

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

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

№ 4 – 2012

Редакционный совет

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

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

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

Члены редакционного совета:

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

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

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

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

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

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

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

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

Секретарь совета:

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

Редакционная коллегия

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

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

Члены редакционной коллегии:

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

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

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

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

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

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

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

Секретарь коллегии:

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



СОДЕРЖАНИЕ

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

Аверьянов В.Т. Прогнозирование устойчивости функционирования объектов экономики при аварии с выбросом радиоактивных веществ	5
Маслаков М.Д., Потапенко В.В., Сметанин Ю.В. Математическое моделирование артиллерийских систем метания с присоединенной камерой подгона.....	11
Шишкин В.М. Методика идентификации профиля риска и оценки эффективности средств защиты по неполной гетерогенной информации	17
Онов В.А. Метод сценариев и формирование системы расчетных случаев при оценке живучести аварийно-спасательных формирований в условиях ликвидации чрезвычайных ситуаций	27

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Дергачев В.А. Природные архивы глобальных колебаний климата.	36
Сапунов В.Б., Дикинис А.В., Карлин Л.Н. Критерии оценки качества окружающей среды с учетом тенденций изменения глобального климата.	47
Федоров А.В., Романов Н.Н., Савицкий А.А. Энергоаудит как способ снижения пожароопасности и взрывоопасности маслоэкстракционных производств (концептуальные, физические и правовые аспекты).	51
Дехтерёва В.В., Зуев А.В. О некоторых спорных вопросах при проектировании противодымной защиты зданий.	56

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Шилин К.Ю., Калинина Е.С. Вопросы макропроектирования компьютерных обучающих систем в МЧС России.	61
Смирнов А.С., Сугак В.П., Попов В.В. Эффективное использование информационных технологий в преподавании математических дисциплин.	69
Марьина И.В. Разработка базы данных для учета аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований Северо-Западного федерального округа.	74
Сведения об авторах	82
Информационная справка.....	83
Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты).....	92

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

ББК Ц.9.3.2
УДК 504+614.8(051.2)

Отзывы и пожелания присылать по адресу: 196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, 149.

Редакция журнала «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)»; тел. (812) 369-68-91. Email: redakziaotdel@yandex.ru. Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU

© Санкт-Петербургский университет Государственной
противопожарной службы МЧС России, 2012

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ ПРИ АВАРИИ С ВЫБРОСОМ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

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

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

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

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

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

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

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

Выявление радиационной обстановки при авариях с выбросом радиоактивных веществ методом прогнозирования

Сложность прогнозирования радиационной обстановки при авариях с выбросом радиоактивных веществ (РВ) обуславливается особенностями радиоактивного загрязнения местности, главными из которых являются длительный выброс радиоактивных веществ и сложный состав выбрасываемых радионуклидов.

Исходя из этого основное допущение при прогнозировании состоит в представлении обстановки после радиационной аварии в виде зон радиоактивного загрязнения местности.

Принято при самых неблагоприятных условиях проектной радиационной аварии на масштабные схемы и карты наносить пять зон радиоактивного загрязнения местности с присвоенными индексами М, А, Б, В и Г (рис. 1).

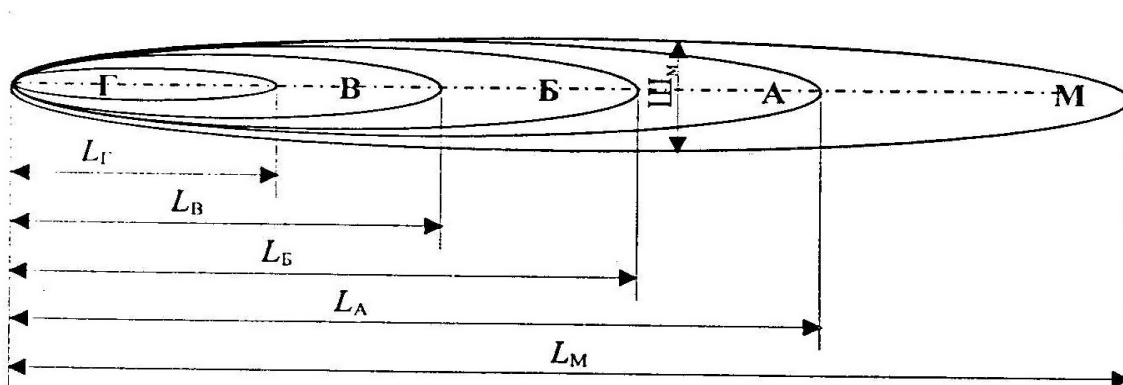


Рис. 1. Зоны радиоактивного загрязнения местности при аварии на радиационноопасном объекте

Границы каждой зоны характеризуются двумя параметрами: дозой излучения за первый год после аварии, мГр; мощностью дозы излучения через 1 час после аварии, мГр/ч. Значения указанных параметров на внешних и внутренних границах зон приведены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики зон радиоактивного загрязнения местности при авариях на АЭС

Наименование зоны	Индекс зоны	Дозы излучения за первый год после аварии, мГр			Мощность дозы излучения через 1 час после аварии, мГр/ч	
		на внешней границе	на внутренней границе	в середине	на внешней границе	на внутренней границе
Радиоактивной опасности (наносится красным цветом)	М	0,05	0,5	0,16	0,14	1,4
Умеренного загрязнения (наносится синим цветом)	А	0,5	5	1,6	1,4	14
Сильного загрязнения (наносится зелёным цветом)	Б	5	15	8,66	14	42
Опасного загрязнения (наносится коричневым цветом)	В	15	50	27,4	42	140
Чрезвычайно опасного загрязнения (наносится чёрным цветом)	Г	50	—	90	140	—

Размеры зон во многом определяются процентом выхода радиоактивных веществ в атмосферу от общей активности в реакторе, что связано со сроком наработки продуктов ядерного деления и характером аварии. Считается, что при разрушении ядерного реактора выброс может составить 30–50 и более процентов от общей активности. При прогнозе обстановки на случай запроектной аварии на АЭС принято производить расчеты для 10 % выброса общей активности реактора. На размеры зон радиоактивного загрязнения оказывают влияние также устойчивость атмосферы и скорость ветра. Категории устойчивости атмосферы (определяются на высоте 10 м от поверхности земли и характеризуют состояние приземного слоя воздуха на высоте 1,5–2 км) в зависимости от скорости ветра, замеренной на высоте 10 м, времени суток и наличия облачности представлены в табл. 2.

Категории устойчивости атмосферы:

- А – сильно неустойчивая (конвекция);
- D – нейтральная (изотермия);
- F – очень устойчивая (инверсия).

Таблица 2. Категории устойчивости атмосферы

Скорость ветра $V_{\text{в}}$ на высоте 10 м м/с	Время суток				
	день			ночь	
	Наличие облачности				
	отсутствует (1–2 балла)	средняя (3–7 баллов)	сплошная (8–10 баллов)	отсутствует (1–2 балла)	сплошная (8–10 баллов)
$V_{\text{в}} \leq 2$	A	A	A	A	A
$2 \leq V_{\text{в}} < 3$	A	A	D	F	F
$3 \leq V_{\text{в}} < 5$	A	D	D	D	F
$5 \leq V_{\text{в}}$	D	D	D	D	D

Наибольшая длина зон характерна для изотермии, меньшая – для инверсии и самая малая – для конвекции. Наибольшая ширина зон характерна для конвекции, затем для изотермии и наименьшая для инверсии.

Размеры зон радиоактивного загрязнения зависят также от типа и мощности ядерного реактора.

Таким образом, прогноз масштабов и степени радиоактивного загрязнения местности сводится к определению размеров и границ зон радиоактивного загрязнения с целью определения местоположения объекта (территории) относительно этих границ. При этом используются следующие исходные данные:

- тип, мощность ядерного реактора и его местоположение;
- время наработки продуктов ядерного деления до аварии;
- процент выхода радиоактивных веществ в атмосферу от суммарной активности продуктов ядерного деления;
- характер аварии;
- категория устойчивости атмосферы и скорость ветра;
- предполагаемый (до аварии) или известный состав выбрасываемых радионуклидов, характеризующий спад радиации на местности;
- местоположение объекта (территории) относительно источника чрезвычайной ситуации.

Заблаговременный прогноз производится органами МЧС субъектов РФ, крупных административных центров и отдела ГОЧС АЭС.

На объектах экономики используются лишь готовые результаты заблаговременного прогноза, поступающие из главных или районных управлений МЧС.

В оперативных условиях до подхода радиоактивного облака к объекту и поступления данных радиационной разведки в отделах (секторах) ГОЧС производится упрощенный оперативный прогноз возможной радиационной обстановки. Оперативные сведения необходимы в первую очередь для принятия предварительного решения по радиационной защите производственного персонала объекта. В этом случае принимаются следующие исходные данные прогноза:

- время работы ядерного реактора – 3 года (наихудший вариант);
- процент выброса продуктов ядерного деления составляет 10 %;
- категория устойчивости атмосферы – в зависимости от времени суток и облачности (табл. 2);

- время начала аварии – по данным оповещения о ЧС;
- направление и скорость ветра – по данным метеостанции или оповещения.

Заранее известными параметрами являются: удаление объекта экономики (ОЭ) от радиационно-опасного объекта (РОО); тип ядерного реактора.

Методика определения местоположения объекта экономики относительно границ зон радиоактивного загрязнения и возможной мощности дозы излучения на объекте на различное время после аварии заключается в следующем:

1. Определяют скорость переноса радиоактивного облака $V_{пер}$ и время начала выпадения радиоактивных осадков T_n на объект экономики. (Значения скорости переноса радиоактивного облака на высоте 1,5–2 км в зависимости от скорости ветра $V_в$ на высоте 10 м и категории устойчивости атмосферы приведены в табл. 3).

Таблица 3. Скорость переноса радиоактивного облака, м/с

Категория устойчивости атмосферы	Скорость ветра $V_в$, м/с (на высоте 10 м)					
	< 2	2	3	4	5	≥ 6
A	2	2	5	–	–	—
D	–	–	5	5	5	10
F	–	5	10	10	–	–

Время начала радиоактивного загрязнения территории объекта экономики определяется по табл. 4.

Таблица 4. Время начала формирования зоны загрязнения на территории объекта экономики $T_{нз}$, ч

Расстояние от РОО до объекта, км	Категория вертикальной устойчивости атмосферы				
	A	D		F	
	Скорость переноса облака, $K_{ср}$, м/с				
	2	5	10	5	10
5	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1
10	1,0	0,5	0,3	0,5	0,3
20	2,0	1,0	0,5	1,0	0,5
30	3,0	1,5	0,8	1,5	0,8
40	4,0	2,0	1,0	2,0	1,0
50	5,0	2,5	1,2	2,5	1,3
60	6,5	3,0	1,5	3,0	1,6
70	7,5	3,5	1,8	3,5	1,9
80	8,0	4,0	2,0	4,0	2,2
100	9,5	5,0	2,5	5,0	3,0
150	14,0	7,5	3,5	8,0	4,0
200	19,0	10,0	5,0	10,0	5,2
250	23,0	12,0	6,0	13,0	6,5
300	28,0	15,0	7,5	16,0	8,0
350	32,0	17,0	9,0	18,0	9,5

2. Определяют размеры зон радиоактивного загрязнения местности и местоположение ОЭ относительно границ зон.

На масштабную схему (карту) наносят зоны радиоактивного загрязнения местности с учетом направления среднего ветра (размеры зон указаны в табл. 5). Определяют, в какую зону попадает объект, и измеряют кратчайшее расстояние от объекта до продольной оси зон загрязнения.

3. Рассчитывают условный показатель (условность показателя $\dot{D}_1$ вызвана тем, что на самом деле через 1 час после аварии радиоактивное облако может еще не подойти к объекту экономики) – мощность дозы излучения на 1 час после аварии $\dot{D}_1$ на объекте экономики путем интерполяции с использованием значений мощности дозы излучения на 1 час после аварии на границах зоны, в которой находится объект (табл. 1). Пользуясь законом спада радиации, определяют мощность дозы излучения на объекте экономики на любое время после аварии $\dot{D}_t$.

Таблица 5. Размеры зон радиоактивного загрязнения местности: Ш-ширина, L-длина, км

Выход активности, %	Индекс зоны радиоактивного загрязнения	Категория устойчивости атмосферы									
		А		D				F			
		Скорость переноса облака $V_{ср}$ м/с									
		2		5		10		5		10	
		L	III	L	III	L	III	L	III	L	III
3	М	62,6	12,1	145	8,42	135	5,99	126	3,62	115	3,04
	А	14,1	2,75	34,1	1,74	26	1,04	—	—	—	—
10	М	140	29,9	270	18,2	272	14	241	7,87	239	6,82
	А	28	5,97	75	3,92	60	2,45	52	1,72	42	1,18
	Б	6,88	0,85	17,4	0,69	11	0,32	—	—	—	—
	В	—	—	5,8	0,11	—	—	—	—	—	—
30	М	249	61,8	418	31,5	482	28	430	14	441	12
	А	62,2	12,1	145	8,42	135	1,99	126	3,62	115	3,04
	Б	18,9	2,71	33,7	1,73	28	1,02	—	—	—	—
	В	6,96	0,87	17,6	0,69	12	0,33	—	—	—	—
50	М	324	81,8	583	42,8	619	37	561	18	579	17
	А	88,3	18,1	191	11,7	184	8,71	168	4,88	156	4,24
	Б	18,3	3,64	47,1	2,4	36	1,51	15	0,41	—	—
	В	9,21	1,57	23,7	1,1	17	0,59	—	—	—	—
	Г	—	—	9,41	0,27	—	—	—	—	—	—

Результаты прогноза являются исходными данными для оценки радиационной обстановки [1].

Пример 1. Произвести оперативный прогноз радиационной обстановки на ОЭ, расположенном на удалении 60 км от АЭС, при аварии на ее энергоблоке с реактором РБМК-1000. Время аварии – 8.00. Метеоусловия: скорость ветра на высоте 10 м $V_6 = 3$ м/с. Направление ветра 270 град.; облачность – 9 баллов (пасмурно). Активность выбросов составляет 10 % от общей активности РВ в реакторе.

Решение:

1. По табл. 2 при $V_{\theta} = 3$ м/с и пасмурной погоде днем определяем, что устойчивость атмосферы соответствует категории D. По табл. 3 скорость переноса радиоактивного облака $V_{пер}$ составит 5 м/с. При расстоянии от РОО до объекта 60 км время начала загрязнения территории объекта T_n (с момента начала аварии) составит 3 часа (табл. 4).

2. По табл. 5 для 10 % выхода активности принимаем следующие размеры зон радиоактивного загрязнения: $L_M = 270$ км; $III_M = 18,2$ км; $L_A = 75$ км; $III_A = 3,92$ км; $L_B = 17,4$ км; $III_B = 0,69$ км; $L_{\bar{B}} = 5,8$ км; $III_{\bar{B}} = 0,11$ км.

Наносим зоны радиоактивного загрязнения на схему (карту) в соответствующем масштабе с направлением распространения среднего ветра 270° .

Рассмотрим два варианта расположения объекта экономики при его удалении от РОО на 60 км. Первый вариант – объект попадает на ось следа радиоактивного облака, второй вариант – объект удален от оси следа на 6 км (рис. 2).

Разницей в удалении объекта экономики от РОО при первом и втором вариантах можно пренебречь (она составляет всего 300 м).

В первом случае объект попадает в зону А, во втором – в зону М.

3. Определяем значение мощности дозы излучения на 1 час после аварии в районе объекта экономики.

При попадании объекта в зону А (на ось следа) мощность дозы на 1 час в районе объекта составит:

$$\dot{D}_1^{оэ} = 1,4 + \frac{14 - 1,4}{75 - 17,4} (75 - 60) = 4,7 \text{ мГр/ч.}$$

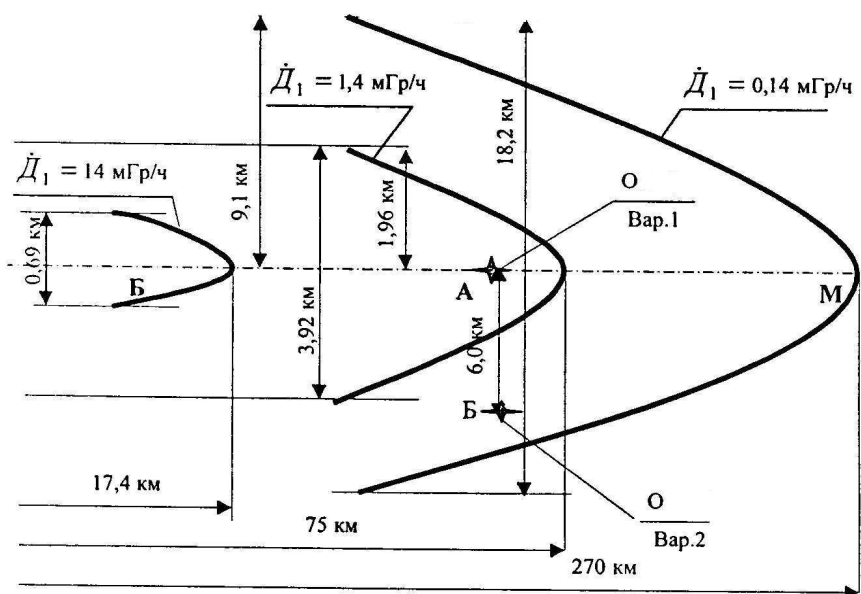


Рис. 2. Варианты размещения объекта экономики относительно границ зон радиоактивного загрязнения

При попадании объекта в зону М (на удалении 6 км от оси) мощность дозы на 1 час в районе объекта составит:

$$\dot{D}_1^{оэ} = 1,4 - \frac{14 - 1,4}{9,1 - 1,96} (6 - 1,96) = 0,7 \text{ мГр/ч.}$$

В примере почти при одном и том же удалении объекта экономики от РОО (60 и 60,3 км) мощность дозы излучения на 1 час после аварии при варианте попадания объекта в зону М примерно в 7 раз меньше, чем тот же показатель на объекте, попавшем в зону А.

Литература

1. Аверьянов В.Т., Федотов Ю.В., Шепелюк С.И. Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях. Прогнозирование устойчивости: учеб. пособ. / под ред. В.С. Артамонова. СПб.: Санкт-Петербургский ун-т ГПС МЧС России, 2012. 296 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ СИСТЕМ МЕТАНИЯ С ПРИСОЕДИНЕННОЙ КАМЕРОЙ ПОДГОНА

**М.Д. Маслаков; В.В. Потапенко; Ю.В. Сметанин.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Осуществлено численное моделирование нетрадиционной однокомпонентной системы метания на основе математической модели внутренней баллистики. Показана возможность повышения начальных скоростей метаемых элементов при неизменных максимальных давлениях внутри канала и отсутствии влияния температуры заряда более чем на 7 %.

Ключевые слова: математическая модель, баллистика, метаемые элементы

MATHEMATICAL SPECULATION BALLISTICS OF THE GUN TUBE SYSTEM WITH A JOINED DRIVE ON CHAMBER

M.D. Maslakov; V.V. Potapenko; Y.V. Smetanin.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

On the basis of the mathematical model of internal gun's ballistics with two phases and two velocities of phases the numerical simulation of non traditional scheme of throwing was carried out. The possibility of increasing of initial velocities of missiles with $C_q = 4,55$ kilogram – force per cubic decimeter at about 7 % comparison with classical scheme of throwing on conditions that maximum pressures are invariable.

Key words: mathematical model, ballistics, missiles

Схема с присоединённой камерой подгона (рис. 1) позволяет повышать начальные скорости метания элементов, что необходимо для практики.

В данной работе рассматривается возможность получения выигрыша в начальной скорости метаемого элемента для модельной установки с использованием присоединённой камеры подгона, при неизменном максимальном давлении на дно закрытого торца цилиндрического канала по сравнению с классической схемой метания.

В этом случае решается задача движения метаемого элемента по цилиндрическому каналу под действием газов, образующихся при постепенном горении топлива в двух областях. Топливо во второй области воспламеняется через некоторое время (время задержки зажигания) после воспламенения основного заряда.

Разделение общей массы заряда на две части является частным случаем. Возможно рассмотрение трех и более областей. Между двумя частями топлива помещается поршень. Поршень совершает движение по цилиндрическому каналу под действием давления газов, образующихся в результате сгорания топлива.

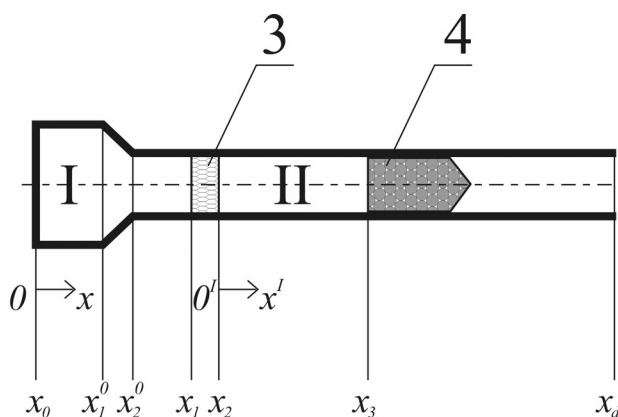


Рис. 1. Схема метания с присоединённой камерой подгона:

I – область основного заряда; II – область присоединённой камеры подгона; 3 – поршень;
4 – метаемый элемент

В начальный момент времени в движение приходит вся сборка, состоящая из присоединённой камеры подгона (поршень + топливо во второй области) и метаемого элемента. Через некоторый промежуток времени t_3 (время задержки зажигания) воспламеняется заряд в присоединённой камере подгона (будем называть его присоединённым), в результате давление во второй области повышается; и в момент, когда сила сопротивления становится больше силы, ускоряющей сборку, последняя разделяется: метаемый элемент отделяется и далее движется вперед самостоятельно, а поршень притормаживается. При достижении метаемым элементом конца ствола расчет заканчивается. Основным положительным свойством этого процесса является то, что за счет работы присоединённого заряда происходит перераспределение энергии: часть энергии идет на дополнительное ускорение, вследствие которого достигается выигрыш в скорости по сравнению с системами использующими классическую схему метания.

Математическое моделирование схемы с присоединённой камерой подгона основано на подходе механики гетерогенных сред [1, 2], модифицированном для внутренней баллистики ствольных систем [3], и проводится при следующих основных допущениях:

- движение камеры подгона (поршень + присоединённый заряд) и метаемого элемента начинается при достижении давления форсирования;
- начальный период для основного и присоединённого зарядов не учитывается;
- горение частиц пороха происходит по геометрическому закону;
- вязкость и теплопроводность существенны только в процессах взаимодействия фаз;
- до момента разделения сборки частицы присоединённого заряда неподвижны относительно сборки;
- после разделения сборки частицы присоединённого заряда могут выпадать на поршень;
- при равенстве пористости некоторой предельной величине вблизи поршня частицы начинают двигаться со скоростью поршня до тех пор, пока пористость не станет выше предельной;
- при движении элементов схемы метания (сборки, затем поршня и метаемого элемента) не учитываются трение и сопротивление воздуха в стволе;

– присоединённый заряд воспламеняется мгновенно в момент времени, соответствующий времени задержки зажигания;

– после воспламенения присоединённого заряда перетоки между областями I и II отсутствуют.

Система уравнений, описывающая процессы в области I, записывается в инерциальной системе координат $(0, x)$, в области II – в неинерциальной системе координат $(0', x')$, связанной с поршнем (рис. 1). Ниже приводится система уравнений, которая при $N=0$ описывает процессы в области I, а при $N=1$ и замене переменных и параметров на переменные и параметры со штрихом «'» ($u \equiv u'$ и т.д.) описывает процессы в области присоединённого заряда (области II) после воспламенения всего присоединённого заряда.

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho s \varphi) + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u s \varphi) = M; \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(\rho s \varphi u) + \frac{\partial}{\partial x}(\rho s \varphi u^2 + p s \varphi) &= M\omega - \tau_{TP} + p \frac{\partial s \varphi}{\partial x} - \\ N \rho S \varphi \frac{du_{II}}{dt}; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(\rho S \varphi E) + \frac{\partial}{\partial x}(S \varphi u(\rho E + p)) &= -p \frac{\partial(1-\varphi)S\omega}{\partial x} - \\ \tau_{TP}\omega + M \left(Q + \frac{\omega^2}{2} \right) - N \rho S \varphi u \frac{du_{II}}{dt}; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_2(1-\varphi)S) + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_2(1-\varphi)S\omega) = -M; \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(\rho_2(1-\varphi)S\omega) + \frac{\partial}{\partial x}(\rho_2(1-\varphi)S\omega^2) + \\ (1-\varphi)S \frac{\partial p}{\partial x} = \tau_{TP} - M\omega - N \rho_2(1-\varphi)S \frac{du_{II}}{dt}; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \omega \frac{\partial z}{\partial x} = \frac{a_1 p}{e_b}; \quad (6)$$

$$P \left(\frac{1}{\rho} - \alpha \right) = RT; \quad (7)$$

$$E = \varepsilon + \frac{u^2}{2};$$

$$\varphi = 1 - n\Lambda_0(1 - \varphi(z));$$

$$\psi(z) = \kappa_1 z(1 + \lambda_1 z);$$

$$M = SnS_{02}\rho_2\sigma(z)a_1p; \quad (8)$$

$$\sigma(z) = 1 + 2\lambda_1 z;$$

$$\tau_{TP} = \frac{1}{2} C_x \rho (u - \omega) |u - \omega| S_n \frac{\pi d_{op}^2}{4} * \\ (1 - \psi(z))^{2/3};$$

$$Cx = \begin{cases} \frac{24}{Re} + 0.48; & 0 < Re < 3 \cdot 10^5; \\ 0.1, & Re \geq 3 \cdot 10^5; \end{cases} \\ Re = \frac{\rho |u - \omega| \varphi \sqrt{S_{02}}}{\mu}.$$

где t – время; x – координата; P – давление; ρ – плотность; ρ_2 – плотность вещества топлива; T – температура; T_0 – температура продуктов горения топлива; u – скорость газа; ω – скорость частиц; φ – пористость; E, ε – полная и внутренняя энергия единицы объёма газа; S – площадь поперечного сечения канала; Z – относительная толщина сгоревшего свода; M – скорость массоприхода от горения топлива; τ_{TP} – сила взаимодействия между фазами; N – признак системы координат; du_{II}/dt – ускорение поршня; Q – тепловой эффект горения топлива; R – универсальная газовая постоянная; α – коволюм; a_1 – коэффициент в законе скорости горения; e_B – толщина горящего свода зерна топлива; n – концентрация; A_0 – начальный объём частицы топлива; $\Psi(z)$ – относительный сгоревший объём частицы топлива; κ_1, λ_1 – коэффициенты формы частиц топлива; S_{02} – начальная площадь частиц топлива; $\sigma(z)$ – относительная горящая поверхность частицы топлива; C_x – коэффициент сопротивления; d_{op} – диаметр шара эквивалентного по объёму частице топлива; π – число Пи; Re – число Рейнольдса; μ – вязкость газа.

Начальные условия в области I:

$$T(x, 0) = T_G; P(x, 0) = P_\Phi;$$

$$U(x, 0) = \omega(x, 0) = 0; \varphi(x, 0) = \varphi_H;$$

$$\psi_H = \frac{1/\Delta - 1/\rho_2}{\frac{f}{P_\Phi} + \alpha - \frac{1}{\rho_2}}; \quad z_H = \frac{2\psi_H}{\kappa_1(1 + \sigma_H)}; \\ \sigma_H = \sqrt{1 + 4 \frac{\lambda_1}{\kappa_1} \Psi_H}. \quad (9)$$

где Δ – плотность заряжания; f – сила топлива; P_Φ – давление форсирования. Индексы: n – означает начальные значения переменных и параметров; G – относится к газу.

