНОГОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ II¹

**В.В. Пусь, доктор технических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Обсуждается задача обнаружения с различием (классификации) многопозиционных последовательных многочастотных (ПМЧ) сигналов, когда дисперсия шума (не)известна. Получены формулы для вычисления потенциальных характеристик системы классификации. Синтезирована процедура классификации многопозиционных ПМЧ сигналов при неизвестной дисперсии шума. Показано, что полученное решающее правило идентично тесту Фишера в гармоническом анализе.

Ключевые слова: обнаружение с распознаванием (классификация) сигналов, последовательные многочастотные (ПМЧ) сигналы, тест Фишера

¹ Данная статья является продолжением статьи: Пусь В.В. Инвариантный прием последовательных многочастотных сигналов I // Проблемы управления рисками в техносфере. 2010. № 2 (14). С. 75–83.

INVARIANT RECEIVING OF THE SERIAL MULTIFREQUENCY SIGNALS II

V.V. Pus'. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The task of detection with distinguishing (classification) of multiposition serial multifrequency (SMF) signals is discussed when the dispersion of noise is (un)known. Formulas for calculation of potential characteristics of classification system is obtained. Procedure of classification of multyposition SMF signals under unknown dispersion is synthesized. It's showed that received decision rule is identical to Fisher's test in harmonic analysis.

Key wods: detection with distinguishing (classification) signals, serial multifrequency (SMF) signals, Fisher's test

При решении задачи классификации многопозиционных сигналов различают две основных ситуации: а) когда дисперсия шума известна и б) когда сведения о дисперсии шума отсутствуют.

В теории статистических решений задаче а) отвечает синтез решающих правил по критерию идеального наблюдателя, задаче б) соответствует построение многоальтернативных тестов (решающих правил) по критерию Неймана-Пирсона.

А. Рассмотрим вначале ситуацию при известной дисперсии шума.

Пусть

$$Z_1, \dots, Z_M \quad (1)$$

– независимые отсчеты напряжений (повторная выборка) с выходов квадратурных каналов с линейными детекторами, которые подчиняются $\sigma^2\chi_2$ распределению с 2 степенями свободы, за исключением возможно одного элемента, который имеет нецентральное $\sigma^2\chi_2(\lambda)$ распределение с параметром нецентральности λ . Тогда задача классификации (обнаружения с распознаванием) M-позиционного сигнала по повторной выборке (1) объема M формулируется как проверка гипотезы

$$H_0: Z_k \sim \sigma^2\chi_2, \quad k = 1, 2, \dots, M \quad (2.1)$$

против одной из равновероятных гипотез $H_j \quad j = 1, 2, \dots, M$,

$$H_j: Z_j \sim \sigma^2\chi_2(\lambda), \quad Z_k \sim \sigma^2\chi_2, \quad k \neq j, \quad k = 1, 2, \dots, j-1, j+1, \dots, M \quad (2.2)$$

(здесь и далее по тексту символ «~» (тильда) – знак принадлежности, подчинения какому-либо распределению).

Распределения $\sigma^2\chi_2$ и $\sigma^2\chi_2(\lambda)$ в (2) описываются плотностью

$$p(z | \lambda) = (z/\sigma^2) \exp(-[z^2/\sigma^2 + \lambda^2]/2) I_0(\lambda z/\sigma), \quad (3)$$

соответственно при $\lambda = 0$ и $\lambda > 0$.

В статистической радиотехнике плотности $\sigma^2\chi_2$ и $\sigma^2\chi_2(\lambda)$ обычно называют плотностями Релея и Райса (обобщенным распределением Релея) [1–4].

При известной дисперсии шума σ^2 оптимальный (по критерию Неймана-Пирсона) критерий классификации многопозиционного сигнала (выбора среди гипотез (2)) основан на сравнении с пороговой константой С статистики [5, 6]

$$Z_j = \max_{1 \leq r \leq M} Z_r. \quad (4)$$

При этом гипотеза H_0 принимается, если

$$H_0: Z_j < C \quad (Z_r < C, \quad r = 1, 2, \dots, M), \quad (5.1)$$

и отвергается в пользу альтернативы H_j , если

$$H_j: Z_j > C, \quad (Z_r < C, \quad r = 1, 2, \dots, j-1, j+1, \dots, M). \quad (5.2)$$

Типовая система классификации, реализующая алгоритм (5), содержит приемные каналы (цепочки из квадратурного коррелятора или согласованного фильтра с детектором огибающей), имеющие общий вход и подключенные к решающему блоку, в котором производится выбор максимального сигнала и сравнение его с пороговым смещением.

При анализе удобно рассматривать квазиоптимальную систему классификации, в которой пороговое смещение включается не на выходе системы, а на выходе каждого приемного канала. Как доказано в [6], переход от оптимальной к квазиоптимальной системе не приводит к изменению уровня критерия (вероятности ложных тревог), а, следовательно, и пороговой константы.

Следовательно, пороговая константа C решающего правила (5) может быть определена с учетом (3) по уровню (вероятности ложной тревоги) α_k в k -й ветви приема (в дальнейшем полагаем $\alpha_1 = \dots = \alpha_M$) из уравнения

$$\alpha_k = \int_C^\infty p(z \mid \lambda=0) dz = \exp(-C^2/\sigma^2). \quad (6)$$

Решая (6) относительно константы C , находим

$$C = [-2\sigma^2 \ln(\alpha_k)]^{1/2}. \quad (7)$$

Вероятность $P_{\text{пр}k}$ правильного обнаружения сигнала в k -й ветви приема равна

$$P_{\text{пр}k} = \int_C^\infty (z/\sigma^2) \exp(-[z^2/\sigma^2 + \lambda^2]/2) I_0(\lambda z/\sigma) dz. \quad (8)$$

Переходя в (8) к переменной u/σ и учитывая (7), имеем

$$P_{\text{пр}k} = Q([-2\ln(\alpha_k)]^{1/2}, \lambda), \quad (9)$$

где

$$Q(u, v) = \int_u^\infty \rho \exp(-[v^2 + \rho^2]/2) I_0(v\rho) d\rho \quad (10)$$

– интеграл Релея-Райса [7], называемый иногда Q -функцией Макама (впервые его табулировавшего [8]).

Соотношения (7) и (9) известны как решение радиолокационной задачи [1, 8, 9].

Обозначим $P_{\text{ст}k}$ ($= 1 - P_{\text{пр}k}$) – вероятность стирания (пропуска) сигнала в k -й ветви приема. Тогда в соответствии с (9),

$$P_{\text{ст}k} = 1 - Q([-2\ln(\alpha_k)]^{1/2}, \lambda). \quad (11)$$

Вероятность стирания сигнала в системе, с учетом (11) и связи между вероятностями α_k и $P_{\text{стк}}$ в отдельной ветви приема и вероятностями α и $P_{\text{ст}}$ во всей системе классификации [6]

$$\alpha = 1 - (1 - \alpha_k)^M, \quad P_{\text{ст}} = P_{\text{стк}}(1 - \alpha_k)^{M-1}, \quad (12)$$

равна

$$P_{\text{ст}} = (1 - \alpha)^{1/M} [1 - Q([-2\ln(1 - (1 - \alpha)^{1/M})]^{1/2}, \lambda)]. \quad (13)$$

Для определения вероятности правильной классификации (правильного выбора) сигнала в системе, $P_{\text{пр}}$, выпишем с учетом (13) интегральную функцию распределения случайной величины z в ветви без сигнала

$$F(z) = \int_0^z (t/\sigma^2) \exp(-t^2/2\sigma^2) dt = 1 - \exp(-z^2/2\sigma^2).$$

Отсюда интегральная функция $M-1$ случайных величин в $M-1$ ветвях приема, не содержащих сигнал, в силу их независимости, равна $F(z)^{M-1} = [1 - \exp(-z^2/2\sigma^2)]^{M-1}$. Тогда вероятность правильной классификации сигнала в системе определяется как

$$P_{\text{пр}} = \int_C^\infty p(z | \lambda) F(z)^{M-1} dz = \int_C^\infty (z/\sigma^2) \exp(-[z^2/\sigma^2 + \lambda^2]/2) I_0(\lambda z/\sigma) [1 - \exp(-z^2/2\sigma^2)]^{M-1} dz. \quad (14)$$

Записав бином подинтегрального выражения (14) в форме $(1 - \exp(-x))^{M-1} = \sum_{r=0}^{M-1} (-1)^r [(M-1)!/(r!(M-1-r)!)] \exp(-rx)$ и выполнив преобразование $u = (r+1)^{1/2}z/\sigma$, получим с учетом (7) окончательную формулу для расчета вероятности правильной (ного) классификации (выбора) сигнала [10]

$$P_{\text{пр}} = \sum_{r=0}^{M-1} (-1)^r [(M-1)!/(r!(M-1-r)!)] \exp(-r \lambda^2/[2(r+1)]) \cdot Q([-2(r+1)\ln(1 - (1 - \alpha)^{1/M})]^{1/2}, \lambda(r+1)^{-1/2}). \quad (15)$$

Вероятность трансформации сигнала в системе $P_{\text{тр}}$ равна

$$P_{\text{тр}} = 1 - P_{\text{ст}} - P_{\text{пр}}, \quad (16)$$

поскольку вероятности $P_{\text{тр}}$, $P_{\text{ст}}$ и $P_{\text{пр}}$ образуют полную группу событий.

Заметим, что употребляемые здесь термины «правильная классификация» и «правильный выбор» – полностью эквивалентны. Термин «правильная классификация» удобно употреблять при характеристике технической системы, термин «правильный выбор» – при характеристике многоальтернативного теста (решающего правила).

Формулы (13), (15) и (16) дают возможность произвести полный расчет систем классификации, в частности позволяют оценить потенциальную помехоустойчивость и скрытность связи с ПМЧ сигналами.

Пример вычисления вероятностей правильного выбора $P_{\text{пр}}$, как функции уровня (вероятности ложной тревоги) $\alpha = 10^{-2}$, числа $M = 2(x2)256$ позиций сигнала, параметра нецентральности (отношения сигнал/шум по напряжению) $\lambda = 3(1)6$ для теста (5) дан в табл.1.

Таблица 1. Вероятность правильного выбора для теста (5.2): $z_{\max} > C$

M	Уровень критерия $\alpha = .01$			
	$\lambda = 3$	4	5	6
2	0,463	0,812	0,969	0,998
4	0,380	0,750	0,951	0,996
8	0,307	0,682	0,928	0,993
16	0,244	0,613	0,898	0,988
32	0,191	0,543	0,863	0,981
64	0,148	0,474	0,822	0,972
128	0,113	0,409	0,776	0,960
256	0,085	0,349	0,726	0,944

Отметим, что в табл. 1 используется λ (отношение сигнал-шум), не нормированное к биту информации (в отличие от большинства учебников по теории связи), поэтому значения вероятности правильного выбора с увеличением числа каналов уменьшаются, в соответствии с физикой процесса (с расширением числа приемных каналов увеличивается и вероятность ложного срабатывания пороговой схемы от шумов).

Вероятности правильного выбора $P_{\text{пр}}$ получены для выборки (1) отсчетов напряжений с выходов квадратурных каналов с линейными детекторами. Эти результаты (формула (13), как и формула (15)) остаются справедливыми и для системы классификации с квадратичными детекторами.

Действительно, пусть выборка (1) – теперь уже независимые отсчеты напряжений с выходов квадратурных каналов с квадратичными детекторами, подчиняющиеся $\sigma^2 \chi^2$ распределению с 2 степенями свободы. Тогда задача классификации формулируется аналогично (2), с заменой $\sigma^2 \chi^2$ распределения на $\sigma^2 \chi^2$ распределение и использованием при доказательстве вместо (3) плотности:

$$p(z | \lambda) = (2\sigma^2)^{-1} \exp(-[z/\sigma^2 + \lambda^2]/2) I_0(\lambda z^{1/2}/\sigma). \quad (17)$$

В этом случае $\alpha_k = \int_C^\infty p(z | \lambda=0) dz = \exp(-C/2\sigma^2)$ и пороговая константа C трансформируется в

$$C = -2\sigma^2 \ln(\alpha_k). \quad (18)$$

Вычисления же вероятности $P_{\text{пр}k}$ правильного обнаружения сигнала в k -й ветви приема,

$P_{\text{пр}k} = \int_C^\infty p(z | \lambda) dz$, приводят с учетом (18) к результату, совпадающему с (9):

$$P_{\text{пр}k} = Q([-2\ln(\alpha_k)]^{1/2}, \lambda). \quad (19)$$

Следовательно, формула (6) для вероятности $P_{\text{ст}}$ стирания сигнала в системе, базирующаяся на (9) ((19)) и (12), остается без изменений и для квадратичных детекторов.

Определение вероятности $P_{\text{пр}}$ правильной классификации в системе с квадратичными детекторами на основе плотности (17) и пороговой константы (18) также дает результат, идентичный с (15).

Таким образом, характеристики системы классификации – вероятности правильной классификации и стирания – при заданном уровне критерия – вероятности ложной тревоги – не зависит от типа детектора. Этот факт для одноканального приема уже отмечался в

литературе: в [1], исходя из теоретических рассуждений, в [11] – на основе экспериментальных данных.

Поэтому в дальнейшем будут анализироваться модели с квадратичным детектором, как допускающие более простое аналитическое описание (плотность (17) в отсутствие сигнала является экспоненциальным распределением).

Б. Решающее правило (5), основанное на сравнении с пороговой константой C статистики Z_j :

$$(Z_j = \max_{1 \leq r \leq M} Z_r) > {}^{H_j}_{H_0} < C, \quad (20)$$

обладает существенным недостатком – его пороговая константа C зависит от дисперсии шума.

Действительно, для системы классификации с линейным детектором (см.(7))

$$C = \sigma[-2\ln(\alpha_k)]^{1/2}, \quad (21)$$

для системы классификации с квадратичным детектором – см. (18).

$$C = \sigma^2[-2\ln(\alpha_k)]. \quad (22)$$

Это следствие исходной предпосылки – при синтезе системы классификации (решающего правила (5)) дисперсия шума предполагалась известной, что на практике является нереалистичным.

В данном пункте (Б) будем интересоваться критериями, инвариантными (нечувствительными) к дисперсии шума.

Итак, пусть (в соответствии с замечанием в конце п. А)

$$Z_1, \dots, Z_M \quad (23)$$

– независимые отсчеты напряжений (повторная выборка) с выходов квадратурных каналов с квадратичными детекторами, которые подчиняются $\sigma^2 \chi^2$ распределению с 2 степенями свободы, за исключением возможно одного элемента, который имеет нецентральное $\sigma^2 \chi^2(\lambda)$ распределение с параметром нецентральности λ .

Задача классификации (обнаружения с распознаванием) M -позиционного сигнала по повторной выборке (23) объема M формулируется как проверка гипотезы

$$H_0: Z_k \sim \sigma^2 \chi^2, \quad k = 1, 2, \dots, M \quad (24.1)$$

против одной из равновероятных гипотез $H_j \quad j = 1, 2, \dots, M$,

$$H_j: Z_j \sim \sigma^2 \chi^2(\lambda), \quad Z_k \sim \sigma^2 \chi^2, \quad k \neq j, \quad k = 1, 2, \dots, j-1, j+1, \dots, M. \quad (24.2)$$

Позиция сигнала j ($=1, 2, \dots, M$), параметр нецентральности λ и дисперсия шума σ^2 в (24) предполагается неизвестными.

Распределения $\sigma^2 \chi^2$ и $\sigma^2 \chi^2(\lambda)$ в (24) описываются плотностью

$$p(z | \lambda) = (2\sigma^2)^{-1} \exp(-[z/\sigma^2 + \lambda^2]/2) I_0(\lambda z^{1/2}/\sigma), \quad (25)$$

соответственно при $\lambda = 0$ и $\lambda > 0$.

Для синтеза критерия при неизвестных параметрах распределения обычно применяют метод обобщенного максимального правдоподобия [12]. Здесь же воспользуемся более простым и наглядным приемом [10].

Линейная зависимость в (22) пороговой константы С неинвариантного критерия (20) от параметра σ^2 указывает на способ построения инвариантной статистики. Действительно, перепишем (20) с учетом (22):

$$Z_j / \sigma^2 < [-2\ln(\alpha_k)]. \quad (26)$$

Из (26) понятно, что для исключения в процедуре (20) влияния на порог дисперсии шума, следует отнормировать статистику Z_j (максимальный отсчет с выходов квадратичных детекторов) оценкой s^2 параметра σ^2 , то есть использовать решающее правило

$$Z_j / s^2 < C^* \quad (27)$$

(здесь C^* – новая пороговая константа, отличная от (21) и (22)).

Оценку s^2 можно получить, использовав выборочные данные шума в M ветвях приема, так как по предложению, ветви статистически однородны. Образовав по повторной выборке из распределения (25) при $\lambda = 0$ функцию правдоподобия $L(z)$ и продифференцировав по параметру σ^2 ее логарифм, получим

$$\partial \ln L(z) / \partial \sigma^2 = (M/2\sigma^4)[(1/M) \sum_{r=1}^M z_r - 2\sigma^2] = A(\sigma^2)[s^2 - B(\sigma^2)], \quad (28)$$

где $A(\sigma^2)$, $B(\sigma^2)$ – некоторые функции параметра σ^2 .

Возможность представления $\partial \ln L(z) / \partial \sigma^2$ в форме правой части (28) доказывает, что оценка $s^2 = \sum_{r=1}^M z_r / M$ параметра σ^2 является оценкой с дисперсией, даваемой нижней границей неравенства Крамера-Ро [13, с.25].

Воспользовавшись воспроизводящим свойством χ^2 распределения, находим, что оценка $s^2 \sim (M\sigma^2)\chi^2_{2M}$, а ее среднее значение равно σ^2 . Следовательно, s^2 – несмещенная оценка с минимальной границей дисперсии.

Таким образом, критерий

$$M(Z_j = \max_{1 \leq r \leq M} Z_r) / \sum_{r=1}^M Z_r > H_j^{H_0} < C^* \quad (29)$$

является несмещенным, инвариантным к дисперсии шума критерием.

Нормируя решающее правило (29) на M (объем выборки) и обозначая максимальное выборочное значение, достигаемое в j -м канале, через z_{\max}^j , а пороговую константу инвариантного критерия – снова через $C (=C^*/M)$ перепишем (29) в другой форме

$$z_{\max}^j / \sum_{r=1}^M z_r > H_j^{H_0} < C, \quad (30.1)$$

или ей эквивалентной (удобной для реализации)

$$z_{\max}^j > H_j^{H_0} < C \sum_{r=1}^M z_r. \quad (30.2)$$

Инвариантный критерий (30) классификации М-позиционных сигналов по своей структуре совпадает с критерием Фишера в гармоническом анализе [14] для проверки гипотезы о равенстве нулю коэффициентов тригонометрического полинома, суммы квадратов которых, как и отсчеты (23), имеют $\sigma^2 \chi^2$ распределение с 2 степенями свободы. Поэтому для определения пороговых констант можно воспользоваться результатами [14], где получено распределение статистики критерия (левой части (30.1)) при нулевой гипотезе и показано, что пороговая константа С является решением уравнения

$$\begin{aligned} \alpha &= M(1-C)^{M-1} - \frac{M(M-1)}{2!} (1-2C)^{M-1} + \dots + (-1)^{k-1} \frac{M!}{k!(M-k)!} (1-kC)^{M-1} \\ &= \sum'_{k=1} (-1)^{k-1} C_M^k (1-kC)^{M-1} \end{aligned} \quad (31)$$

где α – уровень критерия (вероятность ложной тревоги в системе), $t = [1/C]$ ($[x]$ – целая часть x), C_M^k – биномиальные коэффициенты.

Результаты расчета пороговых констант С по формуле (31) для числа ветвей приема $M = 2(x_2)256$, уровней (вероятностей ложной тревоги) $\alpha = 0,05, 0,01, 0,001$ представлены в табл. 2.

Таблица 2. Пороговые константы для инвариантного теста (30)

$$z_{\max}^j / \sum_{r=1}^M z_r > H_j \quad H_0 < C$$

M	Уровень критерия		
	$\alpha = 0,05$	0,01	0,001
2	0,9750	0,995	0,9995
4	0,7679	0,8643	0,9370
8	0,5157	0,6152	0,7230
16	0,3192	0,3885	0,4755
32	0,1880	0,2292	0,2844
64	0,1072	0,1299	0,1611
128	0,0598	0,0717	0,0884
256	0,0329	0,0390	0,0477

В качестве приближенных значений корня при решении уравнения (31) методом деления отрезка пополам использовались величины $C_{\text{нез}}$ и C_1 , которые являются соответственно нижней и верхней гранями для точного значения C , то есть $C_{\text{нез}} < C < C_1$. Значение $C_{\text{нез}}$ находилось как корень уравнения $\alpha = 1 - [1 - (1 - C_{\text{нез}})^{M-1}]^M$, в которое трансформируется (31), если случайные величины $Z_r / \sum_{r=1}^M Z_r, r = 1, \dots, M$ рассматривать как независимые, а C_1 определялось из (31), когда в правой части учитывается только первый член, то есть из уравнения $\alpha = M(1 - C_1)^{M-1}$.

Отдельные значения пороговых констант можно найти также в [14].

Критерий Фишера, как показано в [15] при рассмотрении задачи проверки гипотез о коэффициентах Фурье в разложении функции тренда, – равномерно наиболее мощный в классе симметричных инвариантных решающих процедур.

Примечание. Критерий (30) ((29)) синтезирован для системы классификации с квадратичными детекторами. Аналогичным образом может быть синтезирован и критерий для системы классификации с линейными детекторами. В последнем случае решающее правило (20) с учетом (21) запишется как $Z_j / \sigma > <[-2\ln(\alpha_k)]^{1/2}$.

Отсюда инвариантное решающее правило для системы классификации с линейными детекторами – $z_{\max}^j / (\sum_{r=1}^M z_r^2)^{1/2} > H_j \text{ при } H_0 < C^{1/2}$, или в эквивалентной форме – $(z_{\max}^j)^2 / \sum_{r=1}^M z_r^2 > H_j \text{ при } H_0 < C$.

Выводы

Получены формулы для вычисления основных характеристик систем классификации (обнаружения с различием) последовательных многочастотных сигналов (ПМЧ) при известной интенсивности шума, на фоне которого производится классификация. Указанные формулы позволяют оценить потенциальную помехоустойчивость и скрытность связи с ПМЧ сигналами.

Синтезирована процедура классификации ПМЧ сигналов при неизвестной дисперсии шума. Показано, что решающее правило классификации идентично критерию Фишера в гармоническом анализе для проверки гипотезы о равенстве нулю коэффициентов тригонометрического полинома. Последнее обстоятельство может быть использовано для вычисления пороговых констант критерия классификации ПМЧ сигналов и его рабочих характеристик.

Необходимость в разработке решающих схем, инвариантных (нечувствительных) к интенсивности шума, возникает при передаче (приеме) информации по радиоканалам в автоматическом (автоматизированном) режиме, характерном для глобальных систем связи, в частности, для российской системы предупреждений и действий в чрезвычайных ситуациях.

Литература

1. Вайнштейн Л.А., Зубаков В.Д. Выделение сигналов на фоне случайных помех. М.: Сов. радио, 1960. 448 с.
2. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники: в 3 т. М.: Сов. радио, 1974. Т.1. 552 с.
3. Стейн С., Джонс Дж. Принципы современной теории связи и их применение к передаче дискретных сообщений: пер. с англ. М.: Связь, 1971. 376 с.
4. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. М.: Сов. радио, 1966. 680 с.
5. Мидлтон Д., Ван-Миттер Д. Об оптимальном многоальтернативном обнаружении сигналов в шуме // Прием сигналов при наличии шума / под ред. А.С. Гуткина. М.: ИЛ, 1960. С. 101–122.
6. Гуткин Л.С. Теория оптимальных методов радиоприема при флуктуационных помехах. М.: Сов. радио, 1972. 448 с.
7. Таблицы распределения Релея-Райса / Л.С. Барк, Л.Н. Большев, П.И. Кузнецов, А.П. Черенков. М: ВЦ АН СССР, 1964.
8. Макам (Marcum J.I.). A Statistical Theory of Target Detection by Pulsed Radar // Trans.IEEE. 1960. V.6. № 2. P. 59–267.
9. Ван Трис Г. Теория обнаружения, оценок и модуляции: пер. с англ. М.: Сов. радио, 1972. 744 с.
10. Пусь В.В. Инвариантный некогерентный прием многопозиционных сигналов // Радиоэлектроника (Изв. вузов СССР). 1983. Т. 26. № 12. С. 21–26.
11. Каплан Е.Л. Исследование обнаружения сигналов и некоторые применения// Прием сигналов при наличии шума / под ред. Л.С. Гуткина. М.: ИЛ, 1960. С.191–231.
12. Уилкс С. Математическая статистика: пер. с англ. М.: Наука, 1967. 532 с.
13. Крамер Г. Математические методы статистики: пер. с англ. М.: Мир, 1975. 648 с.
14. Фишер (Fisher R.A.). Tests of Significance in Garmonic Analysis // Proc.Roy.Soc. 1929. Ser. A. V. 125. P. 54–59; Fisher R.A. Contribution to Mathematical Staistics. N.Y., John Wiley & Sons, Chapman & Hall, London, 1950. Tests of Significance.../ Reprinted from Proc. Roy. Soc. Ser. A. V. 125. P. 54–59, 1929 /. P. 16.53a–16.59a.
15. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. М.: Мир, 1976. 760 с.

ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

ЯПОНИЯ: ПЕРЕХОД ОТ СТРАТЕГИИ ДОГОНЯЮЩЕГО РАЗВИТИЯ К ИННОВАЦИОННОМУ ЛИДЕРСТВУ

С.В. Федораев, кандидат экономических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассматриваются основные показатели инновационного развития Японии, раскрывается содержание государственной научно-технической политики, анализируются тенденции в ее изменении, определяются угрозы инновационного развития Японии, оцениваются перспективы превращения ее в мирового инновационного лидера.

Ключевые слова: национальная инновационная система Японии, фундаментальная наука, исследования и разработки, высшее образование, малые и средние инновационные предприятия, налоговые льготы, технополисы

JAPAN: TRANSITION FROM STRATEGY OF CATCHING UP DEVELOPMENT TO INNOVATIVE LEADERSHIP

S.V. Fedoraev. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The basic indicators of innovative development of Japan are considered, the maintenance of the state scientific and technical policy reveals, tendencies in its change are analyzed, threats of innovative development of Japan are defined, prospects of its transformation into the world innovative leader are estimated.

Key words: national innovative system of Japan, fundamental science, researches and workings out, higher education, the small and average innovative enterprises, tax privileges, technopolises

На сегодняшний день Япония – это страна, обладающая одним из самых высоких в мире уровней инновационного развития. Страна практически лишена необходимых для ее экономики природных ресурсов и вынуждена импортировать их в обмен на экспорт промышленных товаров. По этой причине основные усилия по инновационному развитию японской экономики направлены на снижение энергоемкости и материалоемкости производственных процессов. Другой характерной чертой Японии является достаточно низкий уровень развития фундаментальной и прикладной науки и, в противовес этому, высокая инновационная активность на этапах проведения опытно-конструкторских разработок и коммерциализации их результатов. Эти обстоятельства отразились на происходящих в Японии инновационных процессах.

Для обеспечения конкурентоспособности своей продукции на мировом рынке в Японии тратят весьма значительные средства на инновационную деятельность, о чем свидетельствует высокое значение доли наукоемкой и высокотехнологичной продукции в валовом внутреннем продукте страны (ВВП) – 28,2 % (рис. 1). Это немного ниже, чем в среднем в странах ЕС (29,7 %), и существенно ниже, чем в США (38,4 %), но гораздо выше российского уровня (19,6 %). При этом Япония занимает третье место в мире (после Китая и США) по объему экспорта высокотехнологичных товаров. В 2008 г. он составил в абсолютном выражении 185 661 млн дол. (рис. 2) или 8,09 % от мирового экспорта. Для сравнения: доля Китая составила 19,83 %, США – 13,6 % [1].

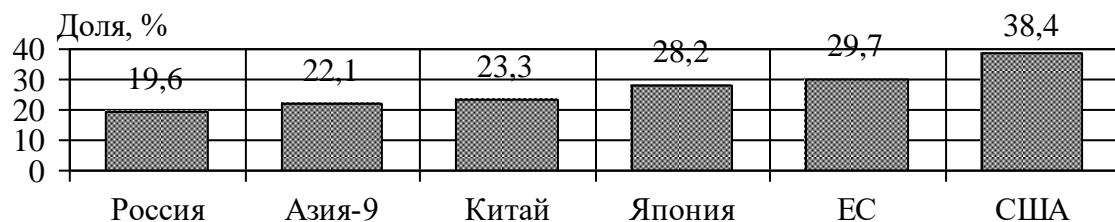


Рис. 1. Доля наукоемких и высокотехнологичных отраслей в ВВП отдельных стран и регионов в 2007 г.

Успехи Японии в инновационном развитии во многом обусловлены значительными финансовыми средствами, направляемыми на эти цели. В стране наблюдается постоянный рост внутренних расходов на проведение исследовательских работ (ИР). По данным Национального научного фонда США, с 2000 по 2007 гг. они выросли в сопоставимых ценах на 26 % и достигли 124,6 млрд дол. (в ценах 2000 г., рис. 3). Это второе место в мире (после США). Для сравнения: примерно столько же (127,8 млрд дол.) тратят на ИР Германия, Франция и Англия вместе взятые. При этом рост внутренних расходов на ИР за указанный период в целом опережал рост ВВП. В результате их доля в последнем выросла с 3,04 % до 3,44 %. По этому показателю Япония многие годы занимала первое место в мире и лишь в 2007 г. уступила лидерство Южной Корее (3,47 %). Для сравнения: в США этот показатель составляет 2,62 %, в странах ЕС – в среднем 1,8 %, в Китае – 1,49 %, в России – 1,12 % [1].



Рис. 2. Экспорт высокотехнологичных товаров отдельных стран и регионов в 2008 г.

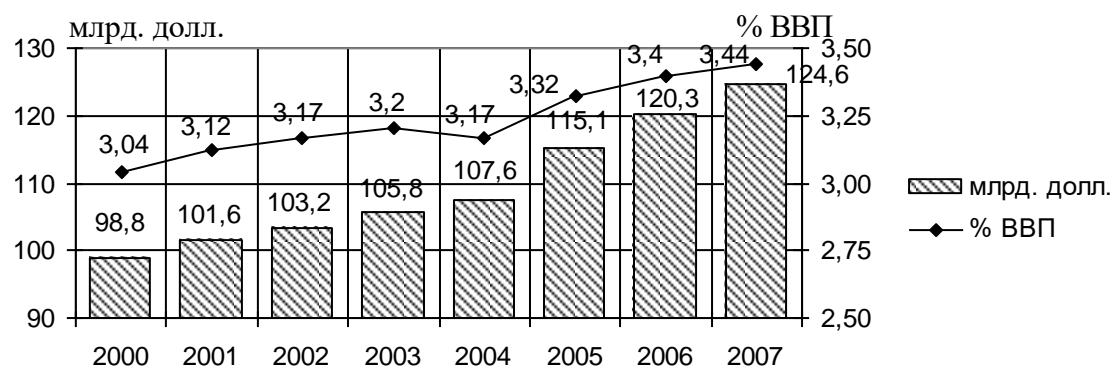


Рис. 3. Внутренние расходы Японии на ИР в 2000–2007 гг. в ценах 2000 г.

Исходя из объемов финансирования ИР в 2007 г., можно выделить следующие приоритетные направления научно-технического развития Японии: информационные технологии – 16,6 %, биотехнологии – 14,2 %, научные разработки и технологии по защите окружающей среды – 5,7 %, нанотехнологии и материалы – 4,9 %) [2].

В структуре внутренних расходов Японии на ИР основным источником их финансирования является предпринимательский сектор, на долю которого приходится примерно 77,1 % (рис. 4), в то время как на долю государства приходится лишь 16,2 %. Для сравнения:

в США на долю бизнеса и государства приходится 66,4 и 27,7 % соответственно, в Германии – 68,1 и 27,8 %; во Франции – 52,4 и 38,4 %; в Великобритании – 45,2 и 31,9 %; в Канаде – 47,8 и 32,8 %; в Италии – 40,4 и 48,3 % [1].

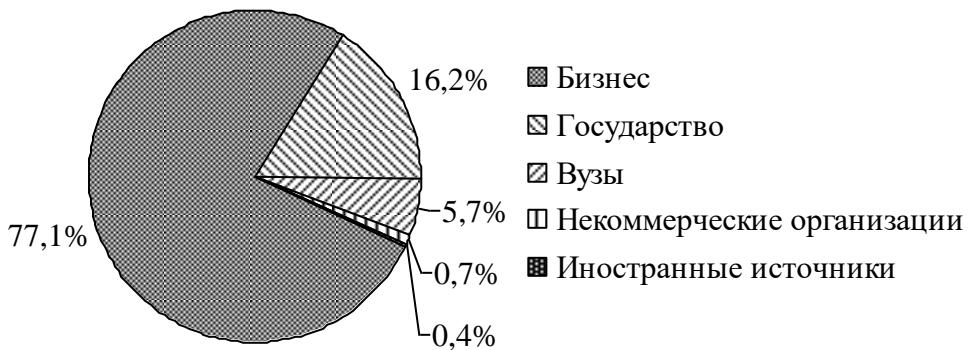


Рис. 4. Структура внутренних расходов Японии на ИР по источникам финансирования в 2006 г.

Таким образом, в Японии имеет место самая значительная среди стран G 7 разница между расходами на ИР со стороны бизнеса и государства. Это объясняется следующими причинами.

Во-первых, японская конституция запрещает иметь стране собственные вооруженные силы. Вместо них имеются лишь ограниченные по численности и направлениям применения войска самообороны. По этой причине расходы государственного бюджета на военные цели составляют всего лишь 0,8 % от объема ВВП (по состоянию на 2006 г.) [3], и у Японского правительства нет необходимости тратить существенные средства на проведение ИР в области обороны. Для сравнения: бюджетные ассигнования США на оборону составляют 4,06 % от объема ВВП (2005 г.), а доля военного сектора в финансировании ИР достигает 59 % (2008 г.) [1].

Во-вторых, в отличие от США и стран ЕС, японская инновационная система строилась не на основе проведения самостоятельных фундаментальных и прикладных исследований, традиционно требующих государственной поддержки, а на использовании готовых результатов, полученных иностранными учеными. Для этого в стране был создан высокоэффективный механизм поиска и анализа информации о фундаментальных открытиях и технических изобретениях во всем мире.

Не уделяя должного внимания развитию национальной фундаментальной науки, японская инновационная система на протяжении последних десятилетий концентрировала свои усилия на последней рыночной стадии инновационной деятельности посредством скопки уже готовых перспективных высокотехнологичных нововведений. Такая стратегия догонающего развития позволяет снизить высокие риски, присущие инновационной деятельности в целом. Когда речь идет об уже разработанном и апробированном нововведении, как правило, уже ясно, на каком рынке сбыта оно будет реализовано и какие для этого понадобятся производственно-технические ресурсы. В этом случае остается только провести окончательную доработку нововведения и запустить его в массовое производство. Очевидно, что вероятность успеха такой инновационной деятельности гораздо выше по сравнению с деятельностью, охватывающей все этапы инновационного процесса, начиная с проведения научных исследований и заканчивая коммерциализацией готовой инновационной продукции. Для сравнения: степень коммерциализации инновационных идей в Японии достигает 95 %, в то время как в США она составляет – 62 %, в России – не более 8 % [4].

В результате, как показывает распределение внутренних расходов Японии на ИР по секторам и видам деятельности (рис. 5), больше всего средств выделяется на проведение

опытно-конструкторских разработок – 63 %, а основным исполнителем ИР является предпринимательский сектор, на долю которого приходится 76 % всех средств. При этом японские предприятия не только активно занимаются опытно-конструкторскими разработками, в которых их доля в стоимостном выражении составляет 90 %, но и проводят значительную часть научных исследований – 32 % фундаментальных и 64 % прикладных [5].



Рис. 5. Внутренние расходы Японии на выполнение ИР по секторам выполнения и видам деятельности в 2005 г.

Сосредоточение усилий на проведении опытно-конструкторских разработок и внедрении их результатов в массовое производство положительным образом оказывается на материальном и информационном обеспечении этих этапов и сокращении сроков их проведения. Это позволяет японским предприятиям быстрее выходить на рынок с новой продукцией. По мнению экспертов, срок, после которого резко снижается рентабельность ее производства и усиливается конкуренция со стороны аналогичной продукции, составляет не более шести лет [6, с. 32], поэтому возможность сократить время разработки и внедрения до нескольких месяцев или хотя бы до одного года является сильным конкурентным преимуществом. Для сравнения: японские предприниматели выходят на рынок с готовой новой продукцией уже через месяц после начала ее производственного освоения, европейские – через 2 месяца, а американские – лишь через 4 месяца [7, с. 30].

Еще одним показателем, подтверждающим высокую инновационную активность в экономике Японии, является масштаб патентной деятельности в стране. Япония занимает второе место (после США) среди стран мира по количеству патентов высокой ценности. В 2006 г. ее доля составила 27,51 % (рис. 6). Это не намного меньше, чем в США, и практически столько же, сколько в странах ЕС вместе взятых. При этом японские изобретатели чаще других иностранцев подают заявки и получают патенты в Офисе торговых марок и патентов Министерства торговли США. В 2008 г. их доля в поданных заявках составила 18 %, а в выданных патентах – 21 % [1].

Как уже отмечалось, относительный уровень государственной поддержки инновационной деятельности в Японии существенно ниже, чем в других экономически развитых странах.