Граничные условия:

$$U(0, t) = \omega(0, t) = 0; u(x_{II}, t) = u_{II}; \\ u'(0, t) = \omega'(0, t) = 0; u'(x'_S, t) = u'_S, \quad (10)$$

где x_{II} – координата положения левой границы поршня; x_S – координата положения дна метаемого элемента; u_{II} – скорость поршня; u_S – скорость метаемого элемента. Индексы: II – означают, что параметры относятся к поршню; S – к метаемому элементу.

Значения переменных x_{II} , x'_s , u_{II} , u'_s определяются интегрированием уравнения движения сборки, а после её разделения – уравнений движения поршня и метаемого элемента.

$$\left. \begin{aligned} m_{CB} \frac{du_{II}}{dt} &= P_1 S \\ q_s \frac{du'_s}{dt} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad t \leq t_R; \quad (11)$$

$$\left. \begin{aligned} m_{II} \frac{du_{II}}{dt} &= (P_1 - P_2) S \\ q_s \frac{du'_s}{dt} &= P_3 S - q_s \frac{du_{II}}{dt} \end{aligned} \right\} \quad t > t_R, \quad (12)$$

где P_1 – давление на поршень слева; P_2 – давление на поршень справа; P_3 – давление на дно метаемого элемента; m_{CB} – масса сборки; m_{II} – масса поршня и осевших на него частиц; q_s – масса метаемого элемента; t_R – момент разделения сборки.

Момент разделения сборки t_R определяется из условия разделения:

$$P_3 > \frac{q_s}{q_{II}} (P_1 - P_2) \quad (13)$$

Физический смысл (13) состоит в следующем: разделение сборки происходит в тот момент времени, когда ускорение поршня под действием сил давления на него становится меньше ускорения метаемого элемента, возникающего под действием силы давления на метаемый элемент.

Начальные условия во второй области для системы уравнений (1)–(7) с замыкающими соотношениями (8) определяются в момент достижения времени задержки зажигания присоединённого заряда t_3 для параметров этого заряда и давления форсирования $P_{\phi 2}$.

Система уравнений (1)–(12) решается численно методом С.К. Годунова [4], где потоки массы, импульса и энергии в уравнениях (1)–(3) определяются из решения задачи распада произвольного разрыва параметров газа на скачке площади сечения [5]. В уравнениях (4)–(5) потоки массы и импульса находятся из решения задачи распада произвольного разрыва для среды, не имеющей собственного давления. Уравнение (6) решается методом, аппроксимирующим конвективный член разностями против потока. Уравнения (11)–(12) решаются методом Эйлера, где давления P_1 , P_2 , P_3 определяются из решения задачи распада произвольного разрыва параметров газа на неподвижной непроницаемой поверхности [4].

Расчётные области I и II покрываются разностной сеткой с шагами h и h' соответственно.

Для проведения расчётов была выбрана система с диаметром канала 0,1 м с относительной длиной канала 7,0; $C_q = 4,55$ кг/дм³ для метаемого элемента, где $C_q = \frac{q_s}{d^3}$, d – диаметр канала баллистической системы; $C_q = 1,28$ кг/дм³ для поршня. Параметры составов основного и присоединённого зарядов были выбраны по данным [3].

В таблице приведены максимальные безразмерные давления на дно закрытого торца цилиндрического канала $P^I_{\max}$; в области II – $P^{II}_{\max}$; на дно метаемого элемента – $P^{\exists}_{\max}$; конечные импульсы топлив в области I – I_K и в области II – I'_K ; время задержки зажигания – t_3 для нескольких расчётных вариантов схемы с присоединённой камерой подгона, при

различных значениях масс основного заряда ω_1 и масс присоединённого заряда ω_2 . В строках 7, 8 таблицы представлены результаты расчёта при классической схеме метания на той же установке.

Из таблицы видно, что во всех приведённых расчётных значениях безразмерная дульная скорость при схеме с присоединённой камерой подгона выше расчётной скорости при классической схеме метания. При этом максимальное давление на дно закрытого торца цилиндрического канала и максимальное давление в области II в случае использования схемы с присоединённой камерой подгона не выше максимального давления на дно закрытого торца канала для классической схемы метания.

При увеличении массы присоединённого заряда (за счёт увеличения плотности заряжания в области II при постоянном её начальном объёме) дульная скорость увеличивается (табл., строки 1–4) при близких значениях максимальных давлений в области II и на дно метаемого элемента.

При дальнейшем увеличении ω_2 дульная скорость начинает падать, так как при обеспечении ограничения максимального давления в области II не выше 0,5937 появляется недогорание присоединённого заряда, а если уменьшать I'_k , обеспечивая полное сгорание присоединённого заряда, нарушается ограничение на максимальное давление в области II. Увеличение массы основного заряда позволяет увеличить дульную скорость до 1,718 при заданных ограничениях на максимальное давление (табл., строка 6).

Результаты расчётов по двухфазной двухскоростной модели схемы выстрела с присоединённым зарядом хорошо согласуются с расчётными данными по модели газопороховой смеси при фиксированных параметрах процесса метания.

Таким образом, реализация схемы с присоединённой камерой подгона на модельной установке с диаметром цилиндрического канала 0,1 м позволит повысить начальные скорости метаемых элементов с $C_q=4,55$ кг/дм³ примерно на 7 % при неизменных максимальных давлениях на дно закрытого торца цилиндрического канала по сравнению с классической схемой метания элементов.

Таблица. Расчётные значения баллистических параметров схемы с присоединённой камерой подгона

№ п/п	ω_1 кг	ω_2 кг	t_3 мс	P^I_{MAX} б/р	P^{II}_{MAX} б/р	$P^{\Sigma max}$ б/р	I_k МПа·с	I'_k МПа·с	V_d б/р
1	6,5	0,8	6,552	0,5934	0,5904	0,5813	1,02113	0,19426	1,657
2	6,5	0,9	6,553	0,5946	0,5910	0,5788	1,02546	0,23000	1,677
3	6,5	1,0	6,554	0,5936	0,5896	0,5851	1,03129	0,26888	1,690
4	6,5	1,1	6,578	0,5933	0,6009	0,5904	1,03645	0,30927	1,698
5	6,5	1,2	6,579	0,5929	0,5831	0,5754	1,04167	0,36019	1,691
6	7,0	1,1	6,504	0,5944	0,5924	0,5836	1,14897	0,32842	1,718
7	6,5	–	–	0,5916	–	0,3076	0,95030	–	1,610
8	7,0	–	–	0,5939	–	0,3004	0,99044	–	1,631

Примечание: б/р – означает, что параметры приведены в безразмерном виде.

Литература

1. Рахматулин Х.А. Основы газодинамики взаимопроникающих движений сжимаемых сред. Т. 20. В. 1. ПММ, 1956. С. 184–195.
2. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Ч. 1. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. литературы, 1987. 464 с.

3. Русяк И.Г., Ушаков В.М. Внутрикамерные гетерогенные процессы в ствольных системах. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 259 с.
4. Численное решение многомерных задач газовой динамики / Годунов С.К., Забродин А.В., Иванов М.Я. [и др.]. М.: Наука, 1976. 400 с.
5. Якушев И.К. Распад произвольного разрыва в канале со скачком площади сечения // Известия СО АН СССР. 1967. Вып. 2. № 8. Сер. техн. наук. С. 109–120.

МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОФИЛЯ РИСКА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ПО НЕПОЛНОЙ ГЕТЕРОГЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ

В.М. Шишкин, кандидат технических наук, доцент.

**Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации
Российской академии наук**

Рассмотрена методика, предоставляющая новые возможности для количественного оценивания рисков и средств противодействия в условиях неполноты и разнородности исходной информации, в том числе количественной, ординальной и разнообразной нечисловой. Методика реализована в системе анализа рисков, ориентированной на управление комплексной безопасностью сложных технических и социотехнических объектов. Результаты представляются в виде распределения вероятностей с оценкой вероятностей доминирования, что повышает доверие к результатам оценивания.

Ключевые слова: риск, профиль, метамодель, гетерогенность информации, методика, стохастические оценки, алгоритм, технология, параллельные вычисления

NONLINEAR EFFECTS IN RISK MODELING AND OPPORTUNITY OF CRITICALITY PARAMETRIZATION

V.M. Shishkin.

Saint-Petersburg institute of informatics and automation of the Russian academy of sciences

The methodical approach and some results focused on security management of the complex objects especially crucial ones are presented. Usage possibility of power distribution models of a risk measure and the mechanism of occurrence of nonlinear effects in this case are shown. Parameters of break points for such objects are entered and proved. Their application for aprioristic criticality ranging of objects and the forecast of break points are offered.

Key words: risk, profile, metamodel heterogeneity of information, methods, stochastic evaluation algorithm technology, parallel computing

Определение профиля рисков является необходимым условием для создания адекватной применяемой политики обеспечения безопасности системы защиты, успешного применения средств противодействия факторам риска. В противном случае применяемые меры обеспечения безопасности могут быть малоэффективны. Под термином «профиль рисков» понимается набор количественных оценок актуальных факторов риска в смысле их значимости, влияния на состояние безопасности объекта.

Существенной особенностью анализа рисков в реальных сложных системах является неполнота и гетерогенность исходной информации. Это значит, что относительно некоторых

факторов какая-либо достоверная информация может отсутствовать, по другим – могут быть относительно точные или хотя бы статистические данные в числовом выражении, в третьем случае информация ограничена экспертным мнением в некоторой нечисловой шкале и т.д. В пределе это могут быть слабо структурированные тексты на естественном языке. Кроме того, в дополнение к знаниям об отдельных факторах может иметься информация логического, ординального характера об отношениях на множестве факторов, в том числе, нечёткая.

Таким образом, исходные данные могут представляться в разнообразных несовместимых между собой формах и неприменимы для расчетов без их предварительной арифметизации в единой шкале. Для учета этих особенностей необходимо, во-первых, предусмотреть возможность совместной обработки синтаксически разнородных и неполных данных; во-вторых, обеспечить расчет характеристик распределений вероятностей оценок факторов риска, так как все исходные данные в условиях неопределённости являются, по сути, случайными величинами. Такая стохастическая идентификация профиля рисков позволит принимать более обоснованные решения по противодействию им и обеспечит большее доверие к оценкам.

Одним из шагов, предпринятых для решения поставленной задачи, была разработка системы анализа рисков, позволяющей получать интервальную оценку факторов (математического ожидания и дисперсии), в которой исходные данные задавались системой чётких неравенств [1]. В таком случае можно работать в произвольной комбинации с точечной, интервальной информацией и связывающими эти данные ординальными отношениями. Отсутствие информации предполагало в качестве интервала всё множество возможных значений. При этом считалось, что на заданных начальных условиях интервалах исследуемая величина обладает равномерным распределением согласно принципу минимизации энтропии.

В настоящей работе описывается методика, расширяющая эти возможности и позволяющая работать с исходной информацией, заданной как случайные величины с произвольным распределением, нечёткие величины, в нечисловых шкалах и нечёткими отношениями с идентификацией распределений вероятностей оценок факторов риска, вероятностей попарного доминирования и показателя эффективности применения средств противодействия.

Структурная метамодель

В качестве структурной основы модели анализа рисков и алгоритмизации методики идентификации профиля рисков используется метамодель [2], допускающая различные содержательные и алгоритмические интерпретации, одна из которых была программно реализована для точечного варианта задания исходных данных и используется в качестве базового расчетного алгоритма в настоящей методике.

Метамодель построена на дихотомической оппозиции: защищаемый объект – потенциально враждебная среда. Элементы модели (факторы риска) определяются в терминах трех категорий: субъектов, объектов и воздействий первых на вторые. Соответственно категориям выделяются три непересекающихся непустых подмножества факторов риска:

- независимые активные субъекты, источники угроз – множество M_s (threat sources);
- проводники воздействий, события, порождаемые источниками угроз, угрозы нарушения безопасности – множество M_e (threat events), в котором выделяется подмножество так называемых событий риска – угроз, наносящих непосредственный ущерб объекту;
- компоненты объекта – множество M_c (components).

Кроме того, вводится условный элемент, представляющий множество состояний объекта в целом – Z .

В совокупности все они образуют множество M_0 , на котором определяется хотя бы один тип отношений: бинарное отношение непосредственной причинности ρw со свойством транзитивности, к которому можно свести многие связи, имеющие имплицативный характер. Отношение ρw упорядочивает M_0 и задает на нем структуру, фиксирующую каналы распространения потоков угроз от источников до объекта, отображающихся, в конечном счете, на его состоянии, и порождает квадратную матрицу отношения W_0 .

Система защиты, противодействия факторам риска представима в виде множества элементов S , каждый из которых осуществляет воздействие на элементы из M_0 . Между элементами множеств S и M_0 также устанавливается отношение, формально аналогичное ρw , порождающее прямоугольную матрицу R_0 .

На рис. 1 показана простая иллюстрация данного представления метамодели.

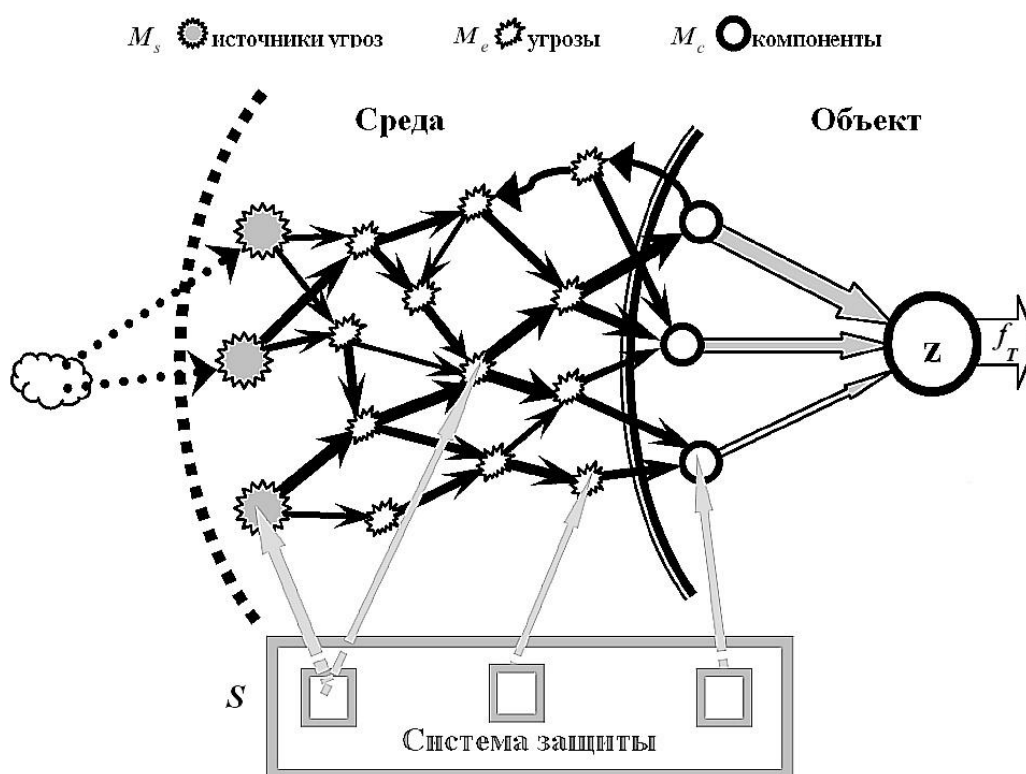


Рис. 1. Структурная схема метамодели

Источники угроз из S считаются генераторами потока событий (угроз), распространяющегося по каналам, заданным отношением ρw на M_0 . Элементы M_e рассматриваются как функциональные преобразователи, перераспределяющие потоки событий. На выходе элементов M_e , представляющих события риска, формируется поток угроз, непосредственно воздействующий на объект в составе M_c . Тогда средства защиты из S можно интерпретировать как линейные фильтры.

Роль условного элемента z , соответствующего состоянию объекта в целом, как преобразователя, ограничивается функцией сумматора-интегратора. Тогда на выходе z можно фиксировать результирующий поток f_T , интеграл от которого по некоторому интервалу времени, является, по сути, мерой риска для объекта, измеряемого ущербом, наносимым ему за это время.

Простейшая количественная интерпретация метамодели, предполагающая линейный характер отношений в W_0 , отображает ее в арифметическую матрицу $W = (w_{ij})$, элементы которой можно рассматривать как нормированные весовые коэффициенты в точечном

выражении, имеющие смысл меры влияния i -го элемента на j -й. В физической интерпретации они определяются как отношения интегральных характеристик потоков от всех непосредственно предшествующих j -му i -х элементов структуры.

Далее рассчитываются показатели v_{ij} , аналогичные по смыслу w_{ij} , но уже с учетом транзитивности отношения. В результате определяется арифметическая матрица V , структурно эквивалентная W .

При отсутствии рефлексии элементов, если W считать взвешенной матрицей смежности некоторого графа, показатели легко рассчитываются на графе в соответствующих терминах, как суммы по всем путям из i в j вершину произведений оценок дуг каждого пути, что равносильно матричному преобразованию $V = (I - W)^{-1} - I$.

Однако в общем случае такой расчет не возможен, и тогда V рассчитывается с использованием аппарата марковских цепей следующим образом. Из W исключается левый блок нулевых столбцов, соответствующих множеству M_s , выделяются верхний горизонтальный блок в виде матрицы W_s и остальная нижняя часть, квадратная матрица W_e . Тогда, обозначив $I - W_e = D_e$, определяются соответствующие блоки V : $V_s = W_s D_e^{-1}$ и $V_e = \det(D_e)(D_e^{-1})$.

Последний, всегда не нулевой, z -й столбец v_z матрицы V содержит искомые показатели $\{v_{iz}\}$ влияния любого i -го фактора риска на состояние безопасности объекта. Эти показатели должны целенаправленно ориентировать создание систему защиты на противодействие наиболее значимым факторам риска.

Факторы риска можно также связать с физическими объектами, задав множество P , представляющее оборудование, физические среды, персонал и т.д., и отношение $P_p \subset P \times M_0$. Тогда нетрудно оценки факторов риска отобразить на элементы множества P , что может быть полезно на практике.

Для получения количественной оценки результативности (эффективности) системы защиты матрица R_0 также арифметизируется, а соответствующая матрица $R_0 = (r_{kj})$ содержит оценки воздействия k -го элемента системы защиты на j -й фактор риска. Далее она преобразуется в вектор $r = [r_j]$, где $r_j = 1 - \prod_k (1 - r_{kj})$, или дополняющий его $u = [u_j]$,

$u_j = 1 - r_j$, $r_j \leq 1$, $u_j \geq 0$, представляющие совместное действие элементов системы защиты. Тогда общий показатель результативности средств защиты информации r_z рассчитывается следующим образом. Во-первых, определяется вектор $v_s = u_s W_s (I - \text{diag}(u_e) W_e)^{-1}$, где u_s , u_e – части вектора u , с компонентами, относящимися, соответственно, к элементам множества M_s и остальным элементам из M_e , далее, используя композицию $n = \{e_s; n_s\}$, где e_s – вектор, состоящий из единиц, порядка, равного количеству элементов в M_s , определяется r_z :

$$r_z = (v * r) * v_z, \quad (1)$$

где символ $*$ обозначает операцию поэлементного умножения векторов.

Оценка r_z вида (1) отображает сложное взаимодействие элементов моделируемой системы факторов риска и средств, им противодействующих, учитывая трудно предсказуемые мультипликативные эффекты удаленных косвенных влияний и циклических связей, являясь одновременно относительной оценкой изменения интегральной характеристики результирующего потока угроз.

Программный продукт, использующий данный алгоритм, был разработан и показал практическую применимость для анализа безопасности сложных объектов. Однако точечность получаемых оценок, несмотря на определённые преимущества по сравнению с аналогичными по назначению системами, не обеспечивала главное – повышение доверия к результатам.

Представление разнородных исходных данных

Источником идеи для разработки предлагаемой методики послужил способ арифметизации ординальных отношений в методе анализа и синтеза показателей при информационном дефиците (АСПИД) [3]. Однако алгоритм рандомизации, примененный в нём, в чистом виде оказался неприемлемым, так как в нашем случае для факторов риска допускались достаточно произвольные отношения, и структура модели представляла собой не простое дерево как в методе АСПИД, а связную композицию подобных структур, что приводило к зависимости генерируемых случайных последовательностей. Кроме того, автор исходил из необходимости расширения способов задания исходных данных, что также требовало расширения возможностей алгоритма рандомизации.

В нашем случае информация о каждом коэффициенте W_{ij} для последующей арифметизации матрицы W_0 может быть представлена отдельным значением (точка), диапазоном значений (интервал), некоторым распределением вероятностей значений, нечеткой величиной, иной величиной в нечисловых шкалах. Нельзя сказать, что это исчерпывающий перечень вариантов представления неопределённости, но он достаточно широк, чтобы быть удовлетворительным во многих практических ситуациях. Если заданы только границы интервала, то распределение на нем считается равномерным. Предположение о равномерности распределения в этом случае следует из принципа максимальной энтропии, согласно которому при дефиците информации нужно задавать распределение, максимизирующее функционал [3]:

$$H(F_{\hat{\theta}}(\theta)) = - \int_{\theta_-}^{\theta_+} \ln\left(\frac{d}{d\theta} F_{\hat{\theta}}(\theta)\right) dF_{\hat{\theta}}(\theta).$$

При этом, если какой-либо параметр задан точно ($w_{it} = a$), то на дискретном множестве значений с дискретом h в вычислительном процессе это условие всё равно задается интервалом $w_{ij} \in (a - h/2; a + h/2)$.

Некоторые возможные варианты задания исходной информации, могут быть прямо сведены к функции плотности распределения вероятностей. Случай нечёткого задания через функцию принадлежности нечеткого множества имеет иной смысл, но путём нормировки может быть также приведена к подобному виду. Если же оценка задаётся, например, в некоторой балльной шкале, то каждому баллу сопоставляется интервал, определяемый функций соответствия (рис. 2), которая также может быть нормирована.

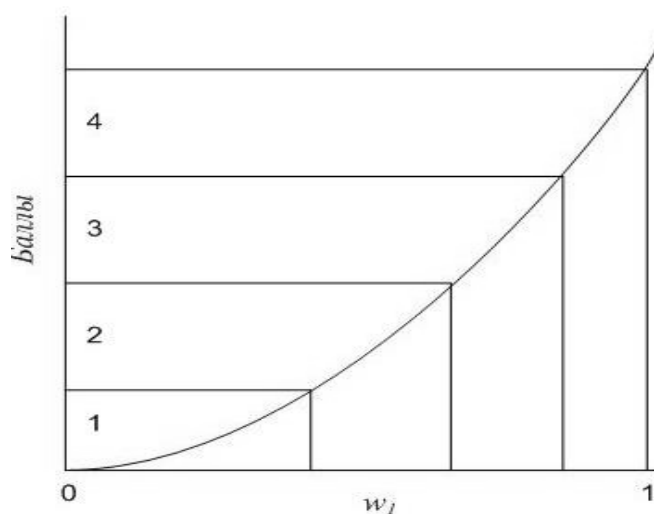


Рис. 2. Интерпретация балльной шкалы

Таким образом, в алгоритмической интерпретации данное многообразие представления исходных данных, обобщая его, можно свести к функции, подобной распределению вероятностей значений W_{ij} , либо непосредственно (точечное, интервальное, отсутствие информации, явное распределение), или косвенно, отображением значений в некоторой нечисловой шкале через функции принадлежности, соответствия или иные. Тогда алгоритмическое решение поставленной задачи арифметизации разнородных исходных данных становится очевидным. Можно показать, что наиболее удобной в данном случае функцией, аппроксимирующей разнообразие способы задания исходных данных, имеющей к тому же некоторые физические основания, является функция плотности бета-распределения.

Рассмотрение отношений, связывающих два и более коэффициента w_{ij} для любого индекса j на множестве всех индексов i , ограничим отношением порядка (ординальным отношением). Его можно определить следующим образом (рис. 3). Пусть w_1 и w_2 – пара весовых коэффициентов, для которых задано бинарное отношение порядка. Тогда это отношение будет определять угловая координата $\alpha = \arctg (w_2 / w_1)$.

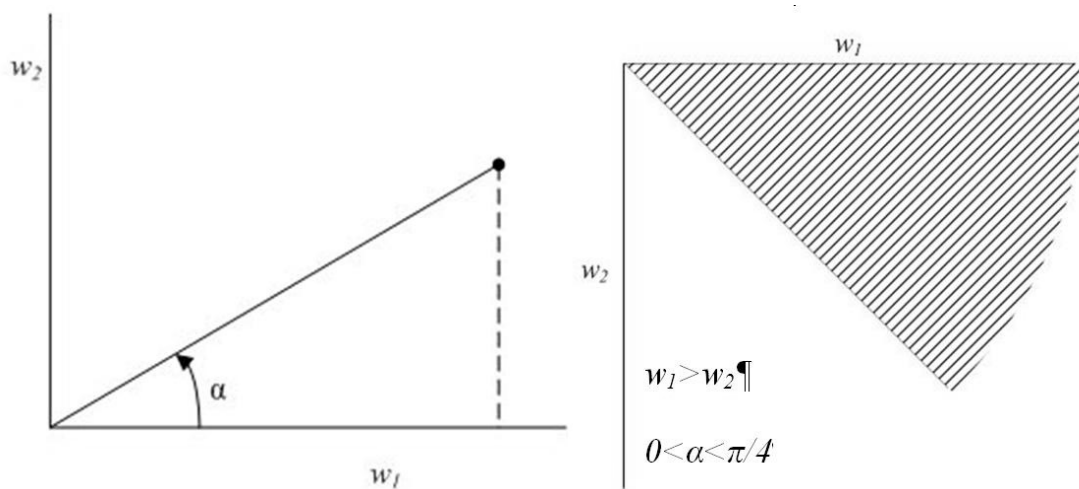


Рис. 3. Графическая иллюстрация отношения порядка

При задании нечеткого отношения определяется функция принадлежности для параметра α . Тогда при генерации векторов плотность их распределения окажется неравномерной, и будет зависеть от заданной функции распределения (рис. 4).

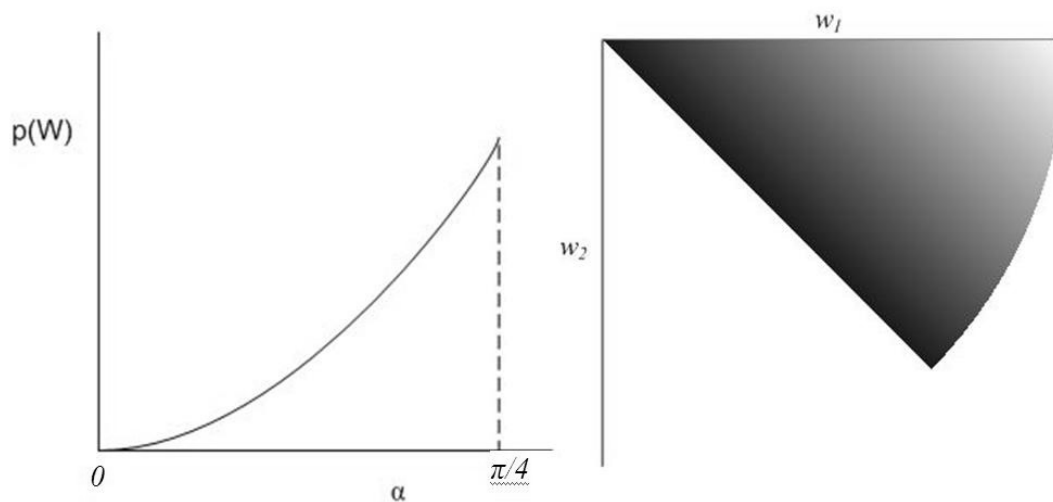


Рис. 4. Графическая иллюстрация нечёткого отношения порядка

Множество ненулевых (значимых) весовых коэффициентов $w_1, \dots, w_m$ в каждом столбце матрицы W порождают m -мерное пространство. Условие нормировки связывает коэффициенты, и все возможные вектора, состоящие из $w_1, \dots, w_m$, образуют в нём симплекс размерности $(m - 1)$. С учетом дискретности они представляют множество $W(m, n)$, где $n = 1/h$. Учет гетерогенной исходной информации I о весовых коэффициентах $w_1, \dots, w_m$ позволяет существенно сократить множество до некоторого непустого множества $W(m, n, I)$ всех допустимых (с точки зрения информации I) векторов.

Для случая $m=3$, полученное множество $W(m, n, I)$ можно наглядно изобразить на пространственном графике (рис. 5). Условие $w_1 + w_2 + w_3 = 1$ задает в координатах (w_1, w_2, w_3) плоскость симплекса, на которой расположены элементы множества $W(m, n)$. При задании различного вида исходной информации, получаем часть плоскости, содержащую элементы $W(m, n, I)$. Плотность штриховки определяется вероятностью попадания вектора в соответствующую область симплекса

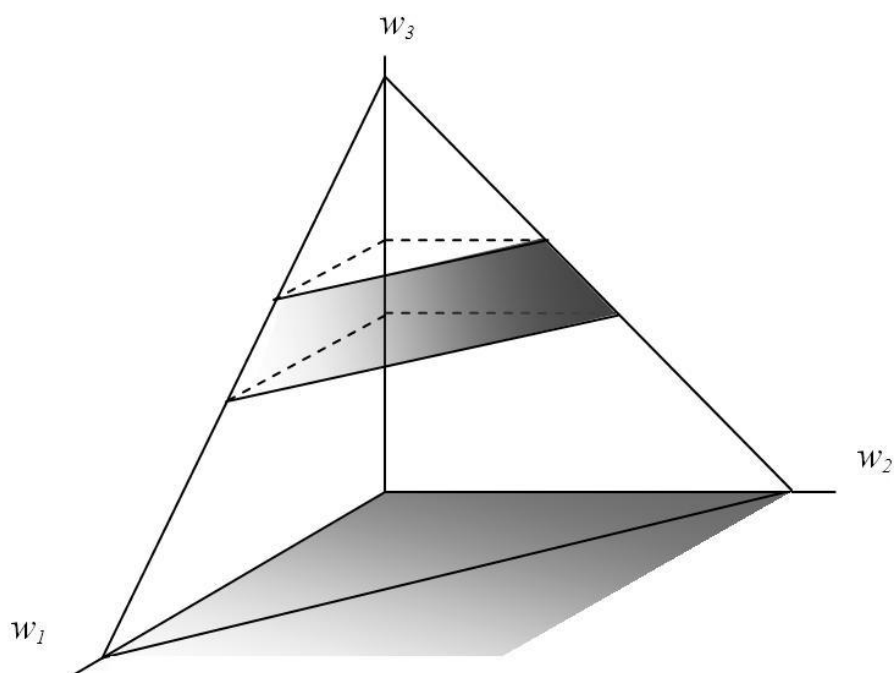


Рис. 5. Выбор множества векторов с учетом исходной информации

Преимущество описанной методики состоит в том, что таким способом можно задать многие, плохо определенные исходные данные, в том числе и в лингвистическом представлении. От способа задания исходной информации будет зависеть форма геометрической фигуры – части плоскости, содержащей множество $W(m, n, I)$, а также распределение плотности ее заполнения.

Алгоритм генерации допустимых векторов

В рассматриваемой методике основная и наиболее ресурсоёмкая задача состоит в том, чтобы получить достаточно большое количество случайных реализаций матрицы W , отображающей в арифметизированном виде всё разнообразие исходных данных. Далее каждая из этих реализаций, содержащая допустимые числовые значения в точечном

выражении участвует в расчете соответствующей реализации матрицы V , других показателей. Это является достаточным для последующего определения на множестве реализаций всех необходимых статистических характеристик, идентифицирующих стохастический профиль рисков с вероятностями попарного доминирования и распределения вероятностей иных показателей, в том числе эффективности применения средств противодействия факторам риска.

Алгоритм получения результирующего множества $W(m, n, I)$ состоит из трех этапов.

1. Генерируется множество случайных векторов на гиперкубе, при этом учитываются данные (точечные, интервальные, лингвистические и т.д.) по отдельным факторам, то есть по каждой оси пространства.

2. Отбираются вектора согласно заданным четким и нечетким отношениям порядка. При этом отношения проверяются на непротиворечивость, иначе выдается сообщение о некорректности задания исходной информации.

3. Каждый выбранный вектор проверяется на принадлежность симплексу, то есть на соответствие условию $\sum_i w_i = 1 \pm h / 2$, где дискретный шаг $h = 1 / n$, n – параметр, задающий точность представления значений.

Поскольку для расчета необходимо выполнение большого количества генераций, как показал опыт, целесообразно реализовать алгоритм в параллельном режиме. Эффективность такого метода будет зависеть от того, насколько равномерно распределена нагрузка между вычислительными ядрами системы при выбранном способе распараллеливания [4]. В качестве примера рассмотрим случай, когда каждый j -й столбец матрицы W обрабатывается в отдельном потоке.

Каждая ветвь алгоритма, генерирует множество допустимых векторов, для столбца W_j матрицы W . Каждая ветвь содержит цикл из k итераций, где k определяет количество генерируемых векторов. С увеличением k возрастает точность получаемого результата. На каждой итерации генерируется случайный вектор $\tilde{W}_j$. Далее, вектор $\tilde{W}_j$ проверяется на соответствие исходной информации I . В каждой точке симплекса определяется функция $p(W_j)$, задающая вероятность отбора вектора при условии его попадания в эту точку. Генерируется случайное число $0 < x < 1$, и если $x < p(W_j)$, то вектор отбирается, иначе вектор отбрасывается. Таким образом, определяется заданное количество случайных реализаций матрицы W , удовлетворяющих исходной информации I .

Рассмотренный алгоритм обеспечивает рандомизацию по отдельности каждого столбца матрицы W и преобразование исходных данных на полной структуре для расчета показателей, содержащихся в матрице V . Тогда N реализаций матрицы $\tilde{W}$ и последующий расчет согласно приведенному выше алгоритму для точечных значений W позволит рандомизировать V и получить статистические оценки ее элементов, что существенно повысит обоснованность оценок значимости факторов риска и, соответственно, решений по определению состава системы защиты.

Рандомизация матрицы R проводится аналогично, но является более простой и менее ресурсоемкой задачей в силу независимости ее элементов. В данном случае генерация векторов происходит в l -мерном пространстве, где l – количество ненулевых r_{kj} в R , а область их допустимых значений также имеет размерность l . В результате вычисляются N случайных реализаций вектора $\tilde{r}$, а затем согласно (1), используя соответствующие вектора из уже рандомизированной $\tilde{V}$, множество случайных значений $\tilde{r}_z = (\tilde{v} * \tilde{r}) * \tilde{v}_z$.

Таким образом, идентифицировав распределение показателей результативности применения $\tilde{r}_z$ для вариантов системы защиты, выбор наилучшего из них перестает быть однозначно императивным, как при точечном оценивании. При этом в качестве дополнительной информации для принятия решения, снова обратившись к методу АСПИД, можно определить вероятности парного доминирования показателей.

Технологические решения

Клиент-серверную технологию для разрабатываемой системы анализа рисков планировалось применить еще для ранней её версии [5], которая работала исключительно с точечными оценками и требовала незначительных ресурсов, поэтому актуальным оказался её локальный вариант. Вернуться к прежнему проекту заставил недостаток ресурса персонального компьютера для реализации новой методики стохастического оценивания. Впрочем, когда вычислители терафлопной мощности станут персональными, предлагаемая технология взаимодействия клиента с вычислительным ресурсом, возможно, перестанет быть актуальной.

При проектировании настоящей программной реализации системы [6] были приняты следующие требования:

- максимально возможное использование вычислительных ресурсов компьютера клиента, прежде всего для подготовки исходных данных и представления результата расчётов;
- организация единой точки доступа к высокопроизводительным вычислительным ресурсам;
- организация возможности централизованного хранения типовых предметно-ориентированных риск-моделей.

Указанным требованиям, в целом, удовлетворяет структура клиент-серверного взаимодействия, приведенная на рис. 6.

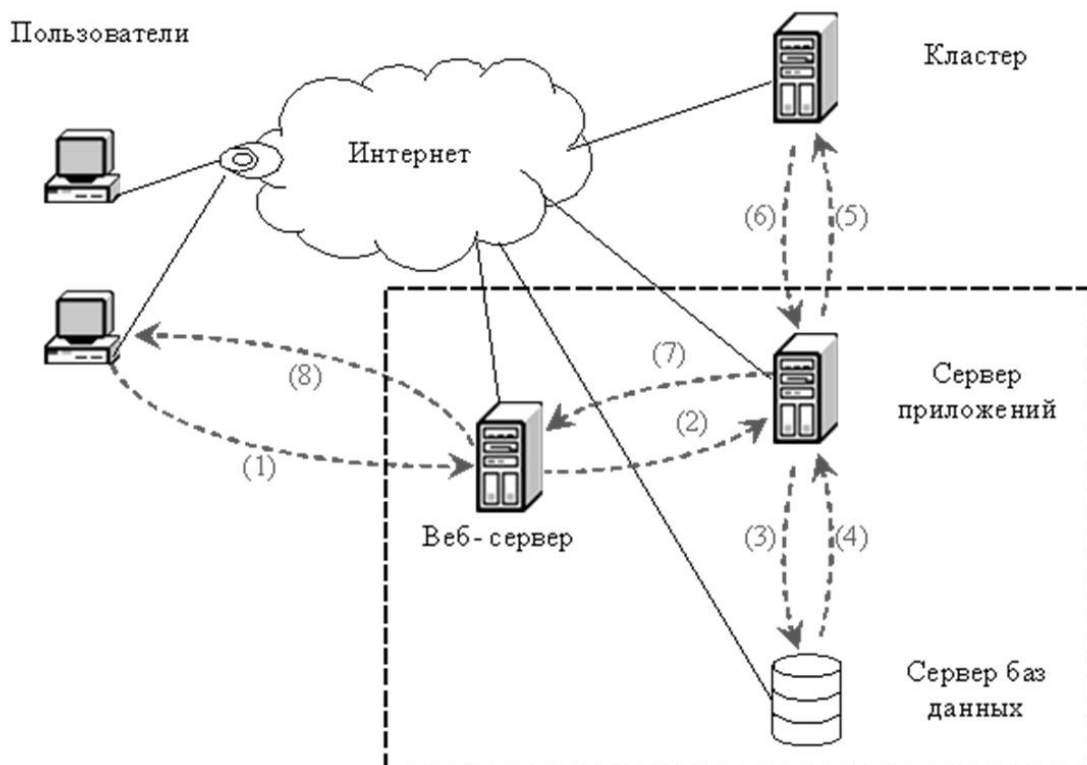


Рис. 6. Структура клиент-серверного взаимодействия

В рамках такой структуры можно было бы полностью реализовать всю программную часть системы моделирования на сервере, и отдавать пользователю результаты работы в HTML-коде. Однако, в этом случае проявятся существенные недостатки: значительный трафик между сервером и клиентом, обусловленный преимущественно графическим видом отображаемых данных что, естественно, замедляет работу пользователей; а также неиспользование вычислительных ресурсов компьютера клиента.

Перечисленные недостатки противоречат указанным выше требованиям и требуют модификации такой структуры. В частности, веб-браузер на стороне клиента заменяется программой формирования модели, веб-сервер и сервер приложений являются, по сути, передаточным звеном между программой на стороне клиента с одной стороны, и высокопроизводительным вычислительным ресурсом и сервером баз данных с другой стороны. Необходимость организации дополнительных передаточных звеньев продиктована, во-первых, требованием организации единой точки доступа к высокопроизводительному вычислительному ресурсу (в разные моменты времени могут быть подключены разные ресурсы), во-вторых, политика доступа к таким ресурсам подразумевает существенное ограничение прав доступа, что, в данном случае, не должно влиять на возможность использования этих ресурсов прикладной программой.

Клиентская часть программы позволяет задать модель, то есть определить множество факторов риска, отношения между ними, редактировать введенные данные. Затем полученная структура «взвешивается» данными о векторах весовых коэффициентов в нечисловом, как правило, формате, соответствующем их исходному типу, и ординальным отношениям между элементами каждого вектора. Сформированная пользователем таким образом модель хранится на компьютере клиента. На кластере реализуется наиболее ресурсоемкая часть приложения, а именно генерация множества допустимых векторов, композиция которых составляет случайную реализацию арифметизированной матрицы отношений. Процесс продолжается до получения заданного количества её реализаций и расчета соответствующих реализаций матрицы, содержащий результирующие оценки факторов риска. Поскольку вектора независимы друг от друга, их вычисление может быть организовано в параллельных ветвях алгоритма.

Взаимодействие клиентской части программы с веб-сервером осуществляется по протоколу HTTP. Программа формирует запрос, который транслируется веб-сервером серверу приложений. Сервер приложений, в свою очередь производит анализ поступившего запроса. В случае запроса типового фрагмента сценария производится обработка запроса сервером баз данных. В случае запроса высокопроизводительного вычислительного ресурса производится подготовка, запуск задания и сбор результатов. Структура модели и набор исходных оценок содержатся в теле запроса. Полученные от сервера баз данных или кластера ответы транслируются через веб-сервер в программу на компьютере клиента. Взаимодействие с сервером баз данных осуществляется по протоколу SQL, с высокопроизводительным вычислительным ресурсом по протоколам SSH/SCP.

Литература

1. Shishkin V.M., Savkov S.V. The Method of Interval Estimation in Risk-Analysis System // Proceedings of the Second International Conference on Security of Information and Networks. October 6–10. 2009. Famagusta, North Cyprus. NY: ACM, 2009. P. 3–7.
2. Шишкин В.М. Метамоделю анализа, оценки и управления безопасностью информационных систем // Проблемы управления информационной безопасностью: сб. трудов ИСА РАН / под ред. Д.С. Черешкина. М.: Едиториал УРСС, 2002. С. 92–105.
3. Хованов Н.В. Анализ и синтез показателей при информационном дефиците. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1996. 196 с.
4. Воеводин В.В., Воеводин В.В. Параллельные вычисления. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 606 с.
5. Шишкин В.М., Петров М.Ю. Концепция интеллектуального программно-технического комплекса анализа рисков для информационных систем: труды СПИИРАН. Вып.1. Т. 1. СПб.: СПИИРАН, 2002. С. 79–88.
6. Петров М.Ю., Савков С.В., Шишкин В.М. Технология реализации системы анализа информационных рисков на базе высокопроизводительной вычислительной системы: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. «Информационная безопасность». Ч. 1. 22–25 июня 2010. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. С. 85–90.

МЕТОД СЦЕНАРИЕВ И ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАСЧЕТНЫХ СЛУЧАЕВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЖИВУЧЕСТИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

**В.А. Онов, кандидат технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Описан эффективный метод, «метод сценариев», преодоления таких видов неопределённостей, как неопределенность наших знаний о ЧС, неопределённость действий при ликвидации ЧС или неопределенность действий партнёра. Анализ таких сценариев позволяет оценить систему расчетных случаев для оценки живучести, надежности и др. рассматриваемых процессов и объектов.

Ключевые слова: неопределенность, расчетный случай, морфологическая матрица, показатели живучести, ранг

SCENARIO METHOD AND THE FORMATION OF SETTLEMENT CASES IN THE EVALUATION SURVIVABILITY RESCUE UNITS IN LIQUIDATION EMERGENCIES

V.A. Onov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In a study of operations for emergency response (PC) taken once the Lich these types of uncertainty as the uncertainty of our knowledge of the emergency, the uncertainty of action in emergency response actions or uncertainty partners pa. Effective method to overcome these types of uncertainty is the so-called «method of scenarios». The analysis of these scenarios to evaluate the current system of cases to evaluate the survivability, reliability, and so on of the processes and facilities.

Key words: uncertainty, current case, the morphological matrix of indicators vitality rank

Постановка задачи

Объективные трудности при выборе системы расчетных случаев с целью оценки живучести аварийно-спасательных формирований (АСФ) при ЧС стимулируют поиски путей использования формально-логических методов. В этом направлении можно указать на принципиальную возможность применения идей морфологического анализа [1], непараметрических рангов методов [2] и теории принятия решений в условиях неопределенности [3], а также непараметрических методов математической микростатистики.

В основу методологии формирования системы расчетных случаев, может быть положена совокупность статистических моделей и эвристических методов. Информационная ситуация в процессе ранжирования расчетных случаев при оценке живучести АСФ в условиях ликвидации ЧС укладывается в следующую схему.

Имеется m сравниваемых между собой расчетных случаев. Каждый расчетный случай может быть охарактеризован определенными параметрами.

Система расчетных случаев оценена по совокупности факторов, определяющих предпочтительность (значимость) того или иного расчетного случая. На ранних стадиях исследования эта предпочтительность с позиции учета одного фактора может быть

определена рангом (порядковым номером, который получает каждый расчетный случай при расстановке их в порядке предпочтения с позиции оценки данного фактора). В целом при таком системном анализе не может быть надёжных способов контроля полноты учёта факторов, определяющих вес или предпочтительность расчётных случаев. Однако, если ввести в рассмотрение большое количество факторов, то достаточно надёжными статистическими методами можно будет отделить закономерную составляющую, определяющую предпочтительность расчетных случаев. Таким образом, исключается случайное, обусловленное неполнотой учета всех возможных факторов и ошибок эвристических методов, формирование ранговых последовательностей [4].

Пусть таких ранговых последовательностей, соответствующих числу рассматриваемых факторов, будет n . Тогда морфологический ящик графически может быть представлен в виде следующей матрицы (табл. 1).

Таблица 1. Морфологическая матрица

P_{ci}						
R_j	P_{c1}	...	P_{ci}	...	P_{cm}	P_j
R_1	P_{11}	...	P_{i1}	...	P_{m1}	P_1
...	...	...	...	...	...	...
R_j	P_{1j}	...	P_{ij}	...	P_{mj}	P_j
...	...	...	...	...	...	...
R_n	P_{1n}	...	P_{in}	...	P_{mn}	P_n

Вес j характеристики (ранговой последовательности, характеризующей определенный фактор) в общем случае неизвестен. Действительно, в зависимости от условий развития ЧС определяющим фактором, обуславливающим выбор мероприятий по ликвидации ЧС, могут быть фактор времени, погодные условия, степень готовности АСФ и др. В условиях объективно существующей неопределенности необходимо произвести ранжирование введенных в рассмотрение расчетных случаев. Решение этой задачи предшествует решению частных задач, речь идет о построении моделей расчета показателей живучести АСФ. Заметим, что определение весовых коэффициентов ранговых последовательностей является сложным моментом и требует рассмотрения соответствующих рабочих гипотез, на основе которых методами теории принятия решения в условиях неопределенности могут быть построены модели расчета весовых коэффициентов.

Если считать, что проблема оценки весов более или менее удовлетворительно преодолена, то вполне естественным является введение в качестве обобщенного показателя (оценочного функционала), позволяющего произвести ранжирование расчетных случаев, критерия Байеса [4]:

$$W_i = \sum_{j=1}^n P_j R_{ij},$$

где P_j – расчетные случаи; R_{ij} – ранговые критерии.

Используя показатель W_i , можно установить порядок предпочтения в ранжированном виде всех расчетных случаев. Не нарушая общности рассуждений, это может быть записано следующим образом:

$$P_{ci} > P_{c2} > \dots > P_{cj} > \dots > P_{cm},$$

если

$$W_1 \leq W_2 \leq \dots W_i \leq \dots \leq W_m.$$

Для корректного сравнения расчетных случаев, основанных на использовании критерия Байеса, были использованы рабочие гипотезы и модели расчета весовых коэффициентов, которые в этом случае позволяют приписать вес тому или иному расчетному случаю [4].

В качестве базового примера, на основе которого будет проиллюстрирована методика решения обсуждаемой проблемы, рассмотрим следующую задачу.

Пример 1. В процессе анализа условий боевого применения АСФ для возможных сценариев развития ЧС экспертными методами, поставлена в соответствие система расчетных случаев A_i ($i = 1, 2, \dots, 19$), позволяющая оценить живучесть рассматриваемого объекта. Предпочтительность расчетных случаев оценена рангами (R_{ij} , $j = 1, 2, \dots, 10$), предполагающими в порядке увеличения ранга меньшую значимость расчетного случая с позиции учета одного из 10 значимых для анализа ситуации фактов. Численные значения рангов R_{ij} представлены в табл. 2. Требуется ранжировать расчетные случаи A_i .

Прежде чем переходить к анализу сформулированного класса задач, введем некоторые формальные модели расчета весовых коэффициентов ранговых последовательностей и процедуры выбора этих моделей из допустимых вариантов.

Таблица 2

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}	A_{16}	A_{17}	A_{18}	A_{19}
B_1	1	1	1	2	2	6	6	8	6	7	5	5	5	5	4	3	5	5	9
B_2	3	4	8	8	6	1	2	6	6	6	6	5	7	6	6	5	7	8	8
B_3	2	2	8	7	6	1	1	3	6	4	5	3	9	4	1	1	9	7	5
B_4	1	4	2	3	1	4	4	2	3	1	1	3	5	5	1	3	5	5	3
B_5	8	8	7	6	7	8	8	7	6	7	1	2	3	3	1	2	3	3	4
B_6	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1
B_7	2	1	3	4	4	2	1	3	4	4	7	6	8	8	7	6	8	8	5
B_8	4	4	2	3	4	4	4	2	3	4	5	6	7	7	5	6	7	7	1
B_9	4	4	1	4	4	3	3	1	4	2	7	5	8	8	7	5	8	6	9
B_{10}	5	4	2	3	1	5	4	2	3	1	1	3	5	4	1	3	5	4	3

Модели расчета весовых коэффициентов (Схема простого отношения порядка предпочтения)

Пусть имеется n ранговых последовательностей R_{ij} ($i = 1, \dots, n$), для которых может быть введена в рассмотрение одна из мер детализации учета соответствующих факторов по системе расчетных случаев P_{ci} ($i = 1, \dots, m$):

$$\Delta_j = \max R_{ij} - \min R_{ij}. \quad (1)$$

Очевидно, что

$$\Delta_j = \max R_{ij} - 1,$$

$$1 \leq \Delta \leq m,$$

где Δ_j – мера характеризующая информативность ранговых последовательностей при упорядочении расчетных случаев.

Заметим, что введение меры (1) не является однозначным. Степень детализации учета того или иного фактора может характеризовать и сумма рангов

$$S_j = \sum_{i=1}^n R_{ij}$$

и другие меры. Для данной схемы расчета выбор меры, не имеет принципиального значения. Если для рассматриваемых мер справедливо $\Delta_1 \geq \Delta_2 \geq \dots \geq \Delta_j \geq \dots \geq \Delta_n$, то этим неравенствам можно поставить в соответствие простое отношение порядка предпочтения

$$B_1 > B_2 > \dots > B_j > \dots > B_n. \quad (2)$$

Запись (2) означает, что первый фактор при ранжировании расчетных случаев имеет больший ранг важности, чем второй и т.д.

Для примера 1 имеет место

$$\Delta_1 = \Delta_3 = \Delta_9 > \Delta_5 = \Delta_7 > \dots \text{ и } B_1 (B_3 B_9) > B_7 > \dots$$

Количественную оценку степени предпочтения (2) дают так называемые оценки Фишборна:

$$\hat{P}_j = \frac{2(n-j+1)}{n(n+1)}, j=1, \dots, n. \quad (3)$$

Очевидно, что эти оценки можно рассматривать в качестве весовых коэффициентов.

Справедливость соотношения (3) вытекает из следующего утверждения. Рассматриваемая информационная ситуация характеризуется неопределенностью (объективно существуют весовые коэффициенты, отражающие значимость учитываемых факторов, однако в данном случае они неизвестны). Для решения такого рода задач может быть использован энтропийный подход (принцип максимума неопределенности). С этой целью вводится в рассмотрение мера неопределенности второго рода:

$$H_2(P) = P_1^n P_2^{n-1} \dots P_n^1 = \prod_{j=1}^n P_j^{n-j+1} \quad (4)$$

(в отличие от меры неопределенности первого рода – энтропии Шеннона). Необходимость использования энтропии второго рода обусловлена тем, что она является чувствительной при решении экстремальных задач при ограничениях, заданных неравенствами.

Однако следует заметить, что оценки Фишборна предполагают строгое упорядочение ранговых последовательностей вида (2). В реальных ситуациях анализа матрицы рангов это обстоятельство часто не наблюдается (пример 1). Поэтому представляется целесообразным найти другие (модифицированные) оценки, аналогичные оценкам Фишборна, доставляющие максимум мере неопределенности (4) при ограничениях, допускающих равенство мер для Δ_j некоторых ранговых последовательностей.

Модели расчета весовых коэффициентов (Общий случай упорядочения ранговых последовательностей)

Пусть имеется n ранговых последовательностей R_{ij} ($i = 1, \dots, n$), характеризуемых мерой $\Delta_j = \max R_{ij} - 1$, и пусть для рассматриваемых мер справедливо следующее соотношение:

$$\Delta_{j-1} \leq \Delta_j = \Delta_{j+1} = \dots = \Delta_{j+k} \leq \Delta_{j+k+1},$$

где k_j – степень кратности ранговых последовательностей при их упорядочении по мере Δ_j . Тогда совокупность мер Δ_j можно поставить в соответствие упорядоченную по степени предпочтения систему ранговых последовательностей:

$$(\dots, B_{j-1}) \succ B_j(B_{j+1}, \dots, B_{j+k}) \succ B_{j+k+1}(B_{j+k+2}). \quad (5)$$

Такая символическая запись означает, что $j, j+1, \dots, j+k$ факторы при ранжировании расчетных случаев имеют одинаковый ранг важности, чем $j+k+1$ и т.д., и меньше чем $j-1$ и т.д. Можно показать, что количественная оценка степени предпочтения (5), определяемая на основе использования принципа максимума неопределенности, имеет вид:

$$\hat{P}_j = \frac{n-j+1}{S}, \quad (6)$$

где

$$S = \sum_{i=1}^1 k_i(n-j+1),$$

$$1 = n - \sum_{i=1}^n (k_i - 1).$$

Нетрудно заметить, что зависимость (6) является обобщением (модификацией) зависимости (3) и выражается в нее при $k_j = 1$ ($j = 1, \dots, n$). Справедливость зависимости (6) вытекает из решения следующей экстремальной задачи:

$$H_2(P) = \prod_{j=1}^1 P_j^{(n-j+1)} \rightarrow \max_{P_j}, \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^1 k_i P_j = 1. \quad (8)$$

Заметим, что соотношение (7) определяет меру неопределенности второго рода, записанную для общего случая упорядочения ранговых последовательностей (5), а условие (8) является условием нормировки. Если ввести неопределенный множитель λ и составить функцию Лагранжа:

$$L = \prod_{j=1}^1 P_j^{(n-j+1)} + \lambda(1 - \sum_{i=1}^1 k_i P_j),$$

то можно найти

$$\frac{dL}{dP_j} = (n-j+1)k_j P_j^{(n-j+1)k_j-1} \prod_{\substack{r=1 \\ r \neq j}}^1 P_r^{(n-r+1)k_r} - \lambda k_j = 0.$$

Умножив полученное уравнение на $P_j \neq 0$, находим

$$\lambda k_j P_j = k_j(n-j+1)H_2(\hat{P}). \quad (9)$$

Просуммировав последнее соотношение от $j = 1$ до $j = 1$, получим неопределенный множитель Лангранжа

$$\lambda \sum k_j P_j = H_2(\hat{P}) \sum_{i=1}^n k_i (n - j + 1),$$

или с учетом введенных выше обозначений

$$\lambda = H_2(\hat{P}) S. \quad (10)$$

Подставив (10) в (9), после сокращений, находим

$$\hat{P}_j = \frac{n - j + 1}{S}.$$

Использование зависимости (6) для расчета весовых коэффициентов ранговых последовательностей не вызывает принципиальных трудностей. Покажем это обстоятельство на следующем примере.