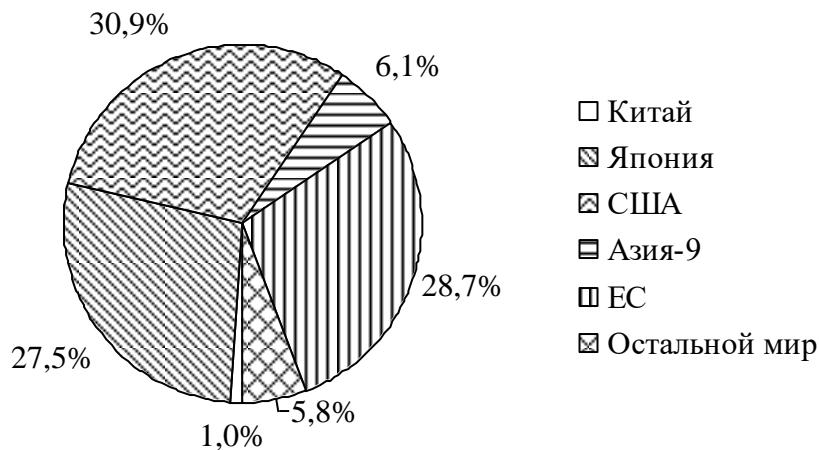


Рис. 6. Структура патентов высокой ценности по странам и регионам в 2006 г.

При этом в структуре бюджетных ассигнований, выделяемых правительством на эти цели, основным направлением являются общенаучные исследования, обеспечивающие общий рост знаний (рис. 7). На их долю приходится более половины всех ассигнований. Кроме того, значительная часть средств выделяется на развитие энергетики, промышленного производства и технологий, исследование и освоение космоса [1].



Рис. 7. Структура бюджетных ассигнований на проведение ИР в Японии по социально-экономическим направлениям в 2008 г.

Первоначально японское правительство делало ставку в инновационном развитии на крупные предприятия. По этой причине Япония известна в мире, прежде всего, своими промышленными корпорациями, такими как Toyota, Nintendo, Canon, Honda, Sony, Mitsubishi и др. Вместе с тем, по данным Национального научного фонда США, малые предприятия затрачивают на разработку инновационных проектов в четыре раза меньше ресурсов, чем средние предприятия, и в 24 раза меньше, чем корпорации [8, с. 80]. Это побудило японское правительство, начиная с 1995 г., распространить государственную поддержку на малые и средние инновационные предприятия, увеличив выделяемые им средства примерно в 1,5 раза [9, с. 90].

Государство поддерживает малые и средние предприятия консалтингом, рекламой, кадрами, оказывает организационную помощь. Малые инновационные предприятия имеют возможность получать государственные кредиты, процентная ставка по которым в два раза меньше средней ставки коммерческого кредитования. Поскольку малые предприятия участвуют в инновационных проектах, как правило, в качестве субподрядных организаций, действующих в интересах крупных корпораций, то в случае финансовых затруднений, испытываемых такими корпорациями, связанные с ними малые предприятия рисуют оказаться банкротами. Чтобы этого не произошло, в Японии существуют специальные страховые фонды, создаваемые для покрытия убытков, обусловленных цепными банкротствами. При этом отчисления, направляемые малыми предприятиями в такие фонды, освобождаются от налогообложения [10, с. 80].

Льготное налогообложение играет весьма существенную роль в стимулировании инновационной деятельности японских предприятий. В конечном счете, если сравнивать общую сумму налоговых скидок, получаемых инновационными предприятиями, и сумму всех государственных расходов на ИР, то они соотносятся примерно как 2 : 3 [11, с. 83]. Это означает, что в Японии льготное налогообложение инновационной деятельности фактически является альтернативой прямой государственной поддержке. В стране практикуется приростная налоговая скидка, обусловленная уменьшением налогооблагаемой базы предприятия на сумму, равную 20 % дополнительных (по сравнению с предыдущим годом) расходов на ИР. Кроме того, из процесса налогообложения выводятся 28 % доходов от экспорта инновационных технологий [12, с. 41]. Правда, существует и практика установления предела для налоговых скидок. Для корпораций, осуществляющих инновации, налоговая скидка не может превышать 10 % изначальной суммы налога, а для малых и средних предприятий – 15 % [11, с. 83].

Важным элементом инновационной системы Японии являются технополисы – города, на территории которых сбалансировано и органично сосредоточены все основные участники инновационной деятельности: научные организации (вузы и исследовательские институты), научноемкие предприятия (крупные, средние и малые), венчурные фонды. Строительство таких городов стало результатом реализации государственной программы «Технополис», которая была разработана Министерством внешней торговли и промышленности Японии и принята к исполнению еще в 1982 г. Эта программа, по сути, является национальной стратегией отраслевого и регионального развития экономики на основе взаимодействия между бизнесом, наукой и государственной (в первую очередь – региональной) властью. При этом помимо перераспределения научно-производственного потенциала из центральных в периферийные регионы страны в программе была поставлена задача переориентации промышленности на развитие научноемких и энергосберегающих технологий, а также задача интенсификации научной деятельности на всей территории страны за счет стимулирования научных исследований в региональных вузах и исследовательских институтах.

На сегодняшний день в рамках программы создано 19 технополисов, каждый из которых – это город с прилегающими к нему территориями, на которых расположены высокотехнологичные промышленные предприятия, исследовательские институты и вузы. При этом, в отличие от американских и европейских технополисов, японские технополисы сформированы как многоцелевые и структурно сложные системы, состоящие не только из научных, образовательных и производственных элементов, но и включающие специально построенные жилые кварталы, транспортную, коммуникационную и информационную инфраструктуры. В результате в структуре каждого японского технополиса присутствуют три территориальных района: научный городок, на территории которого размещены вузы и научные организации; промышленная зона, в которой располагаются промышленные предприятия и обслуживающие их организации; жилая зона, в которой проживают исследователи работники технополиса и их семьи.

Каждый технополис закреплен за регионом, на территории которого он находится, и несет ответственность за выполнение научных исследований и разработок, направленных на

развитие стратегически важных для региона отраслей. При этом финансирование деятельности технополисов осуществляется на смешанной основе с участием крупных промышленных корпораций и государственных (в основном региональных) органов власти. Для этого в каждом регионе созданы специальные фонды, формирующиеся за счет местных налогов и взносов корпораций.

Для стимулирования участия в финансировании технополисов частного капитала вкладывающим в них средства корпорациям предоставляются налоговые льготы, субсидии и льготные кредиты. Так, в отношении основных производственных фондов, создаваемых в рамках деятельности технополисов, применяется ускоренная амортизация – 30 % для оборудования (только в первый год эксплуатации) и 15 % для зданий и сооружений. Правительство Японии субсидирует 1/3 капитальных вложений в оборудование научных лабораторий, расположенных на территории технополисов, и предоставляет участникам технополисов кредиты под более низкий по сравнению со средней банковской ставкой процент и на более длительные сроки [13].

На сегодняшний день спектр научных исследований и разработок, проводимых японскими технополисами, достаточно широк. Основной их продукцией являются электронные устройства, компьютерная и робототехника. Помимо этого, хотя и в меньшем количестве, в технополисах создается продукция, являющаяся результатом разработки новых биологических, медицинских и космических технологий. Кроме того, важным направлением деятельности технополисов является разработка новых энергосберегающих технологий и технологий, направленных на защиту окружающей среды.

Реализация программы «Технополис» позволила Японии в значительной степени преодолеть взаимную автономность научной сферы и промышленности, превратив их в заинтересованных партнеров. Это помогло модернизировать уже имеющиеся крупные предприятия и расширить присутствие в экономике более динамичного и гибкого промышленного сектора, состоящего из малых и средних инновационных предприятий. Однако, по мнению экспертов, программа, обеспечив перераспределение научно-технического потенциала в пользу отстающих регионов, все же не смогла обеспечить существенное перераспределение экономического потенциала в целом. Впрочем, это можно объяснить определенной инерционностью экономических процессов. Тем не менее, несмотря на противоречивость промежуточных результатов программы «Технополис», правительство Японии продолжает ее активное развитие, отводя технополисам главную роль в разработке передовых технологий, которые обеспечат стране долгосрочный экономический рост.

Основным поставщиком специалистов для японских технополисов и инновационной системы в целом являются вузы – университеты и технологические колледжи. В 2008 г. в стране насчитывалось 765 университетов и 64 технологических колледжа, в которых обучалось 2 573 тыс. и 59 тыс. студентов соответственно [2].

Формально японская система высшего образования сделана по образу и подобию западных систем. На ее функционирование тратятся весьма существенные средства – 1,4 % от объема ВВП (по состоянию на 2005 г.). Это больше чем, например, в Германии (1,1 %), Италии (0,9 %), Англии (1,3 %) или России (0,8 %) [1]. В результате в 2009 г. среди двухсот лучших вузов мирового рейтинга по версии британского журнала The Times Higher Education Supplement оказались 11 японских университетов [14].

Многолетнее смещение акцентов в инновационной деятельности с научных исследований на опытно-конструкторские разработки повлияло на приоритеты в японском высшем образовании. Так, в 2008 г. среди обучающихся в японских вузах (исключая гуманитарные направления) совместная доля магистратуры и докторантур составила лишь 8,5 %. Для сравнения: в Великобритании этот показатель равен 23,1 %, в Канаде – 16,4 % [1]. При этом в Японии среди обучающихся в магистратуре и докторантуре больше всего исследователей, работающих в области инжиниринга, которые в большей степени имеют отношение к опытно-конструкторским разработкам, а не к фундаментальным и прикладным научным исследованиям (рис. 8).

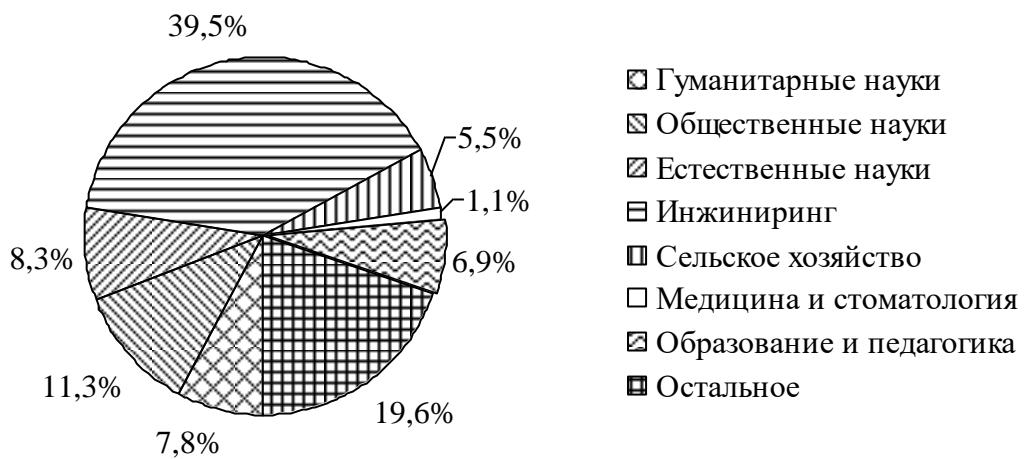


Рис. 8. Структура обучающихся в магистратуре и докторантуре в японских университетах в 2008 г. по научным направлениям

В целом научная деятельность японских университетов и колледжей покрывает проводимые в стране фундаментальные и прикладные исследования менее чем на треть, а вместе с научно-исследовательскими институтами – только наполовину (см. рис. 5). В результате, японские предприятия вынуждены брать на себя значительную часть научных исследований – почти треть фундаментальных и 2/3 прикладных, что не свойственно предпринимательскому сектору. На наш взгляд, это свидетельствует о недостаточном вкладе японских университетов и исследовательских институтов в инновационные процессы.

И все же, несмотря на относительно низкую активность в подготовке научных кадров японскими университетами, страна занимает второе место в мире (после США) по числу исследователей – 710 тыс. чел. (в эквиваленте полной занятости, в 2007 г.) [1] и первое место по их удельному весу в общем числе занятых в экономике – 99 чел. на 10 тыс. занятых (в 2006 г.) [15]. При этом общие расходы на проведение ИР в пересчете на одного японского исследователя пока остаются меньше, чем, например, в США или Германии. Для сравнения: в 2007 г. значение этого показателя составило в США 256 тыс. дол., в Германии – 246 тыс. дол., в Японии – 210 тыс. дол. [1].

Вместе с тем в долгосрочной перспективе численность японских исследователей может существенно снизиться, поскольку в последние годы в Японии наблюдается четкая тенденция старения населения (рис. 9). С 2000 по 2010 гг. численность японцев в возрасте от 20 до 24 лет снизилась на 23 % и, по прогнозам экспертов, до 2050 г. снизится еще более чем в 1,5 раза [1]. В результате, уходящим из профессии в силу возрастных причин японским исследователям может не оказаться адекватной замены.

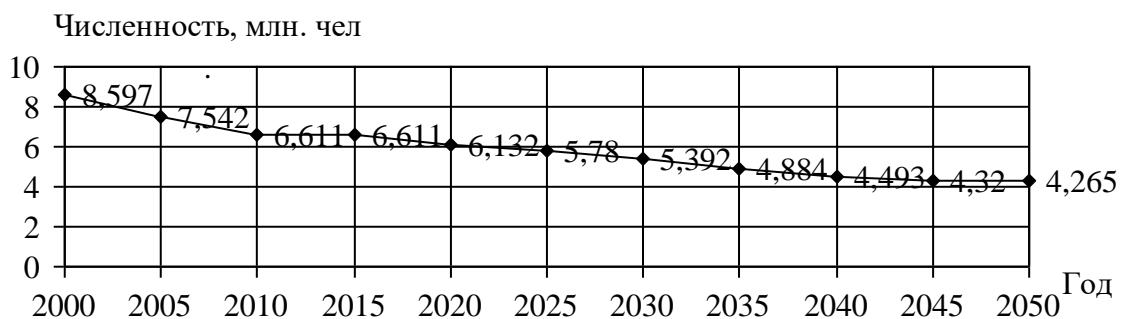


Рис. 9. Численность населения Японии в возрасте от 20 до 24 лет в 2000–2050 гг.

Другой угрозой для инновационного развития Японии является низкий уровень развития фундаментальной науки. Увеличение расходов на ИР и высокая патентная активность

сами по себе не могут заменить успехи в фундаментальных научных исследованиях. С одной стороны, Япония в последние годы тратит на науку достаточно много средств, о чем свидетельствует значительное число научных статей в области естественных, технических и общественных наук. По этому показателю Япония занимает третье место в мире (после США и Китая). Для сравнения: в 2007 г. доля США в общем числе таких публикаций составила 27,7 %, Китая – 7,5 %, Японии – 7,0 %, Англии – 6,22 %, Германии – 5,9 %, Франции – 4,1 %, России – 1,8 % [1]. С другой стороны, если рассмотреть динамику числа публикаций (рис. 10), то результаты будут выглядеть не столь уж успешными, поскольку, начиная с 2003 г., происходит стабильное снижение этого показателя, в результате чего число публикаций уменьшилось до уровня 1998–1999 гг.

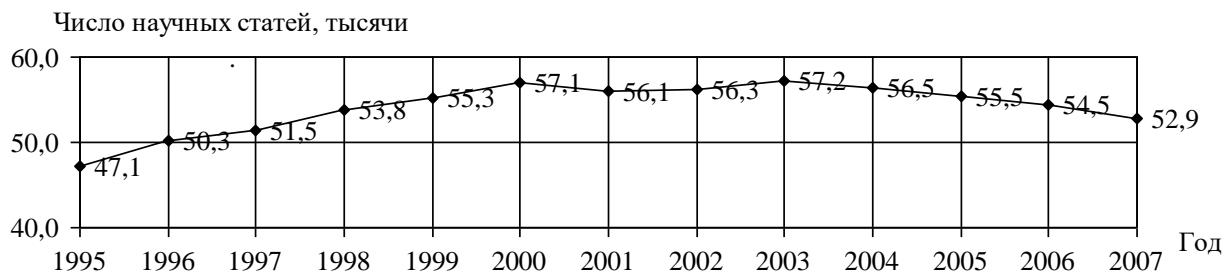


Рис. 10. Число научных статей в области естественных, технических и общественных наук в Японии в 1995–2007 гг.

Понимая всю опасность складывающейся ситуации, в 2006 г. правительство принимает к реализации государственную программу «Инновация 25», которая, по сути, является долгосрочной государственной стратегией, направленной на развитие ключевых технологий и обеспечение инновационного роста японской экономики на период до 2025 г. В частности, реализация этой стратегии предполагает:

- поощрение фундаментальных научных исследований и инвестиций в высоко рискованные, но потенциально выгодные исследовательские проекты;
- создание научно-исследовательской базы, способной привлечь в страну лучших ученых мира;
- усиление научно-исследовательского потенциала страны за счет улучшения управления деятельностью университетов и научно-исследовательских организаций и повышения их конкурентоспособности на мировом рынке образовательных и научно-исследовательских услуг;
- создание широкой сети инновационных кластеров по четырем основным направлениям: биологии и медицине, информатике, промышленному производству и защите окружающей среды, охватывающих все этапы инновационного процесса – от фундаментальных научных исследований до производства готовой продукции [16].

Несмотря на мировой экономический кризис, японское руководство не намерено отступать от намеченной стратегии. Подтверждением этому является тот факт, что на фоне снижения ВВП внутренние расходы Японии на выполнение ИР продолжают расти. В 2008 г. ВВП снизился на 0,7 % [17], а расходы на ИР выросли на 2,6 % [18]. В 2009 г. разрыв в относительной динамике этих показателей еще более усилился: ВВП снизился на 5,7 %, а расходы на ИР выросли на 0,8 %. Одновременно в Японии продолжился рост числа исследователей – на 0,1 % в 2008 г. и на 1,4 % в 2009 г. Причем, рост числа исследователей в 2009 г. стал самым большим за последние восемь лет.

Таким образом, на сегодняшний день в японской государственной инновационной политике происходят серьезные изменения. Правительство твердо намерено усилить роль инновационного фактора в развитии экономики и превратить Японию в мирового инновацион-

ного лидера. В первую очередь, это планируется осуществить за счет ликвидации отставания Японии в развитии фундаментальной науки, и превращения ее из страны, покупающей результаты чужих научных исследований, в страну с высоким научным потенциалом и сильной исследовательской базой, способную конкурировать в области научных исследований с другими странами. Если это произойдет, то Япония на многие годы обеспечит себе лидирующие позиции в инновационном развитии, что, в свою очередь, положительно скажется на ее экономическом росте.

Литература

1. Science and Engineering Indicators 2010 [Electronic resource] // National Science Foundation. URL: <http://www.nsf.gov/statistics/seind10/> (date of access: 01.02.2010).
2. Statistical Handbook of Japan [Electronic resource] // Ministry of Internal Affairs and Communications Japan. Statistics Bureau. URL: <http://www.stat.go.jp/english/data/handbook/index.htm> (date of access: 10.02.2010).
3. Military expenditures - percent of GDP [Electronic resource] // Central Intelligence Service. The World Factbook. URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2034rank.html> (date of access: 08.02.2010).
4. Мартынюк Е.А. Прикладные проблемы формирования инновационной экономики России [Электронный ресурс] // Корпоративный менеджмент. URL: <http://www.cfin.ru/bandurin/article/sbrn08/13.shtml> (дата обращения: 18.02.2010).
5. Historical Statistics of Japan [Electronic resource] // Ministry of Internal Affairs and Communications Japan. Statistics Bureau. URL: <http://www.stat.go.jp/english/data/chouki/index.htm> (date of access: 10.02.2010).
6. Зубарев И., Шевченко В. Особенности государственного регулирования инновационных процессов: Из опыта стран с развитой рыночной экономикой // Info Кодекс. 1998. № 48. С. 31–33.
7. Денисов Ю.Д. Япония фокусирует процесс информатизации // Японский опыт для российских реформ. М., 2000. Вып. 1. С. 28–36.
8. Юзбашьянц Г. Инновационная модель бизнеса // Человек и труд. 2001. № 12. С. 80–85.
9. Тюрина А.В. Инновационное финансирование как фактор социально-экономического развития стран // Финансовый менеджмент. 2004. № 3. С. 88–95.
10. О государственном регулировании инновационной деятельности в России / Г.К. Сафаралиев и др. М.: Интерконтакт Наук, 2002. 312 с.
11. Иванова Н. Финансовые механизмы научно-технической политики (опыт стран Запада) // Проблемы теории и практики управления. 1997. № 5. С. 78–83.
12. Машегов П. Н. Инновации: многоуровневый институциональный подход. М.: Машиностроение – 1, 2004. 330 с.
13. Формирование архитектурных моделей технопарков [Электронный ресурс] // Архитектура. URL: <http://kyrill-r.livejournal.com/1720.html> (дата обращения: 18.02.2010).
14. Top 200 World Universities [Electronic resource] // The Times Higher Education / URL: <http://www.timeshighereducation.co.uk/Rankings2009-Top200.html> (date of access: 01.10.2009).
15. «Группа восьми» в цифрах – 2009 г. [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b09_66/Main.htm (дата обращения: 18.12.2009).
16. Innovation 25. Creating the Future // Cabinet Office. [Electronic resource]. URL: <http://www.cao.go.jp/innovation/en/index.html> (date of access: 10.02.2010).
17. Japan [Electronic resource] // Central Intelligence Service. The World Factbook. URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ja.html> (date of access: 10.02.2010).

18. Survey of Research and Development [Electronic resource] // Ministry of Internal Affairs and Communications Japan. Statistics Bureau. URL:
<http://www.stat.go.jp/english/data/kagaku/index.htm> (date of access: 10.02.2010).

ИННОВАЦИИ КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЕСУРС РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Е.Я. Осип;
С.А. Иванов, доктор экономических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Анализируются следующие научные направления: природа и объективные закономерности формирования инновационной экономики, основанной на знаниях; значимость составляющей человеческого капитала в процессе эволюции хозяйственной системы к экономике инновационного типа; структурный состав национальной инновационной системы; проблемы и перспективы развития подсистемы инфраструктуры содействия разработке и реализации инноваций.

Ключевые слова: инновации, инновационная экономика, человеческий капитал, национальная инновационная система, инновационная инфраструктура

INNOVATION AS A STRATEGIC RESOURCE DEVELOPMENT OF ECONOMIC SYSTEM IN MODERN CONDITIONS

E.Y. Osip; S.A. Ivanov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article discusses the following research areas: the nature and objective laws of formation of an innovative economy based on knowledge, the importance of human capital component in the evolution of the economic system to an innovation-based economy, the structural composition of the national innovation system, problems and prospects of development of infrastructure subsystems facilitate the development and implementation of innovation .

Key words: innovation, innovation economy, human capital, the national innovation system, innovation infrastructure

В условиях глобализации мировой экономики и острой конкурентной борьбы, когда конфликты, отражающие конкуренцию между государствами, должны будут разрешаться экономическими методами, все более повышается значение науки, высоких технологий и информации. Как отмечает один из известных американских экономистов В. Баумоль, конкуренцию в области высоких технологий между олигополистическими фирмами можно сравнивать с гонкой вооружений, когда увеличиваются расходы на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), позволяющие фирме выйти на более высокий уровень и оторваться от конкурентов. При этом крупные наукоемкие фирмы стремятся полностью осуществить у себя инновационный процесс, обеспечивая таким образом его непрерывность в долгосрочной перспективе [1].

В настоящее время рыночная экономика все более напоминает арену борьбы или театр военных действий, а жесткое конкурентное противодействие производителей – войну на исключение противника, отмечается в работе [2].

При этом становится очевидной необходимость сохранения и даже усиления роли государства для обеспечения конкурентоспособности собственной продукции или технологии на мировом рынке за счет новых знаний – путем стимулирования развития сферы

НИОКР, системы образования, научно-технической инфраструктуры, информационных технологий.

По мнению специалистов Всемирного банка, под экономикой знаний (*knowledge economy*)¹ следует понимать «экономику, которая создает, распространяет и использует знания для ускорения собственного роста и повышения конкурентоспособности»; новые знания не обязательно должны относиться к сфере высоких технологий, в том числе информационных (например, возможны использование новых методов в сельском хозяйстве, повышение эффективности традиционных производств с помощью информационных технологий и т.п.).

При этом основой для перехода к инновационной экономике (экономике, основанной на знаниях) являются определенные экономические и институциональные условия, образованный и квалифицированный персонал, динамичная информационная инфраструктура, инновационная система, объединяющая фирмы, научно-исследовательские центры, университеты и другие организации с целью использования накапливающегося объема знаний, его адаптации к местным нуждам и созданию новых технологий.

Сегодня в России ставится глобальная задача перевода хозяйственной системы на инновационный тип развития. Это связано, прежде всего, с повышением роли инноваций как ключевого фактора современного социально-экономического развития и формирования наукоемкого производства.

Проведенный анализ развития научно-технической сферы показывает, что бурное развитие хозяйственных систем ведущих стран определяется инновационными процессами, выполняющими роль локомотива развития. Это явилось определяющим фактором их перехода от индустриальной эпохи к качественно новой, инновационной, основанной на знаниях.

Уже сегодня хозяйственные системы развитых стран мира становятся все более интеллектуальными и все в меньшей мере зависят от сырьевых ресурсов.

Например, семь ведущих стран мира, входящих в элитарный клуб «G-7», к 1993 г. обладали 80,4 % мировой компьютерной техники, обеспечивали 90,5 % объемов высокотехнологичного производства и контролировали 87 % из 3,9 млн патентов, зарегистрированных в мире.

Следует отметить, что на современном этапе развития ведущих стран мира основным фактором экономического роста становится не финансовый капитал и средства производства, а знания и новые идеи, обеспечивающие выпуск интеллектуальной, конкурентоспособной продукции, востребованной на рынке качества, за которую потребитель готов платить высокую цену. Поэтому уже понятно, что именно инновационно-интеллектуальный характер экономики обеспечивает динамичное развитие государства и более высокий уровень жизни населения.

Именно поэтому в ведущих странах доля науки, образования, прогрессивных и наукоемких технологий, то есть составляющих научно-технического прогресса, в валовом внутреннем продукте (ВВП), сегодня достигает 95 %, а в России не превышает 5–10 % [3].

Такое положение обусловлено тем, что в России фактически не созданы условия для полномасштабного развертывания инновационных процессов. Соответственно состояние инновационной системы и обуславливает низкие показатели инновационной деятельности российской экономики и конкурентоспособности ее продукции.

За последнее десятилетие Российской Федерацией снизила свою долю в секторе мировой наукоемкой продукции примерно в восемь раз. Наше отставание в этой области от США увеличилось с четырех раз в 1992 г. до 38 раз в 2000 г. Это опаснейший разрыв, ликвидировать который в нынешних условиях будет крайне сложно, особенно учитывая резкое сокращение у нас расходов на исследования и разработки на фоне высокой и стабильной нормы этих расходов в ВВП ведущих стран Запада. Если в 1985 г. отставание нашей страны от

¹ За рубежом используется целый ряд терминов для определения экономики знаний. Помимо «knowledge economy» используются «knowledge-based economy», «knowledge-intensive industries», «new economy» и т.д.

США по затратам на НИОКР составляло примерно 40 %, то в 2000 г. оно увеличилось до 200 %, то есть Россия катастрофически теряет потенциал выхода на уровень мировых научно-технических достижений [4].

Данные табл. 1. показывают, что Россия занимает первое место в мире по объему природного капитала, приходящегося на душу населения. В России он в 80 раз выше, чем в Китае. Но по эффективности использования природного капитала, оцененной как объем ВВП на душу населения, Россия занимает 57-е место в мире, в то время как США – 2-е, Япония – 11-е, Китай – 94-е. При этом доля научной продукции России на мировом рынке не превышает 0,5 %, что почти в 80 раз меньше доли США и в 60 раз меньше доли Японии.

Таблица 1. Величины природного капитала и ВВП, приходящиеся на душу населения

Страна	Природный капитал на душу населения		ВВП на душу населения в 2000 г.	
	в тыс. USD	в % относительно России (100%)	USD	Рейтинг среди 173 стран мира
Россия	160,0	100	8377	57
США	18,7	11,7	34142	2
Япония	4,2	2,63	26755	11
Китай	2,0	1,25	3976	94

Примечание: по данным Организации Объединенных Наций

По оценкам Всемирного экономического форума и института мировой экономики и международных отношений РАН [5] в мировых рейтингах инновационного развития (индекс конкурентоспособного роста, политика инноваций и технологии) расстановка лидирующих стран и отстающих в основном сохраняется, как и по рассмотренным выше показателям.

Из 125 стран, представленных в рейтинге по индексу конкурентоспособного роста (Growth Competitiveness Index, GCI), Россия занимала 53-е место в 2005 г. и спустилась на 63-е место в 2006 г., находясь между такими странами, как Сальвадор (62-е место) и Египет (64-е место) [6].

Показатель инновационно активных предприятий не превышает 10 % от общего числа предприятий, попадающих в выборку статистических обследований Росстата. Одной из важнейших причин устойчиво низкого показателя инновационной активности предприятий на фоне долговременного экономического роста и повышения инновационной активности в экономике может являться, прежде всего, неразвитость и слабое использование интеллектуального капитала на российских предприятиях и организациях.

В 2006 г. доля промышленных предприятий, осуществлявших технологические инновации, составляла всего лишь 9,4 % (в 2004 и 2005 гг. – 10,5 и 9,3 соответственно) [7].

По данным ОЭСР, доля инновационной активных предприятий – в диапазоне от 25 до 80 %. Следует добавить, что только 4 % отгруженной отечественными предприятиями продукции является инновационной.

Выявленные в ходе анализа тенденции указывают на существенный системный разрыв между результатами интеллектуальной деятельности (результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ – НИОКР) и реально проводимой хозяйствующими субъектами деятельностью.

Этот разрыв длительное время существует в российской экономике. Он был характерен и в период кризисного развития, и общего системного спада в 1990-х гг., и остается непреодоленным в 2000-е гг. Несмотря на абсолютный рост показателей расходов на научно-исследовательскую и инновационную деятельность, относительные уровни этих показателей сейчас снижаются на фоне высоких темпов роста экономики.

Проведенный анализ состояния инновационного развития российской экономики указывает, что наиболее важный вызов, стоящий перед российской инновационной системой,

заключается в необходимости повышения инновационной активности предпринимательского сектора и в создании эффективных механизмов коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности российских ученых и инженерно-технических специалистов.

Низкий уровень инновационной активности в предпринимательском секторе является основной причиной существенного сокращения доли наукоемкой продукции в общем объеме экспорта. Российские промышленные товары стали проигрывать конкурентную борьбу и на внутреннем рынке. По данным Всемирного банка [8], доля российского наукоемкого экспорта в общем объеме экспорта промышленных товаров в 2000–2003 гг. колебалась в пределах 13–19 %, а затем существенно сократилась до 9,1 % в 2004 г. и до 8,1 % в 2005 г.

Относительно низкая доля товаров и услуг наукоемких секторов российской экономики в структуре российского экспорта определяются не только внешнеэкономическими факторами, обусловленными структурными особенностями российской экономики, но и внутренними проблемами и противоречиями развития российской инновационной системы.

Кризисное состояние в инновационной сфере обусловлено существованием совокупности экономических, производственных и других факторов, препятствующих появлению инноваций в организациях.

К *экономическим факторам* следует отнести: недостаток собственных денежных средств; недостаток финансовой поддержки со стороны государства; низкий платежеспособный спрос на новые продукты; высокая стоимость нововведений; высокий экономический риск; длительный срок окупаемости нововведений.

К *производственным факторам* относятся: низкий инновационный потенциал организаций; недостаток квалифицированного персонала; недостаток информации о новых технологиях; невосприимчивость организации к нововведениям; сложность кооперации с другими организациями.

Существуют и другие факторы, в частности: низкий спрос на инновационную продукцию; недостаточность законодательной и нормативно-правовой базы, регулирующей и стимулирующей инновационную деятельность; неразвитость инновационной инфраструктуры и др. [9].

С целью преодоления сложившейся негативной ситуации, требуются изменения привычных стереотипов государственного управления инновационными процессами. Ставка должна быть сделана на создание в России благоприятных условий для активизации инновационных процессов как основы позитивных социально-экономических преобразований. Практика убедительно показала, что у России, равно как и у любого другого государства, не может быть иного развития, кроме пути формирования экономики, основанной на знаниях, то есть экономики инновационного типа, в которой решающую роль играет человеческий капитал.

Недооценка этого обстоятельства уже в ближайшие годы может привести к тому, что Россия будет вытеснена с рынка высокотехнологичной продукции, а это, в конечном итоге, не позволит поднять до современных стандартов уровень жизни населения и обеспечить безопасность государства в целом. Вместе с тем инновационная деятельность России пока еще не является основным фактором экономического роста.

Чтобы наиболее отчетливо понять и сформулировать основные направления развития инновационной экономики России, необходимо рассмотреть *изначально природу и объективные закономерности формирования инновационной экономики, основанной на знаниях*.

Необходимо отметить, что достаточно длительное время уровень развития экономики определялся темпами и пропорциями увеличения материально-вещественных составляющих национального достояния. Во второй половине XX в. человечество вступило в качественно новое состояние. Анализируя происходящие изменения, теория и практика фиксируют, в частности, увеличение расходов на НИОКР, образование, охрану природы и прочее, в которых (расходах) все более значительная доля принадлежит государству.

Происходящие в обществе процессы настолько глубоки по масштабам, что мировая наука всерьез задумалась о необходимости кардинального пересмотра считавшихся до того

незыблемыми представлений о целях и механизмах общественного прогресса, об отказе от классических критериев оценки эффективности развития экономики, равно как и критериев оценки качества экономического роста.

Объективная закономерность происходящих процессов заключается в том, что возникшие в 1950–1960-е гг. научно-технические точечные изменения технологий со временем вылились в трансформации, позволяющие говорить о начале формирования *нового типа воспроизводства*, вызывающего к жизни новый тип экономических отношений – *экономику инноваций*.

Экономика инноваций является также «экономикой, основанной на знаниях». И это уточнение совсем неслучайно. В экономике, основанной на знаниях, повышение качества человеческого капитала постепенно превращается в фактор и цель процесса накопления общественного богатства.

Повышение значимости составляющей человеческого капитала в развитии инновационной экономики происходило в рамках трех взаимосвязанных этапов и имеет следующую логическую последовательность (табл. 2).

Указанные три взаимосвязанные тенденции имеют глубокий экономический смысл, поскольку, во-первых, были обусловлены сменой структуры и форм накопления национального богатства. Во-вторых, произошло переосмысление содержания критериев эффективности развития экономики, а также методов ее оценки. В-третьих, появилась мощная социальная группа – средний класс, являющийся носителем устойчиво воспроизводящегося интереса к новой форме накопления.

Таблица 2. Значимость составляющей человеческого капитала в процессе эволюции хозяйственной системы к экономике инновационного типа

Этапы	Основное содержание	Результат
1	На первом этапе научно-техническая революция сделала доступными для большинства хозяйствующих субъектов технологии, резко снижающие удельные затраты на единицу продукции. Но условием их использования было повышение квалификации основной части занятых до уровня, позволяющего им гибко реагировать на частую смену технологий	Перманентные вложения денежных средств в преподготовку и повышение квалификации рабочей силы
2	На втором этапе снижение удельных затрат на единицу продукции инициировало массовый выброс на рынок относительно дешевых потребительских товаров и услуг, резко изменив структуру потребительских расходов домашних хозяйств. В этой связи наблюдается устойчивый рост затрат домашних хозяйств на получение образования, поскольку в рамках нового типа экономических отношений это гарантирует гражданам доход больший или сравнимый с доходом, получаемым ими от ценных бумаг и банковских депозитов	Формирование новой экономической категории – ренты на человеческий капитал
3	Третий этап характеризуется тем, что интерес предпринимателей и домашних хозяйств к повышению качества человеческого капитала не просто изменил структуру спроса. Рост уровня образования вообще, уровня квалификации занятых, в частности, приводит к трансформации структуры потребления	Работники предъявляют повышенные требования к качеству производственной среды и условиям труда, а население – к качеству жизни

Примечание: составлено по: Движение регионов России к инновационной экономике / под ред. А.Г. Гранберга, С.Д. Валентея / Ин-т экономики РАН. М.: Наука, 2006

Следующим основополагающим элементом данной схемы является государство, а точнее его роль и основные функции в инновационной экономике. Сущность проблемы заключается в том, что новый тип воспроизводства связан с замещением в экономически развитых странах точечных инноваций (по отдельным сегментам экономики) инновационным пространством, именуемым *национальные инновационные системы (НИС)*.

Следует отметить, что формирование и функционирование НИС, которая по существу представляет собой вертикально-горизонтальную пространственную структуру, требует в

известной степени системы государственного регулирования. Это объясняется многочисленными провалами рынка в развитии НИОКР и в рациональном природопользовании и т.п., поскольку развитие НИС предполагает существенные пространственные инвестиции, привлечь к которым частный капитал вызывает серьезные проблемы финансового характера.

Вложения денежных средств в науку и образование относятся к категории общественных благ, поэтому они финансируются, как правило, государством, а частные бизнес-структуры в настоящее время не осуществляют серьезных вливаний по причине высоких финансовых рисков и слабой мотивации хозяйствующих субъектов.

С данных позиций регулирование финансовых рисков должно взять на себя государство, причем учитывая очевидный пространственный характер инфраструктурных инвестиций в производство общественных благ необходимо изменить и содержание государственной инновационной политики.

Можно отметить, что инновационная экономика имеет реальные перспективы развития только в том случае, если будет осуществлен переход от инноваций как точечного явления к формированию *национальной инновационной системы*, базовой основой которой являются: подсистема, производящая «знания»; производственная подсистема, ориентированная на инновации; подсистема инфраструктурного обеспечения и содействия реализации инноваций (рис. 2).



Рис. 2. Структура национальной инновационной системы

Подсистема, производящая «знания»

Данная система, существенно сократившаяся в последнее время, по-прежнему остается на достаточно высоком уровне по численности научно-исследовательского сектора. Например, в 2002 г. на 1000 человек экономически активного населения России приходилось 12,4, а на 1000 работников в экономике – 13,6 человека, занятых исследованиями и разработками. Эти цифры гораздо выше показателей по Евросоюзу (в 2001 г. соответственно 9,9 и 10,5). Численность исследователей – несколько ниже, чем в промышленно развитых странах. Так, в 2002 г. число исследователей в России на 1000 человек экономически активного населения и на 1000 занятых в экономике составляло соответственно 5,9 и 6,5, в то время как по ОЭСР в целом (в 2000 г.) – 6,2 и 6,6 [10].