Пример 2. В условиях примера 1 определить весовые коэффициенты ранговых последовательностей, используя зависимость (6).

Решение. Из табл. 3 находим

$$\Delta_1 = 6; \Delta_2 = 5; \Delta_3 = 5; \Delta_4 = 6; \Delta_5 = 3; \Delta_6 = 4; \Delta_7 = 5; \Delta_8 = 4; \Delta_9 = 4.$$

Следовательно, упорядочение ранговых последовательностей имеет следующий вид:

$$B_1(B_4) > B_2(B_3, B_7) > B_6(B_8, B_9) > B_5,$$

а сумма S определяется следующим образом:

$$S = 2(9-1+1) + 3(19-2+1) + 3(9-3+1) + 1(9-4+1) = 64.$$

По формуле (6) определяем весовые коэффициенты ранговых последовательностей:

$$P_1 = P_4 = \frac{9-1+1}{64} = 0,14062;$$

$$P_2 = P_3 = P_7 = \frac{9-2+1}{64} = 0,125;$$

$$P_5 = \frac{9-4+1}{64} = 0,09375;$$

$$P_6 = P_8 = P_9 = \frac{9-3+1}{64} = 0,10937.$$

Определение весовых коэффициентов ранговых последовательностей с использованием рассмотренных выше моделей осуществляется без учета абсолютных значений, полученных в результате анализа матрицы рангов мер Δ_j (S_j и др.). Очевидно, что упорядочение ранговых последовательностей вида (2) или (5), произведенное без учета

абсолютных значений мер Δ_j , сопровождается потерей информации. Это обстоятельство требует расширения привлекаемых для расчета весовых коэффициентов моделей, учитывающих абсолютные значения мер. Наиболее подходящая схема решения этой задачи может быть получена на основе использования принципа потенциального распределения. Этот принцип отражает определенную модель поведения среды, в условиях которой проявляются свойства рассматриваемой системы и, сущность которой, может быть раскрыта в результате решения определенной экстремальной задачи.

Модели расчета весовых коэффициентов (Потенциальное распределение)

Введенные в рассмотрение меры Δ_j , S_j и другие отражают степень детализации при упорядочении системы расчетных случаев с помощью рангов. Очевидно, что весовые коэффициенты, соответствующие ранговым последовательностям, должны являться монотонно возрастающими функциями этих мер. В силу того, что для весовых коэффициентов допустима вероятностная интерпретация, то в соответствии с принципом потенциального распределения можно постулировать существование оценок весов вида (потенциальных распределений)

$$\hat{P}_j = \frac{\Delta_j}{\sum_{j=1}^n \Delta_j}; \quad (11)$$

$$\hat{P}_j = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^n S_j} \quad \text{и др.}$$

Можно показать, что эти оценки в соответствии с принципом максимума неопределенности [3] могут быть получены в результате решения следующей задачи на условный экстремум (на примере оценки 15):

$$H = -\sum_{j=1}^n P_j \ln P_j \rightarrow \max_{P_j}; \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^n P_j = 1; \quad (13)$$

$$\sum_{j=1}^n P_j \ln \Delta_j = \text{const}.$$

В этой задаче первое соотношение (энтропия Шеннона) выступает в качестве меры неопределенности, второе является условием нормировки, а третье постулирует постоянство среднегеометрического значения меры Δ_j (или S_j если рассматривается оценка (12)). Действительно, если ввести неопределенные множители λ_1 и λ_2 и составить функцию Лагранжа

$$L = -\sum_{i=1}^n P_j \ln P_j + \lambda_1 \left(\sum_{i=1}^n P_j - 1 \right) + \lambda_2 \left(\sum_{j=1}^n P_j \ln \Delta_j - c \right),$$

то можно найти

$$\frac{\partial L}{\partial P_j} = -\ln P_j - 1 + \lambda_1 + \lambda_2 \ln \Delta_j = 0.$$

Отсюда видно, что значение P_j пропорционально значению меры Δ_j ($P_j \sim \Delta_j$), а после определения множителей Лагранжа можно получить зависимость (11).

Сделанный вывод распространяется и на другие варианты задания ограничений в экстремальной задаче. Так, например, если постулируется постоянство дисперсии (второго момента) меры Δ_j

$$\sum_{i=1}^n (\Delta_j - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \Delta_j)^2 P_j = const \quad (14)$$

или

$$\sum_{i=1}^n \Delta_j^2 P_j = const \quad (15)$$

то, решая экспериментальную задачу по (12), (13) и (14 или 15), можно получить зависимость для расчета весовых коэффициентов (потенциальное распределение) в виде дискретного аналога Гауссова распределения

$$-\frac{(\Delta_j - m_\Delta)^2}{2\sigma_\Delta^2}, \quad (16)$$

$$P_j = ce,$$

где $m_\Delta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i$ – математическое ожидание меры Δ_j ; σ_Δ^2 дисперсия меры Δ_j ;

$c = \left[\sum_{j=1}^n \exp\left(-\frac{(\Delta - m_\Delta)^2}{2\sigma_\Delta^2}\right) \right]^{-1}$ – нормирующий коэффициент.

Таблица 3

Формула	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}
(6)	0,11905	0,09524	0,11905	0,08333	0,10714	0,07143	0,10714	0,09524	0,11905	0,08333
(7)	0,13559	0,10169	0,13559	0,06780	0,11864	0,01695	0,11864	0,10169	0,13559	0,06780
(16)	0,10780	0,10393	0,10780	0,09312	0,10682	0,06885	0,10682	0,10393	0,10780	0,09312

Таблица 4

Формула	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}
(11)*	0,11111	0,12920	0,10653	0,07235	0,12145	0,03616	0,11757	0,10962	0,11757	0,07623
(16)*	0,10365	0,10493	0,10352	0,09465	0,10473	0,07967	0,10448	0,10369	0,10369	0,09597

*Мера Δ_j заменена на меру S_j

В табл. 3 для условий примера 1 приведены значения весовых коэффициентов ранговых последовательностей, рассчитанных по зависимостям (6), (11). В табл. 4 для тех же условий приведены значения весовых коэффициентов, рассчитанных по аналогам зависимостей (11) и (16) с заменой меры Δ_j , она заменена на меру S_j .

Сопоставление результатов расчета указывает на несущественное различие численных значений весовых коэффициентов. Это обстоятельство указывает на статистическую устойчивость результатов, полученных по различным моделям расчетов (различным рабочим гипотезам). Однако в силу возможной некорректности (по Адамару) исходной задачи [5] таким различием не следует пренебрегать.

Литература

1. Хеттмаснспрегер Т. Статистические выводы, основанные на рангах. М.: Финансы и статистика, 1987.
2. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1986.
3. Мартыщенко С.Л. Формирование системы расчетных случаев при оценке живучести сложных систем. М.: МО РФ, 1992.
4. Прикладная математика в инженерных и экономических расчетах: сб. науч. тр. СПб.: СПбГУВК, 2002.
5. Теоретические основы информационно-статистического анализа сложных систем / Б.П. Ивченко [и др.]. СПб.: Лань, 1997.



ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

ПРИРОДНЫЕ АРХИВЫ ГЛОБАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ КЛИМАТА

В.А. Дергачев, доктор физико-математических наук.

**Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук,
Санкт-Петербург**

Приведены доказательства долговременных циклических колебаний климата на протяжении последних столетий и тысячелетий и их связь с солнечной активностью на основе временного анализа различных характеристик природных процессов, полученных по инструментальным, историческим данным и космогенным и стабильным нуклидам, исследуемым в естественных архивах известного возраста.

Ключевые слова: климатические параметры, естественные архивы, космогенные и стабильные нуклиды, солнечная активность

NATURAL ARCHIVES OF GLOBAL CLIMATE FLUCTUATIONS

V.A. Dergachev. Physical-technical institute, Saint-Petersburg

On the basis of interim analysis of different characteristics natural processes, obtained by instrumental, historical data and cosmogenic and stable nuclides the investigated in the natural archives of known age give the proofs of long-term cyclical variations in climate during the past centuries and millennia and their connection with solar activity.

Key words: climate parameters, natural archives, cosmogenic nuclides and stable, solar activity

Введение в проблему климата и факторов, воздействующих на климат

Климат обязан греческому слову *klima* – наклон (наклон земной оси к солнечным лучам). Климат характеризуется статистическим ансамблем динамических состояний, проходимых климатической системой: атмосферой – гидросферой – криосферой – биосферой – литосферой в течение нескольких десятилетий.

Климатическими параметрами являются: температура, выпадение осадков, ветер, частота бурь, уровень моря, протяженность льда и др. Методы измерения климата можно разделить на прямые наземные на метеостанциях (измерения температуры, уровня дождя, силы ветра и др.) и спутниковые, исторические данные (записи древних хроник) о природных событиях, косвенные данные (природные архивы, зафиксировавшие изменения климата в прошлом).

Построение теории климата является чрезвычайно сложной физической задачей и решение (вычисление климатической функции) в общем виде связано с теорией хаоса и пока не выполнимо. Наиболее важные климатические переменные: температура (главный контролёр климата) и атмосферные осадки (более сложный параметр, чем температура). Измерения с помощью термометра охватывают только ~ 150 последних лет и показывают определенную тенденцию увеличения глобальной температуры.

Климат изменяется на всех временных шкалах: от десятилетий до миллионов лет. Установлено, что земной климат в прошлом был существенно теплее или холоднее, чем в настоящее время. Одним из важнейших параметров климатической функции является температура. Температура, интегрированная по всей земной поверхности, является глобальной температурой, которая и выступает в качестве глобального климата. Изменения концентрации стабильных нуклидов (кислорода-18, дейтерия, углерода-13) в природных архивах служат климатическими параметрами. Установлена линейная зависимость между среднегодовой концентрацией $\delta^{18}\text{O} = ^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ во льдах и осадках и среднегодовой температурой воздуха [1], что позволяет восстанавливать температуру в прошлом из исследуемых природных архивов.

Естественное изменение глобальной температуры определяется рядом взаимосвязанных астрономических и геофизических явлений.

Воздействие на климат природных процессов может рассматриваться на различных временных масштабах: от сотен миллионов – миллионов лет в результате тектонической активности; десятков-сотен тысяч лет как результат изменения орбитальных параметров Земли (эксцентриситет, наклон орбиты, прецессия соответственно ~100,000; 40,000; 23,000/19,000 лет); тысячелетий под воздействием солнечной активности/солнечного излучения и термосолевых океанических осцилляций. На коротких шкалах длительностью от десятилетий до столетий механизмы, связанные с естественным воздействием на климат, могут быть соотнесены с изменчивостью солнечной активности и потока энергии от Солнца, космическими лучами, экскурсами геомагнитного поля, взаимодействием в системе атмосфера – океан – лед, нелинейными обратными связями в климатической системе, вулканизмом. В целом, на климат влияет огромное количество факторов, роль каждого из которых оценить чрезвычайно сложно.

Изучение климата является исключительно междисциплинарным. Чтобы быть экспертом в этой области, ученый должен иметь исчерпывающие знания по физике, геологии, гляциологии, океанографии, атмосферной науке, небесной механике, межпланетной пыли, моделированию климата, спектральному анализу, статистике.

Природные архивы данных и временная шкала их разрешений

Геологический период, в котором живет человечество примерно 10 тыс. лет, прошедших с момента окончания последнего ледникового периода, называется голоцен, который характеризуется теплым климатом. Для того, чтобы понять эволюцию климата в голоцене и механизмы естественной климатической изменчивости на временных шкалах от десятилетий до тысячелетий в течение этой эпохи, используемые данные должны обладать тонким временным разрешением и иметь надежный хронологический контроль. Документальное подтверждение протяженности и постоянства изменчивости климата в сотни и тысячи лет требует обеспеченности данными по всему земному шару. Наиболее полной информацией обладают данные, получаемые с помощью инструментальных метеорологических и спутниковых измерений, но, к сожалению, их временная шкала покрытия очень короткая: спутниковые данные – с 1979 г., а глобальные метеоданные – ~ с 1850–1860 гг.

Косвенные климатические индикаторы охватывают более длительные временные интервалы и включают информацию, полученную из документальных и исторических источников, колец деревьев, кернов льда, ледников, скважин, пределов произрастания деревьев, ископаемых озерных организмов, млекопитающей фауны, прироста кораллов,

целлюлозы торфа, пыльцевых, палинологических данных, озерных и океанических отложений и др. (рис. 1). Так, временное покрытие климатических характеристик, изучаемых с помощью: а) дневников, письменных данных о наводнениях, засухах, неурожаях и др. охватывает около 1 тыс. лет; б) колец деревьев – не менее 10 тыс. лет; в) озёрных отложений – около 10–20 тыс. лет; г) кернов льда и отложений лёссов – около 100 тыс. лет; д) океанических кернов – около 1 млн лет; е) осадочных пород – более 100 млн лет. Однако необходимо учитывать, что поскольку косвенные данные не являются прямой мерой климатической изменчивости, они часто имеют плохое временное и пространственное разрешение.

Для реконструкции температуры на годичной основе обычно используют кольца деревьев, слои льда и кораллы.

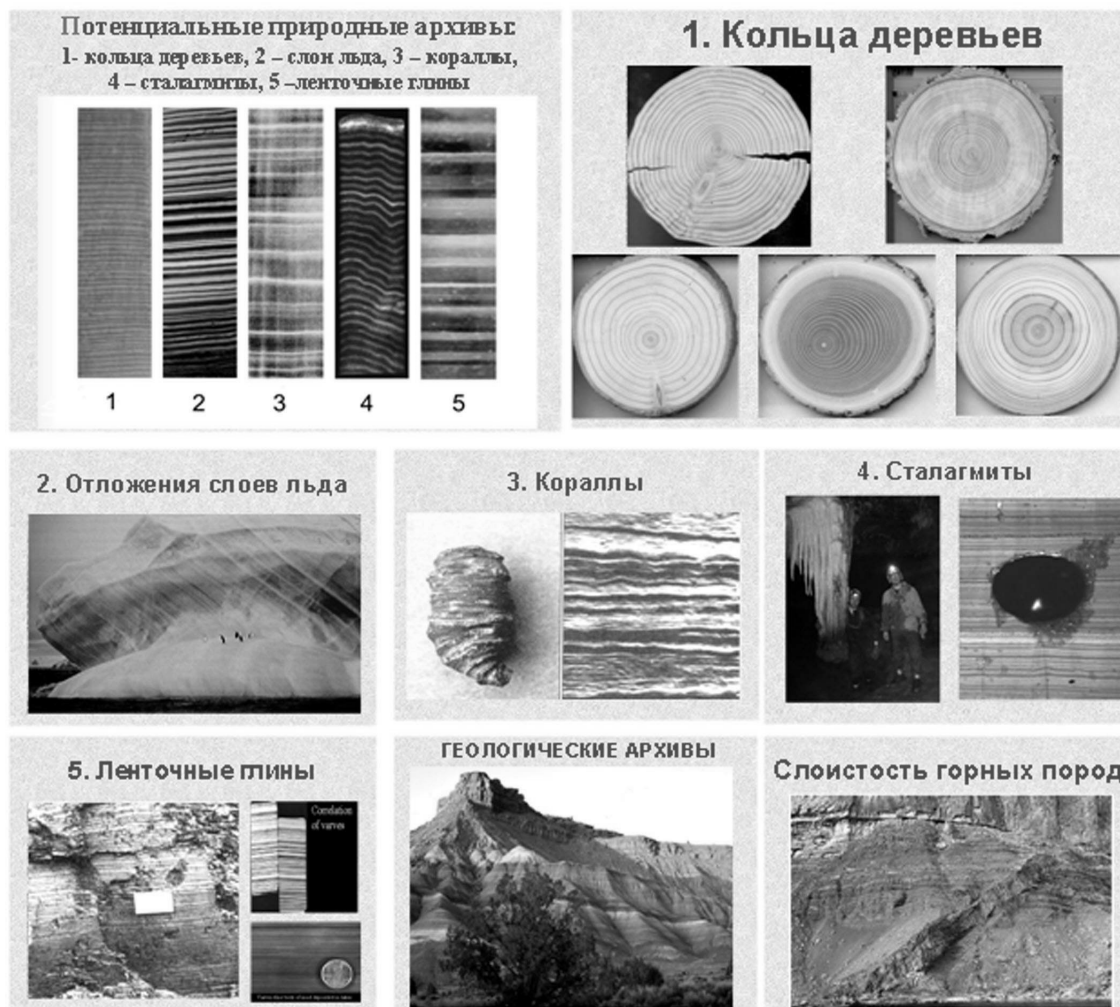


Рис. 1. Примеры природных архивов, имеющих слоистую структуру

Кольца деревьев. Климатический сигнал в деревьях наиболее сильно проявляется в условиях стрессов, связанных, например, с недостатком влаги или температурным режимом. Средняя ширина кольца дерева является функцией многих переменных, включающих вид дерева, его возраст, запасённые углеводы в дереве, питательное вещество в почве, и климатических факторов: солнечный свет, осадки, температура, скорость ветра, влажность и даже наличие CO_2 в атмосфере.

Безусловно, наиболее ценными образцами для получения точной временной шкалы и погодичной информации об эволюции природных процессов в прошлом и возможности их прогнозирования являются кольца растущих деревьев с четко выраженными кольцами. Такими свойствами обладают хвойные и ряд лиственных деревьев. Изучением

хронологических последовательностей ежегодного прироста колец деревьев занимается дендрохронология. Корректное применение метода позволяет установить точное положение каждого кольца на спиле древесины и истинный год, в который оно произрастало. Построенные отдельные дендрохронологические шкалы без разрывов покрывают несколько тысячелетий [2].

Унифицированная дендрошкала уже перекрывает 10 тыс. лет от современности. Не менее разительны успехи в определении возраста образцов с помощью усовершенствованной классической методики радиоуглеродного датирования. Как показывают результаты исследований [3], радиоуглеродные данные могут служить реперами как для подгонки плавающих хронологий по древесине к абсолютным датам, так и для получения надежных датировок по торфяникам, а также и для создания хронологий по ленточным отложениям глин в озерах. Кроме ленточных глин, имеющих слоистую структуру, имеют абсолютный счёт и слои льда в полярных областях, возраст которых определяется как непосредственно счётом слоёв льда, так и с помощью Ве-10 метода.

Керны льда. Имеется четыре принципиальных механизма извлечения этой информации из слоёв льда: анализ стабильных изотопов воды и атмосферного кислорода; анализ газов в пузырьках воздуха во льду; анализ растворенного вещества и твёрдых частиц во льду; анализ других физических свойств, таких как толщина льда и др. Относительная концентрация изотопов в исследуемом конденсате, связанная с испарением воды и выпадением на полярные шапки, является прямым индикатором температуры, при которой произошла конденсация.

Кораллы. Важной подгруппой палеоклиматических исследований являются рифообразующие кораллы, в которых полип коралла живёт симбиотически с ячеистыми водорослями. Рифообразующие кораллы сильно подвержены влиянию температуры, и таким образом, данные по кораллам могут быть калиброваны, чтобы оценить поверхностные океанические температуры.

Главной проблемой, с которой приходится сталкиваться при извлечении из земных архивов информации о солнечно-земных связях, является учёт сложных климатологических процессов.

О глобальных колебаниях климата

Понять механизм климатических изменений непросто. Климат – сложнейшая система, с неясными причинно-следственными связями. Сегодня нет абсолютно достоверных научных данных о характере наиболее вероятного глобального изменения климата в будущем.

В прошлом происходили существенные колебания климата. В климатической истории Земли достоверно установлены периоды ее покровных оледенений в полярных и умеренных широтах. Получение новых данных и исследование закономерностей климатических изменений находит обоснованное объяснение этих изменений за счёт естественных причин.

По результатам анализа колонок грунтов океанского дна ледниковые периоды, включающие наступание и отступление (межледниковье) на интервале последнего миллиона лет, имели среднюю длительность около 100 тыс. лет [4]. При этом межледниковья в течение последнего миллиона лет продолжались в среднем только около 10 тыс. лет.

Климатические данные, полученные из ледниковых щитов Гренландии и Антарктиды и океанических отложений, позволили установить несколько периодов оледенений в климатической истории Земли. Климат последних сотен тысяч лет характеризуется довольно четкой квазипериодичностью (около 100 тыс. лет): длительные оледенения сменяются более короткими периодами потепления. Анализ данных приводит к выводу, что наступление очередного холодного или теплого периода инициируется периодическими изменениями орбиты Земли.

Данные по ледовому керну со станции «Восток» до недавнего времени содержали самый длинный ряд наблюдений за температурой – 420 тыс. лет [5].

В настоящее время опубликованы материалы по изменению температуры Антарктиды за 800 тыс. лет [6]. Эти данные хорошо согласуются с результатами со станции «Восток» на интервале последних 400 тыс. лет, о чём свидетельствует рис. 2.

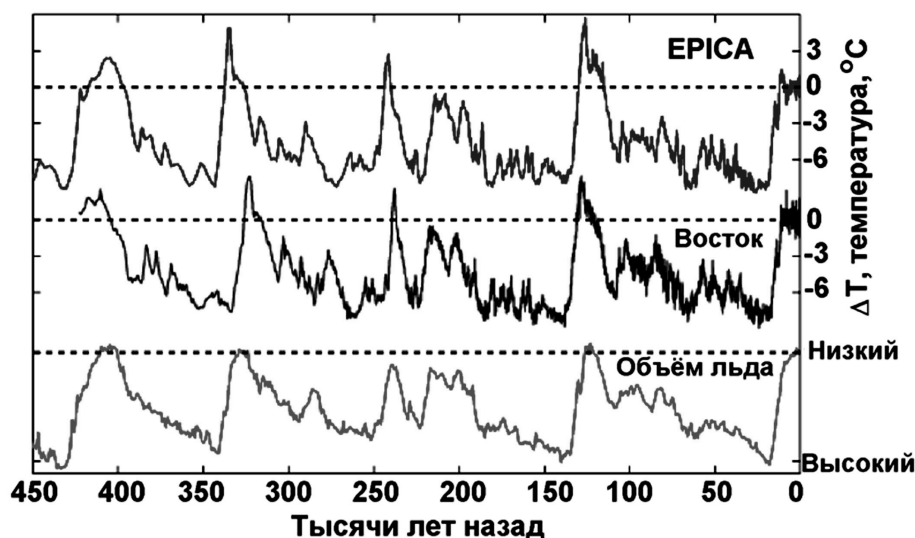


Рис. 2. Изменения температуры и объема льда за 450 тыс. лет по антарктическим данным (керна льда со станции EPICA и Восток)

Последнее оледенение началось примерно 110 тыс. лет назад, достигло максимума около 20 тыс. лет назад, с последующей быстрой деградацией. Большая часть Северной Америки и Скандинавии, северной Европы и Восточно-Европейской равнины, горные районы Южной Америки и Австралии, а также Альпы и Гималаи были покрыты льдом. Современный межледниковый период или голоцен начался около 10 тыс. лет назад. Следует отметить, что климат последних 10 тыс. лет является более стабильным и теплым по сравнению с периодом, до и после отступления последнего оледенения.

По мере освобождения Земли от континентальных щитов наступил довольно продолжительный период, при котором температура была выше современной (рис. 3). Этот период получил название климатического оптимума голоцена, после которого наблюдалось общее похолодание. Выделяется также средневековый теплый и малый ледниковые периоды. В целом, если исходить из среднегодовых изменений глобальной температуры, все изменения температуры сосредоточены в довольно узком диапазоне.

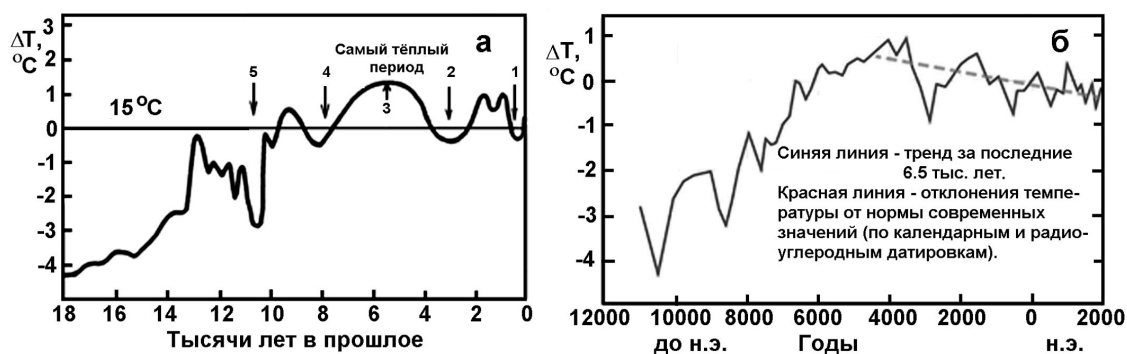


Рис. 3. Отклонения температуры от средней по различным палеоданным: а) [7]; б) [8] (стрелками указаны эпохи похолоданий)
Солнечная активность, космические лучи и климат
на временной шкале последних ~ 10 тыс. лет

Основные естественные факторы обуславливали колебания климата, как в далёком прошлом, так и продолжают действовать сейчас. Таким образом, чтобы понимать, что происходит с климатом сегодня и что с ним будет завтра, необходим учет естественных факторов. Среди важнейших естественных факторов есть совершенно очевидные, такие, как солнечная активность (СА), положение Земли на той орбите, по которой Земля вращается вокруг Солнца. Кроме того, климатическая система, являясь нелинейной стохастической системой, может генерировать внутри себя довольно существенные изменения.

Главным источником энергии для земной атмосферы является Солнце. Поскольку энергия Солнца вносит основной вклад в нагрев земной поверхности, то изменение СА должно оказывать влияние на изменение климата. Установлено, что между процессами на Солнце и климатическими изменениями существует связь через изменения во времени: а) полного потока солнечного излучения, обеспечивающего переменный подвод тепла к нижней атмосфере; б) изменения в ультрафиолетовом излучении Солнца, воздействующего на озон в стратосфере, которая динамически связана с тропосферой и более низкой атмосферой, в) изменения в потоке космических лучей, модулируемого СА (рис. 4).

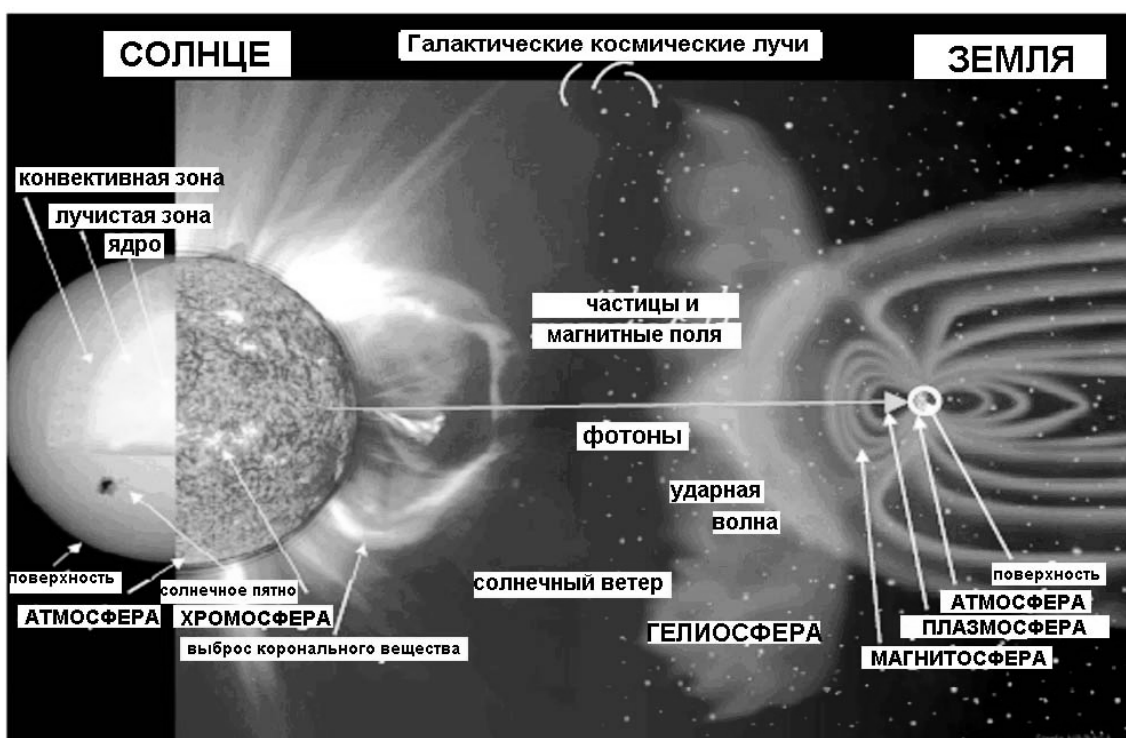


Рис. 4. Климат Земли под воздействием внешних и внутренних природных процессов

Наблюдения за Солнцем ведутся с 1610 г., со времени открытия солнечных пятен Галилеем (рис. 5а), но на регулярной основе наблюдения солнечных пятен ведутся только с 1700 г. Анализ распределения количества солнечных пятен в период до 1700 г., начатый Р. Вольфом, продолжили другие два известных астронома: Г. Шпёрер и Э. Маундер. Последний в 1894 г. опубликовал статью [9], в которой был выделен продолжительный минимум солнечных пятен, приходящийся на интервал времени 1645–1715 гг., названный позднее Маундеровским минимумом СА. Вейвлет анализ числа солнечных пятен (рис. 5б) ясно указывает на Маундеровский минимум (1645–1715 гг.) очень низкой СА. Также видно, что после 1940 г. СА резко усилилась. Следует обратить внимание, что XX век характеризовался беспрецедентно высоким уровнем СА, который никогда не наблюдался на протяжении последних 400 лет.

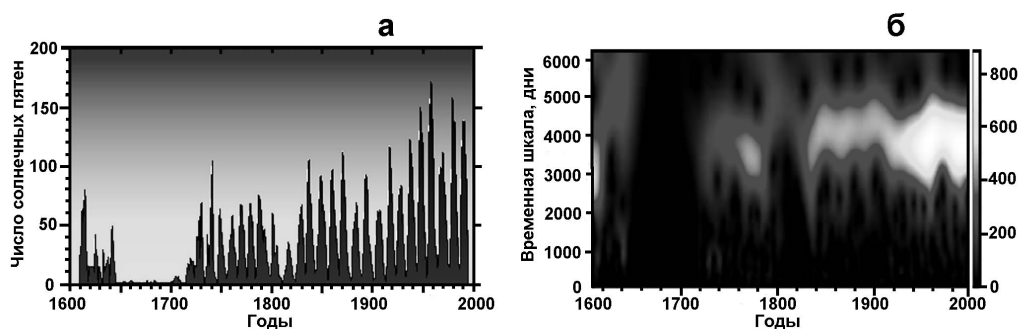


Рис. 5. а) изменение числа солнечных пятен во времени (1610–1995 гг.);
б) вейвлет скалограмма числа групп солнечных пятен, зарегистрированных
инструментальными методами

На основе фактического материала о наблюдении солнечных пятен, кроме 11- и 22-летних циклов, по мощности пятнообразования в 11-летних циклах был выделен примерно 80-90-летний цикл (цикл Глайсберга). Отметим, что как инструментальные наблюдения изменений СА, так и восстановленные данные её изменений в прошлые эпохи показывают цикличность СА различной продолжительности.

Исторические источники о солнечных пятнах, видимых невооруженным глазом, и полярных сияниях дают ценную информацию об изменении СА за пределами инструментальных наблюдений за Солнцем. С VI века до н.э. восточные астрономы наблюдали пятна на Солнце, видимые невооруженным глазом, что позволяет реконструировать солнечную активность в более далёкое прошлое. Кроме указанных выше циклов, в восстановленной СА по наблюдаемым в прошлом солнечным пятнам, видимым невооруженным глазом, и полярным сияниям, выделяется ~ 210-летняя цикличность.

Другим индикатором изменения СА могут служить потоки галактических космических лучей, попадающих на Землю из космического пространства. Многолетние регулярные измерения космических лучей в атмосфере (до высот 30–35 км) с помощью специальных радиозондов, были начаты в Мурманской и Московской областях в середине 1957 г. и продолжают до настоящего времени, то есть охватывают пять 11-летних солнечных циклов [10]. Долговременные ряды подобных измерений, продолжительностью 10 лет и более, получены и на других станциях мира. На поверхности Земли заряженную компоненту космических лучей регистрируют с помощью нейтронных мониторов. По экспериментальным данным установлено, что интенсивность космических лучей зависит от уровня СА.

В то же время известно, что под действием космических лучей в атмосфере Земли образуются космогенные нуклиды, например, ^{14}C и ^{10}Be , привлекательность которых для исследования СА в прошлом заключается в том, что они откладываются в природные архивы (кольца деревьев, слои льда), имеющие абсолютную временную шкалу. Наиболее детально и непрерывно измерена концентрация космогенного радиоуглерода на всём временном интервале последних 10 тыс. лет.

Космогенные нуклиды ^{14}C и ^{10}Be играют центральную роль в извлечении информации о прошлой интенсивности космических лучей и СА. В то же время интерпретация данных ^{14}C и ^{10}Be не является простой, поскольку измеряемый сигнал содержит в себе компоненты образования и обменной системы.

Отличие этих нуклидов заключается в следующем. ^{14}C после образования в форме $^{14}\text{CO}_2$ участвует в обмене между четырьмя резервуарами углеродной системы: атмосферой, биосферой, верхним перемешиваемым и глубинным слоями океана. ^{10}Be имеет более простую обменную систему (рис. 6).

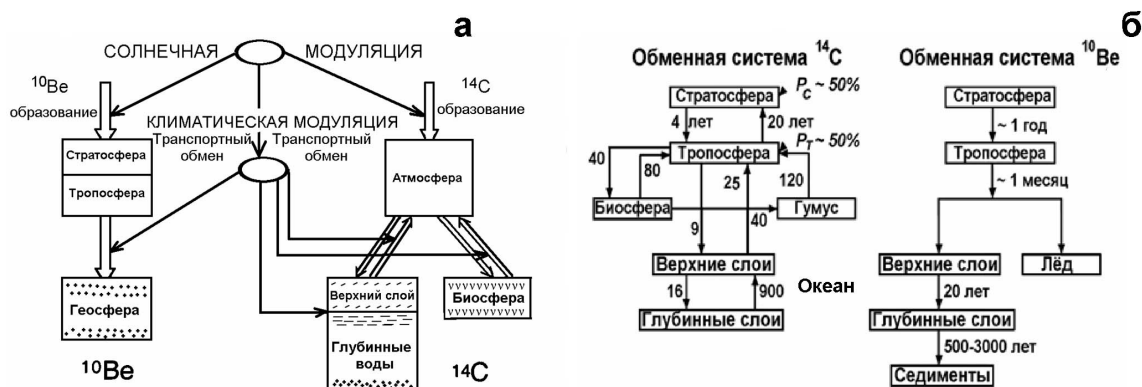


Рис. 6. а) различие обменных систем для космогенных нуклидов ^{14}C и ^{10}Be ; б) ящичные модели переноса ^{14}C и ^{10}Be после их образования из атмосферы в земные архивы [11]. Цифрами указаны времена переноса (годы), P_c и P_t – относительные скорости образования ^{14}C в стратосфере и тропосфере, соответственно

После образования в верхних слоях атмосферы ^{10}Be прикрепляется к аэрозолям и попадает в ледяные шапки или океанические отложения сухим осаждением или с осадками за время от нескольких месяцев до 2 лет. Это означает, что кратковременные флуктуации скорости образования ^{10}Be не подвергаются сильному ослаблению и фазовому сдвигу, как это имеет место для ^{14}C . Для описания процессов переноса в этом случае достаточно учитывать только атмосферу. Грубо можно считать, что измеряемый во льдах поток ^{10}Be отражает среднюю глобальную скорость образования ^{10}Be .

В настоящее время нет никакого сомнения, что вариации концентрации ^{14}C ($\Delta^{14}\text{C}$) в земной атмосфере в прошлом являются источником важной дифференциальной во времени информации по изучению СА и других природных процессов на длительных временных шкалах, имеющих абсолютную хронологию [12]. Радиоуглерод является глобальным трассером этих процессов, о чем свидетельствует рис. 7, на котором представлены результаты высокоточных измерений $\Delta^{14}\text{C}$ в кольцах деревьев из северного [13] и южного [14] полушарий. Содержание ^{14}C также отражает влияние антропогенного воздействия на уровень, который уменьшился за счет сжигания ископаемого топлива (Зюсс эффект) и увеличился за счет взрыва атомных бомб в атмосфере Земли. Все кривые на рисунке хорошо согласуются. Следует отметить, что антропогенное воздействие на уровень ^{14}C существенно превышает его естественное изменение, в особенности после взрывов бомб в атмосфере, что не позволяет проследить детальную картину связи изменений уровня ^{14}C и СА с начала промышленной революции (поэтому имеющиеся данные по изменению содержания ^{14}C в прошлом отсчитываются от 1950 г.). В то же время по данным рис. 7 можно проследить, что экстремальные изменения СА чётко прослеживаются в данных $\Delta^{14}\text{C}$: минимальные уровни СА соответствуют максимальным значениям $\Delta^{14}\text{C}$ и наоборот, что имеет ясное физическое обоснование.

Согласованную картину между изменениями СА и температурой можно проследить на различных временных масштабах. В качестве примера приведем сопоставление сглаженных данных реконструированной в работе [16] температуры (рис. 8), с изменением СА: числом солнечных пятен и солнечной модуляцией, оцененной из космогенных изотопов ^{14}C [17] и ^{10}Be [18].

Анализ как наблюдательных и исторических данных по изменению СА, интенсивности космических лучей, так и данных о космогенных нуклидах, получаемых из косвенных источников в природных архивах (кольца деревьев, слои льда, сталактиты и т.д.) даёт убедительные доказательства связи между этими природными процессами на временных масштабах в десятки–сотни–тысячи лет. Заметим, что потоки галактических космических лучей и связанные с ними уровни космогенных нуклидов в природных архивах,

приходящие в земную атмосферу, модулируются и рассеиваются не только гелиомагнитными полями, но зависят и от параметров земного магнитного поля.



Рис. 7. Сравнение изменений концентрации ^{14}C ($\Delta^{14}\text{C}$), измеренной в блоках колец деревьев известного возраста для северного – красная кривая [13] и южного – синяя кривая [14] полушарий. Черная кривая отражает годовичные $\Delta^{14}\text{C}$ в кольцах деревьев из северного полушария [15]. Стрелками указаны периоды экстремально низкой солнечной активности: минимумы Вольфа, Шпёрера, Маундера, Дальтона

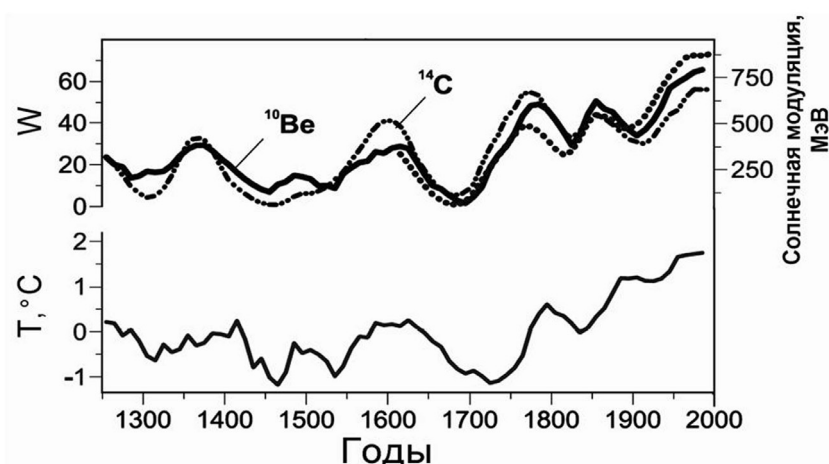


Рис. 8. Сравнение реконструкции температуры в континентальной части Сибири (Алтайский регион, ледник Белуха) [16] с изменением числа солнечных пятен W (1610–2000 гг.) – точечная кривая и изменение солнечной модуляции, вытекающей из данных ^{14}C – штрих-пунктирная кривая [17] и ^{10}Be – сплошная кривая [18]

Точные измерения концентрации ^{14}C в годовичных кольцах деревьев позволяют проследить непрерывные долговременные изменения в уровне СА в течение этого времени [19]. Независимая проверка таких представлений изменения СА следует и из анализа уровня ^{10}Be в кернах льда из Гренландии [20].

Спектральный анализ содержания космогенного изотопа ^{14}C в кольцах деревьев на шкале последних примерно 10 тыс. лет показывает [21], что ~210-летний цикл является одним из самых ярко выраженных и интенсивных циклов СА. Поток космогенного изотопа ^{10}Be в ледяном керне из скважины в центральной Гренландии очень четко демонстрирует наличие этого цикла даже на еще более длинной шкале [22]. Наглядной демонстрацией существования ~210-летнего цикла СА являются Маундеровский, Шпёреровский минимумы и минимум Вольфа солнечной природы в концентрации радиоуглерода (рис. 7), которые

отделены друг от друга временным интервалом около 200 лет. Кроме ~210-летнего солнечного сигнала в концентрации космогенных изотопов выделяется и примерно 2000-летняя волна [23].

Известно, что горные ледники и уровни озер являются чувствительными индикаторами климата и хорошо откликаются на периоды холодных и влажных климатических условий. Исследуя протяженность горных ледников за интервал времени последних 10 тыс. лет в различных регионах земного шара [24] установили примерно 2400-летнюю периодичность их роста. Такую же периодичность показывают и изменения уровня 26 озер в Средней Европе [25]. Такая же крупномасштабная регулярность резких изменений климата установлена по результатам изучения изменений концентрации морской соли и приземной пыли в кернах льда из Центральной Гренландии [26]. На крупномасштабную изменчивость климата указывают и данные по изменению обломочных пород, выносимых в северную часть Атлантического океана [27] и данные по изменению индекса полярной циркуляции из данных гренландских льдов [28]. Как видно на рис. 9, высокий уровень концентрации радиоуглерода (возможно, обусловленный крупномасштабными изменениями СА), хорошо отслеживает перечисленные выше крупномасштабные климатические циклы.

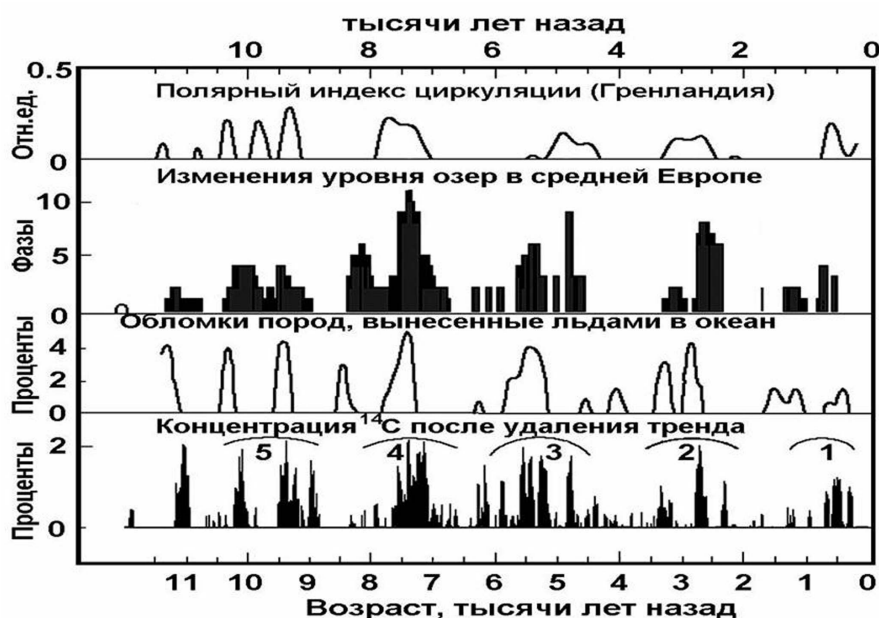


Рис. 9. Сравнение данных по изменению: полярного индекса циркуляции, среднего уровня 26 озер на территории Средней Европы, выноса в Северный Атлантический океан обломков пород тающими ледниками и резких увеличений амплитуды в концентрации ^{14}C

Таким образом, по крайней мере, в северном полушарии крупномасштабные холодные события, зафиксированные в различных палеоклиматических архивах, демонстрируют корреляцию во времени с высокими уровнями концентрации ^{14}C , соответствующими экстремально низкой СА. Из-за различия в климате от региона к региону и различия в чувствительности палеоклиматических индикаторов от одних данных к другим не всегда удастся уверенно связать каждое конкретное событие обязательно со всеми данными, чтобы продемонстрировать их глобальность для всего земного шара.

Приведённые результаты свидетельствуют, что концентрация ^{14}C в кольцах деревьев и ^{10}Be в кернах льда дают наиболее убедительное доказательство долговременной изменчивости интенсивности космических лучей и солнечной изменчивости на больших временных шкалах и позволяют проследить не только историю и закономерности их

изменения, но и свидетельствуют о связи этих процессов с изменениями климата. Тем не менее, хотя имеется строго обоснованная корреляция между интенсивностью галактических космических лучей, модулируемыми солнечным и земным магнитным полями, и климатом на различных временных масштабах, необходимо проведение дополнительных исследований, чтобы на более долговременной шкале выявить физическую связь между этими природными процессами.

Работа поддержана Российским Фондом фундаментальных исследований (проекты 11-02-00755, 10-05-00129, 09-02-00083).

Литература

1. Dansgaard W. Stable isotopes in precipitation // *Tellus* 1964. V. 16. P. 436–468.
2. Дендрохронология и дендроклиматология / под ред. Л.А. Кайрюкшиса, Г.И. Галазия, С.Г. Шиятова. Новосибирск: Наука, 1986. 208 с.
3. Дергачев В.А., Векслер В.С. Применение радиоуглеродного метода для изучения природной среды прошлого. Л.: Изд-во ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, 1991. 258 с.
4. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 351 с.
5. Petit J.R., Jouzel J., Raynaud D. Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core, Antarctica // *Nature*. 1999. V. 399. P. 429–436.
6. Jouzel J., Masson-Delmotte V., Cattani O. Orbital and millennial Antarctic climate variability over the past 800,000 years // *Science*. 2007. V. 317. P. 793–796.
7. Dansgaard W., Johnsen S.J., Moller J. One thousand centuries of climatic record from Camp Century on the Greenland Ice Sheet // *Science*. 1969. V. 166(3903). P. 377–381.
8. Энергия, природа и климат / под ред. В.В. Клименко, А.В. Клименко, Т.А. Андрейченко [и др.]. М.: Изд-во МЭИ, 1997. 215 с.
9. Maunder E.W. A prolonged sunspot minimum // *Knowledge*. 1894. V. 17. P. 173–176.
10. Зацепин Г.Т., Роганова Т.М. Исследования космических лучей // *УФН*. 2009. Т. 179. № 11. С. 1203–1211.
11. Scherer K., Fichtner H., Borrmann N. [et al.]. Interstellar–terrestrial relations: variable cosmic environments, the dynamic heliosphere, and their imprints on terrestrial archives and climate. // *Space Sci. Rev.* 2006. V. 127. P. 327–465.
12. Дергачев В.А. Концентрация космогенного радиоуглерода в земной атмосфере и СА в течение последних тысячелетий // *Геомагнетизм и аэрономия*. 1996. Т. 36. С. 49–60.
13. Reimer P.J., Baillie M.G.L., Bard E. [et al.]. IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0–26 Cal Kyr BP // *Radiocarbon*. 2004. V. 46. P. 1029–1058.
14. McCormac F.G., Hogg A.G., Blackwell P.G. SHCal04 Southern Hemisphere Calibration 0 – 1000 cal BP // *Radiocarbon*. 2004. V. 46(3). P. 1087–1092.
15. Stuiver M., Braziunas T. Sun, ocean, climate and atmospheric $^{14}\text{CO}_2$: an evaluation of causal and spectral relationships // *Holocene*. 1993. V. 3. P. 289–305.
16. Eichler A., Olivier S., Henderson K. Temperature response in the Altai region lags solar forcing // *Geophys. Res. Lett.* 2009. V. 36. L01808. doi:10.1029/2008GL035930.
17. Muscheler R., Joos F., Beer J. Solar activity during the last 1000 yr inferred from radionuclide records // *Quaternary Sci. Rev.* 2007. V. 26. P. 82–97.
18. Raisbeck G.M., Yiou F., Jouzel J., Petit J.R. ^{10}Be and ^2H in polar ice cores as a probe of the solar variability's influence on climate // *Phil. Trans. Royal Soc. London*. 1990. V. A300. P. 463–470.
19. Stuiver M., Reimer P.J., Bard E. INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24000–0 cal BP // *Radiocarbon*. 1998. V. 40. P. 1041–1083.
20. Vonmoos M., Beer J., Muscheler R. Large variations in Holocene solar activity: Constraints from ^{10}Be in the Greenland Ice Core Project ice core // *Geophys. Res.* 2006. V. 111. P. A0105. doi:10.1029/2005JA011500.
21. Васильев С.С., Дергачев В.А. Изменение естественного уровня радиоуглерода в атмосфере Земли и геомагнитное поле // *Геомагнетизм и аэрономия*. 1995. Т. 35. С. 147–151.

22. Beer J. Polar ice as an archive for solar cycles and the terrestrial climate. In The Solar Cycle and Terrestrial Climate. Proc 1st Solar & Space Weather. Euroconference. 2000. ESA SP-463. P. 671–676.
23. Vasiliev S.S., Dergachev V.A. The ~2400-year cycle in atmospheric radiocarbon concentration: bispectrum of ¹⁴C data over the last 8000 years // Annales Geophysicae. 2002. V. 20. P. 115–120.
24. Denton G.H., Karlen W. Holocene climatic variations – Their pattern and possible cause // Quaternary Research. 1973. V. 3. P. 155–205.
25. Magny M. Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements // Quaternary International. 2004. V. 113. P. 65–79.
26. O'Brien S.R., Mayewski P.A., Meeker L.D. Complexity of Holocene Climate as Reconstructed from a Greenland Ice Core // Science. 1995. V. 270. P. 1962–1964.
27. Bond G., Kromer B., Beer J. Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene // Science. 2001. V. 294. P. 2130–2136.
28. Mayewski P.A., Meeker L.D., Twickler M.S. Major features and forcing of high-latitude Northern Hemisphere atmospheric circulation using a 110 000-year-long glaciochemical series // Geophys. Res. 1997. V. 102. P. 26345–26366.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С УЧЕТОМ ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА

В.Б. Сапунов, доктор биологических наук;

А.В. Дикинис, кандидат географических наук;

Л.Н. Карлин.

Российский государственный гидрометеорологический университет

Рассмотрен подход к оценке качества природной среды. Выделены уровни рассмотрения биологических систем, для которых оценивается качество среды. Дана классификация вредных веществ в окружающей среде на токсины, тератогены, канцерогены и мутагены. Предложены три подхода к квалиметрии окружающей среды – антропоцентрический, биоценозоцентрический и специоцентрический. Обсуждено приложение подходов к качеству окружающей среды с учетом основных моделей динамики климата в XXI веке, при этом приоритет отдан моделям, предполагающим незначительное снижение температуры и рост числа природных катастроф. Сформулированы пути развития экологической квалиметрии как самостоятельной области гуманитарных и естественных наук.

Ключевые слова: экологическое благополучие, квалиметрия

CRITERIA OF ECOLOGICAL QUALITY OF ENVIRONMENT KEEPING IN MIND GLOBAL CLIMATE DYNAMICS

V.B. Sapunov; A.V. Dikinis; L.N. Karlin. Russian state hydrometeorological university

The aim of article is toward quantitative assay of ecological environment under most probable mode of climate processes. Levels of living systems organization are listed. All environment damage pollutions are classified on toxins, cancerogens, teratogens and mutagens. Three approaches to quantitative essay of environment are listed. They are approaches based on

comfort for human, species and ecological systems. The ecological quolimetry is considered as a special science both of natural and humanitarian fields.

Key words: ecological prosperity, qualimetry

Цель работы – рассмотрение подходов к оценке качества природной среды с учетом глобальных тенденций изменения экологической и климатической обстановки. Современной теоретической и практической экологии характерны две противоречивых тенденции. С одной стороны общество все больше осознает значение экологических знаний и необходимость решать глобальные экологические проблемы, накопленные к началу третьего тысячелетия. С другой стороны происходит неоправданная политизация экологии, затрудняющая применение экологических знаний на практике. Одна из причин возможности некорректного использования экологических понятий – отсутствие общепринятых критериев экологического благополучия и неблагополучия. Еще одна причина – политизация основных моделей климатической динамики, политический приоритет мало обоснованным прогнозам глобального потепления.

Качество окружающей среды следует оценивать, исходя из прогнозируемых тенденций изменения климатической обстановки. Разработано несколько моделей изменения климатической обстановки в будущем [1, 2]. Наиболее адекватными авторы считают те из них, которые предсказывают незначительное снижение средних температур и повышение неустойчивости климата. Последнее должно привести (и эта тенденция уже заметна) к увеличению числа природных катаклизмов – ураганов, наводнений, что создаст новые серьезные проблемы для человечества и для биосферы в целом.

До появления экологии как науки профилактическая медицина ставила и подчас успешно решала вопрос о квалиметрии, то есть оценке качества среды, окружающей человека с медико-биологических позиций. Именно санитарные врачи разработали такие важные понятия как предельно-допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества, предельно допустимая доза (ПДД), предельно-допустимый выброс (ПДВ), предельно допустимый сброс (ПДС), предельно допустимый уровень физического агента (ПДУ) и т.д. Достоинства этих критериев – отработанность и большой эмпирический задел. Недостатки – отсутствие глубокой теории. В профилактической медицине нет учета взаимодействия веществ, отдаленных последствий, генетической изменчивости популяции. Современная экология ввела понятие синергетических взаимодействий, при которых разные факторы окружающей среды могут при совместном действии на человеческие и иные организмы ослаблять или усиливать друг друга [3–5]. Характер действия разных веществ и физических агентов на человека и иные организмы может различаться принципиально. Вредные вещества можно разделить на 4 основные категории по действию на организм – токсины, тератогены, канцерогены, мутагены. Токсины отрицательно действуют на физиологические системы организма, не затрагивая генетический аппарат. Их действие может привести к заболеваниям и преждевременной гибели особи. Тератогены нарушают работу генетического аппарата, но не нарушают самой генетической программы. В результате могут возникать значительные аномалии развития, уродства, которые, впрочем, не передаются по наследству. Канцерогены затрагивают генетическую программу, вызывая образование злокачественных опухолей. Мутагены вызывают наследственные повреждения – мутации. Иногда действия канцерогенов и мутагенов совпадает, но может и быть независимым. Таким образом, действие токсинов может проявиться немедленно, тератогенов и канцерогенов с некоторой задержкой, а последствия воздействия мутагенов могут сказаться спустя много поколений и много лет. Соответственно, разным должен быть и подход к оценке вредности разных веществ, определения ПДК и ПДД. Такие подходы могут быть созданы только на основе синтеза методов медицины, экологии и генетики. Для создания универсальных критериев оценки качества природной среды применимы три подхода:

– антропоцентрический, основанный на уровне комфорта для человека и оценке динамики численности населения и динамики продолжительности жизни и других

демографических параметров [6];

- специоцентрический, основанный на анализе состояния одного конкретного биологического вида. Речь может идти либо об охраняемом виде, либо о виде, применяемом в биоиндикации для оценки состояния природной среды [7];

- биоценозоцентрический, основанный на анализе состояния динамики биологической массы и биологического разнообразия [8].