Необходимо отметить, что в целом структура российской науки продолжает соответствовать мировым стандартам. Так, доля в общей численности исследователей государственного сектора и сектора высшего образования в России в 2002 г. составляла 33,8 %, что приблизительно соответствует доле ОЭСР в 33 % в 2000 г.

Вместе с тем российская хозяйственная система имеет достаточно низкий инновационный потенциал. Следует отметить, что коэффициент изобретательской активности – количество поданных резидентами заявок на изобретения на 1 млн. населения – примерно в 3–4 раза ниже,

чем в Германии и США, и в 18–19 раз ниже в сравнении с Японией. Инновационный потенциал экономики России, характеризуемый количеством действующих охранных документов на изобретения и полезные модели, более чем в пять раз ниже, чем в Германии [10].

Представленные данные в табл. свидетельствуют о сравнительно низком уровне финансирования научных исследований в стране по сравнению с промышленно-развитыми странами.

Таблица 3. Внутренние затраты на НИР в 2002 г.

Страна	Всего, млрд дол.	Доля ВВП, %	В расчете на душу населения, дол.
Россия	10,2	1,01	70,2
Великобритания	25,4	1,87	427,6
Германия	47,6	2,44	580,2
Италия	13,8	1,04	240,6
Канада	13,4	1,66	439,9
США	243,6	2,64	892,1
Франция	28,8	2,17	478,1
Япония	94,7	3,04	747,7

Следует отметить, что низкий уровень спроса со стороны промышленности на результаты научно-технической деятельности, а также недостаточный уровень инновационного потенциала свидетельствуют о существовании серьезных проблем не только в сфере производства, но и в самой науке.

По существу можно отметить, что основная проблема реализации инновационной политики в условиях перехода к инновационной экономике, то есть экономике, построенной на знаниях, состоит в ее бессистемности. Российская хозяйственная система, с одной стороны, обладает достаточно развитым научным сектором, а с другой – по состоянию институциональных инструментов инновационного процесса (по сравнению со странами Запада) находится на уровне ниже 1950-х гг.

Достижение целей в инновационной сфере экономики в развитых странах осуществляется путем взаимодействия государственных органов управления, науки и промышленности, при этом с успехом используются следующие подходы.

Первый подход основывается на системе государственных контрактов. Данный инструмент используется, если приобретение государством научных результатов приносит экономический эффект государству. Следует подчеркнуть, что формирование контракта, кроме специально оговоренных ситуаций, является результатом тендера (открытого конкурса). В процессе работ по контракту государственный представитель имеет право контролировать выполнение работ и в случае необходимости их корректировать. В российской правовой практике пока нет четкого определения контракта по взаимодействию с участием науки.

Второй подход – это система грантов, которая стимулирует научные исследования и разработки на основе государственной ресурсной поддержки.

Необходимо пояснить, что до окончания работ по гранту государство не имеет права контроля и вмешательства в их выполнение, а срок их выполнения оговаривается соответствующим соглашением. Данная система довольно часто используется для поддержки научных разработок государством, если результаты работ неопределены или не могут принести экономический эффект в самой ближайшей перспективе.

В российской правовой практике именно эту систему используют Российский фонд фундаментальных исследований и Российский гуманитарный научный фонд. Практика использования системы грантов выработала достаточно надежные процедуры экспертизы отбора претендентов на государственную поддержку научных исследований и разработок.

Кооперативное соглашение является основой *третьего подхода* и выступает в качестве институционального инструмента – механизма взаимодействия предприятий и государства, определения форм в процессе инновационно-инвестиционной деятельности.

Следует отметить, что кооперативное соглашение в настоящее время не имеет право-

вой, законодательной основы при проведении научных исследований и разработок.

В целях стимулирования проведения научных исследований и разработок существенное влияние оказывают методы косвенного регулирования.

Данные методы, получившие достаточно широкое распространение в мире, включают: льготное налогообложение и кредитование; финансовую поддержку процессов лицензирования государственных научно-исследовательских организаций и высших учебных заведений и др.

В России пока отсутствуют многие налоговые льготы и преференции, которые действуют в странах ОЭСР. По существу российское налоговое законодательство пока явно недостаточно ориентировано на создание материальных стимулов у собственников предприятий к системе стратегического развития, а, следовательно, и к проведению собственных научных исследований и разработок.

Производственная подсистема, ориентированная на инновации

Сегодня становится очевидно, что инновации – главное условие модернизации хозяйственной системы. Необходимо отметить, что традиционные отрасли производства исчерпали свои как экстенсивные, так и интенсивные возможности своего развития.

В современных условиях на первый план выдвигаются уже не те отрасли, которые еще недавно определяли «лицо» экономики всех промышленно развитых государств, а совсем иные, основанные на использовании новейших технологий.

Например, в Германии, почти 100 % прироста ВВП осуществляется за счет использования результатов научных исследований и инноваций. Тайвань, например, на опыт которого в области использования высоких технологий любят ссылаться многие исследователи, за счет инновационного бизнеса обеспечивается 78 % занятости и 45 % ВВП своей страны [11].

Научно-технологический бизнес – один из наиболее прибыльных и почти закрытых областей предпринимательства. Разработка и реализация новых технологий в промышленное производство позволяет осуществить качественный «скачок» на мировом рынке товаров и услуг.

Следует отметить, что конкурентоспособными в инновационной сфере являются лишь фирмы нескольких наиболее развитых стран, а остальные по существу являются потребителями новых технологий. Высокие технологии сегодня являются основным фактором устойчивого развития и играют роль «тяговой силы», которая позволяет адаптировать новейшие технологии в других, отстающих отраслях хозяйственной системы.

Статистика свидетельствует, что в 1980–1990-е гг. в развитых странах, например, темпы наукоемких отраслей были в среднем в 1,5–2 раза выше, чем по промышленности в целом. Весьма важным обстоятельством циклического развития хозяйственной системы является не просто инвестиционные вложения финансовых ресурсов в производство, а введение на рынок новейших технологий, позволяющих осуществлять в реальном секторе экономики выпуск конкурентоспособной продукции.

В сегмент предприятий, основанных на высоких технологиях, как правило, включаются производства, обеспечивающие выпуск наукоемкого продукта, рассчитанного на массового потребителя.

Разработка, внедрение и широкое распространение новых продуктов, услуг, технологических процессов становятся ключевыми факторами экономического роста, занятости, инвестиций, внешнеторгового оборота, улучшения качества продукции, экономии трудовых и материальных затрат, совершенствования организации производства и повышения его эффективности. Поэтому именно инновационная деятельность предопределяет конкурентоспособность предприятий и выпускаемой ими продукции на внутреннем и мировом рынках, содействует политической стабильности и социально-экономической обстановке в стране.

Необходимо подчеркнуть, что типология стран мирового сообщества берет за основу уже не мощь вооруженных сил, экономические показатели (бедные и богатые страны, индустриаль-

ные и сельскохозяйственные и т.п.), а способность производить и реализовывать высокие технологии на мировом рынке. С данной позиции страны подразделяются на сырьевые, товаропроизводящие, производящие технологии и производящие научные знания и высокие технологии.

Страны, принадлежащие к последней группе, одновременно являются мировыми экономическими, технологическими, научными и военными лидерами. Этот комплекс отраслей представляет стратегию передовых рубежей, поскольку развитие и государственная поддержка высоких технологий становится актуальнейшей не только экономической, но и политической задачей [12].

В российской экономике инновационная активность предприятий практически оторвана от активной научно-исследовательской деятельности. В 2003 г. в структуре затрат на технологические инновации доля НИР и НИОКР составляла порядка 15,2 % (по странам ОЭСР эта цифра составляет 30–40 %) при доле затрат на приобретение машин и оборудования – 60,5 %.

Это говорит о том, что промышленные предприятия сегодня не предъявляют спрос на инновационные технологии и не имеют стимулов к осуществлению активной инновационной деятельности.

На наш взгляд, в перспективе промышленная и инновационная политика должна сконцентрироваться не на изолированных промышленных предприятиях, а на содействии в их организации. В этом плане необходимо: усиление стимулов к кооперации и созданию кооперационных сетей, в четкой правовой регламентации движения интеллектуальной собственности; развитие служб, облегчающих доступ к знаниям; снятие административных барьеров и развитие стимулов для сотрудничества государственного сектора исследований и разработок промышленного сектора.

Подсистема инфраструктурного обеспечения и содействия реализации инноваций

Эффективность инновационной деятельности во многом определяется инновационной инфраструктурой, которая является базовой составляющей инновационной экономики, инновационного потенциала общества. В условиях глобальной конкуренции на мировом рынке неизбежно выигрывает тот, кто имеет более развитую инфраструктуру создания и реализации инноваций, кто владеет наиболее эффективным механизмом инновационной деятельности. Инновационную инфраструктуру можно представить в виде совокупности взаимосвязанных, взаимодополняющих функциональных подсистем (элементов), необходимых и достаточных для эффективного осуществления инновационной деятельности и реализации инноваций.

К основным функциональным подсистемам следует отнести: технопарки, наукограды, центры по трансферу технологий при университетах, инновационно-технологические центры, экспертно-консалтинговые центры, специализированные фонды стартового риска финансирования инновационных проектов, бизнес-инкубаторы, венчурные фонды и т.д.

Приведем несколько примеров действующих функциональных подсистем в системе инновационной инфраструктуры России [13].

Зеленоградский инновационно-технологический центр и Центр коммерциализации и трансфера технологий Московского государственного института электронной техники (г. Москва).

Центр коммерциализации и трансфера технологий МИЭТ создан с целью решения оперативных задач по обеспечению ускоренной передачи инноваций и незадействованной интеллектуальной собственности подразделений учебно-научно-инновационного комплекса Московского государственного института электронной техники (технического университета) (УНИК МИЭТ) и субъектов научно-инновационной деятельности г. Зеленограда в промышленность и реальный сектор экономики.

Центр поддержки инноваций (г. Санкт-Петербург)

Технологические направления Центра – специализируется на аутсорсинге научно-

технических разработок и коммерциализации технологий, товаров и услуг в области нанотехнологий, опто- и микроэлектроники, медицинских и биотехнологий, новых материалов и энергетики, разработанных вузами и академическими организациями Санкт-Петербурга и Северо-Западного региона.

Технопарк «Форсайт» (г.Казань)

Технопарк «Форсайт» – динамично развивающийся комплекс, создающий благоприятные условия для развития инновационных фирм на основе формирования коммуникативной площадки для осуществления инновационной деятельности; управления знаниями и инновационной средой; управление рисками и научноемкими проектами. Миссия технопарка «Форсайт» – развивать экономику России и способствовать ее закреплению на современном технологическом уровне путем достижения одного из лидирующих мест среди полноправных участников рынка инновационных технологий в РФ и за рубежом. Технопарк осуществляет комплексную поддержку научных разработок, в том числе и трансфер.

Центр трансфера технологий СО РАН

Центр создан с целью содействия реализации инновационной научно-технической политики Сибирского отделения РАН.

Основными задачами деятельности Центра являются: научно-организационное сопровождение объектно-ориентированных исследований и разработок по созданию научно-технической продукции с высоким инновационным потенциалом; организация инновационной деятельности от поиска разработки до мелкосерийного производства и содействие реализации высокотехнологичного продукта на внешнем и внутреннем рынках; научно-техническое, юридическое, патентное, финансовое и маркетинговое содействие деятельности высокотехнологичных производственных структур.

Остановимся на основных направлениях развития инновационной инфраструктуры, к которым следует отнести: а) формирование и развитие инфраструктуры передачи технологий и системы информационного обмена; б) создание центров по оценке технологий; в) формирование центров регионального развития и распространения новых технологий.

1. Формирование и развитие инфраструктуры передачи технологий и системы информационного обмена.

Инновационная экономика может достаточно эффективно работать только в условиях хорошо налаженной инфраструктуры передачи технологий (то есть взаимодействия между различными секторами науки и производства) и системы коммуникаций.

Например, компьютерные базы данных, содержащие информацию о новшествах, в большинстве библиотек переведены на коммерческие рельсы и доступны практически только ограниченному кругу пользователей. На Западе получение научно-технической информации предоставляется бесплатно. Например, в США имеется «Закон о свободе информации», по которому значительно расширяется доступ граждан и организаций к научно-технической информации.

При утверждении новых подходов государства к проблемам развития инновационной экономики ключевым становится принцип «безопасность за счет достижений», а не «за счет сокрытия». Исходя из этого, сегодня очень важно, во-первых, создание базы данных об имеющихся разработках и спросе на них и, во-вторых, оказание помощи в расширении такой информации в регионах.

2. Создание центров по оценке технологий

На Западе направление науки, получившее название «оценивание технологий», появилось еще в 60-х гг. Центры или агентства по оценке технологий в развитых странах функционируют именно с этого периода. Формирование таких центров в нашей стране сегодня крайне актуально. В этой связи необходимо выделить три возможных направления деятельности таких организаций: а) оценка перспективности технологий, анализ сравнительного экономического эффекта от их внедрения и использования, прогноз конкурентоспособности технологий на мировом рынке; б) оценка вредных экологических эффектов от внедрения и распространения технологий и созданной на их основе техники; в) подготовка инновацион-

ных менеджеров.

3. Формирование центров регионального развития и распространения новых технологий

Развитие инновационной сферы на периферии идет крайне медленно и сложно. Это положение вызвано следующими причинами: во-первых, слаборазвитой системой информационного обеспечения и, во-вторых, довольно низким уровнем прямого финансирования регионов. Для России это довольно характерный признак. Российские НИОКР в большинстве сконцентрированы в центральных городах: примерно 45 % – в Москве и ближнем Подмосковье, 15 % – в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Следующая по силе нагрузка НИОКР падает на бывшие закрытые города.

Мировой опыт создания региональных центров инновационного развития для нашей страны приобретает особую актуальность. В этом плане интересен опыт США, где каждый штат развивает науку, имеет достижения в инновационной сфере.

В инновационной сфере Канады государство играет относительно большую роль по сравнению с другими развитыми странами. Канадские советы регионального развития в качестве основной задачи рассматривают развитие своей провинции за счет оказания помощи промышленности. Их деятельность ориентирована, прежде всего, на малые и средние частные фирмы, не имеющие своих исследовательских структур (помощь в распространении инноваций, передаче эффективных технологий из государственного сектора в частный сектор, оказание консультативной помощи). Исследовательские советы провинций занимаются формированием программы развития последних и оказывают им помощь в разработке политики в области науки и техники.

Конечно, нельзя целиком и полностью спроектировать зарубежный опыт на Россию, но использование тех конструктивных элементов поможет в достижении целей государственной научно-технической политики: сохранения и преобразования региональной науки в интересах конкретных регионов и первоочередного решения прикладных исследований.

В качестве вывода необходимо отметить следующее. Сегодня приходится признать, хочет Россия этого или нет, но она вынуждена принять инновационный вызов. Вопрос стоит так: либо сокращение экономического, промышленно-производственного потенциала страны будет компенсировано на передовом научно-техническом уровне, для чего потребуется увеличение инновационной активности промышленного сектора, либо страна будет отброшена назад и отстанет навсегда во всех видах своего развития от высокоразвитых стран.

Литература

1. Варшавский Л.Е. Исследование инвестиционных стратегий фирм на рынках капитало- и научкоемкой продукции (производственные мощности, цены, технологические изменения). М.: ЦЭМИ РАН, 2003.
2. Портер М. Международная конкуренция. М.: Междунар. отношения, 1993.
3. Тарушкин В.И. Интеллектуальный потенциал России: нужна национальная стратегия создания конкурентоспособной научной продукции // Стандарты и качество. 2005. № 1.
4. Львов Д.С. Какая экономика нужна России // Российский экономический журнал. 2002. № 11–12.
5. Юсупов Р.М. Наука и национальная безопасность. СПб.: Наука, 2006.
6. Global Competitiveness Index Rankings and 2005 Comparisons [Electronic resource]. URL: <http://www.weforum.org/en/index.htm> (date of access: 25.07.2010).
7. Наука, технологии и инновации: 2007. Краткий стат. сб. М.: Центр исследований проблем развития науки РАН, 2007.
8. The World Bank, on-line database: [Electronic resource]. URL: <http://devdata.worldbank.org/data-query> (date of access):20.01.2008).
9. Иванов В.В. Актуальные проблемы формирования Российской инновационной системы. М.: Науч.-организац. управление РАН, 2007.

10. Бойко И. Технологические инновации и инновационная политика // Вопросы экономики. 2003. № 2.
11. Бирюков А. Развитие малого и среднего бизнеса – локомотив экономики // Вопросы экономики. 2004. № 9.
12. Рос. газ. 2004. 20 марта.
13. [Электронный ресурс]: URL: <http://stra.teg.ru/lenta/innovation/515> (дата обращения: 25.07.2010).

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР И НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ ИННОВАЦИОННОГО ТИПА

Н.В. Гуляевская. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

С.Ю. Шумакова. Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов.

А.И. Попов, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проанализированы основные положения Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике», опыт создания спин-офф компаний на базе университетов за рубежом, выявлены проблемы и перспективы развития спин-офф фирм в России, проведен сравнительный анализ спин-офф фирм и внутреннего корпоративного инновационного предпринимательства – инtrapренерства.

Ключевые слова: инновация, инновационное предпринимательство, спин-офф, инtrapренерство

COOPERATION OF BUSINESS AND UNIVERSITIES IN DEVELOPMENT OF INNOVATIVE ECONOMICS

N.V. Ghuljaevskaja. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

S.Y. Shumakova. Saint-Petersburg State university of economics and finance.

A.I. Popov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In this article Federal law №127 «About science and the state scientific and technical policy» and the experience of foundation of spin-off companies on the basis of universities abroad are analyzed, problems and prospects of development of spin-off companies in Russia are revealed, the comparative analysis of spin-offs and internal corporate innovative business – intrapreneurship is carried out.

Key words: innovation, innovative business, spin-off, intrapreneurship innovation, innovative business, spin-off, intrapreneurship

В современных условиях одним из основных факторов экономического роста является инновационное предпринимательство, которое обеспечивает внедрение научно-технического результата и интеллектуального потенциала для получения новой или улучшенной продукции.

Для России актуальность развития инновационного предпринимательства обусловле-

на необходимостью научно-технологического обновления и модернизации приоритетных сфер экономики. В настоящее время отечественная хозяйственная система в основном ориентирована на продажу сырьевых ресурсов, что негативно сказывается на развитии научно-технических технологий и предопределяет отсталость страны по многим производственным направлениям.

Однако прежде чем проанализировать основные проблемы и перспективы развития инновационного предпринимательства рассмотрим понятийный аппарат, связанный с этим сложным социально-экономическим явлением.

Инновационная деятельность – это деятельность, направленная на использование и коммерциализацию результатов научных исследований и разработок для расширения и обновления номенклатуры и улучшение качества выпускаемой продукции (товаров, услуг), совершенствования технологии их изготовления с последующим внедрением и эффективной реализацией на внутреннем и зарубежных рынках, предполагающая целый комплекс научных, технических, технологических, организационных, финансовых и коммерческих мероприятий, которые в своей совокупности приводят к инновациям [1].

Инновация – это результат инвестирования в разработку и получение нового знания, ранее не применявшийся идеи по обновлению сфер жизни людей и последующий процесс внедрения (производства) этого, с получением дополнительной ценности (прибыли, опережения, лидерства, приоритета, коренного улучшения, качественного превосходства, прогресса).

Инновационное предпринимательство – это процесс создания и коммерческого использования технологических нововведений.

Спин-офф (англ. *Spin-off*) – так в англоязычном мире называется малые предприятия, основанные на базе университета или исследовательского института для воплощения в жизнь инновационных разработок.

Инtrapренерство – внутреннее инновационное предпринимательство в рамках крупных корпораций, выражющееся в поощрении нового поколения изобретателей и новаторов – высокоэффективных внутрифирменных предпринимателей, которые изыскивают возможности для развития инициативы, разработки новой продукции, технологии освоения новых сфер деятельности с использованием внутренних ресурсов [1].

В данной статье будут рассмотрены спин-офф фирмы и внутреннее корпоративное инновационное предпринимательство – инtrapренерство (от англ. *Intrapreneurship*). Актуальность анализа деятельности спин-офф фирм в России обусловлена принятием Федерального закона [2], позволяющего институтам и вузам создавать малые инновационные предприятия. Однако для крупных фирм зачастую оказывается выгоднее не вкладывать инвестиции в сторонние спин-офф фирмы, а открыть собственное инновационное подразделение, основной целью которого являются разработка и внедрение новых продуктов.

В развитых странах в последнее время предпринимаются попытки формирования более тесных взаимосвязей между наукой и бизнесом. Это стало возможным в результате совместного действия сил: целенаправленной политики государства, усилий самих предпринимателей, активной конкуренции при создании новых продуктов и генерации новых идей.

Фундаментальные исследования, направленные на рассмотрение сущности инновационного предпринимательства, нашли свое отражение в работах зарубежных ученых: И. Шумпетера, К. Опенлендера, Э. Мэнсфилда, П. Друкера, Б. Санто, А. Клайнкнхекта, П. Пидича, Р. Уотермана, а также отечественных – А.И. Анчишкина, Л.С. Бляхмана, Ю.И. Берлинера, С.Ю. Глазьева, Ю.В. Куренкова, В.П. Логинова, А.С. Кулагина, А.Г. Кругликова, А.А. Дагаева, А.И. Пригожина, А.Б. Ланина, Г.Х. Попова, В.М. Рудзицкого, Р.А. Фатхутдинова, Ю.В. Яковца.

В настоящее время в нашей стране приняты поправки к Федеральному закону от 3 августа 1996 г. № 127 «О науке и государственной научно-технической политике», которые позволили государственным институтам и вузам создавать предприятия для внедрения своих научных разработок без согласия учредителя, то есть государства. Предусматривается воз-

можность привлечения других лиц в качестве учредителей при условии, что доля научного учреждения в уставном капитале АО составит более чем 25 % или в уставном капитале ООО – более чем 33 %. При этом доля других лиц в уставном капитале должна быть оплачена денежными средствами не менее чем наполовину [3].

Данный закон позволяет авторам научной разработки, созданной в стенах государственного института и вуза, заниматься коммерческой деятельностью в сфере высоких технологий.

Зарубежный опыт стран показывает, что как раз малые инновационные предприятия являются тем звеном, которое связывает воедино науку и промышленность. Они готовы взять на себя риск превращения идеи в создание опытных образцов изделий. Без этого невозможно оценить, насколько перспективной окажется на рынке данная научная разработка и стоит ли заниматься её коммерциализацией. Именно из-за инновационного риска на этой стадии многие крупные компании не делают масштабные инвестиционные вложения, ведь им нужны хотя бы какие-то гарантии успеха. То есть на практике внедрение научных исследований стало нишей малых инновационных фирм, что стало возможно с принятием закона.

Отметим, что вокруг ведущих западных институтов и университетов имеются так называемые инновационные пояса, где воплощаются научно-технические разработки. Несколько лет назад об этом заговорили и в России, но не было необходимой правовой базы. В итоге инновационная цепочка в России оказалась разорванной: между наукой и промышленностью отсутствовало важнейшее звено – малые инновационные предприятия, готовые взять на себя рискованную, начальную стадию коммерциализации. Это приводило к оттоку передовых идей и научных кадров за границу.

Основные положительные моменты принятия Федерального закона № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» следующие:

- снижение безработицы;
- возможность вузам разрабатывать собственные инновационные технологии;
- повышение эффективности использования государственных средств, направляемых на развитие инноваций;
- практическая реализация разработок в социально-экономической сфере.

Отрицательные последствия, связанные в основном с несовершенством правовой базы.

Во-первых, аренда помещения и оборудования. Если вуз сдает помещения, то по закону о малом и среднем бизнесе объявляется конкурс, и выигрывает компания, предложившая наибольшую цену. По существующему законодательству получается, что малое предприятие при вузе будет участвовать в конкурсе на равных условиях.

Во-вторых, вероятность нецелевого использования бюджетных средств, которые будут выделены для создания этих инновационных предприятий.

В-третьих, ликвидация таких малых предприятий: как распределять их собственность, что возвращать учредителю, а что инвесторам.

Таким образом, вступление в силу данного указанного закона, важного для науки, предполагает два сценария развития событий — оптимистичный и пессимистичный. По первому, оптимистичному, в России должно появиться большое количество малых предприятий, поставляющих на российский и зарубежные рынки конкурентоспособные инновационные продукты. По второму, пессимистичному, повысится уровень коррупции в сфере науки и образования, в результате чего она потеряет финансы и часть материальной собственности.

На данный момент в России в связи с принятием поправок к закону создалась благоприятная почва для организации спин-офф фирм. Однако для создания таких фирм сейчас нет опыта, а кроме того нет статистики по окупаемости вложений в такие фирмы. За рубежом создание спин-офф компаний на базе университетов практикуется уже около 20 лет, поэтому целесообразно рассмотреть результаты их деятельности [4].

В Австралии учетом новых фирм, основанных на базе университетов, занимается Ор-

ганизация научных и производственных исследований Британского Союза (CSIRO). Количество спин-офф фирм увеличивается с начала 80-х гг., причем пики активности приходились на 80-е, середину 90-х гг. и 2000 г. (рис. 1).

Финансирование спин-офф компаний в Австралии распределяется следующим образом: 33 % обеспечивают исследовательские организации, 23 % частный капитал и 15 % из венчурных фондов. Менее 15 % фирм не получают финансирования, инвестиции в их деятельность ограничиваются получением технологической лицензии.

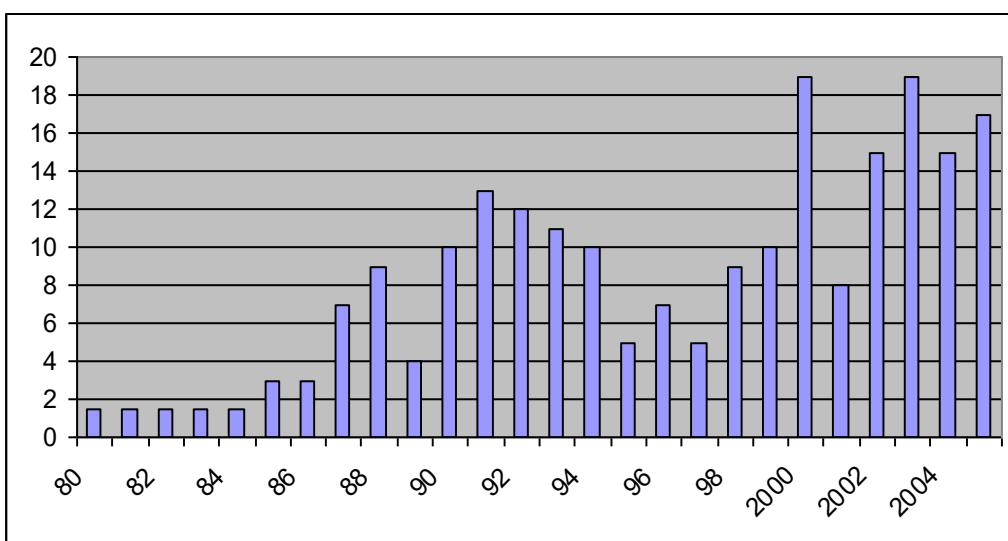


Рис. 1. Количество новых спин-офф в Австралии

Сpin-оff фирмы Австралии небольшие, всего 2–3 сотрудника. По статистике CSIRO 100 % таких фирм существовали не менее двух лет, а 88 % не менее пяти лет. Потом, как правило, такие компании выкупались более крупными и существовали в среднем семь лет.

В Канаде университетские спин-офф компании начали широко распространяться с начала 80-х гг. По данным Национального исследовательского совета в 80-е гг. открылись 205 таких фирм, а 90-е – 444, то есть прирост составлял 20–30 фирм в год в 80-е и примерно 45 фирм в 90-е гг. Эти фирмы создавались на базе 45 ведущих университетов страны.

В Канаде существует программа помощи новым разработкам для промышленности, её финансирование обеспечило открытие 40 % спин-офф фирм на базе университетов. Собственный капитал исследовательских учреждений в спин-офф составил около 50 %. Крупные университеты могут позволить себе иметь собственные фонды для развития таких фирм.

Менее 20 % спин-офф на базе университета имеют более 100 сотрудников (рис. 2). На примере 180 фирм среднее число сотрудников было 48 человек, что намного больше, чем в других странах, в которых проводились исследования.

Во Франции информацию о деятельности спин-офф аккумулирует Министерство исследований и технологий и публикует её каждые четыре года. В 80-х гг. было открыто 387 фирм, эта цифра содержит в том числе фирмы, открытые профессорами, исследователями, студентами. Во Франции фокусируется внимание на переносе технологий и человеческого капитала в такие фирмы. Наибольший расцвет спин-офф фирм приходился на конец 80-х начало 90-х гг. Однако в 2000-е гг. произошло резкое снижение количества спин-офф. Наибольший вклад в создание высокотехнологичных компаний внес Французский национальный институт разработок в области компьютерных исследований – 40 фирм.

Во Франции финансирование спин-офф – это комбинация собственных фондов университетов, частных фондов, банков, венчурного капитала и других фирм. Существует специальная государственная программа по поддержке малого инновационного предпринимательства. Наибольшее количество спин-офф имеют штат от 5 до 10 сотрудников (25 % от

общего количества).

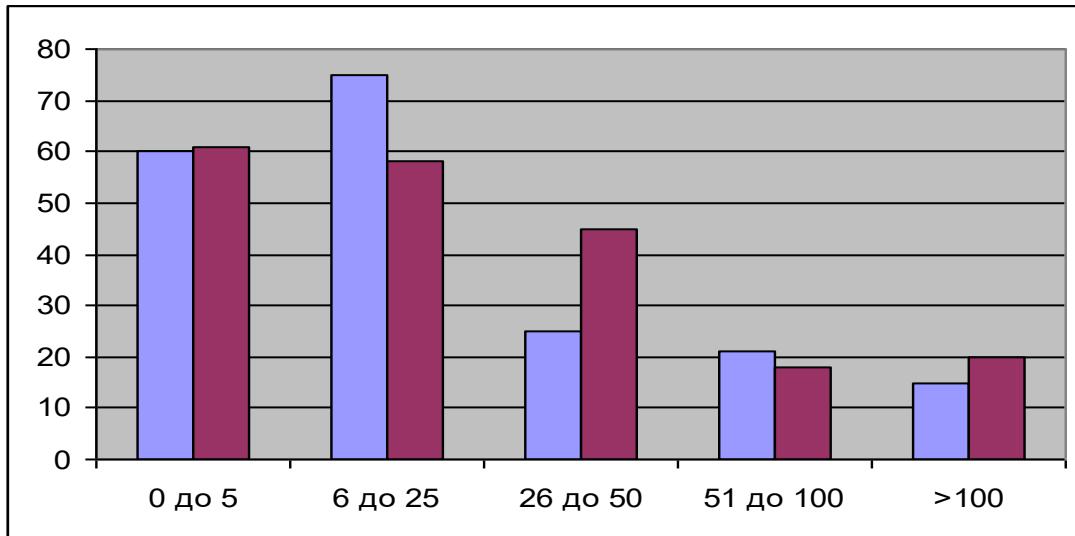


Рис. 2. Количество сотрудников университетских спин-офф в Канаде

Таблица 1. Распределение спин-офф во Франции по видам деятельности

Сектор	%
Информационные технологии	25
Медицина	20
Аппаратура, приборы	8
Новые материалы	7
Электроника	7
Окружающая среда	6
Химия	5
Акустика, оптика	5
Менеджмент	5
Коммуникации	4
Энергия	4
Другие	4
Всего	100

В Великобритании дается очень узкое определение спин-офф, оно включает только те фирмы, в которых вуз имеет или полное, или мажоритарное владение. За все время, начиная с 1984 г., таких компаний было порядка 220, особенный рост пришелся на вторую половину 90-х гг.

В США наиболее развиты спин-офф компании; информацию о них собирает Ассоциация менеджеров университетских технологий. Компании, основателями которых были профессора и исследователи, не имеют статус спин-офф компаний. К середине 90-х гг. было основано 1169 компаний с академическими лицензиями, это составляет примерно 83 новых компаний в год или примерно 0,6 фирмы на институт. В конце 90-х гг. среднее количество новых компаний в год достигло 281 фирма [5].

В индустрии спин-офф фирм США было задействовано 33,5 млрд дол., они давали 280 тыс. рабочих мест и около 3 млрд дол. налогов, что имеет довольно существенное влияние на экономику страны.

Показателен пример компании «Хьюлент–Паккард». Более 90 % научных разработок проводится в лабораториях самой компании, и лишь на оставшиеся 10 % компания размеща-

ет заказы в лабораториях университетов [6]. Важным моментом является то, что хотя такая научная компания, как «Хьюлетт–Паккард», безусловно, сама в состоянии выполнить все необходимые ей научные исследования, взаимодействие с университетами приносит и другие весьма ощутимые выгоды. Это возможность обмениваться мнениями, обсуждать новые научные идеи с преподавателями, отбирать лучших студентов к себе на работу и, главное, это позиционирование фирмы как компании, поддерживающей высшее образование.

Прорывом в коммерциализации университетских исследований в США является закон Бэя-Доула (Bayh-Dole Act) 1980 г. Согласно этому закону теперь университет становился владельцем интеллектуальной собственности на изобретение, которое появилось при исследованиях, финансируемых из государственных фондов. Если до принятия закона Бэя-Доула американские университеты регистрировали менее 250 патентов в год, то в конце 90-х гг. эта цифра увеличилась до 2000 в год. Лидерами в национальном масштабе являются Калифорния, Массачусетс и Нью-Йорк.

На рис. 3 приведена «Пирамида разочарований» Уильяма Такера из Калифорнийского университета. Усредненные данные по такому передовому университету, как Калифорнийский (10 кампусов, 16000 сотрудников, 50 нобелевских лауреатов, 220 000 студентов), говорят о том, что из 400 открытых только 100 доходят до стадии лицензирования, из них лицензируется лишь 50, 34 приносят убыток в виде пошлин на лицензии, а оставшиеся 16 приносят доход. При этом доход, превышающий 1 млн дол., приносит лишь одна лицензия, доход же от остальных 15 лицензий существенно меньше. Во главу угла ставится не доход, а социальный эффект, сущность которого состоит в продвижении новых знаний и технологий с целью получения общественной пользы. В США, по оценкам Ассоциации менеджеров университетских технологий, затраты на одно запатентованное изобретение составляют в среднем около 2,4 млн дол., что многократно превышает средний доход от продаж лицензий на эти патенты [5].

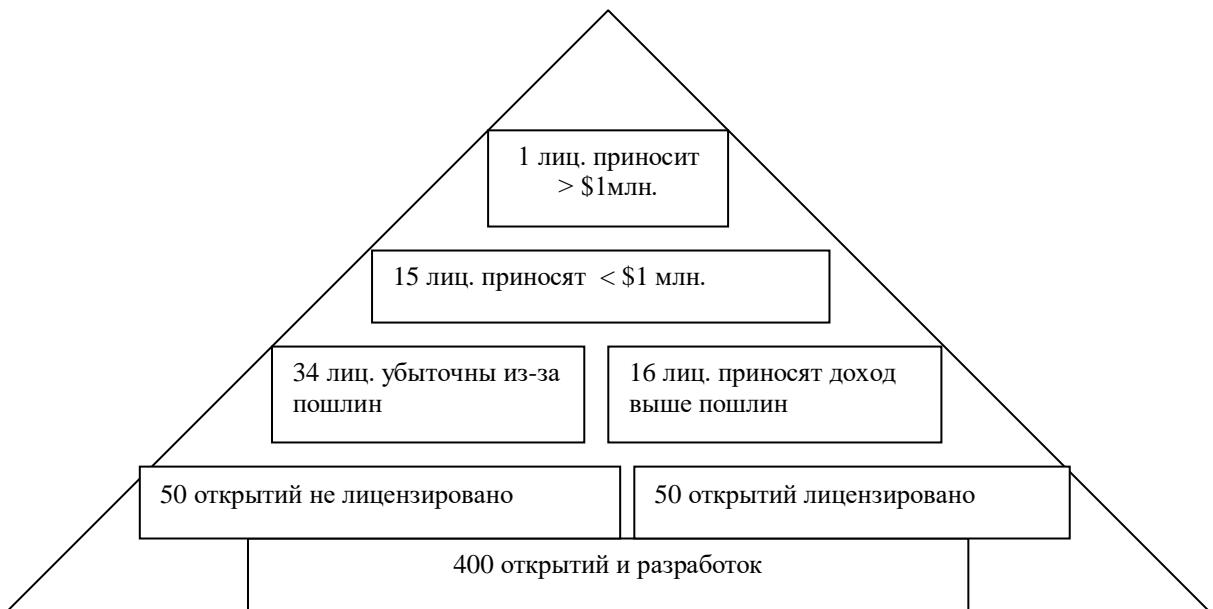


Рис. 3. «Пирамида разочарований»

Анализ деятельности спин-офф в зарубежных странах позволяет сделать следующие выводы:

во-первых, в каждой стране свои особенности в развитии спин-офф фирм: среднее количество сотрудников, источники финансирования, система учета спин-офф компаний;

во-вторых, наибольшее развитие получили спин-офф в США, где результаты их деятельности глубоко интегрированы в экономическую систему страны.

В табл. 2 представлены основные характерные черты спин-офф за период с 1980 по

2009 г.

Таблица 2. Характерные особенности развития спин-офф фирм в зарубежной практике

Наименование	1980–1989 гг.	1990–1999 гг.	2002–2009 гг.
Финансовое обеспечение	Недостаточное	Возможность роста финансирования, но ограничено нехваткой венчурного капитала	Открытие большого кол-ва фондов поддержки
Поддержка и регулирование исследовательских институтов	Малый интерес к коммерциализации исследований	Возрастающий интерес, но нет необходимой технической базы	Появление общих интересов с бизнесом
Основные события	Создание венчурных фондов	Выход на IPO первых успешных спин-офф компаний, основанных в начале 80-х гг.	Повышение стоимости акций фирм, вышедших на IPO
Характеристика спин-офф фирм	1. Наличие 2-4 бизнес-стратегии 2. Постоянный поиск источников финансирования 3. Часто финансируется предпринимателями с опытом международной деятельности	1. Проблемы в правильном освоении венчурных капиталов 2. Деятельность только в пределах страны 3. Дальнейшее развитие связано с деятельностью института-основателя 4. Немногие компании имеют перспективы экспоненциального роста	1. Значительно увеличился необходимый стартовый капитал(более 250 тыс. евро) 2. Ориентированы на стремительный рост

Говоря об инновационном предпринимательстве, стоит выделить реальную альтернативу создания спин-офф компаний – внутреннее корпоративное предпринимательство (интрапренерство).