Сочетания трех подходов и нескольких критериев позволит ввести объективные методы оценки состояния природной среды. Подходы, основанные на применении этих критериев, могут способствовать формированию теоретической основы рационального природопользования. Оценка имеет смысл, только если определен структурный уровень организации, по отношению к которому эта оценка работает. Существует множество структурных уровней организации живой природы. Низший – молекулярный, высший – биосферный. Существует два основных способа анализа экологического благополучия – по компонентам окружающей среды и по реакции биологических систем. Первый всесторонне разработан профилактической медициной. Второй сформулирован таким важным разделом прикладной экологии, как биоиндикация, активно разрабатываемой с конца прошлого столетия [7]. К биоиндикации примыкает близкий метод – биотестирование. Если в случае индикации анализу подлежат организмы, обитающие в природе, то при тестировании используются искусственные модельные системы – например, аквариумы со стенобионтами, через которые пропускают воду, подлежащую анализу на экологическое качество [9]. Охарактеризовать состояние природной среды по всем параметрам невозможно. Поэтому предлагается два подхода.

1. Выявление интегральных характеристик, скоррелированных с возможно большим числом параметров среды. В качестве таких интегральных характеристик воды можно рассматривать мутность, прозрачность, насыщенность кислородом и углекислым газом. В качестве интегральной характеристики состояния воздушного бассейна можно рассматривать насыщенность его твердыми частицами, что выявляется по прозрачности, концентрации углекислого газа и угарного газа. В качестве интегральной характеристики состава почв приоритетным должно быть определение в почвах концентрации тяжелых металлов.

2. Альтернативный подход, дополняющий первый – интегральная оценка отклика человека и биоты на весь комплекс воздействий со стороны внешней среды. Иными словами, предполагается оценивать результирующий эффект действия разных по направлению и удельному весу факторов среды с учетом возможностей биологического гомеостаза и ассимиляционной емкости экологических систем. Интегральные характеристики, отражающие состояние человеческой популяции – продолжительность жизни, доля мертворожденных детей и детей с наследственными дефектами. Индикатором оценки состояния, как воздушной среды, так и почв может служить состояние древесной растительности, доля растений, имеющих тератогенные нарушения (дихотомия, трихотомия, искривление ствола у древесных, нарушение структуры початка у кукурузы и т.д.) Такой подход уже применяется для определения экологического состояния разных районов Санкт-Петербурга [10].

Принятые в санитарной медицине нормативы ПДК и прочие, по сути, отражают качество окружающей среды для индивидуального среднестатистического организма. При специоцентрическом подходе определяющим становится благополучие конкретного вида. Каждый вид характеризуется определенным разнообразием морф и популяции. Количественное разнообразие популяции – необходимое условие устойчивости. Для стабильной популяции среднее значение (μ) $\pm$ 2 средних квадратичных отклонения (σ) охватывает 95 % всей численности популяции. За этими пределами находятся 5 % патологических особей. Именно такая доля ненормальных особей – неизбежная плата за поддержание необходимого уровня адаптивных потенций популяции. Благополучной может считаться популяция, в которой коэффициент вариации по большинству признаков – CV

находился близко к 0,1, и доля атипичных форм была близка к 5 %. Коэффициент вариации оценивается по формуле

$$CV = \sigma / \mu ,$$

где σ – показатель вариации (среднее квадратичное отклонение), μ – среднее значение признака в популяции. Эти параметры приложимы и по отношению к человеку. Если среди новорожденных 5 % страдают врожденной патологией – это нормальная плата за необходимую изменчивость биологического вида. Но если процент патологии становится больше, это свидетельствует о социальном и экологическом неблагополучии.

Если эти значения превышались – идет адаптация к неблагоприятным условиям. Если популяционные значения были ниже приведенных выше, значит, популяция оказывалась чрезмерно специализированной и не готовой адаптироваться к возможным изменениям среды. Экологическая и климатическая обстановка может рассматриваться как неблагополучная, если разнообразие морф в изучаемой популяции растет по сравнению с оптимумом [6, 8].

Специоцентрический подход основан на анализе состояния популяции одного вида, который является либо охраняемым для данной территории, либо индикаторным, через состояние которого оценивается качество среды. Если численность не имеет тенденции к снижению, то экологическое состояние относительно благополучно [9].

Под ассимиляционной емкостью [11] следует понимать показатель максимальной динамической вместимости количества загрязняющего вещества, которое может быть за единицу времени накоплено, разрушено, трансформировано и выведено за пределы экосистемы без нарушения ее нормальной деятельности. Состояние биоценоза характеризуется биомассой и видовым разнообразием. Если биомасса в регионе стала достоверно уменьшаться, это признак неблагополучия. Оценка видового разнообразия опирается на принцип Эшби, который утверждает, что гомеостатичность системы возможна при некотором минимальном уровне разнообразия входящих в нее элементов [8, 12].

Природная среда непрерывно меняется. При этом изменения, вызванные естественными причинами обычно значительнее, чем связанные с социальной деятельностью человека. Энергетика климатических, вулканических и других естественных процессов намного превышает антропогенную энергетику [2]. Совокупность данных, полученных современными науками о Земле, позволяет предполагать следующие направления изменения климата на ближайшие десятилетия: незначительное снижение средних температур и рост нестабильности, увеличение числа природных катастроф [1, 2]. При любых изменениях среда должна сохранять свою оптимальность для человека и не требовать включения адаптивных резервов, даже если они у человека как вида еще есть. На сегодняшний день еще не существует набора общепринятых критериев экологического качества среды, окружающей человека или иные организмы. Но существующий задел в области профилактической медицины, экологии, генетики и других наук с подключением общей квалиметрии как раздела прикладной математики достаточен для создания таких критериев [11]. Критерии эти должны иметь такой же законодательный характер как традиционные требования профилактической медицины.

Литература

1. Карлин Л.Н., Самусевич И.Н. Глобальный климат: история и культура // Общество. Среда. Развитие. 2011. № 1. С. 130–138.
2. Сапунов В.Б. Грядет глобальное похолодание. СПб.: Астрель, 2011. 248 с.
3. Музалевский А.А. Экология: учеб. пособ. / под ред. Л.Н. Карлина. Изд-во РГГМУ, 2008. 604 с.
4. Петин В.Г., Жураковская Г.П. Концептуальные основы синергетического взаимодействия ионизирующих излучений и других факторов окружающей среды //

Биосфера. 2009. № 1. С. 58–64.

5. Sapunov V.B., Dikinis A.V. Approaches toward ecological quality essay for the Baltic region // XII Intern Environ forum «Baltic sea day». 2011. 362 p.

6. Сапунов В.Б. Экология человека. СПб.: РГГМУ, 2007. 160 с.

7. Биологическая индикация в антропоэкологии. Л.: Наука, 1984. 224 с.

8. Sapunov V.B. Phenogenetic indication as a method of assay of urban area ecological state // Proc. 7th Int Conf Urban pests, .Ouro Ptero (Brazil). 2011. p. 409.

9. Федотов В.П. Разведение раков. СПб.: Биосвязь, 1986.

10. Сапунов В.Б., Дикинис А.В. Использование городской растительности для оценки экологического качества окружающей среды // Проблемы озеленения крупных городов: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. М., 2010. С. 25–27.

11. Субетто А.И. Творчество, жизнь, здоровье и гармония. М.: Логос, 1992. 202 с.

12. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 528 с.

ЭНЕРГОАУДИТ КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРООПАСНОСТИ И ВЗРЫВООПАСНОСТИ МАСЛОЭКСТРАКЦИОННЫХ ПРОИЗВОДСТВ (КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ, ФИЗИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ)

А.В. Федоров, доктор технических наук.

**Государственное научное учреждение ВНИ институт жиров
Российской академии сельскохозяйственных наук.**

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

А.А. Савицкий. Региональное энергетическое объединение

Рассмотрены законодательные основы, действующие на территории Российской Федерации, для решения проблемы снижения энергозатрат в любой сфере деятельности и, в частности, в масложировой промышленности. Сделан упор на то, что энергетическое обследование, если оно проводится не формально, должно осуществляться группой специалистов, обладающих знаниями и опытом в разных сферах, поскольку обследуемые объекты обладают определенной спецификой.

Ключевые слова: законодательная база, энергосбережение, энергетическое обследование

ENERGY AUDIT AS A WAY TO REDUCE FIRE AND EXPLOSION DANGER OF OIL EXTRACTION INDUSTRIES (CONCEPTUAL, PHYSICAL, AND LEGAL ASPECTS)

A.V. Fyodorov. State scientific institution the National Scientific fat research institute of Russian academy of agricultural sciences.

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

A.A. Savitskiy. Regional energetical union

The article deals with legislative bases of the Russian Federation which could be used for solving a problem of decrease of power consumption in any field of activity and, in particular in fat

and oil industry. It is emphasized that a power inspection, if it is made not formally, should be carried out by a group of experts with knowledge and experience in different areas because inspected objects have a certain specificity

Key words: legislative base, power savings, power inspection

В нашей стране создается, отлаживается и набирает обороты механизм модернизации экономики. Одной из составляющих успеха является эффективная энергетика, причем внимание требуют все ее стадии: производство, транспортировка и потребление.

Масложировая отрасль относится к числу одной из самых энергоемких. Нет необходимости повторять, что растительное масло играет чрезвычайно важную роль в питании человека, а уникальность состава делает его практически незаменимым, кроме того, в большом количестве оно перерабатывается для технических целей. Производство растительных масел – динамично развивающееся и растущее звено агропромышленного комплекса России, а значит, требуется все больше и больше энергетических ресурсов.

В связи со спецификой применяемых материалов и способов ведения процессов, технологии извлечения растительных масел методом «прессование-экстракция» являются не только энергозатратными, но и взрывоопасными и пожароопасными [1]. Последовательность процессов включает в себя:

- прессование – извлечение масла из семян масличных культур в результате механического воздействия;
- экстракцию – извлечение масла из жмыха, частично обезжиренного масличного материала, с помощью органического растворителя;
- получение раствора, называемого мисцеллой, из которой масло выделяется путем дистилляции.

При дистилляции, как и при обработке твердого обезжиренного материала, называемого шротом, растворитель переводится в газообразное состояние при интенсивном подводе тепловой энергии. Производственный цикл, как правило, непрерывный – в три смены, при этом среднее предприятие перерабатывает около сотни тонн масла семян в сутки, оборудование имеет внушительные размеры до нескольких метров в высоту и длину. Потребляются сотни и тысячи киловатт часов электроэнергии, сотни гигакалорий тепла, сотни кубометров воды. В окружающую среду с тоннами выбросов и отходов сбрасывается значительное количество тепловой энергии. По мнению большинства специалистов энергозатраты в маслодобытии составляют 30–50 %.

С учетом масштаба производства и важности производимой продукции, в условиях постоянно повышающихся цен на энергоносители и металл разработка результатов работ по энергосбережению должна дать хорошие результаты.

Взрыво- и пожароопасность материалов и образуемых сред требует дополнительных затрат при создании и эксплуатации маслоэкстракционных производств, во избежание возникновения постоянных и случайных дестабилизирующих факторов для обеспечения условий устойчивой работы [2].

Государственное научное учреждение ВНИ институт жиров Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИЖ), как главный научный центр масложировой отрасли, обладая достаточным научно-практическим опытом [3, 4, 5], разворачивает изучение проблем энергоэффективности и энергосбережения в основных технологических процессах, в том числе и в маслодобытии. Работы ведутся на базе лаборатории автоматизации и вычислительной техники возглавляемой Ш.К. Тагиевым и сектора безопасности производств кандидата технических наук В.А. Бармашева, научное руководство осуществляет доктор технических наук А.В. Федоров.

Проблема энергосбережения и безопасности производств должна решаться комплексно с привлечением специалистов различных областей знаний. Налажено сотрудничество с кафедрой компьютерной теплофизики и энергофизического мониторинга Санкт-Петербургского Национального исследовательского университета информационных

технологий, механики и оптики и кафедрой физики и теплотехники Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. Давние и прочные связи сложились с ведущими специалистами Санкт-Петербургского университета низкотемпературных и пищевых технологий и Инженерного центра ядерных контейнеров.

Упомянутые университеты занимают лидирующие позиции в области современных средств измерений тепловых величин, а также могут обеспечить подготовку высококвалифицированных специалистов по энергоаудиту.

Создаваемая в стране система энергосбережения основана на законодательной базе, которая постоянно изменяется и совершенствуется. Переработать и оценить огромный объем правовых и организационных вопросов можно только во взаимодействии компетентными в этой области организациями. Для этого ВНИИЖ укрепляет сотрудничество с такими компетентными организациями как Саморегулируемая организация (СРО) некоммерческого партнерства «Региональное энергетическое объединение» и специализирующейся в сфере энергоаудита фирмой «ТэТа».

Правовое регулирование энергосбережения, как и любое новое дело, находится на этапе своего становления. Проблемы энергетики в стране возникли не сегодня и не вчера. В современной истории России точкой отсчета, после которой начинается системный подход к решению комплекса задач можно считать 25 мая 2009 г., когда в заявлении Президента Российской Федерации в его Бюджетном послании Федеральному Собранию. «О бюджетной политике в 2010–2012 гг.» энергосбережение было определено как один из приоритетов в модернизации экономики страны. Затем Правительство РФ утвердило 13 ноября 2009 г. «Энергетическую стратегию России на период до 2030 г.». Главным и основным документом стал Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – Федеральный закон), который обусловил и активизировал создание необходимого нормативного массива в названной сфере. В рамках выполнения Федерального закона от 31 декабря 2009 г. Постановлением № 1222 Правительством РФ введены «Перечень принципов правил определения класса энергетической эффективности товара» и «Перечень видов товаров, которые должны содержать информацию о классе энергетической эффективности».

Впервые законодательно был введен ряд терминов и определений:

- энергосбережением является реализация мер, направленных на уменьшение использования энергетических ресурсов при сохранении полезного эффекта от их использования;
- под энергетической эффективностью понимается отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам этих ресурсов на получение такого эффекта.

Федеральным законом не допускает ввод в эксплуатацию объектов после строительства, реконструкции, капитального ремонта, если не соблюдены требования энергетической эффективности и отсутствуют необходимые приборы учета энергетических ресурсов. Застройщики обязаны обеспечивать выполнение таких требований в течение не менее пяти лет после ввода объекта в эксплуатацию, а собственники – в течение всего срока их службы.

Обязательное энергетическое обследование может проводиться только юридическими и физическими лицами, являющимися членами СРО в области энергетического обследования. На это необходимо обратить особое внимание, так как появилось множество фирм и частных лиц, не имеющих ни каких прав, а значит обязанностей и ответственности в области энергоаудита, которые предлагают так называемое «предаудиты», «экспресс-аудиты» и другие, если так можно выразиться сурагатные услуги.

Основными целями и задачами энергетического обследования являются:

- получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- определение показателей энергетической эффективности;

- определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- разработка перечня типовых, общедоступных или индивидуальных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

По результатам энергетического обследования составляется энергетический паспорт, требования к составу, форма и содержание энергетического паспорта определено ч. 7 ст. 15 Федерального закона и Приказом Министерства энергетики РФ от 19 апреля 2010 г. № 182 «Об утверждении требований к энергетическому паспорту. Сам же порядок проведения энергетического обследования может быть установлен Стандартом саморегулируемой организации.

Энергетические паспорта на здания, строения, сооружения, вводимые в эксплуатацию после осуществления строительства, реконструкции, капитального ремонта, могут составляться на основании проектной документации, то есть без обследования непосредственно самих объектов. Данная норма основана на презумпции соответствия характеристик зданий, строений, сооружений, вводимых в эксплуатацию после осуществления строительства, реконструкции, капитального ремонта проектной документации.

Федеральный закон возлагает на саморегулируемые организации обязанность направлять один раз в три месяца заверенные ими копии энергетических паспортов, составленных членами такой саморегулируемой организации по итогам проведенных ими за указанный период обязательных энергетических обследований, в Министерство энергетики Российской Федерации. В свою очередь, Министерство энергетики Российской Федерации вправе запрашивать у саморегулируемых организаций данные о проведенных в добровольном порядке энергетических обследованиях, а также данные из составленных по итогам таких обследований энергетических паспортов по перечню позиций, установленных законодательством Российской Федерации в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Периодичность обязательного энергоаудита в соответствии с Федеральным законом – один раз в 5 лет, при этом все энергетические обследования должны быть проведены до 31 декабря 2012 г.

Энергетическое обследование проводится в добровольном порядке, за исключением случаев, когда в соответствии с Федеральным законом оно должно проводиться в обязательном порядке. Так, например, в отношении органов власти, наделенных правами юридических лиц, организаций с участием государства или муниципального образования, организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности, организаций, осуществляющих производство или транспортировку энергоресурсов или их добычу в качестве природных ископаемых, и т.д.

В целях реализации Федерального закона распоряжением Правительства РФ от 1 декабря 2009 г. № 1830-р утвержден План мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в Российской Федерации. Принято Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2009 г. № 1225 «О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности», содержащее Перечень целевых показателей и Перечень мероприятий. Утверждены также «Правила установления требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг, размещение заказов на которые осуществляется для государственных или муниципальных нужд» принятые Постановлением Правительства РФ от 31 декабря 2009 г. № 1221.

Федеральный закон предусматривает льготы, стимулирующие налогоплательщиков, которые вправе применять к норме амортизации коэффициент, но не выше 2 в отношении основных средств, относящихся к объектам, имеющим:

– высокую энергетическую эффективность по перечню, установленному Правительством РФ;

– высокий класс энергетической эффективности, если в отношении таких объектов в соответствии с законодательством Российской Федерации предусмотрено определение классов их энергетической эффективности.

Кроме того, 7 июня 2011 г. внесены изменения в ст. 95 ч. 1, ч. 2 Налогового кодекса РФ в части формирования благоприятных налоговых условий для инновационной деятельности и ст. 5 Федерального закона «О внесении изменений в ч. 2 Налогового кодекса РФ и отдельные законодательные акты РФ». Согласно закону, для вновь вводимых объектов, имеющих высокую энергетическую эффективность, предоставляется льгота по налогу на имущество организаций. В этом случае стоимость имущества не будет включаться в налоговую базу в течение трех лет со дня постановки на учет. В целях стимулирования организаций на использование современного энергоэффективного оборудования предусматривается предоставление им льготы по налогу на имущество организаций сроком на три года в отношении вновь вводимых объектов, имеющих высокую энергетическую эффективность.

Проверки выполнения законодательства в сфере энергосбережения поручены органам Ротехнадзора. Учитывая общественную опасность нарушений в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в Кодекс об административных правонарушениях введена ст. 9.16, предусматривающая ответственность:

– за выпуск или ввоз в Россию товара без включения информации о классе его энергетической эффективности – в частности, штраф для юридических лиц от 100 тыс. до 150 тыс. руб. с конфискацией товаров или без таковой;

– за реализацию товаров без информации о классе их энергоэффективности – в частности, штраф для юридических лиц от 100 тыс. до 150 тыс. руб. с конфискацией товаров или без таковой;

– за несоблюдение при проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий, строений, сооружений требований энергоэффективности и оснащения приборами учета – в частности, штраф для юридических лиц от 500 тыс. до 600 тыс. руб.;

– за несоблюдение лицами, ответственными за содержание многоквартирных домов, требований энергоэффективности – в частности, штраф для должностных лиц от 5 тыс. до 10 тыс. руб., для юридических лиц – от 20 тыс. до 30 тыс. руб.;

– за несоблюдение лицами, ответственными за содержание многоквартирных домов, требований о разработке предложений по энергосбережению – в частности, штраф для должностных лиц от 5 тыс. до 10 тыс. руб., для юридических лиц – от 20 тыс. до 30 тыс. руб.;

– за несоблюдение организациями, обязанными осуществлять деятельность по установке, замене, эксплуатации приборов учета, требований о предоставлении предложений по оснащению приборами учета – в частности, штраф для юридических лиц от 100 тыс. до 150 тыс. руб.;

– за несоблюдение собственниками нежилых зданий, строений, сооружений в процессе их эксплуатации требований энергетической эффективности – в частности, штраф для юридических лиц от 100 тыс. до 150 тыс. руб.;

– за несоблюдение сроков обязательного энергетического обследования – в частности, штраф для юридических лиц от 50 тыс. до 250 тыс. руб.;

– за несоблюдение требований о представлении копии энергетического паспорта – в частности, штраф для юридических лиц 10 тыс. руб.;

– за несоблюдение организациями с участием государства или муниципального образования, а равно организациями, осуществляющими регулируемые виды деятельности, требования о принятии программ в области энергосбережения – в частности, штраф для юридических лиц от 50 тыс. до 100 тыс. руб.

– за размещение заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных или муниципальных нужд, не соответствующих требованиям их

энергетической эффективности, – в частности, штраф для юридических лиц от 50 тыс. до 100 тыс. руб.;

– за необоснованный отказ или уклонение организации, обязанной осуществлять деятельность по установке, замене, эксплуатации приборов учета, – в частности, штраф для юридических лиц от 50 тыс. до 100 тыс. руб.

Таким образом, можно сделать простые и однозначные выводы, что стоимость проведения обязательного энергетического обследования в большинстве случаев меньше суммарного штрафа по трем вышеуказанным статьям. Стоимость внедрения программы энергетической эффективности также может лежать в рамках суммы штрафов за несколько лет. Существует целый ряд недорогостоящих способов снижения энергопотребления и повышения энергетической эффективности, что в свою очередь может стимулировать внедрение и развитие принципиально новых технологий маслосодобывания и переработки. Все это благоприятно сказывается на повышении надежности технологических процессов, а значит и на безопасности производства.

Литература

1. ПБ 09-524-03 Правила промышленной безопасности в производстве растительных масел методом прессования и экстракции.

2. Технический регламент на масложировую продукцию: Федер. закон Рос. Федерации от 24 июня 2008 г. № 90-ФЗ.

3. Ключкин В.В., Залетнев А.Ф., Жарко В.Ф. Принципы интенсификации тепло-и массообмена при дистилляции растворов масел в углеводородных растворителях: доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 1995. № 4. С. 39–42

4. Ключкин В.В., Федоров А.В., Залетнев А.Ф. Обзор развития отечественной технологии и оборудования для дистилляции мисцеллы // Масложировая промышленность. 2006. № 1. С. 2–4

5. Ключкин В.В., Федоров А.В., Залетнев А.Ф. Новое в технологии получения растительных масел // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 4. С. 7–9.

6. Романов Н.Н., Федоров А.В., Кожемякин Г.Е. О прогнозировании интенсивности теплоотдачи при кипении растворов масел в хладагентах и бензине: Межвузовский сб. науч. тр. Л.: ЛТИХП, 1986. С. 91–95.

7. Ключкин В.В., Федоров А.В., Круглый С.М. Интенсификация тепло- и массообмена при нагревании и охлаждении растительного масла при различных режимах двухфазного течения. Конвективный теплообмен при нагревании двухфазных смесей в трубах (обзор) // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров. 2003. № 1. С. 15–18.

О НЕКОТОРЫХ СПОРНЫХ ВОПРОСАХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОТИВОДЫМНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

В.В. Дехтерёва;

А.В. Зуев, кандидат исторических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Выявлены противоречия, встречающиеся при проектировании систем противодымной защиты зданий и помещений, а также некоторые неточности в формулировках, допускающих различное толкование нормативных документов. Предложены методы устранения выявленных противоречий.

Ключевые слова: дым, противодымная защита, эвакуация, эвакуационные выходы, противопожарный отсек

ABFUT OF DISPUTABLE QUESTION IN PROGECTION OF ANTISMOING PROTECTION

V.V. Dextereva; A.V. Zhev.

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

This article is devoted contradiction in the progection sisem of antismoking protection for building and premises and about something of inaccurate in determination of standart document.

Key word: smoke, antismoking protection, evacuation, evacuation exit, antifire part

Обеспечение безопасности людей является приоритетным направлением при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий. Согласно отечественной и зарубежной статистике, гибель примерно 85 % от числа жертв пожаров в зданиях обусловлена поражающим воздействием продуктов горения, то есть дымом. Интенсивное распространение продуктов горения дыма при пожарах в зданиях сопровождается повышением температуры воздушной среды до появления вторичных очагов загораний, изменением оптической плотности среды вплоть до потери видимости. Дым оказывает на человека токсикологическое и психологическое воздействие, в результате выделения при горении веществ неполного сгорания и токсичных продуктов. Задымление путей эвакуации приводит к потере ориентации. Горячие продукты горения способствуют распространению пожара и при определённых условиях могут вызвать повторные очаги возгорания на значительном расстоянии от первоначального очага. В этих условиях значительную роль играет противодымная защита. Главная цель противодымной защиты зданий – создание условий для эвакуации людей. Вторым направлением противодымной защиты является ограничение развития пожара и создание условий для успешного тушения.

Дымы отличаются друг от друга не только составом, но и цветом и запахом. Запах дыма зависит от состава вещества и образующихся продуктов неполного горения. По цвету и запаху можно определить какое вещество горит. При горении древесины получается серовато-черный дым, при горении бумаги, сена, соломы – беловато-желтый, ткани образуют бурый дым, нефтепродукты – черный.

Концентрации токсичных продуктов горения характеризуется следующими значениями: наиболее опасным продуктом горения является оксид углерода, концентрация которого в размере 0,5 % вызывает смертельное отравление через 20 минут, а при концентрации 1,3 % смерть наступает через 2–3 вдоха. Углекислый газ вызывает реальную опасность для жизни при концентрации 8–10 %.

При горении полимерных материалов выделяются такие токсичные соединения, как цианистый водород, фосген, оксиды азота, сероводород, хлористый водород и др. Понижение концентрации кислорода на 4–5 % опасно для жизни человека. При снижении концентрации до 14 % возникает реальная опасность для жизни, а при концентрации 10–11 % – смерть наступает через несколько минут.

Большую опасность представляют потери видимости при пожаре вследствие задымления помещений, коридоров и лестничных клеток, что приводит к потере ориентации. В условиях пожара продукты сгорания не только препятствуют работе пожарных, но и способствуют распространению пожара.

Современные тенденции в области проектирования и строительства предполагают строительство многоэтажных зданий с помещениями без световых проемов, в том числе и с массовым пребыванием людей. Пожары в подобных зданиях при отсутствии противодымной защиты принимают затяжной характер, требуют дополнительного привлечения сил и средств

для тушения и спасения людей. Самостоятельная эвакуация людей исключается, так как продукты горения могут блокировать эвакуационные выходы и пути.

В последнее время широко развернулось в крупных городах высотное строительство, что требует повышенного внимания к решению вопроса противодымной защиты таких зданий.