История интрапренерства, так же как и зарождение спин-офф компаний, уходит в 80-е гг., когда появился ряд работ по теории и практике предпринимательства. Интрапренерство стало одной из движущих сил изменений в американской системе менеджмента и экономического мышления в 80–90-х гг. [7].

Интрапренерство заключается в том, что на действующем предприятии, выпускающем определенную продукцию (услуги), создаются условия для выдвижения новаторских идей, выделяются ресурсы и оказывается всесторонняя поддержка для ее реализации и практического использования. По сути дела, формируется группа подразделений, занимающихся инновационной деятельностью, которая тесно взаимодействует как с другими структурными подразделениями организации, так и с внешней средой предприятия.

Целью интрапренерства является повышение эффективности предприятия за счет:

- активизации и использования творческого потенциала сотрудников;
- повышения эффективности использования ресурсов предприятия;
- быстрой реакции на изменения потребностей рынка;
- быстрой реализации всевозможных нововведений (технических, организационных и т.п.);
- создания основы для дальнейшего развития производства.

Внутреннее предпринимательство позволяет достичь эффективного сочетания преимуществ крупной организации (стабильности, устойчивости к негативным внешним воздействиям за счет масштабов деятельности, больших ресурсных и финансово-экономических возможностей) и малого бизнеса (мобильности, управляемости, эффективности перераспределения внутренних ресурсов).

Если традиционно внутреннее предпринимательство формировалось исходя из потребностей руководителей функциональных подразделений, то в настоящее время оно ори-

ентировано на потребности участников бизнес-процессов.

Возникает вопрос, что же лучше – вкладывать корпоративные ресурсы на проведение НИОКР в рамках созданного инновационного отдела или инвестировать в создание спин-офф компаний совместно с университетом? С одной стороны, создание собственного подразделения позволяет контролировать расходование средств и результаты работы. Кроме того, его деятельность в любом случае направлена на достижение общих целей компании. Однако вложение финансовых средств в спин-офф хотя и более рискованно, но должно привнести действительно новые идеи и соответственно значительную прибыль от их внедрения. Таким образом, можно предположить, что участие частного капитала в спин-офф компаниях в России будет выгодным как для них самих, так и для возможности развития инновационной деятельности университетов (табл. 3).

Таблица. 3. Сравнительная характеристика моделей внутреннего корпоративного предпринимательства и спин-офф компаний

Внутреннее корпоративное предпринимательство (интрапренерство)		Спин-офф компаний	
плюсы	минусы	плюсы	минусы
Возможность получения достаточного количества финансовых ресурсов предприятия	Контроль со стороны предприятия, что негативно оказывается на воплощении предпринимательских идей	Свобода действий спин-офф компаний	Недостаточные финансовые и ресурсы для реализации предпринимательских идей, инновационного характера
Технологическая, организационная поддержка при реализации инновационных идей	Вследствие наложенных ограничений организацией-учредителем на предпринимательскую деятельность интрапренера, уровень мотивации не высок	Высокий уровень мотивации	Технологические и организационные сложности на стадии организации
В случае наступления форс-мажорных обстоятельствах есть возможность получения помощи от предприятия	Необходимо в первую очередь учитывать интересы предприятия партнера	Максимально мобилизуют силы и средства для решения поставленных задач	Отсутствие поддержки в форс-мажорных условиях
Возможность использования предпринимательской структуры системы продвижения и сбыта предприятия-учредителя; опыта, деловой хватки, маркетинга и т.д.	Нацеленность предприятия-учредителя на краткосрочную перспективу		Может повыситься уровень коррупции в сфере науки и образования

Парадокс развития отечественной научно-технической сферы заключается в том, что огромное количество проведенных исследований заканчивалось практически ничем, так как многие научно-технические разработки никогда не использовались в хозяйственной практике. В результате в стране, обладавшей мощным научно-техническим потенциалом, выпускалась в гражданском секторе производства неконкурентоспособная на мировом рынке продукция. Сложившаяся в то время система не имела экономических стимулов для того, чтобы результаты научных исследований превращались в конкурентоспособный, рыночно востребованный товар.

В качестве позитивных предпосылок, способствующих развитию инновационного предпринимательства и идеологии в вузах, следует выделить:

- повышенный интерес к инновационным исследованиям и внедрению их результатов на рынке научноемкой продукции;
- достаточно высокий инновационный потенциал вузов;
- в вузах (особенно в технических) есть определенный опыт внедрения разработок в промышленность, созданы ряд подразделений, ориентированных на поддержку этого процесса;

Отметим ряд проблем, препятствующих становлению инновационной деятельности в вузах:

- отсутствие необходимой практической подготовки администрации вуза, преподавателей и инженерно-технического персонала для работы на рынке научноемкой продукции;
- недостаточное финансирование, которое не позволяет организовать эффективную работу большинства вузовских подразделений, обслуживающих научные исследования;
- в сфере инновационной деятельности не проработаны вопросы сертификации продукции, защиты прав интеллектуальной собственности, экологической безопасности и т.п.;
- во многих вузах среди профессорско-преподавательского состава не сформировалась атмосфера, доброжелательная к рыночной инновационной деятельности;
- низкий уровень научно-технических связей между вузами, предприятиями, регионами и т.п., затруднен обмен информацией между разработчиками не только с коллегами из СНГ и дальнего зарубежья, но и на территории РФ;

Таким образом, одним из основных факторов, сдерживающих развитие инновационного процесса в вузах России, является отсутствие современной, ориентированной на рынок комплексной системы управления и обеспечения инновационного цикла.

Среди приоритетных задач в области взаимодействия между университетами и бизнес-компаниями в России стоит не просто увеличение роста числа партнерств и выполнение совместных или университетских исследований по актуальным направлениям науки и технологии, а создание альянсов между университетами и корпорациями. Таким образом, возникает объективная необходимость стратегической концепции, направленной на укрепление инновационного потенциала высшей школы в области техники, технологий и обеспечении подготовки профессиональных кадров к дальнейшей работе в предпринимательских структурах.

Литература

1. Словарь инновационных терминов (от А до М) [Электронный ресурс]. URL: <http://iii04.pfo-perm.ru/Data2003/GOLOS/Golos1.htm#i80> (дата обращения: 14.05.2010).
2. О науке и государственной научно-технической политике: Федер. закон от 23 авг. 1996 г. № 127-ФЗ // Рос. газ. 1996. 3 дек.
3. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности: Федер. закон от 27 июля 2009 г.
4. Malinowski B. Special Issue: Spin-offs // Science Technology Industry. 2007. № 26.
5. Марков К.А. Коммерциализация научных исследований в университетах США // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2009. № 5. С. 22–30.
6. Casson M.C. An Entrepreneurial Theory of the Firm // Competence, Governance and Entrepreneurship: Advances in Economic Strategy Research / Eds.: N. Foss, V. Mahnke. Oxford: Oxford University Press, 2000. P. 116–145.
7. Baumol J. Entrepreneurship in Economic Theory // The American Economic Review. 1968. Vol. 58. № 2. P. 64–71.

ОХРАНА ТРУДА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ СКОРОСТЕЙ СМЕЩЕНИЯ ГРУНТА ДЛЯ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

С.Л. Маташ. Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет).

Г.В. Бушнев, кандидат технических наук, доцент. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

С.В. Густов, кандидат технических наук. ОАО «Газпромрегионгаз», Санкт-Петербург

Проведена оценка критических скоростей смещения грунта при ведении взрывных работ вблизи населённых пунктов на примере высотного сооружения трубы ТЭЦ. Предлагается расчёт на сейсмобезопасность, который не может быть ограничен определением сейсмических сил, отвечающих лишь одной низшей форме свободных колебаний, а с учётом двух-трёх колебаний гармоник.

Ключевые слова: скорость смещения грунта, сейсмические силы, период колебаний, массовый взрыв, предельная масса заряда, предельная нагрузка

DEFINITION OF MAXIMUM PERMISSIBLE SPEEDS OF DISPLACEMENT OF A GROUND FOR HIGH-ALTITUDE CONSTRUCTIONS AT CONDUCTING EXPLOSIVE WORKS

S.L. Matash. Saint-Petersburg state institute of technology (technical university)

G.V. Bushnev. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

S.V. Gustov. Company «Gazpromregiongas», Saint-Petersburg

The estimation of critical speeds of displacement of a ground is lead at conducting explosive works near to settlements on an example of a high-altitude construction of a pipe of thermal power station. Calculation is offered on seismic safety which cannot be limited by definition of the seismic forces adequating only to one lowest form of free fluctuations, and in view of two-three fluctuations of harmonics is offered.

Key words: speed of displacement of a ground, seismic forces, the period of fluctuations, mass explosion, limiting weight of a charge, a maximum load

Актуальность настоящей работы определяется необходимостью оценки критических скоростей смещения грунта при ведении взрывных работ вблизи населенных пунктов, в которых, как правило, имеются относительно высокие трубы ТЭЦ либо вблизи поверхностных трубопроводов, представляющих наибольшую опасность в рассматриваемом случае.

Для зданий и сооружений третьего и четвертого классов допустимая скорость колебаний грунта при взрыве [1] должна быть, в зависимости от технического состояния строения, в пределах 5–7 см/с, но не более 7 см/с. Кирпичная труба ТЭЦ относится ко второму классу сооружений и согласно [2] критическая скорость колебаний для нее должна быть в пределах 2–5 см/с, также в зависимости от технического состояния строения, не более 5 см/с. В отличие от зданий трубы ТЭЦ относятся к разряду гибких сооружений, расчет которых на сейсмобезопасность не может быть ограничен определением сейсмических сил, отвечающих лишь одной низшей форме свободных колебаний. Поэтому необходим учет не одной, а двух-трех колебаний гармоник, оценку которых следует произвести с использованием методики, разработанной в [2].

Конструктивная и расчетная схемы трубы изображены на рисунке.

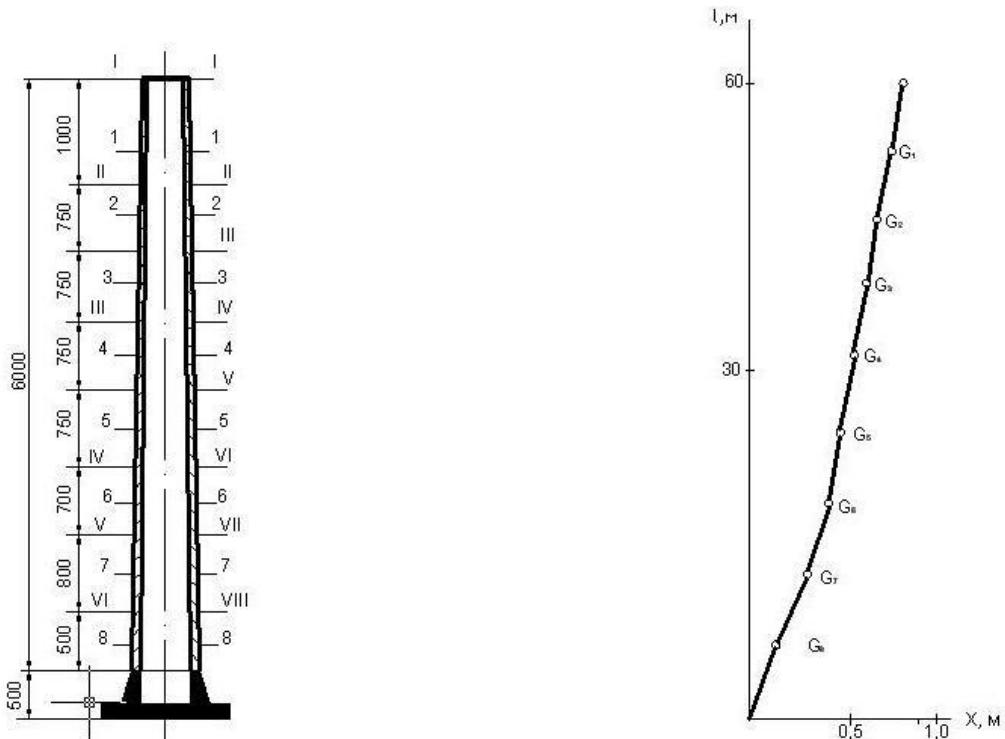


Рис. Конструктивная и расчетная схема трубы

Согласно расчетной схеме труба разделена на восемь участков. Длина участка, диаметр и площадь сечения, расстояние от основания трубы до центра тяжести сечения X_i , вес участка и другие данные приведены в табл.1.

Таблица 1. Параметры участков трубы

Номер сечения	Диаметр трубы, м		Площадь сечения, м^2	Расстояние от осн-я до центра тяж. уч-ка x , м	$\frac{x}{l}$	Длина участка, м	Масса участка, т
	наруж.	внутр.					
1	3,4	2,32	4,85	55	0,92	10	95,8
2	3,96	2,7	6,59	46,25	0,77	7,5	97,6
3	4,42	3,0	8,27	38,75	0,65	7,5	122,5
4	4,88	3,37	9,80	31,25	0,52	7,5	145,2
5	5,34	3,7	11,60	23,75	0,4	7,5	171,8
6	5,79	4,02	13,60	16,5	0,27	7,0	188
7	6,25	4,36	15,70	9	0,15	8,0	213,6
8	6,65	4,65	17,79	2,5	0,04	5,0	175,2

Предварительно определим периоды свободных колебаний для рассматриваемой конструкции.

Расчет произведем по следующим формулам [2].

Период собственных колебаний n -й формы:

$$T_n = \frac{2 \cdot \pi}{\sqrt{\lambda_n}} \cdot \frac{l^2}{r_0} \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{\text{кл}}}{E \cdot g}}, \quad n = 1, 2, 3,$$

где l – высота ствола трубы ($l = 60$ м); $\gamma_{\text{кл}}$ – плотность материала трубы ($\gamma_{\text{кл}} = 1700 \text{ кг/м}^3$); E – модуль упругости материала трубы ($E = 3 \cdot 10^3 \text{ МПа}$); g – ускорение силы тяжести;

r_0 – радиус инерции в основании, $r_0 = \sqrt{\frac{\tau_0}{F_0}}$; $\sqrt{\lambda_n}$ – параметр, зависящий от отношения $\frac{\tau_1}{\tau_0}$ и

α , где $\alpha = \frac{2 \cdot E \cdot \tau_0}{G_z \cdot F_\phi \cdot l^3}$; $\tau_0 = \frac{\pi}{64} \cdot (D_0^4 - d_0^4)$ – момент инерции ствола трубы у основания;

$F_0 = \frac{\pi}{4} \cdot (D_0^2 - d_0^2)$ – площадь сечения основания ствола трубы;

При определении $\sqrt{\lambda_n}$ предварительно вычисляются: τ_1 – момент инерции поперечного сечения верха трубы; F_ϕ – площадь основания фундамента трубы.

Значения исходных данных для расчета периодов и форм собственных колебаний трубы:

$$F_0 = 18,51 \text{ м}^2; \quad \tau = 79,72 \text{ м}^4; \quad r_0 = 2,08 \text{ м}; \quad \tau = 2,765 \text{ м}^4;$$

$$F_\phi = \frac{\pi \cdot D_\phi^2}{4} = \frac{\pi \cdot 14^2}{4} = 153,86 \text{ м}^2; \quad \frac{\tau_1}{\tau_0} = 0,03324; \quad \alpha_0 = 0,000133.$$

Расчетные значения периодов и коэффициентов форм собственных колебаний трубы ТЭЦ приведены в табл. 2.

Таблица 2. Периоды и отношения коэффициентов форм колебаний трубы

Форма колебаний	Значения параметра $\sqrt{\lambda_n}$	Периоды собств. колебаний, T_n , с	Отношения коэффициентов форм колебаний	
			$(C_2/C_1)_n$	$(C_3/C_1)_n$
Первая, $n = 1$	4,65	1,78	- 0,21	0,014
Вторая, $n = 2$	18,9	0,47	5,5	- 1,5
Третья, $n = 3$	38,0	0,22	9,8	24

Величина сейсмических сил, действующих на каждый участок трубы, определяется по формуле:

$$S_R = K_C \cdot \zeta_K \cdot \beta \cdot G_K,$$

где K_C – коэффициент сейсмичности; ζ_K – коэффициент формы колебаний; β – коэффициент динаминости; G_K – масса участка трубы.

Коэффициент сейсмичности определяется при двух значениях $v = 0,88$ и $1,3 \text{ см/с}$, замеренных при массовых взрывах и периодах колебаний соответственно равным $T_R = 0,125$ и $0,118 \text{ с}$.

$$(K_C)_1 = \frac{2 \cdot \Pi \cdot v_1}{T_1 \cdot g} = \frac{2 \cdot \Pi \cdot 0,88}{g \cdot 0,125} = 0,045 ; \quad (K_C)_2 = \frac{2 \cdot \Pi \cdot 1,3}{g \cdot 0,118} = 0,0705 .$$

Коэффициент динамичности соответственно для трех гармоник собственных колебаний будет равен:

$$\beta_1 = \frac{1,9}{\lambda_0^{0,4} \cdot T} = 0,172 ; \quad \beta_2 = \frac{1,16}{\lambda_0^{0,4} \cdot T_2} = 0,423 ; \quad \beta_3 = \frac{1,16}{\lambda_0^{0,4} \cdot T_3} = 0,85$$

$$\lambda_0 = 0,3 ; \quad \lambda_0^{0,4} = 0,619 ; \quad T_1 = 1,78 \text{ с} ; \quad T_2 = 0,44 \text{ с} ; \quad T_3 = 0,22 \text{ с.}$$

Значения коэффициентов формы и расчетные сейсмические силы, действующие на каждое сечение трубы, приведены в табл. 3.

Из сопоставления сейсмических сил при $v = 0,88 \text{ см/с}$ и $v = 1,3 \text{ см/с}$ (см. табл. 3) можно сделать вывод, что они с ростом v увеличиваются, примерно пропорционально скорости смещения, то есть согласно отношению:

$$\frac{S'_K}{S_K} = \frac{v_{KP}}{v} \quad \text{откуда} \quad v_{KP} = v \cdot \frac{S'_K}{S_K} . \quad (1)$$

Сопоставление сейсмических сил по сечениям трубы в зависимости от форм и периодов собственных колебаний приводит к выводу, что с переходом к более высоким частотам усложняется характер собственных колебаний трубы и, как следствие, возрастают максимальные значения сейсмических сил, действующих на отдельные участки.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наиболее тяжелые условия материал трубы испытывает при третьей форме колебаний, когда сейсмические силы на отдельных участках трубы достигают величины $8,55 \cdot 10^4 H$ (при $v = 0,88 \text{ см/с}$) и $23,28 \cdot 10^4 H$ (при $v = 1,3 \text{ см/с}$).

Произведем оценку предельного веса заряда массового взрыва, предварительно определив значение критической скорости смещения по формуле (1). Сначала определим предельно допустимую величину S'_K – предельное сейсмическое условие. Полагаем, что для трубы наиболее опасной деформацией, приводящей к ее разрушению, является растяжение при изгибе. Предел прочности кладки из кирпича марки 100 [1] на растяжение при изгибе равен $[\delta_p] = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$. С учетом коэффициента запаса $K_3 = 2,5$ и многократности взрывов на карьере, эта величина должна быть уменьшена в $2,5 \cdot 2 = 5$ раз, то есть $[\delta_{ph}] = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Прочность конструкции на растяжение при ее изгибе должна удовлетворять условию:

$$[\delta_{ph}] = \frac{M_x}{W_x} ,$$

где M_x – изгибающий момент относительно оси симметрии сечения трубы; W_x – момент сопротивления сечения трубы, определяемый по формуле:

$$W_x = \frac{\Pi}{32 \cdot D_K} \cdot (D_K^4 - d_K^4) . \quad (2)$$

Рассматривая согласно схеме расчета (см. рисунок) каждый участок трубы как консольную балку с сосредоточенной нагрузкой на его конце, определим предельную нагрузку на эту балку, изгибающий момент которой будет равен:

$$M_x = P_{PP} \cdot l_K , \quad (3)$$

где $P_{PP} = S_K^I$ – предельная нагрузка на участок трубы; l_K – длина участка трубы.

Из формулы (2) и (3) имеем

$$S_K^I = \frac{\Pi \cdot [\delta_{PH}]}{32 \cdot D_K \cdot l_K} \cdot [D_K^{\$} - d_K^4] .$$

Подставляя в эту зависимость значения наружного D_K и внутреннего d_K , а также длину l_K наиболее нагруженного согласно расчета (см. табл. 2.) участка трубы 7, получим предельное значение нагрузки на трубу

$$S_K^I = \frac{1,2 \cdot \Pi}{32 \cdot 6,25 \cdot 8} \cdot [6,25^4 - 4,36^4] = 2,74 \cdot 10^5 \text{ H.}$$

Подставляя полученное предельное значение нагрузки в формулу (1), определим критическое значение скорости смещения:

Таблица 3. Коэффициент формы и сейсмические силы (при коэффициентах сейсмичности при U равных 0,88 см/с и 1,3 см/с) для трех периодов колебаний

№ сечения	Коэффициент формы ζ_K			Сейсмические силы в $\text{H} \cdot 10^3$					
	для T_n равного, с	для T_n равного, с	для T_n равного, с	при $K_C = 0,045$ и β_n			при $K_C = 0,075$ и β_n		
	1,78	0,44	0,22	0,172	0,423	0,85	0,172	0,423	0,85
1	1,59	-0,932	0,0698	1,18	-1,7	0,69	1,84	-2,67	0,40
2	1,38	-0,23	-0,508	1,05	-0,43	-1,92	1,63	-0,67	-3,40
3	0,85	0,391	-1,04	0,81	0,91	-5,95	1,26	1,43	-7,62
4	0,555	0,692	-0,573	0,63	1,91	-3,22	0,98	3,00	-4,98
5	0,33	0,677	0,453	0,44	2,21	3,00	0,69	3,46	4,67
6	0,19	0,482	1,16	0,28	1,73	8,38	0,43	2,69	13,04
7	0,08	0,243	1,04	0,13	0,99	8,55	0,21	1,55	13,28
8	0,02	0,06	0,33	0,027	0,20	2,23	0,042	0,31	3,44

$$\nu_{KP} = \frac{2,74 \cdot 10^5}{1,328 \cdot 10^5} \cdot 0,88 = 2,82 \text{ см/с при } \nu = 0,88 \text{ см/с};$$

$$\nu_{KP} = \frac{2,74 \cdot 10^5}{1,328 \cdot 10^5} \cdot 1,3 = 2,68 \text{ см/с при } \nu = 1,3 \text{ см/с.}$$

Для оценочных расчетов предельной массы заряда принимаем наименьшее значение $v_{kp} = 2,68$ см/с, что находится вблизи меньшего значения установленных пределов.

Предлагаемый метод определения критических скоростей колебания грунта может быть использован для любых высотных сооружений при проведении взрывных работ с учётом требований безопасности.

Литература

1. Миронов П.С. Взрывы и сейсмобезопасность сооружений. М.: Недра, 1973. 168 с.
2. Краткий технический справочник. Т. 2. М.; Л.: Госиздат технико-теоретической литературы. 1980. С. 350.

КОСВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТА СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ И УМЕНЬШЕНИЯ РИСКОВ ВОЗНИКОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

М.Д. Маслаков, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ;

**А.П. Корольков, кандидат технических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Совершенствование обслуживания свинцово-кислотных аккумуляторных батарей большой емкости может быть достигнуто на базе его автоматизации. Предложены алгоритмы определения плотности электролита косвенными методами в процессе заряда, разряда и стоянки аккумуляторной батареи без тока, подтвержденные патентами Российской Федерации. Они позволяют автоматизировать эти процессы и на этой основе повысить гарантированную емкость и срок службы аккумуляторной батареи, уменьшить вредное влияние ее на обслуживающий персонал, уменьшить риски возникновения аварийных ситуаций.

Ключевые слова: свинцово-кислотная аккумуляторная батарея, плотность электролита, заряд и разряд аккумуляторной батареи, срок службы аккумуляторной батареи, гарантированная емкость

INDIRECT METHODS OF DEFINITION OF ELECTROLIT`S DENSITY AND LEAD-ACID ACCUMULATORS FOR AUTOMATION OF SERVICE AND REDUCTION OF RISKS OF OCCURRENCE OF EMERGENCIES

M.D. Maslakov; A.P. Korolkov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Perfection of service of lead-acid storage high-capacity batteries can be reached on the basis of its automation. There are some algorithms of definition electrolyte's density by indirect methods in the course of a charge, the category and parking of the storage battery without a current, confirmed with patents of the Russian Federation. They allow to automate these processes and on this basis to raise the guaranteed capacity and service life of the storage battery, to reduce its harmful influence on attendants, to reduce risks of occurrence of emergencies.

Key words: the lead-acid storage battery, electrolyte's density, a charge and the category of the storage battery, service life of the storage battery, the guaranteed capacity

Важнейшим параметром свинцово-кислотных аккумуляторов, который характеризует их состояние в процессе эксплуатации, является плотность электролита. Поэтому плотность электролита аккумуляторов АБ необходимо контролировать постоянно. Эффективным такой контроль может быть только при его автоматизации. Однако используемый в настоящее время способ измерения плотности электролита, когда для этого необходимо вывернуть вентиляционную пробку аккумулятора, набрать резиновой грушей электролит из аккумулятора, залить его в специальную измерительную пробирку и измерить плотность электролита ареометром, трудно поддается автоматизации. Поэтому потребовалось разработать новые методы определения плотности электролита в режимах заряда, разряда и стоянки АБ без тока, которые позволяют автоматизировать контроль данного параметра аккумуляторов в процессе эксплуатации.

Теоретическую основу косвенного метода определения плотности электролита свинцово-кислотных аккумуляторов при стоянке АБ без тока составляет известная из электрохимии формула Нернста:

$$E = E_0 + 2,303 \frac{RT}{F} \lg \frac{a_{H_2SO_4}}{a_{H_2O}}, \quad (1)$$

где E – равновесная ЭДС аккумулятора; E_0 – стандартная ЭДС (разность стандартных электродных потенциалов); $R = 8,3144 \text{ Дж}\cdot\text{К}^{-1}\cdot\text{моль}^{-1}$ – универсальная газовая постоянная; $F = 96484,93 \text{ Кл}\cdot\text{моль}^{-1}$ – постоянная Фарадея; T – абсолютная температура, $^{\circ}\text{К}$; $a_{H_2SO_4}$ – активность серной кислоты; a_{H_2O} – активность воды в растворе серной кислоты.

Для реакции $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \leftrightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ при температуре 25°C и давлении 1 атм формула (1) принимает вид:

$$E = 2,041 + 0,0591 \lg \frac{a_{H_2SO_4}}{a_{H_2O}}. \quad (2)$$

Из формул (1) и (2) не просматривается связь между равновесной ЭДС и плотностью электролита свинцово-кислотного аккумулятора (СКА). Однако такая связь существует. Дело в том, что активность серной кислоты и воды в растворе серной кислоты зависит от концентрации и температуры электролита. Таблицы, отражающие эти зависимости, приведены, например, в [1, 2].

А концентрация и температура однозначно определяют плотность электролита. В [1], приводится таблица, связывающая концентрацию с плотностью электролита при 20°C , и в [3] даются поправки плотности электролита в зависимости от температуры. Эти данные в совокупности позволяют определить зависимость плотности электролита от равновесной ЭДС при известной температуре. Проведенные расчеты и сравнение расчетных данных с экспериментальными показали высокую точность их совпадения. Расхождения составляют сотые доли процента.

Для разработки алгоритма расчета плотности электролита СКА по измеренным равновесной ЭДС и температуре электролита потребовалось провести экспериментальные исследования СКА, чтобы установить, когда после заряда и разряда ЭДС принимает установившееся (равновесное) значение. Эти исследования позволили установить для новых аккумуляторов следующее:

- после различных режимов разряда ЭДС принимает установившееся значение через 2–3 часа после прекращения разряда;
- после различных режимов заряда ЭДС принимает установившееся значение через 10–12 часов после прекращения заряда.

При этом, чем больше ток разряда, тем быстрее ЭДС СКА после прекращения разряда принимает установившееся значение. Это можно объяснить тем, что с увеличением тока разряда увеличивается разность концентраций электролита в порах пластин и в баке. Следовательно, увеличивается интенсивность процесса диффузии. Необходимо отметить, что установление равновесной ЭДС после прекращения разряда СКА обусловлено, прежде всего, выравниванием плотности электролита в порах пластин и в баке.

Что же касается заряда СКА, то он, как известно, заканчивается в условиях, когда плотность электролита становится практически постоянной. В этом случае установление равновесной ЭДС после прекращения заряда можно объяснить следующим образом. В конце заряда СКА почти вся подводимая электроэнергия зарядного устройства идет на электролиз. При этом на отрицательных электродах СКА выделяется водород, а на положительных – кислород, что приводит к возникновению ЭДС газовой поляризации [3]. ЭДС поляризации, возникающая при заряде, складывается с основной ЭДС СКА.

После прекращения заряда водород и кислород постепенно выделяются из аккумулятора, соответственно, ЭДС поляризации затухает, а ЭДС аккумулятора принимает установившееся значение. Этот процесс более длительный и занимает в новых аккумуляторах 10–12 часов после прекращения заряда.

К концу срока эксплуатации СКА происходит постепенная закупорка пор пластин, что затрудняет выделение газов из аккумулятора, и процесс установления равновесной ЭДС после заряда становится более длительным, занимающим 20–24 часа.

По причине постепенной закупорки пор пластин к концу срока службы СКА затрудняется процесс диффузии электролита и увеличивается время установления равновесной ЭДС после выключения разряда до 3–4 часов.

Для разработки метода расчета плотности электролита по равновесной ЭДС СКА и температуре электролита потребовалось также установить зависимость изменения активностей серной кислоты и воды в растворе серной кислоты в функции концентрации и температуры и найти возможность учитывать их, чтобы обеспечить требуемую точность определения плотности электролита СКА.

Было установлено, что при разряде различными режимами от часового до 75-часового плотность электролита по окончании разряда изменяется в пределах от 1,210 до 1,029 г/см³ при температуре 25 °C. Но как можно установить из[2], в диапазоне концентраций от 4,260 до 0,517 моль/1000 г, которые имеют место после окончания разряда СКА различными режимами, наиболее явно зависимость активности воды в растворе серной кислоты от температуры проявляется при концентрации 4,02 моль/1000 г.

Такая концентрация электролита возможна после разряда СКА часовым режимом. Но и в этом случае изменение активности воды в растворе серной кислоты на 1 °C составляет менее 0,001, что дает основание пренебречь им.

Таким образом, при разработке метода определения плотности электролита по измеренным равновесной ЭДС СКА и температуре электролита принято допущение, что активность воды в растворе серной кислоты при концентрациях (плотностях) электролита, которые имеют место после окончания разряда различными режимами, не зависит от температуры.

Активность серной кислоты при увеличении температуры уменьшается при всех концентрациях, которые в практике эксплуатации СКА имеет электролит [1]. Коэффициент активности серной кислоты γ при изменении температуры изменяется существенно, поэтому для обеспечения требуемой точности определения плотности электролита по измеренным установившейся ЭДС и температуре электролита это обстоятельство должно быть учтено.

Проведенные исследования по применению косвенных методов определения плотности электролита показали, что для всего диапазона возможных концентраций электролита после окончания разряда СКА различными режимами можно принять, что с увеличением температуры на 1 °C коэффициент активности серной кислоты γ уменьшается в 0,99 раз.

Плотность электролита, полностью заряженного СКА с номинальной плотностью электролита выше $1,300 \text{ г/см}^3$, находится при температуре 25°C в пределах до $1,334 \text{ г/см}^3$, что соответствует молярной концентрации $8,0 \text{ моль}/1000 \text{ г}$. Поэтому произведенный расчет изменения коэффициента активности серной кислоты γ при изменении температуры на 1°C для концентраций электролита от $7,0$ до $8,0 \text{ моль}/1000 \text{ г}$ и температур от 20 до 40°C показал, что в среднем коэффициент активности серной кислоты в указанных пределах при увеличении температуры на 1°C уменьшается в $0,98$ раз.

Расчет изменения активности воды в растворе серной кислоты для указанных выше диапазонов изменения концентраций и температур показал, что в среднем активность воды в растворе серной кислоты при уменьшении температуры электролита на 1°C уменьшается в $0,9979$ раз.

Для повышения точности косвенного метода определения плотности электролита по измеренным ЭДС СКА и температуре электролита следует учитывать распределение температуры электролита по высоте СКА.

В [4] показано, что при заряде температура над блоком на $3\text{--}4^\circ\text{C}$ ниже, чем в блоке; отмечается, что характер распределения температуры по высоте блока сохраняется и через 6 часов после окончания заряда при естественном охлаждении. Так как определение плотности электролита СКА данным методом может производиться спустя $10\text{--}12$ часов после прекращения заряда и более, то измеренную температуру надо увеличивать до τ (см. табл. 1). Это связано с тем, что измеряется температура электролита сверху блока пластин, а на ЭДС СКА оказывает влияние температура внутри блока пластин.

Таблица 1

d^{25° , кг/л	E, B	d^{25° , кг/л	E, B
1,0006	1,76183	1,158	2,01370
1,004	1,79625	1,200	2,05289
1,010	1,83122	1,239	2,08974
1,028	1,88102	1,274	2,12368
1,057	1,91945	1,305	2,15504
1,110	1,97099	1,334	2,18220

Значение τ в зависимости от продолжительности времени после окончания заряда для случая, когда после окончания заряда система водяного охлаждения аккумулятора выключена, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Продолжительность времени после окончания заряда, ч				
0–12	12–24	24–36	36–48	> 48
$\tau, {}^\circ\text{C}$				
$t^\circ + 4$	$t^\circ + 3$	$t^\circ + 2$	$t^\circ + 1$	t°

При стоянке АБ в режиме хранения (без тока) с включенной системой водяного охлаждения расчетная температура электролита, подставляемая в формулы для определения плотности электролита по установившейся ЭДС СКА и температуре электролита, должна увеличиваться на $+ 6^\circ\text{C}$.

Для определения плотности электролита СКА данным методом при стоянке АБ без тока после заряда вычисляют установившуюся ЭДС СКА при 25°C по формуле:

$$\ddot{A}_{25^\circ} = 2,041 + 0,591 \frac{(\ddot{A} - \ddot{A}_0)F}{2,303RT} + 0,0591 \lg \frac{1}{[(0,98)^{\tau-25}]^3 \cdot (0,9979)^{\tau-25}}, \quad (3)$$

где E – измеренная ЭДС СКА; $E_0 = 2,041 + 0,00136(\tau^\circ - 25)$ – стандартная ЭДС СКА при $\tau^\circ\text{C}$;

$F = 96484,93 \text{ Кл}\cdot\text{моль}^{-1}$ – постоянная Фарадея; $R = 8,3144 \text{ Дж}\cdot\text{К}^{-1}\cdot\text{моль}^{-1}$ – универсальная газовая постоянная; $T = 273+t^{\circ}$ – абсолютная температура, $^{\circ}\text{К}$, при этом t принимается по табл. 2.

Далее, используя вычисленное значение E_{25^0} , интерполяцией данных табл. 1 определяют плотность электролита СКА при 25°C .

Для определения плотности электролита СКА косвенным методом при стоянке после разряда вычисляют установившуюся ЭДС СКА при 25°C по формуле:

$$E_{25^0} = 2,041 + 0,0591 \frac{(E - E_0)F}{2,303RT} + 0,0591 \lg \frac{1}{[(0,99)^{t^0-25}]^3},$$

где обозначения те же, что и в формуле (3), но $T = 273+t^{\circ}$, а t° – измеренная температура электролита сверху блока пластин.

Плотность электролита по вычисленной установившейся ЭДС определяется, как в предыдущем случае.

Пересчет полученной плотности электролита при 25°C на плотность электролита при любой другой температуре осуществляется с помощью табл. 3, взятой из [5], используя формулу $d^{t^0} = d^{25^0} - \alpha_t(t^0 - 25)$.

Таблица 3

Плотность при 20°C , $\text{г}/\text{см}^3$	Поправка на 1°C (α_t)	Плотность при 20°C , $\text{г}/\text{см}^3$	Поправка на 1°C (α_t)
1,01	0,0002	1,42	0,0008
1,04	0,0003	1,56	0,0009
1,07	0,0004	1,70	0,0010
1,11	0,0005	1,77	0,0011
1,15	0,0006	1,84	0,0010
1,22	0,0007		

Данный метод подтвержден патентом РФ [6].

Косвенный метод определения плотности электролита свинцово-кислотных аккумуляторов в процессе разряда основывается на определении плотности СКА по его измеренной установившейся ЭДС и температуре электролита, вычислении исходной массы электролита перед разрядом по приведенным в [6] формулам и вычислении расхода серной кислоты и образования воды при разряде в зависимости от отданной аккумулятором электрической емкости и вычисления плотности электролита.

Косвенный метод определения плотности электролита СКА в процессе заряда [6] предусматривает определение плотности СКА перед зарядом по его измеренной установившейся ЭДС и температуре электролита, вычислении исходной массы электролита перед зарядом, вычислении массы образующейся серной кислоты и расходующейся воды в зависимости от затраченных на заряд ампер-часов с учетом предварительно вычисленного коэффициента использования подводимой при заряде электроэнергии и вычисления плотности электролита.

Реализация указанных косвенных методов может быть осуществлена с помощью «Системы диагностирования свинцовой аккумуляторной батареи» /7/.