За последнее время вышло достаточное количество документов, регламентирующих требования по противодымной защите зданий.

Федеральным законом № 123-ФЗ от 22 июля 2008 г. (ст. 85) [1] определены требования к системам противодымной защиты зданий, сооружений и строений. Требования к устройству противодымной защиты изложены также в строительных нормах (СНиП41-01-2003) [2], сводах правил по пожарной безопасности систем отопления, вентиляции и кондиционирования (СП7.13130.2009) [3].

В законе по мнению авторов, есть недоработки, в ст. 85 п. 1 сказано «... Объемно-планировочные решения зданий, сооружений и строений должны исключить возможность распространения продуктов горения за пределы помещений пожара, пожарного отсека и (или) пожарной секции». Теперь вопрос – кто определяет границы нераспространения пожара. Помещения выгораживаются перегородками, а требований к их пределу огнестойкости в нормах нет, кроме специально оговоренных случаев, поэтому из формулировки следует, что пожар может распространяться в пределах всей площади помещения, которая может быть достаточно большой.

Второй вопрос – что включает в себя понятие «пожарная секция». В ст. 2 ФЗ № 123-ФЗ, где приведены основные используемые понятия – определения «пожарная секция» нет. Отсутствует это понятие и в других документах в частности в СП4.13130.2009, в котором рассматриваются объемно-планировочные и конструктивные решения по ограничению распространения пожара, хотя ссылка на понятие «секция» имеется в п. 4.2 СП4.13130.2009 в разделе «Общих требований пожарной безопасности», где определены способы ограничения распространения пожара.

Обратимся к требованию п. 6 ст. 85 ФЗ № 123-ФЗ, где сказано, что «Конструктивное исполнение и характеристики элементов противодымной защиты зданий, сооружений и строений в зависимости от целей противодымной защиты должны обеспечивать исправную работу систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции в течение времени необходимого для эвакуации людей в безопасную зону, или в течение всей продолжительности пожара. Как определить время продолжительности пожара?

СП7.13130.2009 п. 7.1 определяет, что системы противодымной защиты следует применять для блокирования и (или) ограничения распространения продуктов горения в помещениях зон безопасности, по путям эвакуации людей и путям следования пожарных подразделений при выполнении работ по спасению людей, обнаружению и локализации очага пожара в здании. Время эвакуации можно рассчитать, но требований к конструкциям зон безопасности по пределам огнестойкости нет. Требования по пределу огнестойкости конструкций зон безопасности для маломобильных групп населения были ранее определены п. 3.48 СНиП 35-01-2001 и составляли: стены – REI 90 минут, перекрытия – REI60, двери и окна – 1-го типа. Однако, в актуализированной версии этого документа (СП59.13330.2011) [4] требования к пределам огнестойкости конструкции исчезли, а в п. 5.7.6* сказано «зона безопасности должна быть запроектирована в соответствии с конструктивными требованиями и требованиями к материалам отделки по СП1.13130.2009-1» [5]. В СП1.13130.2009-1 требования по отделке путей эвакуации найти можно, эти требования есть и в Федеральном законе № 123-ФЗ, но конструктивные требования отсутствуют.

СНиП31-06-2009 «Общественные здания» п. 6.26 [6] предписывает предусматривать пожаробезопасную зону в зданиях стационаров больниц, родильных домов, хосписов, учреждений для лежачих людей, не способных перемещаться по лестницам. Из этой зоны люди могут быть эвакуированы за более продолжительное время или находиться в ней до прибытия спасательных подразделений. Нормы определяют размеры помещения, а условия

безопасности ограничены только требованием по незадымляемости данного помещения и наличия дверей пассажирского лифта, который отвечает требованиям ГОСТа для транспортировки пожарных подразделений. Однако пределы огнестойкости конструкций не регламентируются. В нормах этот лифт обозначен как пассажирский больничный лифт и по назначению им во время пожара может пользоваться персонал лечебного учреждения для эвакуации больных? А какие требования к помещениям палат, где больные подключены к приборам жизнеобеспечения их перемещение невозможно?

Следует отметить, что время выполнения работ по спасению людей, обнаружению и локализации очага пожара в здании в каждом конкретном случае будет разным, а тем более время продолжительности пожара. К, сожалению, при разработке проектов это время не учитывают, также невозможно точно рассчитать время пожара.

Если по СП7.13130.2009 противодымная вентиляция предназначена как для эвакуации людей, так и при выполнении пожарными подразделениями работ по спасению людей, обнаружению и локализации очагов пожара в здании, то СНИП 41-01-2003 (п. 8.1) предусматривает устройство противодымной вентиляции только для обеспечения безопасной эвакуации людей из здания при пожаре в одном из помещений.

А это разное время и как определить необходимое время работы противодымной системы?

Вернемся к требованиям норм, где надо предусматривать механическую систему дымоудаления. Пункт 8.2(в) СНИП41-01 и п. 7.1(в) СП7.13130 предусматривают устройство систем «из коридоров длиной более 15 м без естественного освещения зданий с числом этажей два и более: производственных и складских категорий А, Б и В1-В4». В этом случае как определить категорию здания В1-В4 [7], если при определении категории здания (СП12.13130.2009-1 или НПБ105-03) есть только категория В, а помещения категории В4 при расчетах не учитываются вообще, так же как и при определении категории здания Г или Д? И как считать имеет ли коридор естественное освещение длиной 35 м при наличии одного окна или светового кармана?

Пункт 8.2 и СНИП41-03 требовал устройство механической системы дымоудаления из торговых залов магазинов не имеющих естественного освещения. Но в СП7.13130 в подпункте «и» п. 7.2 добавлено, что механическую систему надо предусматривать и из помещения с естественным освещением через окна или фонари, не имеющие механизированных (автоматически и дистанционно управляемых) приводов для открывания фрамуг окон и проемов в фонарях, в обоих случаях с площадью, достаточной для удаления дыма при пожаре: «... – из торговых залов магазинов».

Следовательно, из любого торгового зала, независимо от площади и если есть окна необходимо предусматривать их автоматическое открывание для выпуска дыма. Требования пункта практически не выполнимы поскольку:

- не указана площадь торговых залов. Магазины «шаговой доступности» размещаемые в жилых домах на первых этажах механическую систему выполнить не могут из-за отсутствия в некоторых домах шахт дымоудаления;
- выпуск дыма через оконные фрамуги – это распространение дыма по фасаду здания, а магазины расположены в жилых зданиях на первых этажах;
- многие магазины имеют витринные окна, выходящие на фасад здания, в том числе и исторический.

Также актуален вопрос. По какой методике считать дымоудаление из помещений, в том числе торговых залов? Свод правил (СП7.13130.2009, п. 7.17) рекомендует проводить расчеты по Методическим рекомендациям ВНИИПО [8], Москва 2008 г. «Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий» или на основе иных методических пособий, не противоречащих указанным требованиям. Нормы 1991 г. по вентиляции отменены (СНИП 2.04.05-91), а как быть с пособиями по расчету, и, в частности с Пособием 4.91, указанного СНИПа [9]? Вопросов при чтении нормативных документов много, но, к сожалению, четких ответов нет.

Необходимо провести работу по ревизии Нормативных документов в области противопожарных требований с целью устранения противоречий, неточностей и формулировок. Разработать единый подход к расчету и проектированию противодымной защиты зданий и сооружений.

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ.
2. СНиП 41-03-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
3. СП7.13130.2009. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования.
4. СП59.13330.2011 – актуализированная версия СНиП35-01-2001.
5. СНиП 31-06-2009. Общественные здания и сооружения.
6. СП1.13130.2009-1. Эвакуационные пути и выходы.
7. СП12.13130.2009-1. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
8. Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий. Методические рекомендации. М.: ВНИИПО, 2008.
9. Пособие 4.91 к СНиП 2.04.05-91. М.: Промстройпроект, 1992.



ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

ВОПРОСЫ МАКРОПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ В МЧС РОССИИ

К.Ю. Шилин, доктор технических наук.

**Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации.**

Е.С. Калинина, кандидат педагогических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены вопросы макропроектирования компьютерных обучающих систем, определен состав функций управления обучением. На основе специфических особенностей компьютерной технологии обучения изучены принципы сравнительной оценки стратегий обучения, предложен метод оценки целесообразности автоматизации функций управления обучением.

Ключевые слова: компьютерная обучающая система, компьютерная технология обучения, стратегия обучения, уровень усвоения, функции управления обучением

THE QUESTIONS OF MACRODESIGNING OF COMPUTER LEARNING SYSTEMS IN EMERCOM OF RUSSIA

K.Y. Shilin. Russian Presidential academy of national economy and Public administration.

E.S. Kalinina. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The questions of macroplanning of the computer teaching systems are considered, determined the structure of management functions for the educational process. On the basis of specific features of computer technology of educating principles of comparative estimation of strategies of educating are studied, the method of estimation of expediency of automation of management functions of the educational process.

Key words: computer teaching system, computer technology of educating, strategy of educating, mastering level, function of management by training

Система профессионального образования представляет собой многоуровневую систему непрерывной подготовки всех категорий специалистов. Система профессионального образования в Министерстве по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Российской Федерации (МЧС России) включает две основных подсистемы: подсистему высших учебных заведений и подсистему учебных центров по профессиональной подготовке и переподготовке. Функции этих подсистем различны. Конечной целью системы профессионального образования является обеспечение высокой эффективности подразделений МЧС России и наиболее полная

реализация их возможностей. Эта цель определяет требования к содержанию и необходимому уровню профессиональной подготовки всех специалистов.

В связи с многочисленностью категорий специалистов, квалификационные требования к ним целесообразно формулировать вне зависимости от конкретной области их деятельности и использовать разработанную в руководстве [1] классификацию квалификационных требований. Эта классификация базируется на принятой в педагогике работе [2] классификации уровней усвоения (α) и ступеней абстракции деятельности (табл. 1).

Квалификационным требованием, обеспечивающим необходимое качество подготовки специалистов МЧС России, является формирование у них профессиональных навыков ($\alpha = 3$) в выполнении функциональных обязанностей по исполняемой должности.

Таблица 1. Классификация уровней усвоения (α)

Обозначение	Название уровня	Характеристика уровня
$\alpha = 1$	Знания–знакомства	Узнавание объектов и явлений данной предметной области при повторном восприятии ранее усвоенной информации о них или действий с ними (алгоритмическая деятельность при внешне заданном алгоритме действий)
$\alpha = 2$	Знания–копии	Репродуктивные действия путем самостоятельного воспроизведения или применения информации о ранее усвоенной ориентировочной основе для выполнения известного действия (решение известной задачи на основе усвоенного алгоритма)
$\alpha = 3$	Знания–умения, навыки	Продуктивные действия по образцу на некотором множестве объектов, самостоятельное построение или трансформация известной ориентировочной основы для выполнения нового действия (решение типовых задач на основе усвоенного обобщенного алгоритма)
$\alpha = 4$	Знания–трансформации	Творческие действия, выполняемые на любом множестве объектов путем самостоятельного конструирования новой ориентировочной основы деятельности (разработка алгоритма решения нетиповой задачи, продуктивная эвристическая деятельность)

Качество деятельности специалиста МЧС России существенно зависит от уровня его адаптации к условиям деятельности (средства отображения информации и средств для деятельности на рабочем месте). Принцип адекватности среды деятельности и среды подготовки прямо определяет необходимость представления объектов и процессов, изучаемых на конечных этапах профессиональной подготовки, в том виде, в котором они представлены в среде деятельности. Профессиональные навыки могут быть сформированы либо непосредственно на автоматизированном рабочем месте, либо на адекватном ему автоматизированном рабочем месте соответствующей компьютерной обучающей системы (тренажерно-обучающей системы).

Актуальность проблем обеспечения необходимого качества подготовки специалистов возрастает в связи с быстрой сменой технических средств и способов их деятельности, острым дефицитом средств обеспечения профессиональной подготовки. В данной связи все большее значение приобретают любые виды и средства базовой подготовки, обеспечивающие достижение необходимого качества подготовки личного состава без фактического использования технических средств.

Таким образом, наиболее перспективными в данной области являются автоматизированные обучающие системы. Автоматизированная обучающая система включает в себя обучающего и компьютерную обучающую систему (тренажерно-обучающую систему). Компьютерная обучающая система (КОС) – это элемент автоматизированной обучающей системы, включающей аппаратно-программные средства ЭВМ и осуществляющей автоматическую реализацию функций по управлению обучением и отображению обучающей информации посредством программной реализации соответствующих алгоритмов управления.

КОС является средством создания и реализации компьютерной технологии обучения (КТО) в сфере профессиональной подготовки специалистов. К числу основных факторов, определяющих соответствие КОС этому целевому предназначению, относятся:

- возможности КОС в автоматизированной реализации функций управления обучением;

- возможности КОС в адекватном представлении содержания обучения.

Недостаточный учет данных факторов, а также отсутствие адекватной организации проектных работ определяют конструктивные недостатки современных КОС.

Каждому виду технологии управления обучением соответствует определенная номенклатура функций управления, реализуемых аппаратно-программными средствами КОС (табл. 2).

Номенклатура функций управления обучением не зависит от изучаемой предметной области и целей обучения. Поэтому приведенный состав функций управления обучением является полным и обеспечивает формирование и реализацию любой из возможных технологий обучения. Данное свойство определяет возможность и необходимость использования разработанной номенклатуры функций управления обучением при формулировке требований к соответствующим техническим средствам.

Создание КОС и ее последующее использование для разработки КТО представляются эффективными в тех предметных областях, в которых степень формализации изучаемых объектов соответствует возможностям современной информационной технологии (технологии обработки данных), то есть там, где учебный элемент (УЭ) можно представить в виде адаптивной модели на основе языка современной математики.

Принципы сравнительной оценки стратегий обучения

Задача определения номенклатуры автоматизируемых функций управления обучением должна быть решена на самых ранних стадиях проектирования КОС. Требования к решению этой задачи известны: выбранная номенклатура автоматизируемых функций управления должна обеспечить дидактическую эффективность проектируемой КОС.

Дидактические возможности КОС определяются дидактическими возможностями тех стратегий обучения, которые могут быть реализованы ее средствами. Стратегия обучения определяет тип организационной структуры системы автоматизированного обучения и вид технологии управления обучением. В свою очередь, вид технологии управления (табл. 2) определяет номенклатуру функций управления обучением. Таким образом, оценка эффективности определенной технологии управления обучением и соответствующей ей номенклатуры функций управления может быть произведена только на основе оценки соответствующей стратегии обучения.

Эмпирические данные педагогики определяют только потолок дидактических возможностей стратегий обучения и являются недостаточными для выявления отношений предпочтения между двумя рассматриваемыми стратегиями [3, 4]. Для решения задачи априорной оценки эффективности использования стратегии обучения необходимо сформулировать такое правило R оценки характеристик k сравниваемых i -й и $(i + 1)$ -й

стратегий обучения, которое обеспечивает установление отношений предпочтительности P между результативностями $N_{j,i}$ и $N_{j,i+1}$ использования этих стратегий:

$$\forall U\mathcal{E}_j U\mathcal{E}(K_{i,i+1}) \exists R(k) \mid U\mathcal{E}(K_i) R U\mathcal{E}(K_{i+1}) \rightarrow N_i P N_{i+1}, \quad (1)$$

где K_i – рассматриваемая стратегия обучения ($i = \overline{1, n}$); $U\mathcal{E}_j(K_{i,i+1})$ – УЭ, изучение которого возможно с применением i -й и $(i+1)$ -й стратегий обучения ($j = \overline{1, m}$); $R(k)$ – правило сравнения характеристик i -й и $(i+1)$ -й стратегий обучения, обеспечивающее установление отношения предпочтительности P ; k – характеристика стратегии K , позволяющая сформулировать правило R ; P – отношение предпочтительности (предпочтение, эквивалентность) между результатами N применения i -й и $(i+1)$ -й стратегий в отношении $U\mathcal{E}_j$; N_i – результативность обучения (степень обученности), достигаемая при применении i -й стратегий обучения в отношении $U\mathcal{E}_j$.

Для решения задачи априорной оценки эффективности использования КОС в отношении УЭ достаточным является установление взаимосвязи между дидактическими возможностями отдельных видов стратегий обучения и требуемым уровнем усвоения УЭ (α). Тогда в (1) k есть уровень усвоения α .

Закон принципиальных возможностей дидактических систем определяет их потенциальные возможности в достижении заданного уровня усвоения (α) изучаемого объекта. Данный закон устанавливает тот верхний уровень сформулированных в терминах дидактики целей обучения (уровни усвоения $\alpha = 1, 2, 3, 4$), который может быть достигнут в рассматриваемой дидактической системе как определенной организационной структуре системы автоматизированного обучения и который не может быть превышен за счет изменения функциональных характеристик системы автоматизированного обучения (технологии управления обучением). В рамках формулировки стратегии обучения выбранный тип организационной структуры системы автоматизированного обучения определяет цель ее создания и функционирования, а также верхний предел результативности. Технология управления обучением (распределение функций управления между обучающим и КОС в автоматизированной системе обучения, алгоритмы управления), в свою очередь, определяет средства достижения этой цели.

Стратегия обучения может включать базовую и вспомогательную стратегии. Базовая стратегия обеспечивает достижение целей обучения, а вспомогательная – необходимую эффективность и возможность реализации базовой стратегии. Данное положение соответствует введенному в теории дидактических систем [2] понятию комбинированной дидактической системы (дидактической полисистемы), базовой и целевой (вспомогательной) дидактических систем, где под термином «целевая моносистема» понимается «система, которая гарантирует достижение целей занятия и повышает результативность базовой дидактической системы» [2]. Значит, при сравнении двух стратегий обучения его результативность будет тем выше, чем выше дидактические возможности базовой стратегии, а, при совпадении характеристик базовых стратегий, – чем выше дидактические возможности вспомогательной стратегии обучения.

Для формулировки формального правила сравнения дидактических возможностей стратегий обучения, необходимо с позиций квалиметрии определить возможность установления отношений предпочтения между различными оценками уровня усвоения ($\alpha = 1, 2, 3, 4$), как измеренного в определенной шкале показателя. Анализ понятия «уровень усвоения» и его качественных оценок с позиций квалиметрии, проведенной в [1], позволяет сделать следующие выводы:

- множество представлено в шкале гиперпорядка.
- на основе свойства транзитивности шкалы гиперпорядка на множестве могут устанавливаться следующие отношения предпочтительности:

$$K_{i+1} \succ K_i \text{ при } \Delta\alpha(K_{i+1}) = \alpha(K_{i+1}) - \alpha(K_i) > 0, \quad (2)$$

$$K_{i+1} \square K_i \text{ при } \Delta\alpha(K_{i+1}) = \alpha(K_{i+1}) - \alpha(K_i) = 0, \quad (3)$$

$$УЭ_i \succ УЭ_{i+1} \text{ при } \Delta\alpha_j(K_{n,c}) > \alpha_{j+1}(K_{n,c}), \quad (4)$$

$$УЭ_i \square УЭ_{i+1} \text{ при } \Delta\alpha_j(K_{n,c}) = \alpha_{j+1}(K_{n,c}), \quad (5)$$

где K_i – рассматриваемые стратегии ($i = \overline{1, n}$); K_n, K_c – новая и старая стратегии; $\alpha(K_i)$ – уровень усвоения, обеспечиваемый стратегией K_i ; $\Delta\alpha$ – отношение рангов α сравниваемых стратегий; $\succ$ – отношение предпочтения; $\sim$ – отношение эквивалентности.

Приведенные в (2–5) соотношения представляют собой формулировку правила $R(k_{i,i+1})$ в (1) и определяют принципы сравнения стратегий обучения:

1. При сравнении двух стратегий обучения результативность обучения будет тем выше, чем выше дидактические возможности базовой стратегии, а, при совпадении характеристик базовых стратегий, – чем выше дидактические возможности вспомогательной стратегии обучения.

2. Из двух сравниваемых стратегий обучения более эффективной (2) является та, которая обеспечивает более высокий уровень усвоения.

3. Если две сравниваемые стратегии обучения обеспечивают достижение одного и того же уровня усвоения (3), то с позиций оценки результативности обучения они эквивалентны.

4. Если существует альтернатива выбора УЭ, то рационален выбор того УЭ, в отношении которого имеется возможность использования стратегии обучения, обеспечивающей максимальную разность в уровнях усвоения в сравнении со старой стратегией обучения (4).

5. Если новые стратегии изучения нескольких УЭ обеспечивают одинаковую разность в уровнях усвоения в сравнении со старыми, то эффективность использования КОС в отношении этих УЭ эквивалентна (5).

Применение данных принципов позволяет определить рациональную номенклатуру технологий управления обучением, предназначенных к реализации средствами программного обеспечения КОС, а значит и номенклатуру автоматизируемых функций управления.

Важнейшим этапом при формировании номенклатуры стратегий обучения, предназначенных к реализации в автоматизированных обучающих системах, перечня автоматизируемых функций управления обучением и перечня моделируемых УЭ, является этап оценки целесообразности автоматизации тех или иных функций управления обучением. Принятое на этом этапе решение определяет всю дальнейшую деятельность проектировщиков по разработке психолого-педагогического обеспечения и дидактическую эффективность проектируемой КОС.

Таблица 2. Номенклатура автоматизируемых функций по видам технологий управления

Вариант технологии управления обучением	Состав автоматизируемых функций	
	функции управления обучением	функции реализации обучения
А (автоматическое управление)	– функция анализа соответствия фактической и прогнозируемой моделей усвоения; – функция оценки эффективности предыдущего обучающего воздействия и корректуры модели обучаемого; – функция формулировки текущей дидактической ситуации; – функция формулировки дидактической задачи и формирования дидактического плана изучения учебного элемента (УЭ); – функция решения дидактической задачи и определения вида последующего обучающего воздействия; – функция диагностики усвоения; – функция оценки качества подготовки обучаемого	– функция формирования процедуры предъявления образа учебного объекта (УО) в соответствии с заданным алгоритмом реализации обучающего воздействия; – функция управления УО (предъявления образа УО); – функция контроля деятельности обучаемого (параметров УО, управляемых обучаемым)
В (автоматизированное, по варианту управления технологическим процессом)	номенклатура варианта А	– функция идентификации вида обучающего воздействия с заранее созданными образами УО; – функция управления УО; – функция контроля деятельности обучаемого
С (автоматизированное, по варианту управления нетехнологизированным процессом)	номенклатура варианта В (возможна частичная реализация функций 1–5)	номенклатура варианта В
Д (ручное, с обработкой данных на ЭВМ)	– функция диагностики усвоения; – функция оценки качества подготовки обучаемого.	номенклатура варианта В
Е (ручное на основе ЭВМ)	–	функция управления УО
Ф (неадаптивное программное управление)	предъявление заранее заданной последовательности образов УО в соответствии с формально заданной системой правил	1– функция идентификации образов УО со значениями параметров деятельности обучаемого; – функция управления УО; – функция контроля деятельности обучаемого
Г (ручное)	ЭВМ не используется	

Метод оценки целесообразности автоматизации функций управления обучением

Для обеспечения максимально возможной эффективности проектных разработок усилия должны быть сосредоточены на автоматизации тех функций управления обучением, которые в наибольшей степени определяют возможность достижения конечных целей обучения. Решение данной задачи предполагает достижение следующей иерархии подцелей: 1) достижение обучающимися целей каждого из учебных занятий; 2) наиболее полное достижение обучающимися целей тех учебных занятий, которые определяют уровень усвоения учебной дисциплины в целом (целей изучения учебной дисциплины, сформулированных на уровне оперативного целеобразования).

Эффективное использование КТО для достижения первой подцели определяется соблюдением принципов психолого-педагогического проектирования, а для второй подцели – соблюдением общего принципа обеспечения эффективности обучения, заключающегося в применении наиболее эффективных педагогических технологий на завершающих этапах обучения.

Результаты анализа совместного применения этих принципов позволяют сделать вывод о целесообразности разделения учебных занятий, проводимых с использованием КТО, на следующие группы: обязательного внедрения КТО (группа 1); первоочередного использования КТО (группа 2); эффективного использования КТО (группа 3); ограниченной эффективности КТО (группа 4); ограниченного использования КТО (группа 5).

К группе 1 обязательного внедрения КТО относятся учебные занятия, достижение целей (α_z) которых не обеспечивается на основе использования старой базовой стратегии обучения ($\alpha_{\bar{o}c}$), но обеспечивается на основе новой ($\alpha_{\bar{o}n}$), использующей КОС:

$$\alpha_{\bar{o}c} < \alpha_z \leq \alpha_{\bar{o}n}.$$

К группе 2 первоочередного использования КТО относятся учебные занятия, степень достижения целей (α_z) которых оказывает определяющее влияние на оценку уровня обученности, частично обеспечивается на основе использования старой базовой стратегии обучения ($\alpha_{\bar{o}c}$), но может быть существенно повышена на основе новой базовой стратегии обучения ($\alpha_{\bar{o}n}$), использующей КОС:

$$\begin{cases} \max I_o \leq \max I_{y\bar{z}}, \\ \alpha_{\bar{o}c} \approx \alpha_z, \\ \Delta\alpha_{\bar{o}} = \alpha_{\bar{o}n} - \alpha_{\bar{o}c} \geq 1, \end{cases}$$

где I_o , $I_{y\bar{z}}$ – соответственно оценка степени достижения целей изучения учебной дисциплины в целом и целей рассматриваемого учебного занятия; $\alpha_{\bar{o}}$ – соотношение рангов α сравниваемых базовых стратегий обучения.

К группе 3 эффективного использования КТО относятся учебные занятия, необходимая степень достижения целей (α_z) которых частично обеспечивается при использовании старой базовой стратегии обучения ($\alpha_{\bar{o}c}$), но может быть повышена на основе новой ($\alpha_{\bar{o}}$) стратегии, использующей КОС:

$$\begin{cases} \alpha_{\bar{\sigma}\sigma} \approx \alpha_3, \\ \Delta\alpha_{\bar{\sigma}} = \alpha_{\bar{\sigma}\eta} - \alpha_{\bar{\sigma}\sigma} \geq 1. \end{cases}$$

К группе 4 ограниченной эффективности КТО относятся занятия, для которых:

- достижение целей (α_3) обеспечивается при использовании старой базовой стратегии обучения ($\alpha_{\bar{\sigma}\sigma}$);
- потенциальные дидактические возможности старой ($\alpha_{\bar{\sigma}\sigma}$) и новой ($\alpha_{\bar{\sigma}\eta}$) базовых стратегий обучения эквивалентны;
- эффективность обучения может быть повышена только на основе внедрения новой вспомогательной ($\alpha_{\bar{\sigma}\eta}$) стратегии обучения, использующей КОС:

$$\begin{cases} \alpha_{\bar{\sigma}\eta} \approx \alpha_{\bar{\sigma}\sigma} \approx \alpha_3, \\ \Delta\alpha_{\bar{\sigma}} = \alpha_{\bar{\sigma}\eta} - \alpha_{\bar{\sigma}\sigma} \geq 1, \end{cases}$$

где $\alpha_{\bar{\sigma}}$ – соотношение рангов α сравниваемых вспомогательных стратегий.

К группе 5 ограниченного использования КТО относятся занятия, для которых:

- достижение целей (α_3) обеспечивается при использовании старой базовой стратегии обучения ($\alpha_{\bar{\sigma}\sigma}$);
- потенциальные дидактические возможности старой ($\alpha_{\bar{\sigma}\sigma}$) и новой ($\alpha_{\bar{\sigma}\eta}$) базовых стратегий обучения эквивалентны;
- потенциальные дидактические возможности старой ($\alpha_{\bar{\sigma}\sigma}$) и новой ($\alpha_{\bar{\sigma}\eta}$) вспомогательных стратегий обучения эквивалентны;
- эффективность обучения может быть повышена только за счет использования технических возможностей КОС в режиме традиционного технического средства обучения:

$$\begin{cases} \alpha_{\bar{\sigma}\eta} \approx \alpha_{\bar{\sigma}\sigma} \approx \alpha_3, \\ \alpha_{\bar{\sigma}\eta} \approx \alpha_{\bar{\sigma}\sigma}. \end{cases}$$

Ранги (номера) групп, к которым отнесены рассматриваемые учебные занятия, определяют последовательность внедрения КТО, а используемые в соответствующих группах технологии обучения – целесообразность автоматизации соответствующих функций управления.