Выводы

1. Применение «Системы диагностирования свинцовой аккумуляторной батареи» (СДСАБ) с использование изложенных косвенных методов контроля плотности и остаточной

емкости аккумуляторной батареи, а также новых алгоритмов диагностирования позволяет обеспечить постоянный 100-процентный контроль всех аккумуляторов, входящих в АБ, по напряжению и плотности электролита, а такой контроль напряжения дает возможность снизить конечное разрядное напряжение и за счет этого увеличить гарантированную емкость АБ на 10–30 %.

2. При использовании новых алгоритмов диагностирования свинцово-кислотных аккумуляторов СДСАБ позволяет диагностировать:

а) загрязнение электролита аккумуляторов без отбора проб и направления их на анализ в специальную химическую лабораторию, что создает условия для принятия своевременных мер по уменьшению такого загрязнения [8];

б) саморазряда аккумуляторов для принятия своевременных мер по его уменьшению [9];

в) увеличение сопротивления диффузии электролита в поры пластин, что обеспечивает предпосылки для своевременного принятия профилактических мер (проведения лечебного цикла или перезаряда) [10];

г) разбухания активной массы пластин аккумуляторов без их вскрытия и непосредственного измерения толщины пластин, что дает возможность своевременно предусмотреть необходимые меры по уменьшению этой неисправности [11].

Диагностирование этих неисправностей и своевременное принятие мер по их устранению увеличивает срок службы АБ и тем самым повышает эффективность использования АБ, уменьшает риски возникновения аварийных ситуаций.

3. СДСАБ контролирует окончание заряда АБ, что повышает экономичность этого режима, а также контролирует окончание режима разряда, что исключает разряд отдельных аккумуляторов ниже допустимого конечного напряжения и их возможный выход из строя по этой причине.

4. СДСАБ, обеспечивая автоматизацию обслуживания АБ, уменьшает вредное воздействие АБ на обслуживающий персонал, позволяет осуществлять обслуживание АБ по ее фактическому состоянию, может выдавать рекомендации оператору по управляющим воздействиям при обслуживании АБ, осуществлять автоматизированное ведение аккумуляторного журнала, измерять сопротивление изоляции АБ.

Литература

1. Справочник химика. М.; Л.: Химия, 1964. Т. 3.
2. Справочник по электрохимии / под ред. А.М. Сухотина. Л.: Химия, 1981.
3. Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А. Физическая химия. М.: Металлургия, 1982.
4. Баюнов В.В., Русин А.И., Шустов И.М. Распределение температуры по высоте свинцового аккумулятора // Технология производства химических источников тока: сб. науч. тр. ВНИАИ. Л., 1985.
5. Краткий справочник химика В.И. Перельмана. М.: ГНТИ химической литературы, 1963.
6. Пат. 2050645 РФ. Способ определения плотности электролита свинцового аккумулятора / Скачков Ю.В., Маслаков М.Д., Малахов Ю.В.; опубл. 20.12.1995, Бюл. 35.
7. А. с. 1783479 СССР. Система диагностирования свинцовой аккумуляторной батареи / Найденко Ю.П. и [др.]; опубл. 23.12.1992, Бюл. 47.
8. Пат. 2138100. РФ. Способ определения загрязнения электролита свинцового аккумулятора / Маслаков М.Д.; опубл. 20.09.1998, Бюл. 26.
9. Пат. 2138886 РФ. Способ определения саморазряда свинцового аккумулятора / Маслаков М.Д., Колосовский В.В.; опубл. 27.09.1999, Бюл. 27.
10. Пат. 2231173 РФ. Способ диагностирования снижения емкости свинцового аккумулятора по причине увеличения сопротивления диффузии электролита / М.Д. Маслаков; опубл. 20.06.2004, Бюл. 17.

11. Пат. 2138101 РФ. Способ определения разбухания активной массы пластин свинцового аккумулятора / Маслаков М.Д.; опубл. 20.09.1998, Бюл. 26.
12. Пат. 2182388 РФ. Способ определения остаточной емкости свинцового аккумулятора / Маслаков М.Д.; опубл. 10.05.2002, Бюл. 13.

ХИМИЯ ВОДЫ В АСПЕКТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

**В.П. Сугак, доктор военных наук, кандидат технических наук,
профессор. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.
Г.В. Макарчук, кандидат педагогических наук, доцент.
Военный инженерно-технический университет, Санкт-Петербург**

Вода на Земле является самым распространенным и необычным минералом, который существует в трех агрегатных состояниях: жидким, твердом, газообразном. Никакой другой природной жидкости, кроме воды, на Земле нет. Природная вода – сложная непрерывно изменяющаяся система. Жизнь на нашей планете зависит от того, как бережно мы будем относиться к водным ресурсам.

Ключевые слова: вода, водоснабжение, загрязнение, очистка, охрана, окружающая среда, сточные воды

CHEMISTRY OF WATER IN THE ASPECT OF SECURITY OF WATER SUPPLY

V.P.Sugak. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
G.V. Makarchuk. Military engineering university, Saint-Petersburg

Water on earth is the most widespread and unusual mineral which exists in three aggregate states: liquid, hard, gas, steam. No other natural liquid, except for water, on earth it is not. Natural water is the difficult continuously changing system. Life on Earth depends on that, how with care we will behave to the water resources.

Key words: water, watersupply, contamination, cleaning, guard, environment, sewages

Вода в природе

Одно из самых распространенных веществ на Земле – вода. Вода покрывает большую часть поверхности нашей планеты; из нее на 2/3 состоят почти все живые существа. На углерод живого вещества приходится лишь 10 %, а 90 % составляет доля водорода и кислорода. Вода настолько важна для живых организмов, что известная нам форма жизни без нее вообще невозможна. Без воздуха (кислорода) жизнь возможна (анаэробные организмы), без воды – нет. Воду нельзя заменить ничем – этим она отличается от всех других минералов.

Масса воды на Земле составляет всего около 0,023 % общей массы Земли. Она содержится в атмосфере в виде паров, составляет океаны, моря и континентальные воды. Большая часть воды сосредоточена в Мировом океане (до 86,5 %). Вес воды в океанах и морях примерно $1,4 \cdot 10^{18}$ тонн (без солей). Океаническая вода содержит примерно 3,5 % растворенных веществ. Если равномерно распределить воду по поверхности Земли, то слой был бы 3795 метров [1].

На долю пресной воды приходится 2,5 %, или 35 млн км³. Это более 8 млн м³ пресной воды на каждого жителя планеты. Однако большая ее часть, 24 млн км³, находится в форме ледников и снежного покрова Антарктиды, Гренландии и Арктики. В реках и озерах сосредоточено всего 95 000 км³, или 0,007 % от общих запасов воды на Земле.

Все воды планеты представляют собой *растворы* разного состава и различной концентрации. Среди растворенных в воде веществ можно выделить пять групп: основные ионы; биогенные элементы (C, H, N, P, Si, Fe, Mn), из которых состоят организмы; растворимые в воде газы: O₂, N₂, CO₂, углеводороды и инертные газы, микроэлементы; органические вещества.

Химический состав примесей пресной воды сильно отличается от состава примесей морской. *Основные ионы речных вод:* Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻. В речной воде преобладают карбонаты и гидрокарбонаты; из катионов наибольшие концентрации имеют кальций и магний. Однако химический состав пресных вод (рек, озер, грунтовых вод) значительно варьирует и зависит преимущественно от трех факторов: химии элементов, режимов выветривания, биологических процессов [2].

Подавляющую часть морской соли составляют не карбонаты, а хлориды. В этом состоит главное отличие морской воды от речной. К тому же солевой состав морской воды (на всей Земле!) *постоянен* – это главнейшая закономерность в химии океана [1].

Концентрация растворенных солей определяет величину *солености* океана. Соленость определяется как вес в граммах неорганических ионов, растворенных в 1 кг воды. *Семь ионов* (Na⁺, Mg²⁺, K⁺, Cl⁻, I⁻, SO₄²⁻, HSO₃⁻) составляют более 99 % от всех ионов в *морской воде*, и соотношения их, постоянны во всех океанах Земли. Следовательно, на основании анализа одного иона можно по пропорции вычислить концентрацию всех остальных и соленость.

Каждый человек в среднем потребляет в сутки 2,7 литра воды: 1,3 литра для питья, 1,1 литр для приготовления пищи. Среднестатистическая норма потребления воды – 200 литров в сутки – обеспечивает мытье, работу сливных бачков и стирку. 18–20 % воды, поступающей в очищенном виде в водопроводную сеть, вытекает через трубы в результате аварий и неисправностей. В связи с увеличением расходов воды приходится сокращать цикл ее обработки, что может сказываться на ее качестве. Человечество и обитатели суши постоянно и остро нуждаются в большом количестве пресной воды. В ряде стран мира уже возник острый дефицит пресных водных ресурсов.

Один из важнейших вопросов, который интересует потребителя – качество потребляемого продукта, в том числе и воды.

Качество воды – это характеристика ее состава и свойств, определяющая пригодность воды для конкретных видов использования. При этом основными характеристиками водопользования являются:

- объекты водопользования – поверхностные и подземные воды, моря;
- цели водопользования – нужды населения, промышленности, сельского и рыбного хозяйства, транспорта и т. д.;
- характер использования воды;
- способ использования водных объектов.

Загрязнения природных вод

Многолетняя антропогенная деятельность приводит к загрязнению как поверхностных, так и подземных источников воды в глобальных масштабах. Загрязнение воды угрожает всему человечеству.

Водоснабжение городов превратилось в плохо управляемое гигантское хозяйство, подающее огромное количество воды. Довести такой объем воды до питьевого качества практически невозможно. В условиях жестко централизованной системы водоснабжения сложно эксплуатировать десятки километров водопроводных сетей, построенных из

металлических труб. Их постепенный износ и коррозионное обрастане, низкое качество санитарно-технической арматуры приводят к частым авариям, перебоям в подаче воды, ее утечкам. В результате лишь 30–40 % воды, проходящей очистку на станциях водоподготовки, предназначено для хозяйственно-питьевых нужд населения, но и эта вода вторично загрязняется в сетях водопроводов на пути к потребителю.

Загрязнение вод проявляется в изменении физических и органолептических свойств (нарушение прозрачности, окраски, запахов, вкуса), увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов, сокращении растворенного в воде кислорода, появлении радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей.

Россия обладает одним из самых высоких водных потенциалов в мире – на каждого жителя России приходится свыше 30 000 м³/год воды. Однако в настоящее время из-за загрязнения или засорения около 70 % рек и озер России утратили свои качества как источника питьевого водоснабжения. Загрязнение пресных вод приобрело на планете глобальный характер. В результате около половины населения потребляют загрязненную недоброкачественную воду. Только в 1998 г. в поверхностные водные объекты России предприятиями промышленности, коммунального и сельского хозяйства было сброшено более 60 км³ сточных вод, 40 % из которых относились к категории загрязненных [3].

Установлено, что более 400 видов веществ могут вызвать загрязнение вод. В случае превышения допустимой нормы хотя бы по одному из трех показателей вредности: санитарно-токсикологическому, общесанитарному или органолептическому – вода считается загрязненной (табл. 1 и 2).

Таблица 1. Классификация загрязнений

Химическое загрязнение наиболее распространенное, стойкое и далеко распространяющееся (до 10 км и более)			
Органическое (фенолы, нафтеновые кислоты, пестициды, лигнины и пр.). Загрязнители: пищевая, химическая промышленность и т. д.	Неорганическое (соли, кислоты, щелочи, минеральные удобрения) Загрязнители: металлургия, машиностроение, производство строительных материалов, минеральных кислот, удобрений и т.д.	Токсичное (свинец, никель, кадмий, хром, ртуть, цинк и т. д.). Загрязнители: машиностроение, металлургия и т.д.	Нетоксичное (хлориды, сульфаты и т.д.) Загрязнители: пищевая, легкая промышленность и т.д.
Бактериальное загрязнение			
Вызывается присутствием в воде патогенных бактерий, вирусов, болезнетворных микроорганизмов (до 700 видов). Загрязнители: пищевые предприятия, животноводство, птицеводство, целлюлозно-бумажная промышленность и т.д.			
Радиоактивное загрязнение			
- жидкие и твердые радиоактивные отходы, радиоактивные материалы, нарушения условий их переработки и хранения, примеси в результате контакта природных вод с радиоактивными горными породами, а также выбросы и аварии на радиационных объектах. В водных объектах могут присутствовать изотопы трития ³ H, натрия ²⁴ Na, фосфора ³² P, хрома ⁵¹ Cr, кобальта ⁶⁰ Co, цезия ¹³⁷ Cs и др. Эти радиоактивные элементы могут находиться как в форме катионов и анионов, так и в виде комплексных соединений. Общая альфа-радиоактивность не должна превышать 0,1 Бк, а бета-радиоактивность — 1,0 Бк на 1 л воды. Измеряются радиометрические показатели дозиметрическими приборами.			
Механическое загрязнение			
характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, шлам, ил и др.)			
Тепловое загрязнение			
связано с повышением температуры вод в результате их смешивания с более нагретыми поверхностными или технологическими водами. При повышении температуры происходит изменение газового и химического состава в водах, что ведет к размножению анаэробных бактерий и выделению ядовитых газов – сероводорода, метана. Одновременно происходит цветение вод, вследствие ускоренного развития микрофлоры и микрофлоры, что способствует развитию других видов загрязнения.			

Таблица 2. Классификация сточных вод по источнику загрязнения

Хозяйственно-бытовые		
Источники загрязнения	Специфический состав	Примечание
Стоки жилых и общественных зданий, предприятий (получаются при приготовлении пищи, после санитарных уборок, стирок)	Большое количество органических и минеральных веществ в растворенном и взвешенном состоянии	От одного жителя в сутки поступает в систему водоотведения загрязнений: взвешенных веществ – 65 г; органических в неосветленной жидкости – 70 г, в осветленной – 40 г; азота аммонийного – 8 г; фосфатов – 3,3 г (от моющих веществ – 1,6 г); хлоридов – 9 г; ПАВ – 2,5 г [5]
Промышленные		
Большое разнообразие состава и концентраций загрязняющих веществ, определяемых характером производства, а также системой водоснабжения и водоотведения	Характер загрязнения в основном определяется профилем предприятия, составом перерабатываемых материалов, сырья и видом выпускаемой продукции	I категория – сточная вода имеет лишь тепловое загрязнение II категория – воды, загрязненные при транспортировке нерастворимых дисперсных примесей и частично растворимых солей. III категория – при контакте с продуктами, дополнительно нагреваются. IV категория – воды, которые загрязнены всеми компонентами технологического процесса
Поверхностный сток предприятий и населенных пунктов		
Формируется за счет дождевых, талых и поливомоечных вод	Концентрация загрязняющих веществ в поверхностном стоке колеблется в широких пределах и зависит от отраслевой принадлежности предприятий. В целом преобладают взвешенные (130–11300 мг/л), органические вещества, нефтепродукты, биогенные элементы, тяжелые металлы	К основным факторам, определяющим его объем, относятся: 1) интенсивность выпадения атмосферных осадков и их продолжительность; 2) общая площадь городской территории, характер ее застройки; 3) рельеф местности
Сельскохозяйственные		
Рудничные и шахтные воды		

Со сточными водами в водоемы поступает огромное количество загрязняющих веществ (табл. 3) [4], что влияет на водоснабжение мегаполисов [5].

Загрязненность сточных вод органическими веществами характеризуется тремя показателями: БПК, ХПК, ООУ.

БПК – *биохимическая потребность в кислороде* – опосредованный показатель содержания органических веществ – характеризует необходимое количество кислорода для микробного окисления биологически окисленных органических веществ. Различают БПК_{полн}, БПК₂₀, БПК₁₀, БПК₅, соответственно обозначающие, сколько кислорода израсходовано на полное окисление органических веществ в течение 20, 10 и 5 суток.

Таблица 3. Поступление загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы России по годам

Загрязняющие вещества	Единица измерения	1990	1995	2000	2001
Объем сброса сточных вод	млрд м ³	75,2	59,9	55,6	54,7
Сульфаты	млн т	52,9	3,7	2,7	2,6
Хлориды	млн т	55,0	8,6	7,3	7,7
Аммонийный азот	тыс. т	202,5	215,0	84,5	81,2
Общий азот	тыс. т	151,8	57,6	41,3	42,7
Нитраты	тыс. т	77,8	179,6	208,5	201,3
Жиры и масла	тыс. т	48,5	25,1	15,2	13,8
Фосфор общий	тыс. т	57,6	38,1	26,4	24,9
Фенолы	т	264,6	85,9	66,6	53,1
Свинец	т	144,8	50,5	34,9	26,7
Пестициды	т	16,1	1,5	2,7	4,8
Ртуть	т	13,9	0,6	0,2	0,2

ХПК – химическая потребность в кислороде – характеризует необходимое количество кислорода для химического окисления всех органических веществ, а заодно и восстановленных неорганических (аммонийный азот, сульфиды, сульфиты).

ООУ – общее содержание органического углерода – характеризует суммарную концентрацию органических веществ.

Если в одной и той же пробе определить эти характеристики, то они выстроются в убывающий ряд: ХПК > ООУ > БПК.

Способность сточных вод к биохимической очистке характеризуется биохимическим показателем Б, то есть отношением БПК_П/ХПК.

По биохимическому показателю и токсичности промстоки подразделяются на 4 группы (табл. 4):

Таблица 4. Классификация промстоков

Биохимический показатель	Источники	Способность к биохимической очистке
Б > 0,2	Пищевая, нефтехимическая промышленность и др.	Органические загрязнения не токсичны для микробных ценозов
0,02 ≤ Б ≤ 0,1	Коксохимические, азотнотуковые содовые другие производства.	Воды после предварительной механической очистки могут быть направлены на биохимическое окисление
0,001 ≤ Б ≤ 0,01	Производства, где применяют процессы сульфирования, хлорирования, производство масел и ПАВ, черная металлургия, тяжелое машиностроение и др.	После предварительной очистки данные стоки могут быть направлены на биохимическое окисление
Б < 0,01	Воды загрязнены минеральными (дисперсными) веществами	Требуют преимущественно механическую очистку

Методы очистки воды

Различают два основных пути очистки сточных вод: разбавление и очистка их от загрязнений. Разбавление не ликвидирует воздействия сточных вод, а лишь ослабляет его на локальном участке водоема. Основной путь – очистка сточных вод от загрязнений. Методы очистки производственных и бытовых вод можно подразделить на следующие группы (табл. 5):

Таблица 5. Методы очистки производственных и бытовых вод

Механические
отстаивание, процеживание, фильтрование, центрифugирование
Физико-химические
коагуляция, флотация, ионный обмен, экстракция, сорбция, ректификация, дистилляция дезодорация, обратный осмос, электрохимические
Химические
нейтрализация, аэрация, барботирование, озонирование, хлорирование
Биохимические
биохимическое разложение, биохимическое окисление
Термические
Радиационные
радиационная коагуляция, радиационная деструкция, радиационное обеззараживание.

Эти методы могут быть рекуперационными и деструктивными. *Рекуперационные методы* предусматривают извлечение из сточных вод всех ценных веществ и последующую их переработку, а *деструктивные* – разрушение загрязняющих веществ путем их окисления или восстановления, в результате чего образуются газы или осадки. Общая схема очистки сточных вод следующая.

1. Первая (механическая) очистка

Обычно на пути потока сточных вод устанавливаются решетки или сита, которые улавливают плавающие предметы и взвешенные частицы. Затем песок и другие грубые неорганические частицы оседают в песковых септиках с наклонным дном или улавливаются ситами. Масла и жиры удаляются с поверхности воды специальными приспособлениями (нефтоловушками, жироловками и пр.). На некоторое время сточные воды перебрасываются в отстойники для осаждения мелких частиц. Свободноплавающие хлопьевидные частицы осаждают путем добавления химических коагулянтов. Полученный таким образом отстой, на 70 % состоящий из органических веществ, пропускается через специальный железобетонный резервуар – метантенк, в котором он перерабатывается анаэробными бактериями. В результате образуются жидкий и газообразный метан, углекислый газ, а также минеральные твердые частицы. При отсутствии метантенка твердые отходы закапываются, сбрасываются на свалки, сжигаются (что приводит к загрязнению воздуха) или высушиваются и используются как гумус или удобрение.

2. Вторичная очистка

Вторичная очистка осуществляется в основном биологическими методами. Поскольку на первом этапе органические вещества не удаляются, на следующем – используются аэробные бактерии для разложения взвешенной и растворенной органики. При этом главная задача заключается в том, чтобы привести стоки в контакт с как можно большим числом бактерий в условиях хорошей аэрации, так как бактерии должны иметь возможность потреблять достаточное количество растворенного кислорода. Сточные воды пропускают через различные фильтры – песчаные, из щебня, гравия, керамзита или синтетических полимеров (при этом достигается такой же эффект, как и в процессе естественной очистки в русском потоке, преодолевшем расстояние в несколько километров).

На поверхности фильтрующего материала бактерии образуют пленку и разлагают органику сточных вод по мере их прохождения через фильтр, снижая, таким образом, БПК более чем на 90 %. Это бактериальные фильтры. Снижение БПК на 98 % достигается в аэротенках, в которых благодаря принудительной аэрации сточных вод и перемешиванию их с активным илом ускоряются естественные процессы окисления. Активный ил образуется в отстойниках из взвешенных в сточной жидкости частиц, не задержанных при

предварительной очистке и адсорбируемыми коллоидными веществами с размножающимися в них микроорганизмами.

Другим методом вторичной очистки является продолжительное отстаивание воды в специальных прудах или лагунах (поля орошения или поля фильтрации), где водоросли потребляют углекислый газ и выделяют необходимый для разложения органики кислород. В этом случае БПК снижается на 40–70 %, но требуются определенные температурные условия и солнечное освещение.

3. Третичная очистка

Сточные воды, прошедшие первичную и вторичную очистку, еще содержат растворенные вещества, которые делают их практически непригодными для любых нужд, кроме орошения. Поэтому были разработаны и апробированы более совершенные методы очистки, предназначенные для удаления оставшихся загрязнителей. Некоторые из этих методов используются в установках, очищающих питьевую воду водохранилищ. Такие медленно разлагающиеся органические соединения, как пестициды и фосфаты, удаляются фильтрацией прошедших вторичную очистку сточных вод через активированный (порошкообразный) древесный уголь, либо добавлением коагулянтов, способствующих агломерации мелких частиц и осаждению образовавшихся хлопьев, либо обработкой такими реагентами, которые обеспечивают окисление.

Растворенные неорганические вещества удаляются ионным обменом (растворенные ионы солей и металлов); химическим осаждением (соли кальция и магния, которые образуют налет на внутренних стенках котлов, цистерн и труб), смягчающим воду; изменением осмотического давления для усиленной фильтрации воды через мембрану, которая задерживает концентрированные растворы питательных веществ – нитратов, фосфатов и др.; выведением азота потоком воздуха при прохождении стоков через аммиачно-десорбционную колонну и другими методами. В мире существует лишь несколько предприятий, которые могут проводить полную очистку сточных вод.

С развитием промышленности и увеличением потребления воды растет и количество жидких отходов сточных вод. Защита водных ресурсов от истощения и загрязнения вредными веществами предусматривает комплекс мер: 1) разработку соответствующих законодательных актов; 2) организацию мониторинга водных объектов; 3) охрану поверхностных и подземных вод, включая очистку промышленных и бытовых стоков; 4) подготовку воды, используемой для питьевых и хозяйственных целей; 5) государственный контроль за использованием и охраной водных ресурсов.

Вода – не просто универсальный хозяйственный ресурс промышленности и сельского хозяйства, энергетики и транспорта, коммунально-бытовое удобство или объект рекреации населения, но и могущественное санитарно-гигиеническое средство. Это незаменимый жизненный ресурс человечества, основа жизни на Земле.

Литература

1. Исидоров В.А. Экологическая химия: учеб. пособ. для вузов. СПб: Химиздат, 2001. 304 с.
2. Гусакова Н.В. Химия окружающей среды. Сер.: Высшее образование. Ростов н/Д: Феникс. 192 с.
3. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология в вопросах и ответах: учеб.. пособ. . 3-е изд., доп. и перераб. Ростов н/Д: Феникс, 2006. 384.
4. Вронский В.А. Экология и окружающая среда. Ростов н/Д: Феникс; М: ИКЦ «МарТ», 2009. 432 с.
5. Шантырь И.И., Листопадов Ю.И. Состояние здоровья специалистов государственного предприятия коммунального обслуживания как один из критериев безопасности мегаполиса // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2008. № 3. С. 33–36.



МОДУЛЬНЫЕ¹ ПЛАТФОРМЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРАКТИКА И ТЕОРИЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ПРОДУКТОВ И СЕРВИСОВ

Л.Г. Ворона-Сливинская, доктор экономических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

А.Л. Томсон, кандидат экономических наук, доцент.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Показан инновационный путь развития отечественной экономики, который предполагает поиск современных подходов для разработки новых продуктов и сервисов. Использование концепций модульности и модульной платформы позволяет создавать новые продукты и сервисы, расширять границы управления сложными системами, параллельно разрабатывать различные элементы больших структур, снижать уровень неопределенности внешней среды.

Ключевые слова: инновация, продукты и сервисы, модульность, модульные платформы

MODULAR PLATFORMS: MODERN PRACTICE AND THEORY OF NEW PRODUCTS AND SERVICES DESIGN

L.G. Vorona-Slivinskaya. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

A.L. Thomson. Ryazan state radio engineering university

The innovative way of development of the homeland economy is implied to be searching for advanced approaches to develop new products and services. Exploitation of modularity and modular platform concepts provides for expanding boundaries of managing complex systems, concurrent developing of various complex system elements, and reducing environment uncertainty level.

Key words: innovation, products and services, modularity, modular platforms

Инновационный путь развития отечественной экономики предполагает поиск современных подходов к разработке новых продуктов и сервисов.

В последнее время предметом научного и практического интереса стали модульные продуктовые и сервисные архитектуры, поскольку:

- они позволяют конструировать продуктовое и сервисное многообразие в ответ на гетерогенные потребительские вызовы;
- такие архитектуры имплицитно адаптированы для решения проблем масс-кастомизации и стандартизации.

Это объясняет, почему стратегия создания новых продуктов и сервисов, основанная на концепциях модульности и модульной платформы представляет собой большой теоретический и практический интерес.

¹ Термин модульность происходит от английского слова module(s) – модуль (и), то есть компонент системы, или множество компонент (подсистем), которые проявляют независимость от других компонент одной и той же системы.

Модульность как принцип конструирования новых продуктов и сервисов следует рассматривать в качестве источника инноваций, способствующих развитию и экономическому росту хозяйствующих субъектов.

Однако для современной отечественной науки и практики модульные продуктые, сервисные архитектуры и модульные платформы представляют собой новые феномены [1, 2]. В этой связи представляется актуальным и необходимым рассмотреть основные положения теории и достижения существующей практики создания новых продуктов и сервисов на их основе.

Согласно Герберту Саймону концепция модульности имеет универсальное значение и может быть распространена на все существующие артефакты человеческой деятельности, включая организации [3].

Концепция модульности, как правило, ассоциируется с понятием декомпозиции системы на подсистемы, или компоненты [3].

В соответствие с общей теорией модульности Мелиссы Шиллинг модульность – это степень системной декомпозиции и рекомбинации компонент [4]. Она определяется не только масштабом связей между компонентами, но и наличием композиционных правил, которые определяют, как компоненты должны сочетаться в системе в целом.

Болдуин и Кларк [5] определяют модульность как способ структурной организации, позволяющий обеспечивать функциональную интеграцию сложных систем. Они считают, что к модульным структурам следует относить только такие структуры, имея в виду продукты, процессы и организаций, о которых можно сказать:

- что это структуры с вложенной иерархией;
- их компоненты обладают большой автономностью и не зависят друг от друга;
- каждый компонент имеет четко определенную роль.

Таким образом, модуль – это:

- блок, структурные элементы которого тесно связаны между собой и относительно слабо связаны со структурными элементами других блоков;
- независимый структурный блок в составе более крупной системы, имеющий конкретную функцию и четко определенные границы [5].

Согласно Болдуин и Кларку [5] принцип модульности, положенный в основу построения сложных систем, состоящих из отдельных компонент, или модулей, на практике позволяет:

- расширять границы управляемости сложными системами;
- параллельно разрабатывать различные элементы таких систем;
- снижать уровень неопределенности внешней среды;
- ограничивать проектные решения, как правило, модульной периферией.

Таким образом, прикладная ценность принципа модульности для разработки новых продуктов и сервисов может означать только улучшение ряда существующих системных характеристик или создание новых. К таким характеристикам можно отнести: гибкость, универсальность, быструю перестраиваемость систем, их расширяемость, масштабируемость, устойчивость к внешним воздействиям, а также приспособляемость к изменениям внешней среды.

Реализация принципа модульности в промышленных организациях позволяет создавать продуктовое разнообразие, сокращать время вывода продукта на рынок, затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и производство [6]. При этом концепция модульности позволяет объяснить динамику организационных изменений, которые изоморфны продуктовым изменениям [7].

Создание организационной структуры хозяйствующего субъекта на принципе модульности способствует формированию его динамических способностей, которые проявляются в форме организационных инноваций за счет рекомбинации элементов организации, что обеспечивает создание организационного многообразия [8].

Диверсификация промышленных организаций на основе концепции модульности обеспечивает реализацию эффекта содержания [9].

В последнее время концепция модульности стала востребованной и была распространена на сектор услуг для анализа и синтеза сервисных систем [10].

По мнению Криса Восса и Джулии Хсуэн [11], концепция модульности играет исключительно важную роль для разработки новых сервисов и создания инноваций в секторе услуг, что также подтверждают, например, исследования [12–14] взаимосвязи между модульными бизнес-процессами и стратегическим позиционированием сервиса [15].

Использование концепции модульности в сервисной индустрии не только обеспечивает создание эффекта содержания, но также позволяет определить наиболее доходное направление общего сервисного пространства на рынке.

Применение стандартных сервисных модулей может способствовать повышению финансовой результативности за счет сокращения затрат при разработке сервиса, его производстве и поставке, сохраняя устойчивый высокий уровень его разнообразия [16].

Вместе с этим, однако, концепция модульных сервисов, хотя и попала в сферу интересов экономической науки, теоретическое развитие концепции и ее прикладной аспект носят пионерный и несистематизированный характер.

Таким образом, концепцию модульности можно считать эффективным и полезным инструментом, который возможно применять на различных уровнях структурного анализа и синтеза продуктов и сервисов.

В последние годы повышенным интересом в хозяйственной практике и науке пользуется концепция модульной платформы. Для многих промышленных и сервисных организаций она стала стратегическим императивом.

Модульные платформы используются для изучения потребительских предпочтений в отношении различных комбинаций продуктовых и сервисных функций, характеристик и потребительского поведения для выявления наиболее адекватных определенному рынку продуктов и сервисов [16], а также для создания продуктовых семейств.

Продуктовое семейство представляет собой группу продуктов и сервисов, которые создаются из общего множества компонент, модулей и/или подсистем для удовлетворения гетерогенных потребностей рыночных ниш.

Основой продуктового или сервисного семейства является продуктовая или сервисная платформа, деривативами которой являются такие семейства [17].

В зависимости от широты понимания продуктовые или сервисные платформы – это совокупность общих компонент, модулей или элементов, из которых можно эффективно разрабатывать и выпускать деривативные продукты и сервисы [17]. Или – это множество активов, например компонент, процессов, знаний, людей или отношений, которые используются в деривативном множестве продуктов или услуг [18].

В некоторых случаях платформы понимаются более абстрактно и как множество общих элементов, и как композиционные правила, позволяющие создавать продуктовые и сервисные предложения [19, 20].

Как показывает анализ современной практики и теории, использование концепций модульности и модульной платформы в промышленности и сфере услуг обеспечивает [21]:

- эффект масштаба при производстве модульных компонент;
- простоту продуктового или сервисного апгрейдинга;
- создание продуктового или сервисного разнообразия;
- сокращение времени выполнения заказа;
- конструктивную и тестовую простоту.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Модульность как принцип конструирования сложных продуктов и сервисов следует рассматривать в качестве источника инноваций, способствующих развитию и росту экономических субъектов.

2. Концепция модульной платформы представляет собой перспективное направление для создания инновационных продуктов и сервисов, позволяющая снижать уровень неопределенности внешней среды и расширять границы управляемой системной сложности.

3. Известные теоретические разработки позволяют считать, что концепция модульности может быть распространена на все существующие артефакты человеческой деятельности, включая организации.

Литература

1. Томсон А.Л. Концепция модульности: концептуальный интерфейс между продуктовой и организационной архитектурами // Журнал правовых и экономических исследований. 2010. № 1. С. 120–121.
2. Томсон А.Л. О формировании архитектуры промышленной организации // Управление социально-экономическим развитием: инновационный и стратегический подходы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 20–21 мая 2010 г. / ГИЭФПТ. Гатчина, 2010. С. 252–253
3. Simon H.A. The architecture of complexity: Proceedings of the American philosophical society. 1962. P. 467–482; reprinted in: The Sciences of the artificial, 2nd edition. Cambridge. MA. MIT Press., 1981.
4. Schilling M.A. Towards a general modular systems theory and its application to interfirm product modularity // Academy of Management Review. 2000. Vol. 25. P. 312–334.
5. Baldwin C.Y., Clark K.B. Design rules, Volume 1, The Power of Modularity. Cambridge: MA. MIT Press., 2000.
6. Sanchez R. Modular architectures in the marketing process // Journal of Marketing. 1999. Vol. 63(4). P. 92–111.
7. Sanchez R., Mahoney J.T. Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design // Strategic Management Journal. 1996. Vol. 17 (Winter Special Issue). P. 63–76.
8. Galunic D.C., Eisenhardt K.M. Architectural innovation and modular corporate forms // Academy of Management Journal. 2001. Vol. 44(6). P. 1229–1249.
9. Helfat C.E., Eisenhardt K.M. Inter-temporal economies of scope, organizational modularity, and the dynamics of diversification // Strategic Management Journal. 2002. Vol. 25. Issue 13. P. 1217–1232.
10. Pekkarinen S., Ulkuniemi P. Modularity in developing business services by platform approach // The International Journal of Logistics Management. 2008. Vol. 19. Issue 1. P. 84–103.
11. Voss C.A., Hsuan J. Service architecture and modularity // Decision Sciences. 2009. Vol. 40, №. 3. P. 541–569.
12. Meyer M.H., De Tore. Product development for services, // The Academy of Management Executive. 1999. Vol. 13(3). P. 64–76.
13. Pekkarinen S., Ulkuniemi P. The benefits of modularity in developing business services to varying customer needs in Mendibil (K.), Shamsuddin (A.), Moving Up the Value Chain, Vol. II: EUROMA Conference 18–21 June 2006 Glasgow. UK, University of Strathclyde. 2006. P. 907–916.
14. Pekkarinen S., Ulkuniemi P. Modularity in developing services to create value for diversifying customer needs in business markets: 22nd Industrial marketing and purchasing group conference. Opening the network. new perspectives in industrial marketing and purchasing. 7–9 September 2006. Paper in CD-rom 47p.pdf, PP. 12 Università Bocconi. Milano. Italy, 2006.
15. Bask A.H., Tinnila M., Rajahonka M. Matching service strategies, business models and modular business processes. // Business Process Management Journal. 2010. Vol. 16, Issue 1. P. 153–180.
16. Sanchez R., Collins R.P. Competing—and learning—in modular markets // Long Range Planning. 2001. P. Vol. 34. P. 645–667.

17. Meyer M.H., Lehnerd A.P. *The Power of product platforms: building value and cost leadership*. Free Press. New York. NY, 1997.
18. Robertson, D., Ulrich K. *Planning Product Platforms* // *Sloan Management Review*. 1998. Vol. 39(4). P. 19–31.
19. Bowman D. *Platforming Trends in Industry: 2005 Innovations in product development conference - product families and platforms: from strategic innovation to implementation*. Cambridge. MA, 2005.
20. Gordon P. *Tapping the full potential of product platforms: best practices in planning, managing, and organizing for platform effectiveness*. *Platform Management for Continued Growth*. Atlanta. GA.IIR/PDMA, 2004.
21. Ulrich K., Tung K. *Fundamentals of product modularity: Proceedings of the 1991 ASME Design Technical Conferences - Conference on Design Manufacture Integration*. Miami. Florida, 1991.

ИНТЕГРАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

П.В. Канисев;

Р.А. Степанов.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены понятие «интеграция», основные этапы процесса работы над курсовым проектом. Наглядно представлены элементы педагогического процесса.

Ключевые слова: курсовое проектирование, вузы МЧС России, учебный процесс, знания, умения, навыки

INTEGRATIVE TECHNOLOGIES IN COURSE DESIGN

P.V. Kanisev; R.A. Stepanov.

Saint Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Considered the concept of "integration", the main stages of the process of working on a course project. Elements of the pedagogical process are clearly presented.

Keywords: course design, EMERCOM universities of Russia, educational process, knowledge, skills, abilities

Существующая в настоящее время система подготовки специалистов в области пожарной безопасности, построенная по предметному принципу, не позволяет выпускникам вузов МЧС России в полной мере овладеть высоким уровнем профессионализма в процессе обучения. Одним из способов разрешения проблемы, на взгляд авторов, может стать усиление профессиональной ориентации учебных дисциплин, прежде всего, общетехнических и специальных.

Стратегическая суть этого подхода сводится к целенаправленной ориентации всех дисциплин на целостное изучение явлений и процессов, формирующих личностные и профессиональные качества конкурентоспособного специалиста, такие как профессиональная классификация на достижение успеха.

В последние два десятилетия теория обучения эволюционировала от жестко регламентированной к более открытой учебной среде, в центре которой стоит обучающийся как субъект образовательного процесса. Необходимо проанализировать методологические и концептуальные основы информационно-обучающей среды, описать особенности

организации курсового проектирования, которое направлено на формирование и развитие технических знаний, умений и навыков будущего специалиста Государственной противопожарной службы, а также способствует развитию его личности. Особенности организации учебного процесса в вузах МЧС России в условиях развития информационного общества рассматриваются с позиции тех психолого-педагогических условий, которые необходимо развивать в процессе взаимодействия участников учебного процесса.

Экспериментальное исследование может позволить выявить условия, при которых возрастает эффективность учебного процесса в информационно-обучающей среде, а также те факторы, которые сказываются на результативности профессиональной подготовки сотрудников Государственной противопожарной службы при различных формах обучения в вузах МЧС России [1].

Метод курсового проектирования является технологией, при которой курсант или небольшая группа курсантов выполняет полный цикл проектирования: обдумывают, планируют, разрабатывают, внедряют. Такие проекты являются в первую очередь интегрирующим фактором, способствуют реализации междисциплинарных связей. Метод проектирования обеспечивает систему с обратной связью, способствующую развитию личности, самореализации не только обучаемых, но и обучающих [2].

Этот метод используется в организации самостоятельной работы при усвоении дисциплин естественно-научного, общепрофессионального и специального циклов, то есть охватывает практически весь период обучения сотрудников Государственной противопожарной службы в вузе МЧС России.

В современных условиях, в результате буйного развития многочисленных отраслей знаний понятие «интеграция» переросло конкретно-научные рамки. Его с успехом используют в процессе исследований существенных сторон развития общества. Это дает возможность считать, что интеграция с тенденцией обращается в объективную закономерность. Под действием общественно-исторической практики интеграция наполняется новым содержанием, обогащается, становясь философской категорией, предназначенной для отражения наиболее значимых связей и отношений между различными сторонами окружающей действительности.

Многие современные ученые-педагоги (А.П. Беляев, М.И. Махмутов, А.А. Пинский, В.Г. Розумовский) считают, что интегративные процессы становятся тенденцией и в педагогике, особенно в теории обучения: все теснее сливаются воедино дидактика и психология мышления, педагогическая психология и социология, теория содержания общего и технического образования. Интегративные тенденции современной дидактики, главным образом, проявляются в том, что для определения закономерностей обучения исследователи используют понятия и теоретические предпосылки родственных наук [3].

Применительно к системе обучения понятие «интеграция» может принимать два значения:

– во-первых, это создание у курсанта вуза МЧС России целостного представления об окружающем мире (здесь интеграция рассматривается как цель обучения);

– во-вторых, это нахождение общей платформы сближения предметных знаний (здесь интеграция – средство обучения). Интеграция как цель обучения должна дать ученику те знания, которые отражают связанность отдельных частей мира как системы, научить курсанта с первых шагов обучения в вузе представлять мир как единое целое, в котором все элементы взаимосвязаны. Реализация этой цели может начаться уже на младших курсах. Интеграция также – средство получения новых представлений на стыке традиционных предметных знаний. В первую очередь она призвана заполнить незнание на стыке уже имеющихся дифференцированных знаний установить существующие связи между ними. Она направлена на развитие эрудиции обучающегося, на обновление существующей узкой специализации в обучении. В то же время интеграция не должна заменить обучение классическим учебным предметам, она должна лишь соединить получаемые знания в единую систему [4].

В современных условиях существуют объективные предпосылки для изменения системы подготовки будущих сотрудников Государственной противопожарной службы. Значимой при этом оказывается проблема интеграции способов освоения курсантами и студентами вузов МЧС России образовательных задач.

Основной задачей исследования проблемы использования интегративных моделей организации работы над курсовыми проектами в вузах МЧС России является добывание новых достоверных знаний об их закономерных связях между педагогическими явлениями. Если раскрыть сущность явления, его внутреннюю структуру, его закономерные, необходимые связи с другими явлениями, то появится возможность предсказывать, а главное сознательно управлять процессом, то есть наметить такую систему педагогической работы, которая гарантирует успешное получение желательного результата, достижение намеченной цели [5]. При этом необходимо проанализировать все элементы педагогического процесса (рис.).



Рис. Схема организаций исследования использования интегративных технологий при курсовом проектировании

Основные этапы процесса работы над курсовым проектом

Наметить педагогические задачи. Любой отрезок процесса курсового проектирования всегда нацелен на решение определенных педагогических задач. Основной педагогической задачей использования интегративных моделей курсового проектирования является

повышение качества подготовки за счет интенсификации процесса самостоятельной работы курсантов с учебным материалом.

Расширить содержание курсового проектирования. Для современного учебного процесса характерно, что содержание курсового проектирования не сводится к перечню знаний, которым надо вооружить обучающихся. Более широко понимая цели и задачи курсового проектирования, необходимо в содержание практического обучения включить помимо знаний, также умения и навыки, а также типы поисковых задач, решение которых в ходе курсового проектирования должно обеспечить развитие у обучающихся познавательной самостоятельности и творческого мышления. Основными направлениями расширения содержания курсового проектирования в пожарно-технических учебных заведениях на современном этапе являются компьютерные методы сбора, хранения и обработки информации, методы решения задач на нахождение определения оптимальных соотношений параметров технических систем.

Оптимизировать деятельность преподавателя. Чтобы сделать достоянием обучающихся намеченное содержание, преподаватель – руководитель курсового проектирования должен осуществлять соответствующую деятельность, при анализе и оценке которой необходимо обратить внимание на соответствие деятельности преподавателя поставленным педагогическим задачам, специфике содержания обучения, уровня подготовленности обучающихся, индивидуальным особенностям обучающихся, установить, в какой мере методы и приемы, используемые преподавателем, вызывают у обучающихся потребность в овладении знаниями, умениями и навыками, обеспечивают активность учебной деятельности. Повышение качества практической подготовки специалистов в пожарно-технических учебных заведениях невозможно без гуманизации учебного процесса, что, в свою очередь, требует освободить преподавателя от рутинных, нетворческих операций для непосредственного общения с курсантами в ходе курсового проектирования.

Организовать учебную деятельность обучающихся. Это важнейший элемент в структуре процесса работы над курсовым проектом. От характера этой деятельности зависят результаты усвоения содержания. При анализе и оценке деятельности обучаемых особенно важно установить, как они относятся к ней (работают целеустремленно, с увлечением, активно, энергично или неохотно, вяло), насколько владеют рациональными приемами воспроизведения и поисковой познавательной деятельности, в какие отношения вступают между собой, какие нравственные качества проявляются и формируются в этих взаимоотношениях.

Оценить основные направления материального обеспечения учебной деятельности обучающегося и обучающего. При этом необходимо установить, насколько удачно и в соответствии с поставленными педагогическими задачами, особенностями содержания курсового проектирования, уровнем подготовки и развития обучающихся подобраны и используются предлагаемые программные продукты, а также современные технические средства, прежде всего, персонального компьютера.

Оценить и проанализировать внешние условия (в которых происходит процесс курсового проектирования). Здесь оценивается специфика функционирования военизированного учебного заведения, особенности организации самостоятельной работы применительно к специфике процесса курсового проектирования. Объективная оценка результатов курсового проектирования. При этом учитывается умение не только воспроизводить знания, но, прежде всего, самостоятельно их приобретать и применять, выявляются умения и навыки в использовании современных информационных технологий.

Анализ педагогического процесса курсового проектирования не должен ограничиваться рассмотрением и оценкой каждого элемента в отдельности. Очень важно проанализировать взаимосвязи всех его элементов: насколько удачно они взаимодействуют и обеспечивают в совокупности устойчивые положительные результаты курсового проектирования в соответствии с поставленными педагогическими задачами.

Литература

1. Баскин Ю.Г., Гречных А.А. Метод априорной оценки эффективности учебных занятий в группах с различными социально-психологическими характеристиками. // Вестник Санкт-Петербургского института Государственной противопожарной службы МЧС России. 2005. № 1.
2. Колганов И.М. Вовлечение студентов в научную работу через сквозное курсовое проектирование // Современные технологии учебного процесса в вузе: доклад Науч.-метод. конф. Ульяновск, 2002. С. 18–20.
3. Теоретические основы создания образовательных электронных изданий / М.И. Беляев [и др.]. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2002. 86 с.
4. Определения основных терминов дидактики высшей школы / сост. Ю.Г.Фокин Обзорная информация НИИВО. М.: НИИВО, 1995. Вып. 4. 60 с.
5. Никадров В.Д. Программированное обучение и идеи кибернетики. М.: Наука, 1970. 204 с.

ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ГПС МЧС РОССИИ

**В.О. Солнцев, кандидат педагогических наук, доцент;
О.Н. Орлова. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Определена общая потребность в специалистах Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России. Рассмотрены вопросы карьерного развития. Проведен анализ успешности руководителей ГПС. Представлены результаты исследований по подготовке руководящего звена специалистов Государственной противопожарной службы МЧС России.

Ключевые слова: закономерности успешности, стремление к действительному успеху, формирование руководящего ядра органа управления, командно-штабные учения

DEVELOPMENT OF THE MODEL FOR LEADERS TRAINING IN STATE FIRE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA

V.O. Solntsev; O.N. Orlova. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The general need in specialists of State fire service of EMERCOM of Russia is defined. The questions of promotions are studied. The analysis of efficiency of State Fire Service administrators is implemented. The results of researches in leaders training of State fire service are presented.

Keywords: efficiency regularity, real success aspiration, forming of leading centre-command unit, command-staff trainings

Карьерное движение, в том числе и в системе государственной службы, – это естественный процесс для каждого человека, в котором сам человек является первопричиной собственного успеха.

Понятно, что каждый поступающий на государственную службу должен реально оценить свои возможности, личные данные, чтобы не нанести ущерб государству, людям и себе. Сочетание общественного и личного интересов в деятельности государственных

служащих является важной предпосылкой их служебного успеха, который достигается наличием у служащих необходимых для службы качеств, обеспечивающих реализацию его возможностей при выполнении служебного долга.

Карьерный путь любого человека отражает в первую очередь его жизненный путь, социальный, личностный, политический опыт, который не может не выразиться в его мировоззрении, стиле поведения и профессиональной деятельности.

Перспективным направлением профессионального развития госслужащих представляется личностно-развивающий подход, целью которого является становление личностного образа человека, его индивидуальное развитие как субъекта жизни, культуры, социума.

Успешность карьеры является основным понятием продвижения работника по службе. Одним из критериев успешности является отбор перспективных работников для обучения на факультетах руководящих кадров по различным специальностям.

Факультет руководящих кадров (ФРК) Академии ГПС МЧС России комплектуются сотрудниками ГПС из числа старшего начальствующего состава в возрасте до 40 лет, которые зачислены в резерв кадров для выдвижения на руководящую работу.

Все вопросы формирования резерва кадров для выдвижения регламентируются «Инструкцией о формировании резерва руководящих кадров ОВД РФ и работе с ним», утвержденной приказом МВД России от 2 апреля 1996 г. № 191.

Цель: создание и формирование резерва кадров для выдвижения, обеспечение выполнения оперативно-служебных задач путем своевременного и эффективного замещения руководящими кадрами соответствующих должностей в органах управления и его подразделениях, а также создание основы для планомерной и перспективной работы с руководящими кадрами.

Резерв – это сформированная в установленном порядке группа перспективных сотрудников для их целенаправленной подготовки и последующего выдвижения на должности руководителей.

Задачи: упорядочение механизма планирования передвижения личного состава по службе; повышение эффективности подготовки руководящих кадров; своевременное замещение должности руководящего состава квалифицированными кадрами; обеспечение преемственности в службе и руководстве.

При отборе кандидата в резерв учитываются: результаты служебной деятельности; личные и деловые качества, возраст, образование, опыт работы, знание нормативных документов, состояние здоровья.

На основании выполненного анализа построена схема формирования резерва (рис. 1).

Показано, что резерв является основой успешности и неотъемлемой частью формирования руководящего ядра органа управления.

Успешность предусматривает заложенное стремление к действительному успеху, личные качества, опыт, оценку деятельности за 0,5 года по минимальному критерию.

Целесообразно было бы рассмотреть особенности формирования человеческой личности, с учетом индивидуальных характеристик, участвующих в становлении личностных качеств специалиста.

Очень важно принимать во внимание индивидуальные особенности человека при формировании резерва руководящего ядра органа управления для правильного выбора дальнейшей деятельности сотрудника ГПС.

К статической составляющей работы с кадрами относятся кадровая политика, формирование кадровой системы, подбор сотрудников и т. д., к динамической – организация труда работников управления, стиль и методы их работы, система мотивации деятельности.

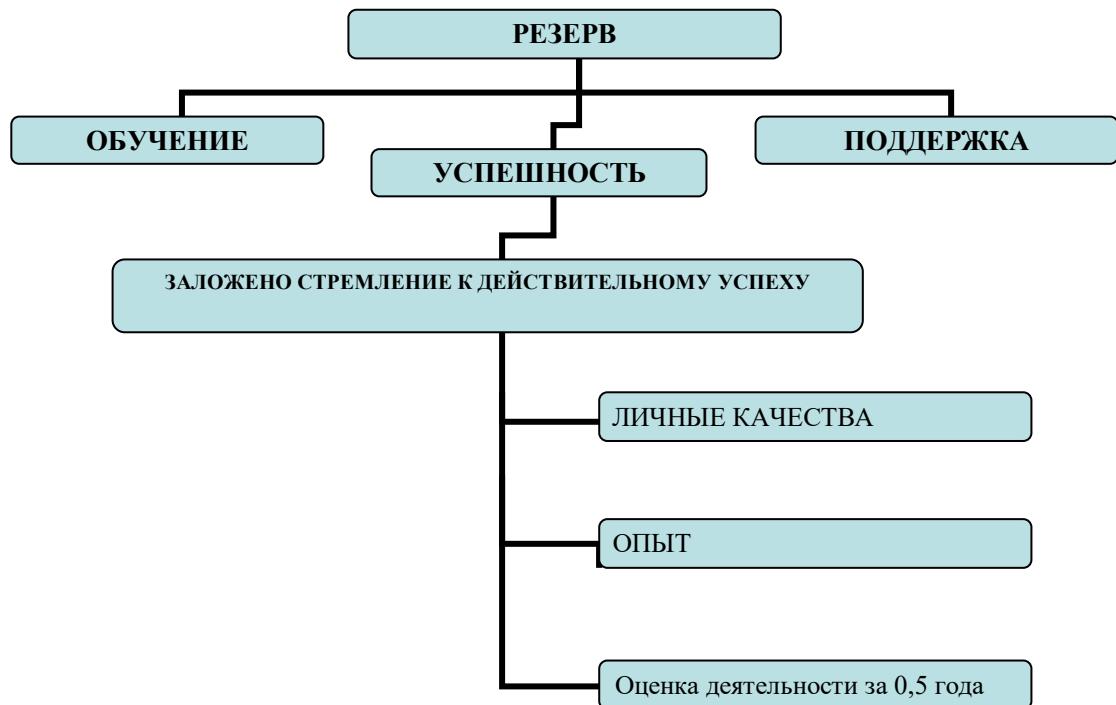


Рис.1. Схема формирования руководящего ядра органа управления.

Основным звеном системы работы с руководящими кадрами является подбор, который включает следующие процедуры: набор, формирование резерва, выдвижение, ротацию, расстановку, уход. Каждая из них имеет свои специфические особенности, этапы. Методы изучения вышеуказанных процедур достаточно подробно изложены в ряде публикаций отечественных и зарубежных исследователей.

С более упрощённым толкованием подбора руководящих кадров связывается, прежде всего, изучение пригодности кандидатов и выбором среди них работника для назначения на ту или иную должность в аппарате управления.

Традиционно в процессе подбора кадров выделяются следующие этапы:

- сбор информации о возможных кандидатах;
- обработка полученной информации по определенной системе;
- оценка необходимых качеств кандидатов и составление характеристики на каждого из них;
- сопоставление совокупности качеств кандидата и тех требований, которые необходимы для выполнения функций по данной должности;
- сравнение кандидатов на одну должность друг с другом и выбор того, кто больше других подходит для выполнения функций по должности;
- назначение кандидата на должность.

У работника, занявшего новую должность, обязанности, как правило, определены только в общем виде. Поэтому в процессе управления их приходится уточнять. Одно из таких уточнений – распределение заданий и работ между сотрудниками. Вместе с тем практикуется и распределение работников по участкам. И хотя должность работника в данном случае не меняется, тем не менее эту процедуру в традиционном понимании также можно считать своего рода продолжением подбора кадров.

В определенный момент времени субъект, продвигаясь по ступеням должностной иерархии, либо «идет на повышение», либо по каким-то причинам оставляет руководящую

должность. Поэтому уход является обязательным компонентом в системе подбора кадров, даже если он связан вообще с выходом из системы.

В ряде работ [1–6] указывается на то, что в зависимости от объективных условий внутриорганизационная карьера сотрудника может быть перспективной или тупиковой. Карьерная линия может быть либо длинной, либо очень короткой. Продвижение по службе определяется не только личными качествами работника (образованием, квалификацией, отношением к работе, системой внутренних мотиваций), но и объективными, такими как:

- высшая точка карьеры – высший пост, существующий в конкретной рассматриваемой организации;
- длина карьеры – количество позиций на пути от первой позиции, занимаемой индивидуумом в организации, до высшей точки;
- показатель уровня позиции – отношение числа лиц, занятых на следующем иерархическом уровне, к числу лиц, занятых на том иерархическом уровне, где находится человек в данный момент своей карьеры;
- показатель потенциальной мобильности – отношение (в некоторый определенный период времени) числа вакансий на следующем иерархическом уровне к числу лиц, занятых на том уровне, где находится индивидуум.

Точность, объективность и всесторонность сведений о конкретной личности достигаются путем обобщения возможно большего количества сведений о ней, полученных из различных источников. Чем больше будет обобщено такой информации, тем правильнее будут выводы о возможности использования того или иного кандидата на выдвижение в руководящий орган управления. При этом важно подчеркнуть, что совокупность собранных данных должна давать представление не об отдельных чертах личности, а о личности в целом.

Итогом реализации приказа МЧС России от 19 мая 2004 г. № 225 «О концепции кадровой политики МЧС России» будет являться наличие в организациях МЧС России высоко подготовленного кадрового потенциала, отвечающего установленным требованиям и обеспечивающего гарантированное выполнение задач, поставленных перед Министерством [7].

В этом документе, в примечании «Типовая схема формирования кадрового резерва руководящего состава МЧС России», говорится о том, что предпочтение при зачислении в резерв отдается сотрудникам, имеющим разносторонний опыт службы на разных должностях в органах управления, поисково-спасательных формированиях, воинских частях; учченую степень; образование по специальностям «Государственное и муниципальное управление», «Юриспруденция».

Проанализировав статистические данные за последние пять лет о слушателях данного факультета, выявлены некоторые закономерности успешности (рис. 2.).

Факультет предназначен для подготовки высококвалифицированных руководящих кадров управленческого звена Государственной противопожарной службы ГУ МЧС России по субъектам Российской Федерации.

На базе статистических данных можно сделать вывод, что по окончании обучения на факультете руководящих кадров Академии Государственной противопожарной службы МЧС России в соответствии с персональным распределением выпускникам предложены должности с повышением и дальнейшим прохождением службы по месту распределения.

Предлагается продолжить и развить тематику по представленным дипломным работам слушателей ФРК для диссертационных работ. Государственная аттестационная комиссия каждый год отмечает то, что многие дипломные проекты представляют практический интерес и являются частью научных исследований, так как разрабатывались в интересах регионов и объектов.



Рис. 2. Закономерности успешности

За пять лет число слушателей ФРК очной формы обучения, увеличилось в два раза. Востребованность в грамотных специалистах по вопросам управления возрастает с каждым годом. Учитывая постоянно увеличивающуюся штатную численность переменного состава факультета, а также существенно возросший должностной уровень слушателей, их разнообразный качественный состав (сотрудники ГПС, спасатели, военнослужащие, сотрудники ГИМС), необходимо увеличить штатную численность постоянного состава факультета. Следует рассмотреть и решить вопрос о введении должностей начальников курсов на очном отделении ФРК.

Основываясь на определенном анализе данных, категорию слушателей, которые находятся в звании старшего лейтенанта и выше и которые обучаются на факультете руководящих кадров, можно отнести к людям с устойчивыми взглядами, собственным мнением, определенным отношением к ценностям жизни.

Необходимо учитывать, что каждый из них имел желание обучаться на факультете руководящих кадров Академии Государственной противопожарной службы МЧС России, получить образование по специальности «Государственное и муниципальное управление».

Слушатели ФРК Академии ГПС МЧС России прежде всего усматривали в этом, совершенствование ранее полученных знаний с перспективой карьерного роста, реализацию себя на другой должности с возможностью выхода на более высокий уровень.

Литература

1. Бодров В.А. Профессиональная пригодность: субъектно-деятельностный подход: сборник. М., 2004.
2. Деркач А.А., Кузьмина Н.В., Яблокова Е.А. Сущностные характеристики психолого-педагогических технологий и их роль в повышении профессионального мастерства кадров управления // Психолого-педагогические технологии развития профессионального мастерства кадров управления. М.: РАГС, 2003.
3. Дергач А.А., Щербина А.В. Эффективность деятельности руководителей в экстремальных ситуациях. М.: МПАКЦ, 1998.
4. Джойнер Р. Лидер, менеджер и пять принципов успеха. М.: Прорыв, 2003.
5. Инструкция о формировании резерва руководящих кадров ОВД РФ и работе с ним: утв. приказом МВД России от 2 апр. 1996 № 191.

6. Организация и психология работы с кадрами управления: метод. реком. 1 и 2. М., 1992.
7. О концепции кадровой политики МЧС России: приказ МЧС России от 19 мая 2004 г. № 225.

ПРЕОДОЛЕНИЕ СЛУЖЕБНЫХ КОНФЛИКТОВ ДЕЙСТВУЮЩИМИ СОТРУДНИКАМИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА

**А.С. Захаревич, доктор психологических наук, профессор;
Л.Е. Давыдова, кандидат педагогических наук;**

Л.А. Ибрагимова.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассматривается проблема конфликтологической подготовки сотрудника государственного пожарного надзора (ГПН) в дидактическом аспекте как структурный компонент социально-психологической и специальной составляющей профессиональной компетентности, а также андрагогические условия конфликтологической подготовки специалистов государственного пожарного надзора. Анализируются результаты эксперимента по использованию конфликтологической подготовки сотрудников подразделений ГПН к преодолению служебных конфликтов.

Ключевые слова: служебный конфликт, андрагогические условия, государственный пожарный надзор, конфликтологические задачи, конфликтологическая компетентность, конфликтологическая подготовка

OVERCOMING OF THE OFFICE CONFLICTS BY STAFF OF THE STATE FIRE SUPERVISION

A.S. Zakharevich; L.E. Davidova; L.A. Ibragimova.

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

The article discusses the problem of conflictological training of staff of the state fire supervision in the didactic aspect as a structural component of the socio-psychological and a special component of professional competence, as well as androgogical conditions of conflictological training of specialists from the state fire supervision. Analyzes the results of an experiment on the use of conflictological training to overcome the office conflicts of staff of the State Fire Supervision.

Keywords: office conflict, androgogical conditions, the State Fire Supervision, conflictological problems, conflictological competence, conflictological training

Среди активно разрабатываемых проблем обеспечения пожарной безопасности выделяются методологические, которые призваны преодолеть трудности адаптации такой государственной структуры как государственный пожарный надзор к новым общественно-политическим условиям. Традиционно принимаемые для сферы обеспечения пожарной безопасности правовая (властная), организационная (институциональная) и экономическая политики дополняются и психоэтическим направлением. Психоэтическая трактовка мер по обеспечению пожарной безопасности связана с тем, что эти меры включают и психологическую составляющую как область продуманных конфликтно-консенсусных шагов, маневров, лавирования; вынужденных компромиссов, соглашений, уступок, нажимов

и барьеров (А.Д. Ершов). Обозначенное направление ориентирует всех специалистов, обеспечивающих подготовку специалистов для структур ГПН на смену акцентов в профессиональном пожарно-техническом образовании с узкопрофессиональных (технических, юридических, экономических) на общеметодологические подходы (управленческие, педагогические, психологические).

ГПН как активно развивающаяся система в настоящий момент переживает этап стабилизации. Дальнейшее его эффективное развитие и совершенствование зависит от устранения затрудняющих динамику роста факторов. Среди таких факторов значительное место имеют явления, связанные со служебными конфликтами (известно, что до 25 % рабочего времени в структурах ГПН теряется из-за конфликтов). Руководство ГПН уделяет достаточное внимание воспитательной работе с кадровым составом: в нормативных документах формулируются первоочередные задачи воспитательной работы с кадрами и подразделениями ГПН. Воспитательная работа с личным составом по конфликтологическим проблемам является предметом внимания органов управления ГПН.

Однако фактор административного ресурса не решает в полной мере задачу совершенствования профессионализма кадрового состава подразделений ГПН. Необходима целенаправленная конфликтологическая подготовка сотрудника ГПН, которая обеспечила бы оптимальное взаимодействие всех сотрудников данного подразделения ГПН, качественное проведение текущих и внеплановых проверок, а также комплексных пожарно-технических обследований, в целом деятельности по обеспечении пожарной безопасности с позиций психоэтической политики. В связи с этим нуждается в специальном исследовании конфликтологическая подготовка как часть профессиональной компетентности специалиста органов ГПН: сущность, состав профессионально важных с точки зрения управления служебным конфликтом качеств специалиста.

Научная разработка проблемы характеризуется наличием ряда трудов, посвященных конфликтологической подготовке (А.Я. Анцупова, О.Ю. Ефремова, У. Мастенбрука, Л.В. Петровской, Н.В. Самсонова, И.А. Скопылатова, Л.И. Уманского, Р.Х. Шакурова, И.А. Шепилова и др.); исследовались конфликты в деятельности дознавателя и следователя (А.К. Кротов); конфликты в трудовых коллективах (Н.В. Гришина); конфликтологическая культура педагога (В.И. Журавлев). Однако в прямой постановке проблема совершенствования конфликтологической подготовки как вида профессиональной компетентности не исследовалась, не выявились особенности конфликтологической подготовки сотрудника ГПН.

Кроме того, очевидна важность задачи совершенствования уровня профессионализма работающих специалистов, которая решается построением системы повышения квалификации на местах, в региональных управлениях и на базе пожарно-технических вузов МЧС России. При этом традиционно переносимая вузовская дидактика на процессы совершенствования профессиональной квалификации не может быть принята в силу возрастных, социальных, индивидуальных и личностных особенностей уже работающих специалистов пожарно-технического профиля. Активно развивающееся направление в сфере обучения – андрагогика как обучение взрослых (Б.М. Бим-Бад, С.И. Змеев, М.Ш. Ноулз, П. Фюрте) – не была адаптирована к профессиональному обучению и повышению профессионализма сотрудников ГПН.

Для выявления конфликтогенных и конфликтных тенденций в функционировании ГПН были проведены опросы среди специалистов, работающих на разных уровнях СПб управления ГПС и Управления № 50: руководители среднего звена – начальники отделов ГПН, начальники объектовых профилактических частей; сотрудники, выполняющие обязанности в оторванных от основной дислокации подразделений ГПН.

Результаты опроса специалистов ГПН, работающих на разных уровнях, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты опроса специалистов ГПН

№ п/п	Вопрос	Параметр	Опрашиваемый контингент, %		
			руководители n = 17	сотрудники n = 123	персонал n = 95
1	Конфликты на работе	Не происходили	26	31	9
		Происходили	74	69	91
2	Частотность конфликтов	Раз в год	31	49	77
		Раз в месяц	29	14	14
		Раз в неделю	9	6	-
		Каждый день	5	-	-
		Свой вариант	-	-	-
3	Причины конфликтов	Условия работы	10	-	-
		Недостатки в организации	35	15	5
		Несоответствие прав и обязанностей	2	14	10
		Низкий уровень дисциплины	5	4	-
		Незнание НПБ	1	21	50
		Нарушение НПБ	2	-	45
		Личная неприязнь	10	-	-
		Психологическая несовместимость	1	5	-
		Особенности характера	6	5	5
		Нарушение этики	1	5	20
4	Побуждение к конфликту	Непонимание	14	28	35
		Защита от угроз	-	-	14
		Отстаивание интересов	11	34	27
		Стремление к признанию заслуг	4	-	-
		Стремление реализовать свои возможности	6	-	7
		Профессиональный долг	12	29	45
		Нарушение дисциплины с моей стороны	-	13	-
5	Конфликтная стратегия	Избежание	22	19	27
		Приспособление	11	6	10
		Компромисс	23	21	36
		Сотрудничество	9	18	22
		Соперничество	-	-	-
6	Методы разрешения конфликта	Применение санкций	10	-	19
		Указание на нарушение	11	-	33
		Контроль отрицательных эмоций	16	13	4
		Косвенное воздействие	4	-	6
		Критика	1	1	-
		Толерантность	14	23	24
		Дискуссия	21	14	9
		Убеждение	15	13	45
7	Предупреждение конфликта	Справедливость	32	6	16
		Компетентность	23	26	42
		Всесторонний учет интересов	35	5	17
		Поощрение, перспективы	-	-	-
		Укрепление психики	5	12	10

Результаты опроса позволяют утверждать, что фактологическая подтвержденность существования конфликтов в деятельности сотрудников ГПН свидетельствуют об актуальности включения конфликтологического компонента в состав профессиональной компетентности. У большинства опрошенных наблюдается нарушение взаимосвязей между признаками мотивации конфликта в основных сферах индивидуальности.

Интеллектуальная сфера исследовалась с помощью методики измерения ригидности, вопросами диагностической бесед, вопросами и заданиями итогового контроля разработанного курса «Конфликтология». Эмоциональная сфера исследовалась с помощью методики измерения импульсивности, эксперимента для изучения самооценки, шкалы реактивной и личностной тревожности. Мотивационная сфера диагностировалась методикой изучения конфликтных установок, методикой «Сортировка», разработанной анкетой. Предметно-практическая сфера изучалась тестом описания К. Томаса, вопросами и заданиями к сборнику конфликтных ситуаций. Сфера саморегуляции диагностировалась с помощью методики измерения уровня субъективного контроля. Показатели конфликтологической подготовки к преодолению служебных конфликтов в основных сферах индивидуальности представлены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели конфликтологической подготовки

№ п/п	Основные сферы	Показатели конфликтологической компетентности
1	Интеллектуальная сфера	Гибкость ума Саногенное мышление Система конфликтологических знаний
2	Эмоциональная сфера	Ситуативная тревожность Адекватная самооценка Уверенность в себе Умение управлять конфликтными эмоциями
3	Мотивационная сфера	Отношение к насилию Отношение к конфликту Адекватная актуализация
4	Основные сферы	Показатели конфликтологической компетентности или пассивных мотивов конфликтного взаимодействия
5	Сфера саморегуляции	Осознанная постановка, выбор целей и средств конфликтного поведения Уровень субъективного контроля
6	Предметно-практическая сфера	Владение умениями решения вероятностных конфликтологических задач

Конфликты в служебном коллективе подразделения ГПН существуют в силу субъективных и объективных противоречий и приводятся в действие, разрешаются в процессе конфликтного противоборства субъектов деятельности, либо предвосхищаются системой управления. Но прежде чем система управления и регулирования (саморегулирования) достигнет уровня понимания, предвосхищения конфликтной ситуации, последняя проходит сложный путь развития, соответствующий тому пути, по которому осуществляется совершенствование деятельности сотрудника.

Результаты опроса сотрудников центрального аппарата УПО по Санкт-Петербургу, Управления № 50, а также сотрудников отрядов и СВПЧ о характере дискуссий и споров в служебных коллективах подразделений ГПН представлены в табл. 3.

Таблица 3. Характер дискуссий и споров в коллективах подразделений ГПН

№ п/п	Утверждение	Центральный аппарат, n=35, %		Подразделения, n=105, %	
		X	σ	X	σ
1	Споры и дискуссии происходят редко	18,3	4,1	29,1	5,2
2	Свободный обмен мнений, добро- желательная критика	59,8	8,3	45,6	6,4
3	Происходят под давлением отдельных сотрудников	7,3	2,1	4,9	1,2
4	Происходят в пределах не расходящихся с точкой зрения руководителя	4,9	0,4	3,9	0,5
5	Свободный обмен мнениями, не затрагивающий коренных проблем	20,7	5,3	15,5	3,9
6	Другие мнения по вопросам споров и дискуссий	2,4	0,3	3,9	0,4

Опрос также подтвердил предположение о том, что характер совместной деятельности оказывает воздействие на психологическое состояние сотрудников посредством межличностных деятельностных взаимоотношений. Об этом свидетельствуют данные опроса об основных источниках психических напряжений в служебном коллективе подразделения ГПН. Использовалась методика К. Томаса, адаптированная Н.В. Гришиной (рис. 1).



Рис. 1. Степень психической напряженности, связанной с характером совместной деятельности

На рис. 1 изображены показатели нервного напряжения в служебном коллективе, связанных: 1 – с работой; 2 – с взаимоотношениями с товарищами по службе; 3 – с взаимоотношениями с руководителем.

Организация поведения личности сотрудника ГПН в связи с конфликтом мотивов деятельности представлена на рис. 2.

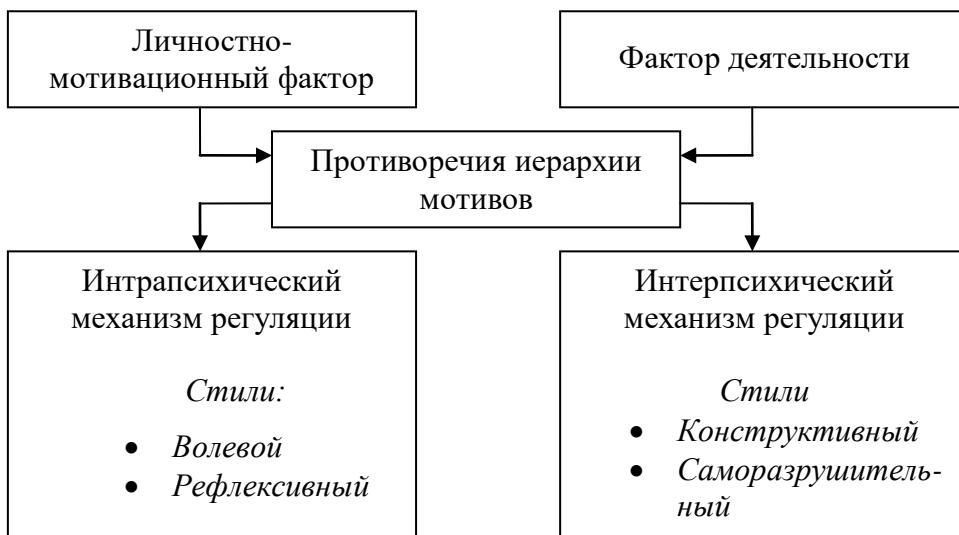


Рис. 2. Организация поведения личности сотрудника ГПН в связи с конфликтом мотивов деятельности

Разработанные андрагогические условия проверялись на базе института дополнительного профессионального образования Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, а также в коллективе управления ГПН Главного управления ГПС по Санкт-Петербургу.

В эксперименте независимыми переменными являлись андрагогические условия формирования конфликтологической подготовки специалистов ГПС.

Для определения исходного уровня конфликтологической подготовки были отобраны тесты, создана анкета, сформулированы вопросы для беседы и интервью с сотрудниками ГПН, а также система учебных, учебно-профессиональных и профессиональных задач. Методы исследования различных сфер деятельности представлены в табл. 4.

В качестве критериев оценки знаний и умений использовались уровни усвоения (В.П. Беспалько) и коэффициенты усвоения (А.А. Кыверялг, А.В. Усова).

Таблица 4. Методы исследования различных сфер деятельности сотрудника ГПН к преодолению служебных конфликтов

№ п/п	Сфера исследования	Методы исследования
1	Интеллектуальная	Методика измерения ригидности, вопросы диагностической беседы, вопросы и задания итогового контроля курса «Конфликтология»
2	Эмоциональная	Методика измерения импульсивности, эксперимент для изучения конфликта самооценки, шкалы оценки реактивной и личностной тревожности
3	Мотивационная	Методика экспериментального изучения конфликтных установок, методика «сортировка», разработанная анкета
4	Предметно-практическая	Тест описания поведения К.Томаса, вопросы и задания к сборнику конфликтных ситуаций
5	Саморегуляция	Методика измерения уровня субъективного контроля

По окончании констатирующего этапа эксперимента было установлено исходное состояние сформированности конфликтологической подготовки группы сотрудников управления ГПН проходивших обучение в институте дополнительного профессионального образования Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. Результаты экспериментального исследования конфликтологической подготовки представлены в табл. 5.

Таблица 5. Распределение слушателей экспериментальной группы по уровням развития конфликтологической подготовки

Этап эксперимента	Уровни конфликтологической компетентности, %		
	Интуитивный	Репродуктивный	Продуктивный
Начало (апрель 2009 г.)	15	37	48
Конец (январь 2010 г.)	8	25	77

Результаты проверки контрольного теста «Незаконченное предложение» и письменных работ по решению конфликтологических задач обрабатывались также исходя из критериев уровня деятельности, характеризующих меру и последовательность овладения опытом, меру продвижения в овладении содержанием обучения (В.П. Беспалько), представлены в табл. 6.

Таблица 6. Результаты проверки контрольного теста «Незаконченное предложение» и письменных работ по решению конфликтологических задач

№ п/п	Уровень	Содержание деятельности	Результаты, %
1	I	Деятельность по распознаванию, различению, узнаванию или опознанию объекта изучения в ряду других объектов или отдельно взятого объекта	10
2	II	Деятельность репродуктивная - по воспроизведению информации об изученном объекте	12
3	III	Деятельность продуктивная, связанная с использованием усвоенной информации для решения конкретных задач по преобразованию объекта с целью получения новых результатов, однако в пределах буквального применения соответствующих образцов деятельности к данному классу задач или проблем	56
4	IV	Деятельность продуктивная, по применению усвоенной информации к решению конкретных практических задач и получению новых результатов, но с широким переносом действий на отличные от условий обучения ситуации	12

Для оценки статистической значимости различий в конфликтологической подготовке в начале и в конце эксперимента применялся критерий χ^2 . Для коэффициента вероятности $\alpha = 0,05$ или достоверности 95 %, что общепринято в психологических исследованиях, для количества уровней $C = 3$ и числа степеней свободы $v = 2$, значение критерия $T_1 = 9,55$, критическое значение критерия $T_2 = 5,99$. В рассматриваемом случае $T_2 < T_1$. Это значит, что распределение слушателей экспериментальной группы по уровням развития конфликтологической подготовки в начале и конце эксперимента существенно отличается при достоверности 0,95, что говорит о статистической значимости полученных в эксперименте результатов.

Литература

1. Акмеологические основы конфликтологии: монография / Х.С. Гуцириев [и др.] СПб., 1994.
2. Емельянов Ю.Н., Кузьмин Е.С. Теоретические и методические основы социально-психологического тренинга: учеб. пособ. Л.: ЛГУ, 2000. 103 с.
3. Келих В.Р., Токарев Н.А. Опыт психологической подготовки слушателей из числа руководящего и начальствующего состава Государственной противопожарной службы в Санкт-Петербургском ИПК работников МВД России // Психопедагогика в правоохранительных органах. 1995. № 1. С. 46–49.
4. Кричевский Р.Л. Об одном из механизмов межличностного взаимодействия в малой группе // Проблемы развития личности и коллектива / отв. ред В.К. Боярчук. Ростов. Изд-во Ростовского гос.ун-та, 1986. С. 45.
5. Липницкий А.В. Менеджмент и конфликты // Психология менеджмента. СПб., 1997. С. 113–140.
6. Пономарев И.Б. Психологический анализ содержания путей профилактики и разрешения конфликтов в деятельности и общении сотрудников органов внутренних дел // Психолого-педагогические проблемы совершенствования управления и оперативно-служебной деятельности органов внутренних дел: труды академии. М., 1986. С. 139.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ В ВУЗАХ МЧС РОССИИ НА ОСНОВЕ ВИРТУАЛЬНЫХ КЕЙС-КОМПЛЕКТОВ

**Л.Е. Давыдова, кандидат педагогических наук;
С.Н. Процук;
Б.М. Сапаров. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассматривается возможная структура информационного обеспечения процесса текущего контроля знаний при заочной форме обучения. Сформулированы принципы формирования содержания индивидуальных контрольных заданий. Анализируются результаты педагогического эксперимента по использованию виртуальных кейс-комплектов для текущего контроля знаний в учебном процессе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Ключевые слова: виртуальные технологии, частично-адаптивные технологии, индивидуальные контрольные задания, экспресс-контроль, виртуальный комплекс, структура занятия, контрольный опрос, педагогический эксперимент, кейс-комплект

THE ORGANIZATION OF THE CURRENT CONTROL OF KNOWLEDGE IN THE UNIVERSITIES OF EMERCOM OF RUSSIA ON THE BASIS OF VIRTUAL CASE-SETS

L.E. Davidova; S.N. Procuk; B.M. Saparov.

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

In the article is considering a possible structure of information support of educational process, particularly, current knowledge control. The principles of development of content of individual control tasks had been formulated. Analyzing the results of the pedagogical experiment in using virtual case-sets for current control of knowledge in the educational process at Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia.

Keywords: virtual technology, partially-adaptive technologies, individual control tasks, quick control, virtual complex, lesson structure, control test, pedagogical experiment, case-set

Качество образования, эффективность заочной подготовки инженерно-технических кадров для МЧС – эти вопросы сейчас актуальны как никогда, однако «знания можно только предложить, но овладеть ими может и должен каждый самостоятельно», – так утверждал Адольф Дистервег. Чтобы вклад в качество был весомее, преподавателям необходимо поддерживать интерес у слушателей к учебе, к предмету, стимулировать их к работе, а, следовательно, искать и применять наиболее эффективные методы и приемы контроля знаний на всех стадиях заочного обучения.

Благодаря новым информационным технологиям у преподавателей и слушателей есть эффективный инструмент – персональный компьютер (ПК), который, если дополнить его методически корректным программным продуктом, позволит решить задачу повышения эффективности текущего контроля знаний.

Опыт применения дистанционных образовательных технологий при заочном обучении показал, что наряду с их достоинствами существуют и проблемы, прежде всего технические. В первую очередь недостаточная развитость информационно-коммуникационной инфраструктуры (частичная обеспеченность населения информационными технологиями), а также низкий уровень компьютерной грамотности слушателей, проживающих в удаленных регионах. Поэтому дистанционные методы контроля знаний, связанные с тестированием в режиме on-line и требующие коммуникационных каналов высокой пропускной способности, часто просто технически недоступны многим сотрудникам федеральной противопожарной службы (ФПС), которые хотели бы обучаться по заочной или дистанционной форме.

Для успешного решения накопившихся проблем, связанных с организацией текущего контроля знаний слушателей и обеспечения доступа сотрудников ФПС, проживающих в населенных пунктах, не имеющих развитой коммуникационной сети к дистанционным технологиям обучения, необходимо решение следующих задач:

– нахождение путей и методов интенсификации самостоятельной работы слушателей, а также обеспечения текущего контроля знаний путем внедрения в педагогическую практику электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК), выполненных в виде кейс-комплекта;

– разработка необходимой методической поддержки, позволяющей обеспечить документирование и пересылку результатов выполнения контрольных заданий в институт заочного и дистанционного образования и на кафедры учебного заведения для последующего получения результатов самостоятельной работы с использованием телекоммуникационных средств с ограниченной пропускной способностью.

Совокупность принципов формирования содержания индивидуального контроля знаний (ИКЗ), использование которых позволяет обеспечить постоянный и поэтапный дистанционный контроль преподавателем хода самостоятельной работы слушателя заочной формы обучения по освоению рабочей программы изучаемого курса может быть обобщена в виде табл. 1:

Таблица 1. Совокупность принципов формирования содержания ИКЗ

№ п/п	Принцип формирования	Способ реализации
1	Правдоподобие	В процессе акта текущего контроля знаний необходимо анализировать каждый вариант ответа индивидуального контрольного задания и выявлять в нем неточность или ошибку в своем ответе
2	Дополнение	Там, где возможно, стоит привести несколько истинных ответов, каждый из которых, являясь верным, в той или иной степени дополняет остальные правильные ответы. Подобный прием позволяет уяснить на практике возможность неоднозначности ответа более широко подойти к решению предлагаемой задачи
3	Поиск соответствия	Правильное утверждение не должно полностью соответствовать определению, данному в учебнике. Это заставляет слушателей и студентов в процессе ответа на задания осмысливать определения, а не механически их заучивать. Допускается приводить заведомо неверные ответы, созвучные приведенным в учебниках определениям
4	Защита от случайного выбора	Варианты ответов расчетных задач, содержат не чисто случайные значения, а лишь те, которые получены при решении с введением типичных ошибок. Это минимизирует случайность, возникающую при выборе любого из ответов, если его собственный не совпадает ни с одним из приведенных
5	Полный охват	Вопросы по каждой теме подбираются таким образом, чтобы они наиболее полно охватывали все разделы и позволяли контролировать как усвоение теоретических знаний, так и их навыки в решении расчетных задач
6	Замена формы представления	При составлении индивидуальных заданий часть символьной информации может быть представлена в текстовой форме. Вопросы и ответы, составленные в виде текстов, призваны способствовать тренировке образного мышления у групп слушателей и студентов заочной формы обучения, отдающих предпочтение формулам, рисункам и символам
7	Апробация	Процесс создания вариантов задания на текущий контроль знаний всегда должен включать опытную стадию, поэтому, прежде чем использовать задания для текущего контроля и оценки знаний, их необходимо предложить для решения относительно небольшой группе слушателей и студентов. Преподаватель может не увидеть двоякого толкования заданного вопроса или неоднозначность в предложенных ответах, так как то, что для специалиста является очевидным, у слушателей или студентов может вызывать вполне обоснованные вопросы

Учитывая особенности организации заочного учебного процесса вузов МЧС России, функциональная схема ЭУМК, поддерживающего опции текущего контроля, представлена на рис. 1.

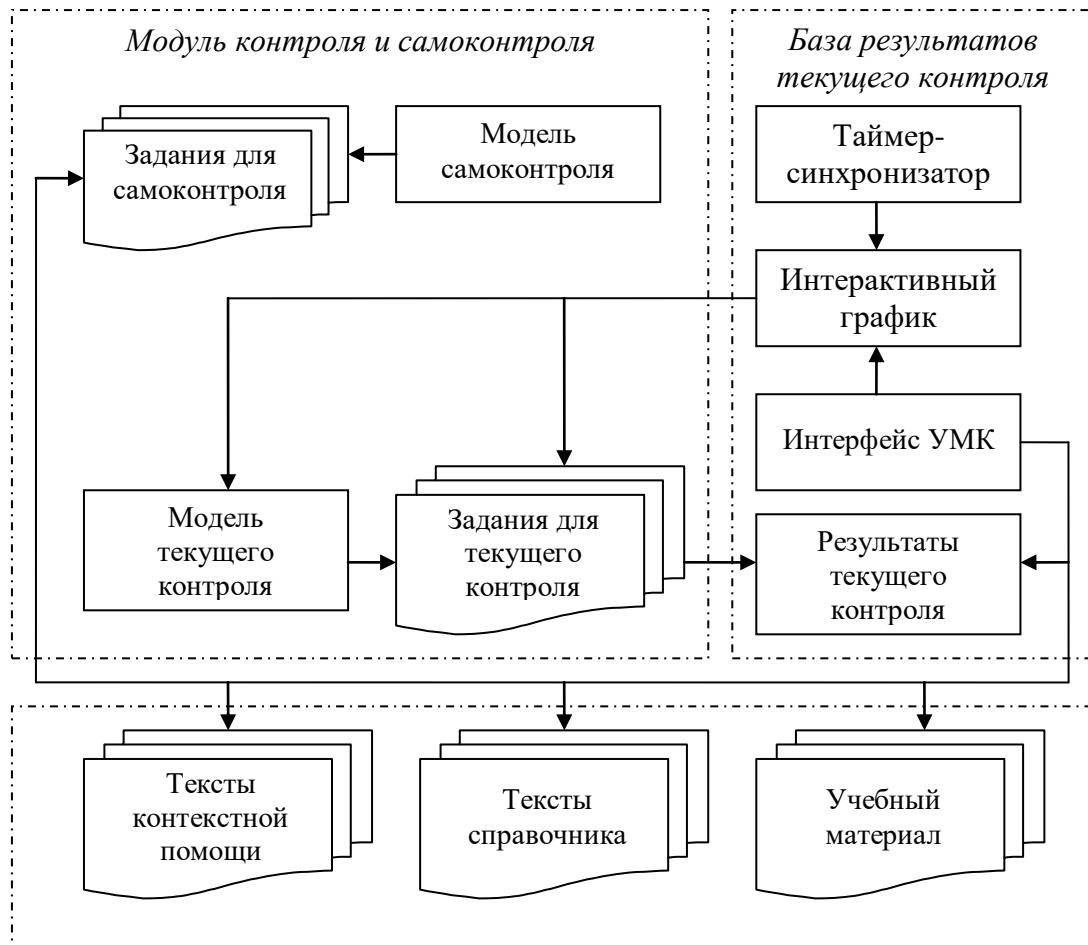


Рис. 1. Функциональная схема ЭУМК «Электроника»

В качестве критериев готовности к использованию виртуальных дистанционных технологий для реализации процедуры текущего контроля знаний приняты результаты анализа успеваемости слушателей и студентов заочной формы обучения по дисциплине «Информатика», а также их самооценка, установленная в ходе 29 личных бесед. Замечено, что в личных беседах слушатели и студенты не скрывали проблем, которые могут возникнуть при работе с новым для них учебно-методическим материалом. Результаты анализа готовности слушателей и студентов заочной формы обучения к использованию электронных учебно-методических комплексов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Объективные характеристики готовности к использованию ЭУМК

Контингент	n	Информатика		Самооценка		t-критерий Стьюдента
		X _m	σ ²	X _m	σ ²	
Слушатели	22	3,358	1,374	3,977	0,782	3,095
Студенты	7	4,491	1,012	4,360	0,766	3,060

Поскольку результаты самооценки неплохо коррелируются с результатами отбора с использованием критерия успеваемости по информатике, то было принято решение о выборе в качестве доминирующего критерия наименее оптимистический результат оценки готовности курсантов в различных категориях.

В ходе констатирующего этапа эксперимента были опрошены 22 слушателя и 7 студентов 4 курса института дистанционного и заочного образования специальности

«Судебная экспертиза» с целью определения возможности доступа к сети Интернет и готовности использования ПК для поддержки самостоятельной работы по изучению нового учебного материала и участия в процессе текущего контроля знаний.

Результаты опроса позволяют сделать следующие выводы: многие из слушателей и студентов имеют возможность использовать ПК в местах постоянного проживания, а также имеют доступ к сети Интернет; большая часть этих слушателей и студентов готова использовать эти ресурсы при самостоятельной работе по изучению нового учебного материала и в процедуре текущего контроля; условием использования ПК при самостоятельной учебной работе во внеаудиторный период является наличие соответствующего русифицированного программного продукта, имеющего разветвленную контекстную помощь.

Результаты опроса приведены на рис. 2.



Рис. 2. Возможность доступа слушателей и студентов к сети интернет
во внеаудиторное время:

1 – дома; 2 – на службе; 3 – на объекте; 4 – у друзей; 5 – интернет-кафе

На основании опроса слушателей и студентов экспериментальных групп было принято решение о разработке ЭУМК с учетом возможности его записи на флэш-карты обучаемых и использовании их в автономном режиме в виде носимого кейс-комплекта. Этот выбор предопределил необходимость разработки программного продукта, работающего со всеми наиболее распространенными браузерами и IBM-совместимыми операционными системами.

Для успешного проведения формирующего эксперимента терминалы лаборатории пожарной автоматики, в которой проводилась консультационная работа со слушателями и студентами заочной формы обучения, у которых периодически появлялась техническая возможность очного общения с преподавателями, было дополнено специальной процедурой. Это техническое решение позволило получить объективную информацию об общем числе обращений и продолжительности обращений к каждой из доступных функций.

Частота и продолжительность обращения к опциям электронного учебно-методического комплекса в ходе формирующего эксперимента представлена на рис. 3.



Рис. 3. Частота и продолжительность обращений слушателей и студентов в использовании ЭУМК «Электроника»

При чтении установочных лекций слушателям и студентам, участвующим в формирующем эксперименте, было разъяснено, что у них есть возможность отсылать по электронной почте в адрес института дистанционного и заочного образования Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России начиная со второй недели самостоятельной работы, письменный ответ или решение задачи на следующий вопрос ИКЗ. Всего каждое ИКЗ содержало девять теоретических вопросов и четыре задачи. Содержание каждого из теоретических вопросов или задаче соответствовало группе из 13 дидактических единиц, входящих в две изучаемые темы раздела «Электроника». Таким образом, учитывая периодичность текущего контроля – 2 недели, таковой осуществлялся в течение 26 недель. В течение недели слушатель или студент получает ответ преподавателя с оценкой за выполненный ответ или решение задачи. При получении неудовлетворительной оценки слушатель или студент имел возможность исправить допущенную ошибку. В дальнейшем слушатели и студенты, получившие в итоге положительные оценки за ответы на все девять теоретических вопросов и решение четырёх задач, освобождаются по их выбору от ответа на теоретические вопросы раздела «Электроника» на итоговом экзамене, при этом итоговая оценка за раздел выставляется как среднеарифметическая по результатам текущего контроля.

Результаты текущего контроля представлены на рис. 4.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы: некоторый провал на десятом задании и последующий рост средней оценки может быть объяснен переходом от теоретических вопросов к решению практических задач; по мере прохождения текущего контроля дисперсия полученных результатов уменьшается.

Для обеспечения формирующего эксперимента в ходе итогового экзамена выставлялись две промежуточные оценки: одна за ответ по разделу «Электроника», а другая – за ответ по разделу «Производственная и пожарная автоматика». Результаты формирующего эксперимента представлены в табл. 3.



Рис. 4. Результаты текущего контроля знаний слушателей и студентов экспериментальной группы

Таблица 3. Результаты измерения эффективности использования технологий текущего контроля знаний

Виды контроля	Слушатели (n=22)				Студенты (n=7)			
	электроника		автоматика		электроника		автоматика	
	X _m	σ ²	X _m	σ ²	X _m	σ ²	X _m	σ ²
Индивидуальные контрольные задания	3,89	0,41	3,73	0,79	3,81	0,36	3,67	0,62
Предлабораторный коллеквиум	3,81	0,37	3,65	0,52	3,82	0,53	3,53	0,66
Защита отчетов по лабораторной работе	3,95	0,44	3,72	0,54	3,81	0,41	3,69	0,63
Итоговый экзамен	3,92	0,53	3,72	0,50	3,85	0,44	3,59	0,42

Контрольный опрос проводился независимыми экспертами через 14 месяцев после окончания изучения дисциплины «Электроника и пожарная автоматика» в последующей лабораторно-экзаменационной сессии. Результаты контрольного опроса представлены на рис. 5.

Уменьшение смещения центра распределения в сторону более высоких баллов объективных показателей остаточных знаний на экспериментальном этапе по сравнению с контрольным позволяет сделать вывод об эффективности использования дистанционных технологий текущего контроля знаний слушателей и студентов заочной формы обучения.



Рис. 5. Результаты контрольного опроса при измерении остаточных знаний

На основании проведенных исследований установлено следующее.

Изучение отечественного и зарубежного опыта позволяет сделать вывод, что при переходе от заочной формы обучения к дистанционной необходимое качество подготовки специалистов в вузах МЧС России может быть достигнуто, в том числе и применением дистанционных технологий текущего контроля знаний.

Тематика и состав учебно-методических материалов для поддержки текущего контроля знаний слушателей заочной формы обучения во внеаудиторный период должны:

- быть максимально приближены к практической деятельности сотрудников ФПС;
- согласовываться с содержанием электронного учебника, входящего в ЭУМК в качестве обязательного компонента;
- позволять осуществлять поэтапный дистанционный контроль самостоятельной работы со стороны преподавателя;
- иметь уровень дискретизации, позволяющий контролировать степень усвоения обучаемыми в ходе самостоятельной работы дидактических единиц, представленных в рабочей программе;
- позволять документирование и пересылку по существующим линиям коммуникаций результатов выполнения индивидуальных контрольных заданий;
- поддерживать число вариантов не менее числа обучающихся по данной специальности в вузе, что является необходимым условием объективности полученных результатов.

При разработке учебно-методических материалов и программно-компьютерного сопровождения дистанционных технологий текущего контроля знаний необходимо учитывать, что:

- эффективным средством активизации учебно-познавательной деятельности заочно обучающегося сотрудника ФПС является применение ЭУМК при текущем контроле знаний. При этом обучающийся из пассивного объекта обучения превращается в активный субъект: поскольку обучающий инициирует активные действия, то тем самым он принимает на себя некоторые функции обучающего;

– при формировании структуры ЭУМК желательно обеспечить резидентное нахождение элементов управления доступа к его основным компонентам, для чего можно использовать фреймы;

– варианты выхода на основные компоненты ЭУМК целесообразно максимально дублировать через гиперссылки между его отдельными составляющими.

Сформированные комплект методической документации и соответствующее программно-компьютерное сопровождение дистанционного контроля знаний по дисциплине «Электроника и пожарная автоматика» могут быть использованы для снятия технических ограничений по каналам связи и расширения возможного контингента обучаемых сотрудников ФПС по дистанционной форме.

Экспериментально доказано, что интерактивный график является эффективным инструментом организации текущего контроля знаний слушателей заочной форм обучения.

ЭУМК может найти широкое применение как методическая поддержка реабилитационно-восстановительного процесса у курсантов и студентов очной форме обучения, имеющих пропуски плановых занятий.

Литература

1. Аванесов В.С. Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе: учеб. пособ. для слушателей учебного центра. М.: МИСиС, 1987. 107 с.
2. Майоров А.Н. Теория и практика создания тестов для системы образования (Как выбирать, создавать и использовать тесты для целей образования). М.: Интеллект-центр, 2001. 296 с.
3. Оценивание результатов тестирования на основе экспертно-аналитических методов / В.Б. Моисеев, В.В. Усманов, К.Р. Таранцева, Л.Г. Пятирублевый // Открытое образование, 2001. № 3. С. 32–36.
4. Рудинский И.Д., Соловей Е.В. Реализация алгоритмов прямого тестирования в интеллектуальной автоматизированной системе контроля знаний // Сборник материалов конференции, 2001. М., 2001.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗАХ МЧС РОССИИ НА ОСНОВЕ ЧАСТИЧНО-АДАПТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.А. Кузьмин, кандидат педагогических наук, доцент;

И.Ю. Белоусов;

В.В. Духанин. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассматривается возможная структура информационного обеспечения учебного процесса, в частности текущего контроля знаний. Сформулированы принципы формирования содержания индивидуальных контрольных заданий. Анализируются результаты педагогического эксперимента по использованию частично-адаптивных технологий текущего контроля знаний по дисциплине «Основы теплотехники» в учебном процессе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Ключевые слова: текущий контроль, виртуальные технологии, индивидуальные контрольные задания, частично-адаптивные технологии, электронный комплекс, структура занятия, контрольный тест, педагогический эксперимент

IMPROVING THE EDUCATIONAL PROCESS IN HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS OF THE EMERCOM OF RUSSIA ON THE BASIS ON PARTIALLY-ADAPTIVE TECHNOLOGIES.

A.A. Kuzmin; I.Y. Belousov; V.V. Duhanin.

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

In the article is considering a possible structure of information support of educational process, particularly, current knowledge control. Principles had been formulated for development of content of individual control tasks. Analyzing the results of the educational experiment in using partially-adaptive technology monitoring of knowledge in the discipline «Basis of Heat Engineering» in the educational process at Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

Keywords: current control, virtual technology, individual control tasks, partially-adaptive technologies, electronic complex, lesson structure, control test, educational experiment

В традиционном учебном процессе, характерном для технических учебных заведений, текущий контроль знаний часто носит эпизодический характер, не позволяет объективно оценить знания обучаемых вне сессионных мероприятий и скорректировать процесс обучения.

Тенденции в развитии современной демографической ситуации в России предполагают возможное качественное ухудшение контингента обучаемых в вузах МЧС России и, как следствие, уменьшение гомогенности аудитории в уровне начальной подготовки, прежде всего по дисциплинам естественно-научного цикла, а также уменьшение их мотивации к интенсивной учебной работе.

Все это делает необходимым организацию эффективного текущего контроля знаний на уровне, позволяющем обеспечить необходимую оперативную обратную связь и корректировать ход учебного процесса на всех его стадиях и необходимую мотивацию не только в ходе сдачи экзаменов, но и в течение всего учебного семестра.

Решение этих проблем представляется возможным, если:

- определить структуру мероприятий, направленных на текущий контроль знаний и найти их место в структуре учебных занятий;
- найти оптимальное соотношение между традиционными методами текущего контроля и использования современных технических средств обучения;
- сформулировать принципы отбора учебного материала, выносимого на контрольные мероприятия.

В результате анализа возможных вариантов процедуры текущего контроля была сформирована система принципов отбора учебного материала, выносимого на текущий контроль, которая представлена в табл. 1.

При использовании адаптивных методов контроля знаний обучающая функция может реализоваться при наличии адекватной информационной поддержки, одной из форм которой может быть электронный учебно-методический комплекс, предназначенный для поддержки процесса самостоятельного изучения нового материала, самоконтроля и оперативного контроля в ходе аудиторных занятий (рис 1.). Содержание этого комплекса может дополняться курсантами и студентами в ходе самостоятельного изучения учебного материала и позволяет давать аргументированный анализ допущенных ошибок в ходе работы с картами программированного контроля.

Таблица 1

№ п/п	Принципы отбора учебного материала	Способ реализации
1	Содержательная валидность	Содержание индивидуального контрольного задания должно охватывать весь комплекс программных требований к значению данного конкретного предмета и обеспечивать пригодность данных заданий (выбранных из множества возможных) для текущего контроля знаний по этому предмету
2	Эмпирическая валидность	Содержание контрольного задания должно допускать его проверку с помощью других методов, измеряющих тот же показатель, что и данный, с целью оценить индивидуальную прогностичность результата
3	Соответствие источникам информации	Содержание контрольного задания должно строго соответствовать источникам информации, которыми пользуются курсанты и студенты в процессе аудиторных занятий и на самоподготовке
4	Простота	Каждое задание должно заключаться в требованиях от курсанта или студента ответа только на один вопрос индивидуального контрольного задания
5	Определенность	При чтении задания испытуемый должен хорошо понимать, какие задания и в каком объеме он должен выполнить, чтобы полученный результат соответствовал поставленной задаче успешного прохождения процедуры текущего контроля знаний
6	Однозначность	Формулировка задания должна исчерпывающим образом разъяснить поставленную перед курсантами или студентами задачу, причем язык и термины, обозначения, графические изображения и иллюстрации задания и ответов к нему должны быть безусловно и однозначно понятными курсантами или студентами

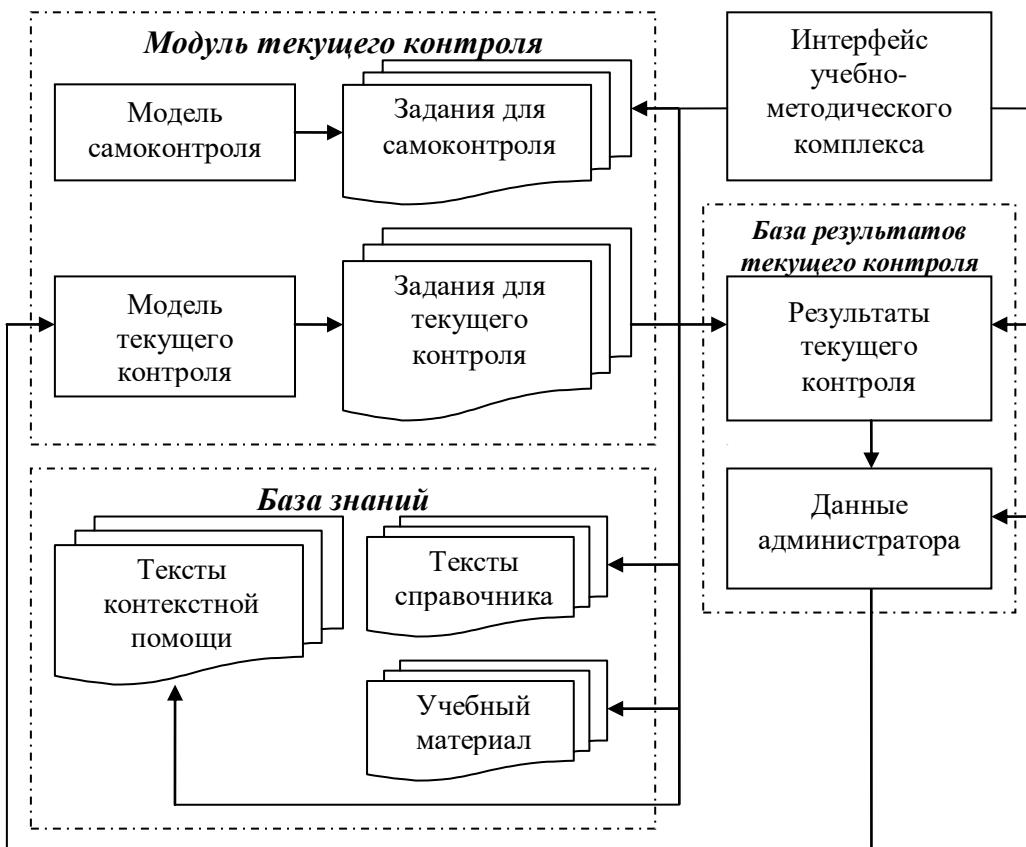


Рис. 1. Функциональная схема ЭУМК «Основы теплотехники»

Подготовка эксперимента по использованию частично-адаптивных технологий поддержки процесса текущего контроля знаний курсантов и студентов включала в себя следующие этапы: выбор модели текущего контроля знаний курсантов и студентов; определение содержания виртуального учебного пособия «Основы теплотехники», а также средств поддержки функций самоконтроля самостоятельной работы и текущего контроля знаний; разработка раздаточного материала для определения степени готовности курсантов к использованию электронных средств поддержки процесса текущего контроля знаний; отбор контингента, участвующего в педагогическом эксперименте, определение степени аутентичности экспериментальной и контрольной групп; разработка перечня вопросов для произведения экспертной оценки содержания и интерфейса ЭУМК «Основы теплотехники»; разработка алгоритма и программная проработка инструментальных методов исследования частоты обращения к опциям ЭУМК «Основы теплотехники».

При постановке педагогического эксперимента были выбраны лекционные потоки курсантов и студентов учебной дисциплины «Основы теплотехники» по специальности «Прикладная математика» набора 2005 г. Выбор этого контингента был обусловлен техническими возможностями получения объективной информации о временных затратах курсантов и студентов экспериментальных групп о фактических затратах времени на конспектирование при прослушивании лекций.

Соответственно один учебный взвод курсантов и учебная группа студентов активно участвовали в эксперименте, а еще один курсантский взвод и учебная группа студентов набора 2004 г. были контрольными. Объективные характеристики успеваемости по базовым учебным дисциплинам экспериментальной и контрольной групп до начала формирующего эксперимента представлены в табл. 2.

Таблица 2

Группа	Всего	Успеваемость (средний балл)			
		математика	физика	электроника	средняя
Эксперимент-курсанты	24	3,90	3,61	4,06	3,86
Эксперимент-студенты	10	3,79	3,55	3,90	3,75
Контрольная-курсанты	25	3,94	3,60	4,08	3,87
Контрольная-студенты	9	3,67	3,59	4,10	3,79

После несложных вычислений получено значение коэффициента аутентичности для курсантов – 0,99, а для студентов – 0,98.

Анкета опроса экспертов-преподавателей включала 5 групп вопросов: вопросы, определяющие возможную процедуру текущего контроля знаний; вопросы, определяющие перечень измеряемых параметров работы с ЭУМК в процессе текущего контроля знаний; вопросы, определяющие точность измерения параметров работы с ЭУМК в процессе текущего контроля знаний; вопросы, определяющие принципиальную возможность использования стандартных программных продуктов при работе с ЭУМК в процессе текущего контроля знаний; вопросы, определяющие требования к содержанию компоненты информационной поддержки процесса самостоятельной работы ЭУМК; вопросы, определяющие возможную продолжительность процедуры текущего контроля знаний.

Таким образом, была сформирована процедура текущего контроля знаний курсантов и студентов (рис. 2):

- перед началом выполнения очередного индивидуального расчетного задания проводится тестирование в форме программируемого опроса по изучаемой теме с применением ПК или без таковых;

- после автоматической проверки тестов для каждого тестируемого по результатам этой проверки программным комплексом формируется пакет теоретических вопросов;
- если проверку проводил преподаватель, то этот пакет формируется в ходе устного собеседования с курсантом или студентом;
- вопросы теста, на которые тестируемый дал неточный ответ в дальнейшем освещаются курсантом или студентом в ходе защиты индивидуального расчетного задания;
- вопросы теста, на которые тестируемый дал неправильный ответ, составляют дополнительную теоретическую компоненту индивидуального расчетного задания и освещаются курсантом или студентом письменно.

И в том и другом случае из оценки по результатам тестиования и оценки по результатам выполнения и защиты индивидуального расчетного задания складывается оценка по текущему контролю, периодичность которой носит тематический характер, а само содержание адаптируется к результатам первичного прохождения теста.



Рис. 2. Схема текущего тематического контроля знаний на основе частично-адаптивной модели

Для успешного проведения формирующего эксперимента терминалы лаборатории теплотехники были дополнены специальной процедурой, которая позволила вычислить общее число обращений и продолжительность обращений к каждой из доступных функций (рис. 3).

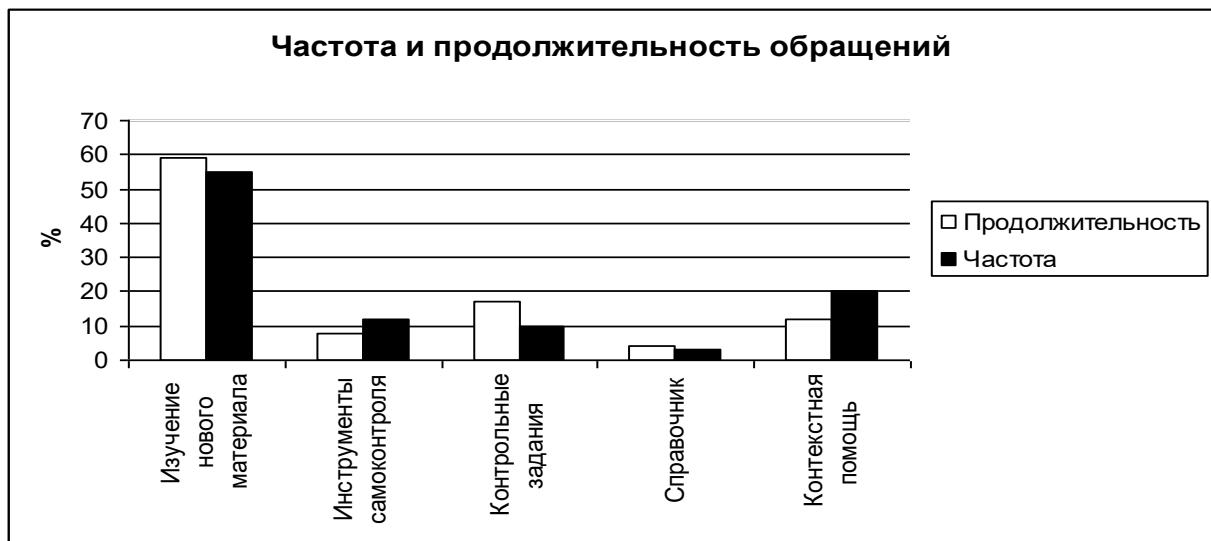


Рис. 3. Частота и продолжительность обращений курсантов и студентов к опциям ЭУМК «Основы теплотехники»

В ходе проведения формирующего эксперимента был произведен анализ динамики изменения числа выбранных неточных и неправильных ответов в ходе с работы с тестами программируемого контроля и динамики изменения числа выполненных индивидуальных расчетных заданий непосредственно на аудиторных занятиях курсантами и студентами экспериментальной и контрольной групп (табл. 3).

Таблица 3

Контингент	Ответы на вопросы теста	Тесты текущего контроля знаний							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Курсанты - эксперимент	Неточные %	22	17	21	14	12	13	12	12
	Неправильные %	30	32	27	25	28	23	20	21
Студенты - эксперимент	Неточные %	28	32	30	20	24	20	18	18
	Неправильные %	48	58	38	44	40	46	36	32

Объективной оценкой эффективности использования частично-адаптивных технологий в текущем контроле знаний может быть число выполненных индивидуальных расчетных заданий непосредственно на аудиторных занятий курсантами и студентами экспериментальной и контрольной групп (табл. 4).

Таблица 4

Контингент	Выполнение ИРЗ, %							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Курсанты-эксперимент	6	8	14	12	15	13	18	20
Курсанты-контрольная	7	5	10	13	12	14	15	15
Студенты-эксперимент	2	3	3	4	5	6	6	7
Студенты-контрольная	2	1	4	3	4	5	4	5

Результаты формирующего эксперимента представлены в табл. 5.

Таблица 5

Контингент	Успеваемость, баллы				
	рубежный контроль	контрольные задания	предлабор. коллоквиум	отчеты за лабораторор работу	экзамен
Курсанты- эксперимент	3,9	4,0	3,7	3,8	4,0
Курсанты- контрольная	3,6	3,9	3,5	3,7	3,6
Студенты- эксперимент	3,8	4,1	3,6	3,9	3,8
Студенты- контрольная	3,3	3,5	3,2	3,7	3,6

После обработки результатов эксперимента получен средний показатель эффективности в группах курсантов – 1,06 и для групп студентов – 1,1.

Результаты контрольного опроса курсантов и студентов при измерении остаточных знаний после 14 месяцев по окончании обучающей стадии формирующего эксперимента представлены на рис. 4 и 5.



Рис. 4. Результаты контрольного опроса курсантов при измерении остаточных знаний

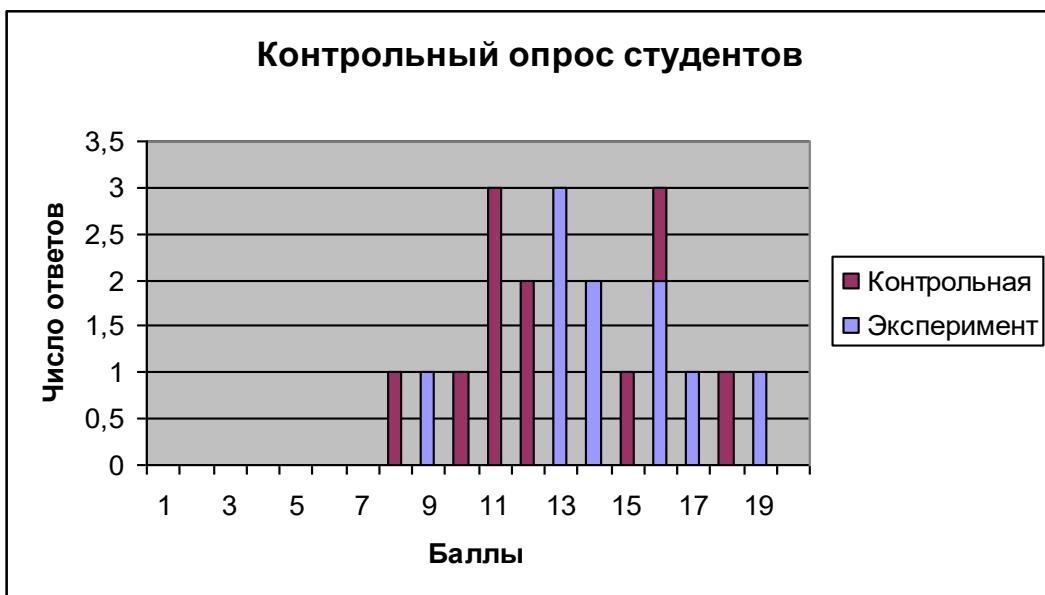


Рис. 5. Результаты контрольного опроса студентов при измерении остаточных знаний

После обработки результатов контрольной проверки установлено, что показатель эффективности использования частично-адаптивных технологий в текущем контроле знаний возрастает по мере увеличения промежутка времени между окончанием изучения учебной дисциплины и измерением остаточных знаний. Так, средний показатель эффективности непосредственно после окончания изучения дисциплины курсантами через 14 месяцев возрос до 1,13. Соответственно для студентов – с 1,11 до 1,19.

Разница в средних баллах на экспериментальном и контрольном этапах возросла за этот же промежуток времени с 0,11 до 0,23 для курсантов и с 0,12 до 0,14 для студентов.

На основании проведенных исследований установлено следующее:

1. Изучение отечественного и зарубежного опыта позволяет сделать вывод, что необходимая эффективность текущего контроля знаний в вузах МЧС России по дисциплинам общеинженерного цикла может быть достигнута, в том числе и использованием частично-адаптивных технологий.

2. При разработке учебно-методических материалов, предназначенных для проведения текущего контроля знаний необходимо учесть, что:

- массив контрольных вопросов, предназначенных для использования при текущем контроле знаний, должен охватывать все наиболее существенные понятия и определения, характеризующие ранее изученные дидактические единицы;

- оптимальной формой информационного обеспечения процесса текущего контроля знаний может быть ЭУМК, содержание которого дополняется курсантами и студентами в ходе самостоятельного изучения учебного материала и позволяет давать аргументированный анализ допущенных ошибок в ходе работы с картами программированного контроля;

- учебно-методические материалы, предлагаемые курсантам и студентам для предлекционной самостоятельной работы, должны содержать необходимые инструменты самоконтроля, а их информационное наполнение должно корреспондировать с материалами текущего контроля знаний.

1. Разработанные комплекты методических материалов, обеспечивающих использование частично-адаптивных технологий при текущем контроле знаний внедрены в учебный процесс Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

2. Экспериментально доказано, что использование сформированного комплекта методической документации повышает эффективность текущего контроля знаний по дисциплине «Основы теплотехники».

Литература

1. Баскин Ю.Г., Грешных А.А. Метод априорной оценки эффективности учебных занятий в группах с различными социально-психологическими характеристиками // Вестник Санкт-Петербургского института ГПС МЧС России. 2005. № 1(8).
2. Грешных А.А., Холодков Л.А. Педагогическая диагностика в высшей военной школе // Вестник Санкт-Петербургского института Государственной противопожарной службы МЧС России. 2005. № 4 (11).
3. Зайцева Л.В., Прокофьева Н.О. Модели и методы адаптивного контроля знаний // Educational Technology & Society. 2004. № 7(4) [Электронный ресурс] (Международный электронный журнал). URL: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v7_i4/html/1.htm. (дата обращения: 23.05.2009).

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОБМУНДИРОВАНИЮ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Е.Н. Бардулин, кандидат экономических наук, доцент;

У.Г. Гимазетдинов, кандидат военных наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

С.В. Сахаров.

Сибирский институт пожарной безопасности

Раскрыты функции обмундирования сотрудников МЧС России и требования, предъявляемые к нему в современных условиях.

Ключевые слова: функции современного обмундирования, требования к обмундированию

REQUIREMENTS FOR THE OUTFIT OF EMERCOM OF RUSSIA IN MODERN CONDITIONS

E.N. Bardulin; U.G. Gimazetdinov.

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

S.V. Saharov.

Siberian institute of fire safety

Disclosed as the staff uniforms of EMERCOM of Russia and the requirements for it in modern terms.

Keywords: features contemporary clothing, outfit requirements

Обмундирование сотрудника МЧС России – это совокупность предметов, которыми человек защищает себя от неблагоприятных воздействий окружающей среды. Оно является одним из средств защиты тела человека, играет не только утилитарную? но и эстетическую, психологическую и социальную роль.

Современная одежда сотрудника МЧС России многофункциональна. Функциональность является основой для создания новых моделей одежды специального назначения.

На схеме (рис. 1), представлены обобщенные функции современного обмундирования: утилитарная и информационно-эстетическая. Утилитарная функция включает в себя защитные и физиолого-гигиенические функции. Информационно-эстетическая – информационные и эстетические функции.

Каждая из функций второго уровня конкретизируется элементарными функциями на третьем уровне схемы. Мерой функционального совершенства обмундирования является их соответствие требованиям потребителя.

Требования являются информацией о том, каким свойствам обмундирования и их признакам отдается предпочтение в данный момент.

Требования потребителей к обмундированию представляют собой сложное социально-экономическое явление, складывающееся под воздействием разнообразных факторов:

Социальные: уровень развития культуры, национальные традиции, политика государства в области дальнейшего развития органов МЧС России, мода.

Экономические: степень развития производства, экономический потенциал государства, затраты на изготовление продукции.

Военно-технические: состояние вооружения и специальной техники.

Природно-климатические: климат, рельеф, ландшафт.

Анатомические и психофизиологические особенности человека: пол, возраст, антропометрические данные.

Требования сотрудников к обмундированию, как и его функции, не постоянны. Они меняются по мере увеличения экономических возможностей государства, технического прогресса в промышленности, появлению новых образцов техники и вооружения, новых способов ликвидации последствий стихийных бедствий и катастроф.

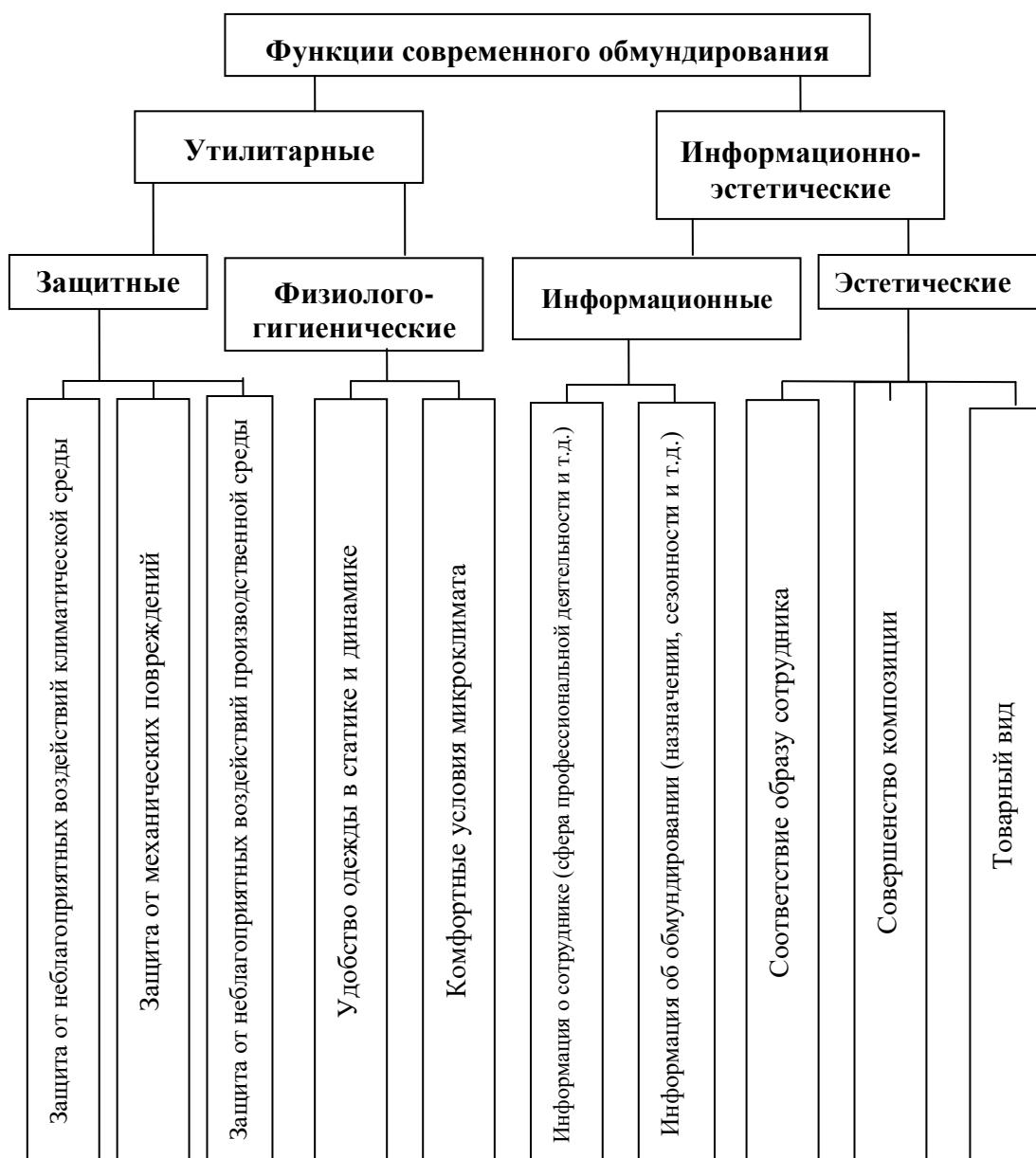


Рис. 1. Функции современного обмундирования

Изменение требований находит отражение в наборе свойств и признаков обмундирования, которым отдается предпочтение в тот или иной период времени. Отсюда вытекает необходимость изучения требований, предъявляемых к обмундированию.

Известны различные методы выявления и фиксации мнений, характеризующих процессы формирования, развития и изменения потребительских оценок обмундирования. Владение такой информацией является обязательным условием и первым этапом в создании качественной обмундирования.

О качестве обмундирования нельзя судить только по его свойствам, их необходимо сравнивать с требованиями, которые предъявляются к нему в современных условиях (рис. 2).



Рис. 2. Требования, предъявляемые к обмундированию

Требования к обмундированию сложны и многообразны.

Рассмотрим основные из них.

Тактико-технические требования определяются особыми условиями ее эксплуатации. Важнейшими из этих требований являются: легкость, защита от неблагоприятных воздействий окружающей среды, стойкость к воздействию всех видов агрессивной среды, прочность при эксплуатации.

Конструктивно-технологические требования должны обеспечить получение заданной формы одежды рационально и с высокой точностью сопряжения деталей в местах их соединений без применения ручных операций, способствовать уменьшению расхода материалов на единицу изделия, обеспечить механизацию и автоматизацию технологических процессов, тем самым снизить трудоемкость изготовления, обеспечить высокий уровень стандартизации конструкции и технологии.

Экономические требования призваны обеспечить оптимальное качество изготовления предметов обмундирования при минимизации издержек, необходимых для его достижения.

Эстетические требования создают соответствие чувственно восприимчивых признаков изделия (цвет, фактура материала, покрой изделия, наличие декоративных деталей) его целевой функции, конструкции, технологии.

Гигиенические требования вытекают из необходимости обеспечить гигиенические условия жизнедеятельности и работоспособности сотрудника при его взаимодействии с изделием и средой. Они предполагают соблюдение норм микроклимата и ограничение воздействия вредных факторов внешней среды. Другими словами, гигиенические требования определяют безвредные и безопасные условия работы человека, которые рассматриваются как некоторые обязательные исходные условия, устанавливаемые в зависимости от других

эргономических факторов. Гигиенические факторы обуславливают роль элемента «среда» в системе «человек–изделие–среда» и определяются санитарно-гигиеническими нормативами и рекомендациями.

Эти требования реализуются проектированием одежды и обуви, обеспечивающих постоянство параметров пододежного и внутриобувного микроклимата путем использования физических свойств (паро- и воздухопроницаемости, теплопроводности, теплового сопротивления и т.п.) материалов и пакетов, применения рациональных размеров и конфигурации формы одежды и обуви.

Эргономические требования характеризуют соответствие одежды анатомо-физиологическим и психологическим особенностям человека, обеспечивающим удобство и безопасность эксплуатации изделий, оптимизацию всей физической и психической нагрузки, связанной с получением полезного эффекта.

Различаются следующие эргономические требования:

- антропометрические;
- физиологические;
- психологические.

Антропометрические требования определяются антропометрическими свойствами сотрудника: размером и формой тела и его частей.

Учет антропометрических требований должен обеспечить рациональную конструкцию одежды, способствующую наиболее эффективному выполнению работ сотрудником и предохраняющую его от быстрого утомления (снижения работоспособности).

Физиологические требования определяются физиологическими свойствами сотрудника. Это объясняется тем, что организм человека может нормально функционировать только при определенных параметрах окружающей среды, а именно:

- температуре воздуха, близкой к 33° С (в пододежном пространстве);
- влажности воздуха в пододежном пространстве, равной 30–70%;
- содержании углекислого газа не более 0,08 %;
- давлении воздуха, близком к атмосферному;
- скорости воздушной струи не более 2 м/с.

Психологические требования «приспособливают» изделия к особенностям функционирования организма сотрудника (органов чувств), обеспечивают соответствие изделия психологическим особенностям сотрудника.

При установлении комплекса требований к предметам обмундирования сотрудников МЧС необходимо проверять их на «совместимость». Очень часто требования оказываются противоречивыми и иногда могут даже оказаться взаимоисключающими. Причем, каждое из требований в достаточной степени обосновывается. Поэтому при разработке предметов обмундирования для сотрудников МЧС, используя аппарат функционального анализа, важно выявить и выбрать предпочтительные и совместимые технические, эргономические и другие требования к обмундированию.

Литература

1. Комаровских В.Г. Эксплуатация военной одежды и обуви: учебник. СПб: ВАТТ, 1985.
2. Организация производства и эксплуатации вещевого имущества: учеб. пособ. Е.В. Казачук [и др.]. СПб.: ВАТТ, 2008.
3. Вещевое обеспечение Вооруженных Сил Российской Федерации: учебник / У.Г. Гимазетдинов [и др.]. СПб.: ВАТТ, 2012.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ В СИСТЕМЕ МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЧС РОССИИ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НОВОЙ ЭКОНОМИКИ

С.Н. Панов, кандидат военных наук;

Т.В. Данилова.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены термин «новая экономика», подход к современному определению данного термина; определена взаимосвязь новой экономики и логистики применительно к системе МЧС России.

Ключевые слова: экономика, логистика, управление, система, концепция, подход

USING THE LOGISTICS TOOLS IN THE LOGISTIC System EMERCOM of RUSSIA IN CONDITIONS FUNCTIONING OF THE NEW ECONOMY

S.N. Panov; T.V. Danilova.

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

The article considers term "new economy" approach to the modern definition of the term. The relationship of the new economy and the logistics and management systems, the result of the relationship.

Keywords: economics, logistics, management, system, concept, approach

За последнее двадцатилетие на рубеже XX–XXI вв. в научный оборот вошел термин «новая экономика». Наиболее передовые предприятия и организации работают в секторах рынка, которые в большей степени являются порождением новой экономики. Вместе с тем до сих пор не существует единого признанного определения новой экономики. Новая экономика развивается, постепенно включая в себя традиционные сферы бизнеса, поэтому неизвестно, что будет называться «новой экономикой» через год. Однако можно выделить основные характеристики новой экономики.

Новая экономика основана на знаниях и передовых технологиях. На первый план выходит интеллектуальная составляющая товара и услуги. Интеллектуальный капитал стал главнейшим фактором в развитии новой экономики, ибо огромные доходы можно получить от оригинальных идей, а также технологий и моделей ведения бизнеса.

Следует отметить, что «новая экономика» стала играть существенную роль в техническом оснащении МЧС России. Инновации – прогресс новой экономики – интенсивно внедряются в подразделения МЧС, которые являются заинтересованными потребителями новейших технологий и техники, интенсивно развивающихся в условиях рыночной экономики и бизнеса.

Обработка и обмен информацией стали более мощным и эффективным средством ведения бизнеса. Для обмена информацией практически отсутствуют барьеры. Ключевые преимущества получают те компании, которые могут быстро реагировать на изменения на рынке и адаптироваться к новым условиям в реальном времени, которые научились постоянно менять свою структуру, методы ведения бизнеса, продукцию и услуги.

Фокус окончательно сместился с производства товаров на оказание услуг: большая часть рабочей силы занята в сфере услуг или обработки информации. В этих условиях особое значение приобретает уже не физическая составляющая капитала, а капитал человеческий и, что особенно важно, социальный.

На развитых рынках идет усиление конкуренции и превращение инновационного процесса не только в достаточный, но и необходимый (критический) элемент успеха. С одной стороны, в новой экономике преимущества первопроходца еще более значительны, чем ранее, а с другой – победитель (лидер) получает все.

Новая экономика – это экономика взаимосвязей и взаимозависимостей: изменяется отношение, как к самой организации так и к рынку, возникают новые возможности привлечения потребителей. Экономика делается все более целостной (происходящие изменения чувствуются многими участниками рынка). Произошел переход в сознании производителя от пассивной маркетинговой стратегии («найди потребность и удовлетвори ее») к активной («создай потребность и удовлетвори ее»). Естественно, в современном мире бурное развитие телекоммуникаций дает возможность влиять на массовое сознание, позволяет быстро (и с меньшими издержками) создать массовую потребность. Следовательно, это экономика, в которой риск, неуверенность и постоянные изменения являются правилом, а не исключением.

Данная экономика должна породить принципиально новый тип организаций (предпринимательские организации и иные формы мягких систем) и, следовательно, новые теории управления этими организациями.

Одной из таких теорий является логистика – наука и практическая деятельность эффективного управления совокупностью материальных, финансовых, информационных потоков, кадровых и иных ресурсов в сфере производства и обращения.

Главная идея логистики заключается в том, чтобы все стадии производства, транспортировки и сбыта рассматривать как единый и непрерывный процесс трансформации и движения продукта труда и связанной с ним информации [1]. В практическом плане под логистикой часто понимают интеграцию новых технологий хранения и доставки товаров с применением инновационных технологических процессов в области информатики и коммуникаций.

Реализация логистической концепции должна вести к сокращению производственного цикла и сроков выполнения заказов, запасов материалов и готовой продукции, усилию инновационных процессов и повышению конкурентоспособности, неуклонному соблюдению договорных обязательств [2].

По мнению западных экономистов, внедрение логистики в систему управления предприятием или организацией проходит в три этапа:

1. Предприятия централизуют транспортировку, внутри- и межорганизационные перевозки, управление готовой продукцией, планирование и контроль финансовых и людских ресурсов.

2. Предприятия начинают централизованно обслуживать потребителей, обрабатывать заказы, вести обратную транспортировку.

3. Логистические процессы используются для прогнозирования сбыта, планирования производства, проведения международной логистики.

Такой подход позволяет обеспечить тесную координацию логистического обеспечения и производственной стратегии. Если эта координация достигается, то результатами её будут: требуемый ассортимент запасов в необходимом месте в нужное время; согласованность в передвижениях внешнего и внутреннего транспорта, гарантирующая своевременную доставку в соответствии с экономическими требованиями; синхронность работ складского хозяйства, упаковки и транспорта, что позволяет минимизировать расход сырья, снизить запасы в производстве и готовой продукции; синхронизация заказов и транспорта.

Практически поиск путей сокращения затрат осуществляется по следующим направлениям:

- совершенствование управления сферой обеспечения, хранения и сбыта продукции;
- оптимизация хозяйственных связей путем улучшения маркетинговой деятельности и взаимодействия поставщиков, потребителей и посреднических структур;
- положительные изменения технологии движения материальных потоков.

Логистический подход предполагает системность, целостность, оптимизацию суммарных издержек, единство проектирования и реализации проектов. Логистика позволяет комплексно, с системных позиций охватить все этапы сферы обращения: «снабжение – производство – хранение – распределение – транспорт – спрос – потребление». Это способствует тому, что материально-техническое обеспечение и транспортировка становятся неотъемлемыми элементами производственного процесса, что существенно меняет критерии оценки эффективности в вышеуказанной системе [3].

Главные инструменты логистического подхода – анализ и синтез исследуемой системы. Анализ системы позволяет выявить наиболее существенные факторы, дает их характеристику, количественную оценку взаимодействия друг с другом, определяет влияние их на параметры исследуемой системы. Синтез обеспечивается в процессе разработки и функционирования формализованной модели, исследуемых параметров системы; эта модель объединяет факторы в динамике развития рассматриваемой системы.

Если сущностью любого управленческого решения является выбор оптимального варианта в условиях неопределенности, то действия в данных условиях предполагают систематизированную инновационную деятельность. Логистический инжиниринг начинается с образования структурного подразделения, состоящего из сотрудников различных отделов, занимающих различные должности, в целях ускоренного осуществления проекта логистики, охватывающего одновременно ряд подсистем предприятия: маркетинг и сбыт, материально-техническое обеспечение, производство, распределение, кадры, финансы и бухгалтерию. Это позволяет выполнить взаимозависимые части проекта не последовательно, а параллельно, что способствует экономии времени, соблюдению системности и комплексности разработок, повышению их качества и эффективности.

Становление и развитие новой экономики позволяет МЧС России решать поставленные задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Плоткин Б.К. Основы логистики. Л.: Изд-во ЛФЭИ, 1991.
 2. Сергеев В.И. Логистика: аналитический обзор. СПб., 1996.
 3. Чернышев М.А., Новиков О.А. Инфраструктура мегаполиса: логистический подход. Ростов н/Д: Изд-во Рост. гос. ун-та, 1995.
-
-
-

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Аверьянов Владимир Трофимович – проф. каф. орг. пожаротуш. и провод. аварийно-спасат. работ СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, e-mail: avt@mail.ru, канд. воен. наук;

Алешков А.М. – адъюнкт Академии ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Б. Галушкина, д. 4), тел. (495) 686-45-27, e-mail: info@academygps.ru;

Бардулин Евгений Николаевич – зам. зав. каф. фин.-экон. и тылового обеспеч. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-05-45, канд. экон. наук, доц.;

Белоусов Игорь Юрьевич – соискатель. СПб университет ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-68-91;

Бушнев Геннадий Васильевич – доц. каф. пож. безопас. технологич. процессов и производств СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-00-12, e-mail: rio@igps.ru, канд. техн. наук, доц.;

Ворона-Сливинская Любовь Григорьевна – зав. каф. фин.-хоз. деят. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-05-45, д-р экон. наук;

Гимазетдинов Урал Галеевич – ст. препод. каф. фин.-экон. и тылового обеспечен. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-05-45, канд. экон. наук, доц.;

Гуляевская Надежда Викторовна – адъюнкт СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-98-91;

Густов Сергей Вадимович – ген. директор ОАО «Газпромрегионгаз» (190198, Санкт-Петербург, Конногвардейский бульвар, д. 17, лит. «А»), тел. (812) 449-66-00, канд. техн. наук;

Давыдова Любовь Евгеньевна – проректор университета платной деятельности – ректор института безопасности жизнедеятельности СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-04, канд. пед. наук;

Данилов Р.М. – препод. Дальневосточного юрид. института МВД России (680030, Хабаровский край, г. Хабаровск, пер. Казарменный, д.15), тел. (4212) 21-54-51;

Данилова Татьяна Викторовна – соиск. каф. «Управление и интегрированные маркетинговые коммуникации» СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-76;

Духанин Владимир Васильевич – помощник начальника университета (по безопасности). СПб университет ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-81-86;

Евдокимов Владимир Иванович – проф. учеб. отдела Всерос. центра экстренной медицины им. Никифорова МЧС России (194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), тел. (812) 933-46-16, e-mail: evdok@omnisp.ru, д-р мед. наук, проф.;

Захаревич Андрей Станиславович – профессор кафедры педагогики и психологии СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369, д-р психол. наук, профессор;

Ибрагимова Лейла Алиевна – соискатель СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-68-91;

Иванов Анатолий Николаевич – проф. каф. прикладной матем. и информ. технол. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-98-91, канд. техн. наук, доц.;

Иванов Сергей Александрович – проф. каф. экон. и менеджмента СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-76, д-р экон. наук, проф., аcad. НАНР;

Канисев Павел Викторович – зам. нач. института доп. проф. образования СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-47-14;

Кожевин Дмитрий Фёдорович – препод. каф. физ.-хим. основ процессов горения и тушения СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-98-91, e-mail: Yagmort_KDF@mail.ru;

Корольков Анатолий Павлович – проф. каф. автомат. и сетевых технол. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-98-91, д-р. техн. наук, проф.;

Кузьмин Анатолий Алексеевич – доц. каф. физики и теплообмена СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-98-91, канд. пед. наук, доц.;

Лукьянченко А.А. – докторант Академии ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Б. Галушкина, д. 4), тел. (495) 686-45-27, e-mail: info@academygps.ru;

Любимов Евгений Васильевич – доц. каф. пож. безопас. технологич. процессов и производств СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-98-91, канд. техн. наук, доц.;

Макарчук Галина Васильевна – доц. Военного инж.-техн. университета (191123, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 22), тел. (812) 578-82-02;

Маслаков Михаил Дмитриевич – проф. каф. пож. безопас. технологич. процессов и производств СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-98-91, д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Минаев В.А. – проректор Российского нового университета (105005, Москва, ул. Радио, д. 22), тел. (495) 727-35-35, д-р техн. наук, проф.;

Маташ Сергей Леонидович – аспирант каф. хим. энергетики СПб гос. технологич. института (техн. университета) (198013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26), тел. (812) 316-47-11;

Осип Евгений Яковлевич – аспирант каф. экон. и менеджмента СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-76;

Орлова Ольга Николаевна – препод. каф. управл. и экон. ГПС Академии ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Б. Галушкина, д. 4);

Панов Сергей Николаевич – каф. «Управление и интегрированные маркетинговые коммуникации» СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-76, канд. экон. наук.;

Пахарьков Игорь Геннадьевич – нач. отд. СПб морского бюро машиностроения «Малахит» (Санкт-Петербург, ул. Фрунзе, д. 18), тел. (812) 348-65-54;

Попов Александр Иванович – проф. каф. гуман.-соц. дисциплин СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-00-12, д-р экон. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Погребов Сергей Алексеевич – доц. каф. автомат. и сетевых технол. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-89-63, канд. техн. наук, доц.;

Полынько Сергей Валерьевич – зам. нач. каф. орг. пожаротуш. и провед. аварийно-спасат. работ СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, e-mail:avt.47@mail.ru;

Поляков Александр Степанович – проф. каф. физики и теплообмена СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-70, д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Процук Сергей Николаевич – соискатель. СПб университет ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-68-91;

Пусь Вячеслав Васильевич – проф. каф. экон. и менеджмента СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-76, д-р техн. наук, проф.;

Савчук Олег Николаевич – проф. каф. безопас. жизнедеят. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, канд. техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Сапаров Байрамгельды Муджеворович – соискатель. СПб университет ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-68-91;

Сахаров Сергей Владимирович – зам. нач. Сибирского института пожарной безопасности по матер.-техн. обеспеч. (г. Железногорск), (3919) 73-54-02;

Солнцев Владимир Олегович – помощник нач. университета (по кадрам) – нач. отдела. СПб университет ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-44-49, канд. пед. наук, доц.;

Сугак Владимир Петрович – проф. каф. высш. матем. и систем. моделир. сложных проц. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: vlsugak@yandex.ru, д-р воен. наук, канд. техн. наук, проф.;

Степанов Роман Александрович – зам. нач. каф. труд. права СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-76;

Томсон А.Л. – Рязанский государственный радиотехнический университет, канд. экон. наук, доц., тел. (812) 369-68-91;

Фаддеев А.О. – Академия feder. службы исполнения наказаний (390036, г. Рязань, ул. Сенная, д.1), тел. (4912) 27-21-12, канд. физ.-матем. наук, доц.;

Федораев Сергей Витальевич – проф. каф. бух. учета и аудита СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-18-06, e-mail: rio@igps.ru, канд. экон. наук, доц.;

Федоров А.В. – Академия ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Б. Галушкина, д. 4), тел. (495) 686-45-27, e-mail: info@academygps.ru, д-р техн. наук, проф.;

Хадзиев С.Н. – соискатель СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 388-89-63;

Хорошилов Олег Анатольевич – докторант СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-00-12, e-mail: rio@igps.ru, канд. техн. наук, доц.;

Шумакова Светлана Юрьевна – соискатель СПб университета экономики и финансов (191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, д. 25), тел. (812) 369-68-91.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

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 высшего профессионального образования, а также образовательные программы послевузовского профессионального образования по подготовке научных и научно-педагогических кадров (адъюнктура, аспирантура, докторантур). Институт дополнительного профессионального образования (в составе университета) осуществляет переподготовку и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России.

Сегодня университет является высшим учебным заведением федерального подчинения, имеющим статус юридического лица и реализующим профессиональные образовательные программы высшего, среднего, послевузовского и дополнительного образования.

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках направления – «безопасность жизнедеятельности», вместе с тем организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, бюджетного учета и аудита в организациях МЧС, пожарно-технические эксперты и дознаватели. В 2007 г. в Рособрнадзоре аккредитована специализация «Проведение проверок и дознания по делам о пожарах» в рамках специальности «Юриспруденция».

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 31 кафедре университета свои знания и огромный опыт передают 11 заслуженных деятелей науки РФ, 14 заслуженных работников высшей школы РФ, 2 заслуженных юриста РФ, заслуженные изобретатели РФ и СССР. Подготовку специалистов высокой квалификации в настоящее время в университете осуществляют: 2 лауреата Премии Правительства РФ в области науки и техники, 91 доктор наук, 222 кандидата наук, 84 профессора, 121 доцент, 14 аспирантов, 10 членов-корреспондентов, 5 почетных работника высшего профессионального образования РФ, 2 почетных работника науки и техники РФ.

Начальник университета – Артамонов Владимир Сергеевич, генерал-лейтенант внутренней службы, доктор военных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, эксперт Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ по проблемам управления, информатики и вычислительной техники, член Аттестационной комиссии по вопросам присвоения ученых званий профессора и доцента по кафедре, лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

В состав университета входят:

- институт дополнительного профессионального образования;
- институт заочного и дистанционного обучения;
- институт безопасности жизнедеятельности.

Три факультета:

- инженерно-технический;
- экономики и права;
- подготовки и переподготовки научных и научно-педагогических кадров.

Филиал университета: Сибирский филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, г. Железногорск, Красноярский край.

Университет имеет представительства в других городах: Стрижевой (Томская обл.), Магадан, Мурманск, Алматы (Казахстан), Полярные Зори (Мурманская обл.), Махачкала, Выборг (Ленинградская обл.), Чехов (Московская обл.).

В университете созданы:

- учебно-методический центр;
- научно-исследовательский центр;
- центр информационных технологий и систем;

- учебно-научный центр инженерно-технических экспертиз;
- центр дистанционного обучения;
- экспертный центр;
- технопарк науки и инновационных технологий.

Университет осуществляет подготовку по программам высшего и среднего профессионального образования по следующим специальностям:

Специальность	Квалификация	Направление	Специализация	Предназначение
Пожарная безопасность	Инженер (старший техник)	Безопасность жизнедеятельности	Пожаротушение, государственный пожарный надзор	Органы управления и подразделения МЧС России
Психология	Психолог	Гуманитарные науки	Безопасность в ЧС	Психологическое обеспечение деятельности МЧС России
Юриспруденция	Юрист	Гуманитарные науки	Безопасность в ЧС Проведение проверок и дознаний по делам о пожарах	Законодательное и правовое регулирование в обеспечение деятельности МЧС России
Бухгалтерский учет, анализ и аудит	Экономист	Экономика и управление	Бухгалтерский учет, анализ и контроль в бюджетных и некоммерческих организациях	Бюджетный учет и учет в подразделениях МЧС России
Системный анализ и управление	Бакалавр техники и технологии	Автоматика и управление		Подразделения управления силами и средствами
Прикладная математика	Инженер-математик	Информатика и вычислительная техника	Информационные технологии в системе управления ГПС	Аналитические подразделения
Безопасность технологических процессов и производств	Инженер	Безопасность жизнедеятельности		Подразделения МЧС России по охране спец. Объектов и объектов национального достоинства
Судебная экспертиза	Судебный эксперт	Гуманитарные науки	Инженерно-технические экспертизы	Дознание по делам о пожарах, испытательные пожарные лаборатории
Автомобили и автомобильное хозяйство	Инженер	Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования	Техническая эксплуатация автомобилей	Автомобильное хозяйство, автопарки МЧС России
Управление персоналом	Менеджер	Экономика и управление	Управление персоналом в организациях МЧС России	Кадровой аппарат подразделения МЧС России
Государственное и муниципальное управление	Менеджер	Экономика и управление	Управление в ЧС	Организация управления в подразделениях МЧС России

Специальность	Квалификация	Направление	Специализация	Предназначение
Менеджмент организации	Менеджер	Экономика и управление	Менеджмент в материально-техническом обеспечении	Пожарно-технические центры, тыловые подразделения
Организация и технология защиты информации	Специалист по защите информации	Информационная безопасность	Защита информационных процессов в компьютерных системах и вычислительных сетях МЧС России	Обеспечение информационной безопасности в подразделениях МЧС России
Безопасность жизнедеятельности	Учитель безопасности жизнедеятельности	Образование и педагогика		Подготовка. Преподавателей учебных центров
Защита в чрезвычайных ситуациях	Инженер	Безопасность жизнедеятельности		Органы управления и подразделения МЧС России
Дополнительное образование				
На основе специальности «пожарная безопасность»	Переводчик в сфере профессиональной коммуникации	Безопасность жизнедеятельности		Органы управления и подразделения МЧС России

В университете действуют 6 диссертационных советов по защите докторских и кандидатских диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по техническим, педагогическим, психологическим, юридическим и экономическим наукам.

В университете осуществляется подготовка научных и научно-педагогических кадров, в том числе и на возмездной основе. Подготовка докторантов, аспирантов и соискателей осуществляется по ряду специальностей технических, экономических, юридических, педагогических и психологических наук.

При обучении специалистов в вузе широко используется передовой отечественный и зарубежный опыт. Университет поддерживает тесные связи с образовательными, научно-исследовательскими учреждениями и структурными подразделениями пожароспасательного профиля Азербайджана, Белоруссии, Великобритании, Германии, Казахстана, Канады, Молдавии, США, Украины, Финляндии, Франции, Эстонии и других государствах.

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

Вуз является членом Международной ассоциации пожарных «Институт пожарных инженеров», объединяющей более 20 стран мира. В настоящее время университет проводит совместные научные исследования с пожарно-техническими службами США по проблемам борьбы с огнем в условиях низких температур и отдаленных территорий, сотрудничает с Учебным пожарным центром г. Куопио (Финляндия), осуществляет проект по обмену курсантами и профессорско-преподавательским составом с пожарным департаментом г. Линнесберг (Швеция). Разработана и успешно осуществляется программа совместных действий по тушению пожаров на границе России и Финляндии. 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 в 2004–2005 гг. учебным заведением были подписаны соглашения о сотрудничестве с Государственным институтом Гражданской Защиты Французской Республики, университетом Восточного Кентукки (США), Центром исправительных технологий Северо-запада США, Государственной пожарной школой Гамбурга (Германия), учебными заведениями пожарно-спасательного профиля стран СНГ.

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. В 2008 г. по направлению Международной организации гражданской обороны в университете по программам повышения квалификации обучались сотрудники пожарно-спасательных служб Иордании, Бахрейна, Азербайджана, Монголии и Молдавии.

Компьютерный парк университета, составляет около 400 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.

Нарастающие сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации учебного процесса. Сегодня университет реализует программы обучения с применением технологий дистанционного обучения, приобретающими статус одной из равноправных форм обучения.

В настоящее время аудитории, в которых проходят занятия, оснащены телевизорами и техникой для просмотра методических пособий на цифровых носителях, интерактивными учебными досками. Библиотека университета соответствует всем современным требованиям: каждое рабочее место читального зала оборудовано индивидуальным средством освещения, в зале установлены компьютеры с возможностью выхода в Интернет, телевизоры и видеотехника для просмотра учебных пособий, произведена полная замена мебели. Общий фонд библиотек составляет сегодня более 320 тыс. экземпляров.

Библиотека выписывает свыше 100 наименований журналов и 15 наименований газет, в том числе обязательные, в соответствии с ГОСВПО. Университет активно сотрудничает с ВНИИПО МЧС России и ВНИИ ГОиЧС МЧС России, которые ежемесячно прсылают свои издания, необходимые для учебного процесса и научной деятельности университета. В работе библиотеки используется автоматизированная библиотечная система ИРБИС, которая включена в единую локальную сеть университета.

Университет обладает современным общежитием для курсантов и студентов учебного заведения. В общежитии созданы интернет-кафе, видео-зал, зал для фитнеса.

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.

Курсанты и слушатели университета имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей. Налажены связи с театрами и концертными залами города. 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 «ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ТЕХНОСФЕРЕ»

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 6.0). Название файла должно быть следующим:

Автор1_Автор2 - Первые три слова названия статьи.doc, например: **Иванов - Анализ существующей практики.doc**;

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

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

3. Оформление текста:

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

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

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

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

4. Оформление формул в тексте:

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

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

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

5. Оформление рисунков и таблиц:

а) рисунки необходимо выделять отдельным блоком для удобства переноса в тексте или вставлять из файла, выполненного в любом из общепринятых графических редакторов, под рисунком ставится: Рис. 2. и далее следуют пояснения;

б) если в тексте не одна таблица, то их следует пронумеровать (сначала пишется: Таблица 2, на той же строке название таблицы полужирно, и далее следует сама таблица);

- в) если в тексте одна таблица или один рисунок, то их нумеровать не следует;
 - г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;
- д) в тексте ссылки на таблицы и рисунки делаются следующим образом: рис. 2, табл. 4, если всего один рисунок или одна таблица, то слово пишется целиком: таблица, рисунок.

6. Оформление библиографии (списка литературы):

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

Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Примеры оформления списка литературы:

Литература

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

7. Оформление раздела «Сведения об авторах»

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

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
Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы

Научно-аналитический журнал

Проблемы управления рисками в техносфере
№ 3 (15) – 2010

**Подписной индекс № 16401 в «Каталоге российской прессы «Почта России»
(ООО МАП)»**

Свидетельство о регистрации

ПИ № ФС77-36404 от 20 мая 2009 г.

Главный редактор Е.Ю. Сычева
Компьютерная вёрстка В.Н. Виноградова

Подписано в печать 27.09.2010. Формат 60×86_{1/8}.
Усл.-печ. л. 22,75. Тираж 1000 экз.

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