Исходными данными для решения задачи оценки целесообразности автоматизации отдельных функций управления обучением являются решения, принятые на этапе определения состава стратегий обучения, а также сформулированные на общедидактическом уровне цели обучения и характеристики старой стратегии обучения. Формулировка целей обучения представлена в табл. 1. Выбор состава автоматизируемых функций производится на основе данных, приведенных в табл. 2. Для обеспечения эффективности проектных разработок усилия должны быть сосредоточены на автоматизации тех функций управления, которые определяют возможность достижения конечных целей обучения.

Рассмотренные методы решения отдельных задач макропроектирования КОС позволяют, если не формализовать, то структурировать и упорядочить деятельность проектировщиков на этапе формирования замысла проектируемой КОС, а также сосредоточить основные усилия на решении главной задачи – создании концепции КОС, наиболее полно отвечающей своему функциональному предназначению.

Литература

1. Руководство по разработке автоматизированных обучающих систем военного назначения: отчет по НИР «Авангард-5 МО». Тверь: Эргоцентр, 1999.
2. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989.
3. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: справочник / под ред. А.И. Губинского, В.Г. Евграфова. М.: Машиностроение, 1993.
4. Шилин К.Ю. Теоретические основы гомеостатического управления познанием: монография. СПб.: СПб ун-т МВД России, 2001.

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

А.С. Смирнов, кандидат технических наук, доцент;

В.П. Сугак, кандидат технических наук, доктор военных наук, профессор;

В.В. Попов, кандидат военных наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проанализированы возможности применения информационных технологий в интересах повышения эффективности образовательного процесса. Предложена разработка системы управления качеством преподавания математических дисциплин. Показаны назначение и особенности работы информационно-справочных, обучающих и контролирующих подсистем.

Ключевые слова: информационные технологии, система управления, модульная система, контроль, тестовые системы, качество обучения

EFFECTIVE UTILISATION OF THE INFORMATION TECHNOLOGIES IN TEACHING OF MATHEMATICAL DISCIPLINES

A.S. Smirnov; V.P. Sugak; V.V. Popov.

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

Possibilities of application of the information technologies in interests of increase of efficiency of educational process are analyzed. Development of management teaching system quality of mathematic disciplines is offered. Main educational, informational and testing sub-system features and purposes are represented.

Key words: information technologies, management system, modules system, control, testing system, education quality

Внедрение информационных технологий в учебный процесс является важнейшей задачей в поиске эффективных путей качественного преподавания. Построение вариативного образовательного пространства возможно при использовании информационных технологий в области преподавания.

Грамотное использование и гармоничное сочетание достижений в сфере информационных технологий и преимуществ классического образования позволит достойно выстоять в конкурентной борьбе на рынке образовательных услуг, повысить престиж учебного заведения, а также достичь значительных результатов в расширении возможностей

и качестве преподавания учебных дисциплин, формировании специалистов с высокой информационной культурой.

В рамках созданной в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России системы управления качеством работы всех служб и подразделений и в интересах повышения эффективности преподавания математических дисциплин курсантам и студентам всех специальностей [1, 2] на кафедре «Высшей математики и системного моделирования сложных процессов» создается и функционирует Система управления качеством образовательного процесса. Постоянно проводится научное обоснование технологии учебно-образовательного процесса, разрабатываются математические модели формирования знаний при использовании преподавателями электронных обучающих, справочных и контролирующих (тестовых и экзаменационных) информационных систем (ИС), создаются методики оценивания знаний обучаемых. Кроме того, на кафедре разрабатывается информационная управляющая система, позволяющая автоматизировать деятельность, как руководства кафедры, так и преподавательского состава.

Основная идея, положенная в основу повышения эффективности преподавания математических дисциплин с использованием информационных технологий состоит в следующем:

- в Системе управления качеством образовательного процесса на кафедре используются обучающие информационные системы, информационно-справочные системы, системы контроля знаний обучаемых и тестовые системы (рис. 1);
- применяется модульная система обучения и подготовки курсантов и студентов (рис. 2);
- используется специальная система показателей измерения и оценки качества образовательного процесса (автоматической проверки знаний обучаемых).

Теоретическими источниками стали фундаментальные теории в области системного анализа и принятия решений, автоматизированных обучающих систем, методы применения компьютерных технологий, педагогики и психологии.

Предлагаемая Система управления качеством преподавания математических дисциплин является иерархической системой, включающей в себя два уровня управления:

- стратегический – Центр организации и координации учебно-методической работы университета, обеспечивающий управление учебным процессом в соответствии с требованиями по качеству профессиональной подготовки специалистов;
- оперативный – профессорско-преподавательский состав кафедры, обеспечивающий управление процессом формирования математических знаний у курсантов и студентов, отвечающих требованиям по качеству, а также специалисты центра автоматизации задач управления, обеспечивающие надежную и бесперебойную работу средств вычислительной техники и программного обеспечения, задействованного в контуре управления.

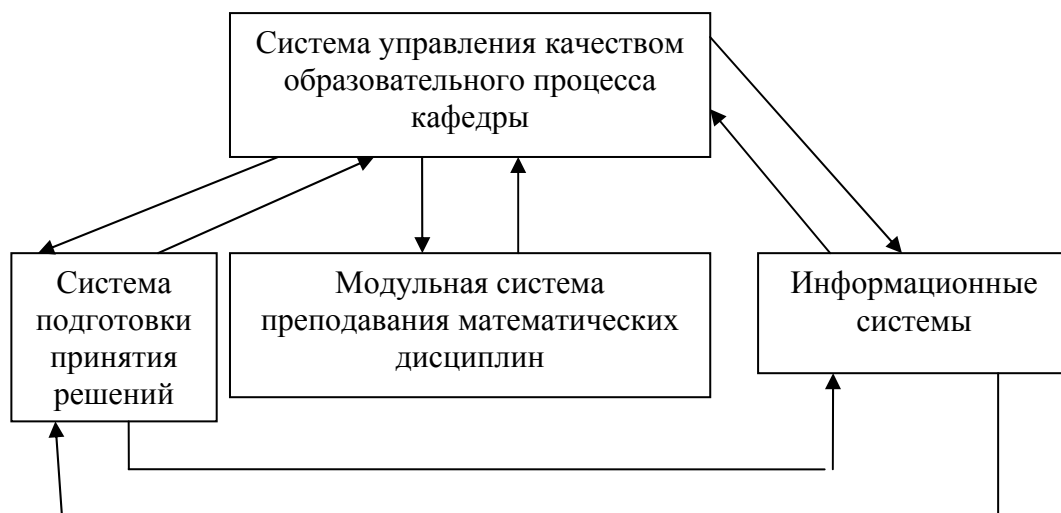


Рис. 1. Элементы системы управления качеством образовательного процесса



Рис. 2. Модульная обучающая система

Структурно-функциональная схема контура стратегического управления представлена на рис. 3, где УО – управляющий объект; М – монитор; В – вектор управляющего воздействия, причем $V = \{ N, L(t), Q(t) \}$; N – число модулей в учебной дисциплине; L(t) – тематический план, определяющий порядок изучения модулей во времени; Q(t) – требования по качеству знаний.

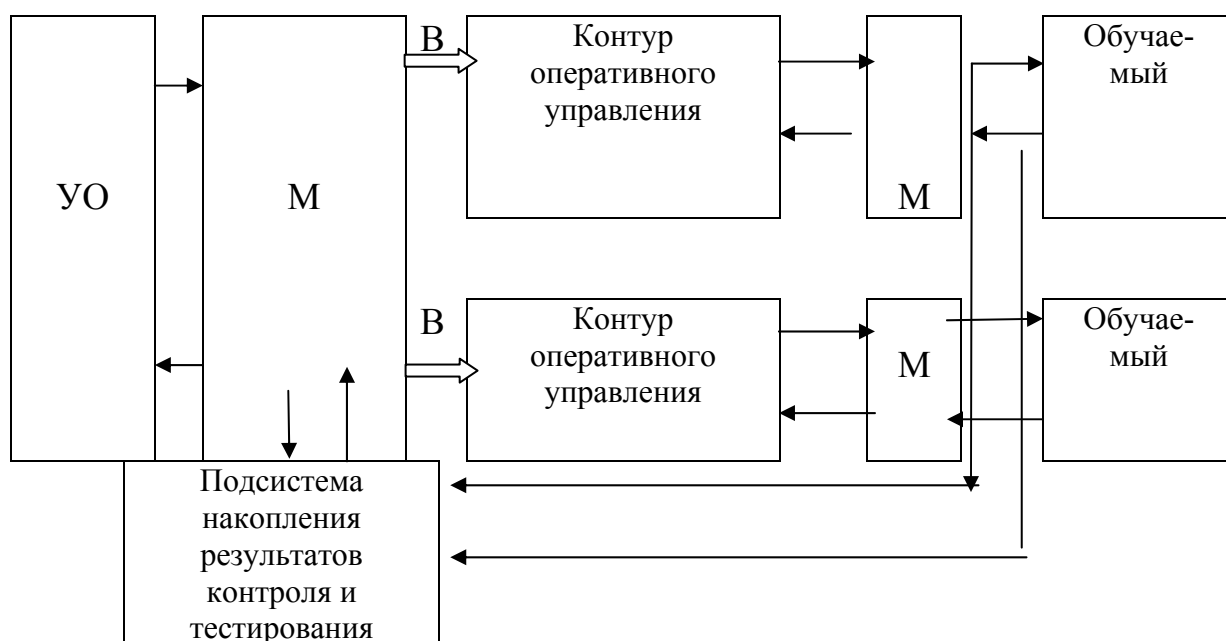


Рис. 3. Контур стратегического управления

Контур стратегического управления выполняет функции обобщения и накопления информации о качестве знаний обучаемых, формализации, хранения и выдачи требований управляющего объекта по объему изучаемых дисциплин, порядку их прохождения и требований по качеству знаний.

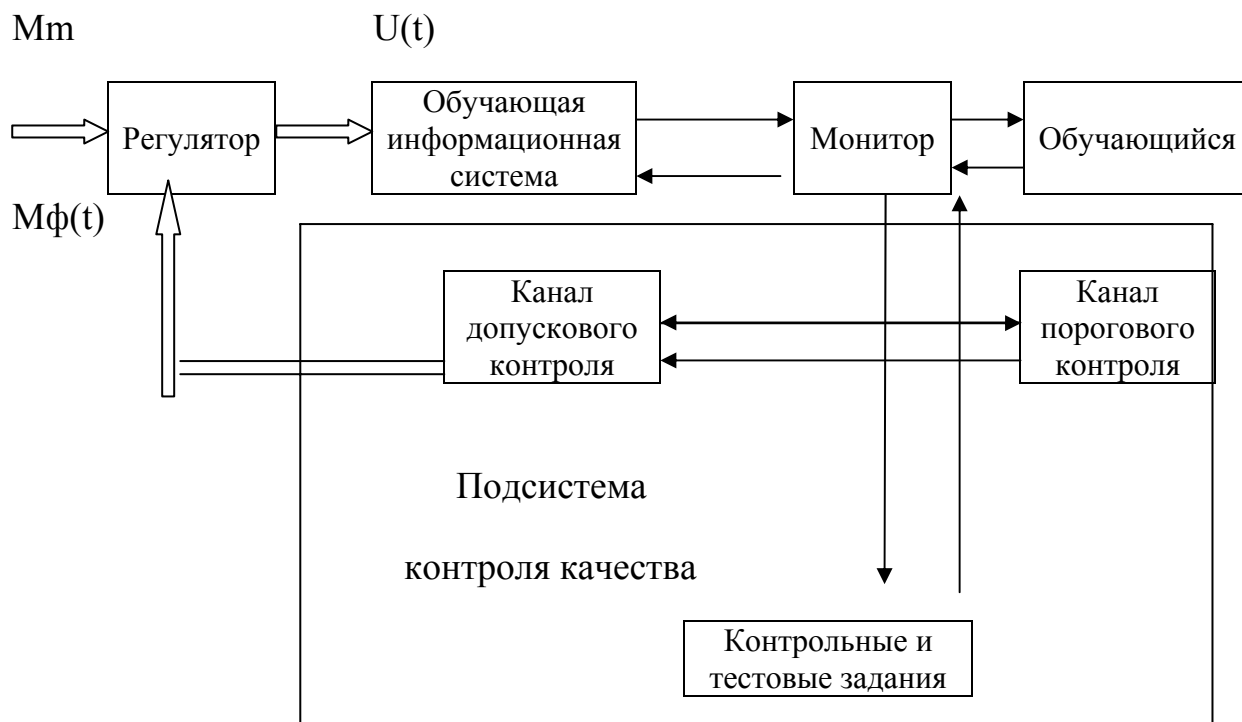


Рис. 4. Контур оперативного управления

Контур оперативного управления выполняет функции управления процессом формирования знаний. Он обеспечивает доступ обучаемых к информационным обучающим системам и к подсистеме контроля качества знаний и определяет соответствие фактического качества знаний требуемому.

При обосновании требований к Системе управления качеством процесса преподавания математических дисциплин проведен анализ этапов формирования математических знаний у обучаемых и связей между этапами. Это позволило информационное обеспечение, разрабатываемое на кафедре, представить в виде матрично-модульной ИС, состоящей из информационно обучающей и контролирующей системы, включающей:

I. Электронное учебное пособие, комплекты лекций и презентации по темам, содержащие весь изучаемый на лекционных занятиях теоретический материал, а также справочные сведения из элементарной математики, необходимые для успешного понимания и освоения обучаемыми сложных вопросов высшей математики. При этом имеются ссылки на литературу для более глубокого усвоения теории, а также на другие модули и их разделы. Это является ценным и удобным для курсантов и студентов, самостоятельно готовящихся в период сессии к зачетам или экзаменам. Особенно это является полезным для обучающихся

по заочной форме, которые, изучая отдельные темы и разделы самостоятельно, для уяснения теоретических положений параллельно могут использовать методический материал, связанный с практическим приложением изучаемой теории. Решение типовых задач и примеров позволит успешно выполнить контрольные работы. Применение данного электронного комплекса повышает эффективность лекционных занятий за счет того, что обучаемые получают больше содержательной и поясняющей информации. Преподавателю предоставляется дополнительная возможность глубже раскрыть и более подробно объяснить представленный на соответствующих страницах пособия теоретический материал.

Использовать данное пособие можно, отображая информацию на большом экране одновременно для всех обучаемых, а также представляя ее на мониторах компьютера.

В этом случае обучаемые могут самостоятельно определять для себя время, необходимое для качественного изучения представленных вопросов, а также выбирать темы и учебные вопросы для изучения. Преподаватель при этом работает индивидуально с каждым курсантом и студентом. Весь изучаемый материал может быть представлен обучаемым по их желанию в электронном виде.

II. Электронное учебно-методическое пособие по основным приемам решения практических задач, предназначенное для обучения навыкам и приемам решения практических задач по математике.

В данном пособии представлены все темы практических занятий и подробно изложены основные приемы решения типовых задач.

Необходимость данного модуля в системе и подробное разъяснение в нем материала связано с тем, что обучаемый, при подготовке к практическим занятиям (зачету или экзамену), работая за компьютером, сможет самостоятельно разобраться с основными правилами и приемами решения типовых практических задач.

III. Электронный комплекс лабораторных работ (лабораторный практикум), содержащий лабораторные работы для всех основных изучаемых разделов дисциплины.

Целью лабораторного практикума является закрепление теоретического материала, который курсанты и студенты усвоили на лекционных занятиях, и основных приемов решения задач, изученных в ходе практических и семинарских занятий. Лабораторные работы выполняются на ПК с использованием пакета прикладных программ (ППП) Mathcad. При этом курсанты и студенты дополнительно учатся основам применения средств ППП Mathcad, обучаются навыкам формирования и подготовки отчетных документов. Каждая лабораторная работа проводится на итоговом практическом занятии по изучаемой теме, и включает в себя все ранее изучаемые теоретические положения и приемы решения задач, которые выполнялись на практических занятиях в виде самостоятельных учебных вопросов.

IV. Обязательным элементом, связанным с этапами формирования математических знаний, является электронный комплекс для автоматической проверки знаний, включающий контрольные и тестовые задания, представленные в системе в электронном виде в качестве самостоятельных модулей (Электронная тестовая система).

Тестовая система выполнена на языке программирования PHP с использованием баз данных MySQL.

Контрольные задания содержат самостоятельные варианты, включающие 11 задач, охватывающих весь изученный материал. Оценивание выполненной работы проводится по балльной системе. Каждой задаче по степени сложности присваиваются баллы. Если обучаемый по общей сумме набирает от 34 до 39 баллов, то он получает оценку «отлично», если от 25 до 33 баллов – «хорошо», от 15 до 24 баллов – «удовлетворительно», и если получено менее 15 баллов, то ставится оценка «неудовлетворительно».

Работая с тестовыми заданиями, курсанты и студенты должны выбрать правильные варианты высказываний тестов и набрать соответствующее количество баллов. Данный контроль целесообразно проводить чаще, чем предыдущую форму контроля.

При этом имеется возможность применять тесты по каждой изученной теме и добиваться более глубокого усвоения конкретного материала.

Данная система так же позволяет преподавателям редактировать или добавлять новые задания без особых навыков работы с компьютером.

Математическая модель и соответственно информационная подсистема контроля и автоматической проверки качества знаний обучаемых основана на методе двухступенчатого статистического анализа. Процедура допускового контроля учитывает особенности и возможности функции Харрингтона, а также матричной модели и алгоритма функционирования контура оперативного управления.

В подсистеме контроля качества знаний вопросы (примеры) контрольных заданий и тестов формируются по каждому информационному блоку. На вопросы дается несколько ответов, из которых нужно выбрать правильный. Каждый ответ оценивается некоторым количеством баллов, определяемых числами натурального ряда.

В предлагаемой работе рассматривается процесс создания и внедрения системы управления качеством преподавания математических дисциплин. При этом решаются задачи разработки математических моделей:

- контура формирования знаний у обучаемых, изучающих математику;
- информационно-справочных, обучающих и контролирующих систем;
- систем оценивания знаний у обучаемых.

Основное внимание уделяется требованию разработки качественно нового наглядно-описательного способа и приемов преподавания сложного материала за счет совершенствования возможностей информационных технологий в области образовательного процесса. Представленная матрично-модульная форма построения информационных программ для использования в учебном процессе кафедрой содержит как оригинальные разработки авторов, так и базовые ППП, такие как Power Point, Macromedia Flash, MathCAD и другие.

Литература

1. Ткачев П.А., Смирнов А.С., Войтенко О.В. Системный подход к анализу качества образования в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России // Вестник Санкт-Петербургского института ГПС МЧС России. 2006. № 4.

2. Сугак В.П. Совершенствование возможностей информационных технологий в интересах управления качеством образовательного процесса // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2009. № 1(2). С. 17–24.

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ УЧЕТА АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ, АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

И.В. Марьина. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Посвящена разработке базы данных для информационной системы «Автоматизированная база данных по учету аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований Северо-Западного федерального округа» (АБД ПСР и АСФ). Рассмотрены проблемные вопросы, которые явились предпосылками к созданию информационной системы, определены требования к создаваемому проекту и, в конечном итоге, представлена спроектированная реляционная база данных.

Ключевые слова: аварийно-спасательное формирование, аварийно-спасательная служба, аттестация, оснащенность, материально-технические средства

DEVELOPMENT OF A DATABASE TO ACCOUNT FOR EMERGENCY SERVICES, RESCUE UNITS OF THE NORTH-WEST FEDERAL DISTRICT

I.V. Mar'ina. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article is devoted to the development of a database for the information system, the topic «Automated Database to integrate emergency services, emergency response teams North-western Federal District». Considered problematic issues raw, which were prerequisites to the creation of an information system, the requirements to create projects and, in the end, are shown designed relational database.

Key words: rescue units, emergency and rescue service, certification, equipment, material and technical means

Одно из направлений деятельности отдела аварийно-спасательных формирований (АСФ) Северо-Западного регионального центра (СЗРЦ) МЧС России – учет всех видов формирований и спасателей, находящихся в ведении МЧС России на территории Северо-Западного федерального округа (СЗФО). Все формирования и спасатели занесены в реестр на бумажном носителе. Периодическую аттестацию сотрудники и формирования должны проходить согласно установленным срокам, а именно раз в три года. При большом числе формирований уследить за актуальностью свидетельства аттестации проблематично, так как приходится вручную пересматривать реестр. Аналогично обстоит дело и со спасателями. Оснащение формирований можно узнать, лишь изучив паспорт формирования, что занимает достаточно большое время.

На территориальном уровне сбор и учет сведений о реагировании формирований на поисково-спасательные работы (ПСР), о туристских маршрутах и туристах, о работе студенческих спасательных отрядов, о работах, выполненных военизированными горноспасательными частями осуществляется Главными управлениями МЧС России по субъектам СЗФО РФ, Северо-Западным региональным поисково-спасательным отрядом (СЗ РПСО), 346 спасательным центром (СЦ). Представление информации о ПСР осуществляется по форме 3/ ПСС в установленные ранее сроки.

В отделе АСФ СЗРЦ МЧС России данные, полученные от субъектов, обобщаются и формируются общие отчеты за СЗФО, что отнимает много времени у ответственных за данное направление должностных лиц, а также присутствует доля человеческого фактора, что нередко приводит к ошибочным расчетам.

На территории СЗФО находится порядка тысячи формирований, аварийно-спасательных, противопожарной службы, студенческих и военизированных горноспасательных частей и порядка трех тысяч аттестованных спасателей. При возникновении ЧС дежурной смене Центра управления кризисными ситуациями (ЦУКС) приходится запрашивать информацию о наличии необходимого оборудования и техники, а также имеющихся спасателях определенной квалификации и обладающих набором специальностей непосредственно связываясь с субъектами, что замедляет оперативное планирование проведения ПСР.

Чтобы хорошо спроектировать базу, необходимо четко представлять решаемую задачу. Набор требований составляется исходя из того, что хочет заказчик, и что ему на самом деле нужно [1]. Чтобы сформулировать реальные требования к системе, необходимо как можно больше информации о предметной области.

Объектом базы данных является информация об аварийно-спасательной службе (АСС), АСФ, спасателях формирований и материально-технической базе.

Предметом базы данных являются процессы сбора, учета, передачи, обработки, хранения и использование информационных ресурсов, предоставляющих сведения о проведенных ПСР АСС, АСФ.

Сбор и учет сведений о проведенных ПСР осуществляется с целью создания системы

обеспечения информационной поддержки организации ПСР в части, касающейся функций МЧС России.

Рассмотрим определение требований базы данных «Автоматизированная база данных по учету поисково-спасательных работ и аварийно-спасательных формирований» (АБД ПСР и АСФ). Данная база предназначена для оперативных смен ЦУКС СЗРЦ МЧС России и Главного управления МЧС России, отделов АСФ, поэтому набор требований к ней составляется, исходя из особенностей повседневной деятельности подразделений МЧС России.

На основе анализа роли и места системы в деятельности отдела определены основные требования к проекту.

I. Система должна обеспечивать возможность выполнения функций:

1. Разделение пользователей подключаемых через интерфейс на группы:

– авторизованных пользователей для внесения и изменения информации;

– авторизованных пользователей с целью поиска и ознакомления с информацией;

– администраторов базы данных;

2. Возможность добавления и редактирования сведений о составе аттестационных комиссий СЗФО.

3. Возможность добавления и редактирования сведений о формированиях СЗФО, их технической оснащенности и периодичности аттестации.

4. Возможность добавления и редактирования сведений о сотрудниках формирований (личные данные, обучение, аттестация).

5. Возможность добавления и редактирования сведений о служебных собаках формирований (личные данные, обучение, сертификация).

6. Возможность внесения еженедельных сведений:

– о проведенных ПСР формированиями СЗФО;

– о туристских маршрутах на территории СЗФО;

– о работе студенческих спасательных отрядов СЗФО;

– о работе военизированных горноспасательных частей СЗФО.

7. Возможность поиска по базе данных информации о формированиях:

– по регионам, городам;

– по учредителям;

– по оснащенности;

– по видам проводимых аварийно-спасательных работ (АСР);

– по окончанию срока действия свидетельства аттестации;

– по типу финансирования;

– по его типу.

8. Возможность поиска по базе данных информации о формированиях и его сотрудниках:

– по квалификации спасателя;

– по специальности спасателя;

– по образованию спасателя;

– по наличию загранпаспорта у спасателя;

– по окончанию срока действия аттестации у спасателя.

Входной информацией являются данные о формированиях СЗФО, сведения об их спасателях, животных, оснащенности, вносимые в поля ввода с клавиатуры на русском и английском языке.

Выходные данные организуются в виде ответа на запрос, который выводится в окно поиска. После просмотра результата есть возможность выполнить следующий запрос и распечатать имеющийся.

II. Требования к надежности – устойчивость базы данных обеспечивает возможность правильной работы программы без сбоев. Отказ в работе программы может возникнуть при обнаружении неизвестной ошибки, которая ранее не рассматривалась.

III. Требования к условиям эксплуатации – с базой может работать сотрудник, имеющий представление о деятельности отдела АСФ. Для работы с базой достаточно одного пользователя, которому необходимо ознакомиться с руководством пользователя.

IV. Требования к составу и параметрам технических средств в соответствии с оснащенностью подразделений.

Персональный компьютер, минимальные показатели:

- процессор Intel Core Duo;
- установленная память (ОЗУ) 2 Gb;
- частота процессора 2000 МГц;
- жесткий диск 320 Gb;
- операционная система Windows XP/7;
- видеопамять 512 Мб;
- программная платформа Framework 4.0.

В процессе разработки программного продукта важную роль играет проектирование базы данных (БД). Разработку БД необходимо начать с анализа предметной области и постановки задачи [2].

Логический аспект рассмотрения БД позволяет представить базу с точки зрения пользователя, физический показывает, как БД организована на запоминающих устройствах. Обеспечение независимости информации в пользовательском представлении от конкретной организации во внешней памяти компьютера требует введения в рассмотрения уровней представления информации. Следует разграничивать традиционно отождествляемые понятия – информация и данные. Таким образом, выделяют два уровня представления информации: инфологический и датологический. Инфологический уровень используется при рассмотрении вопросов, связанных со смысловым содержанием информации вне зависимости от ее представления в памяти компьютера. Датологический уровень отображает особенности представления данных в памяти ЭВМ. Понятие логической структуры неразрывно связано с определенными типами моделей данных. Наиболее известными являются : иерархическая, сетевая и реляционные модели данных. Во время использования крупных ЭВМ широко использовались первые две модели. С переходом к персональным ЭВМ усилился интерес к использованию реляционной модели. В настоящее время эта модель преобладает.

При проектировании БД выбрана реляционная модель данных. Особенность реляционной модели в том, что в ней отсутствуют явно задаваемые связи между компонентами данных. Логическая структура такой БД представляет собой совокупность явно несвязанных двумерных таблиц, называемых отношениями. А для выполнения операций над таблицами используются математический аппарат реляционного исчисления и алгебра отношений.

Для организации доступа к ресурсам БД выбрана клиент-серверная система управления базами данных (СУБД), которая располагается на сервере вместе с БД и осуществляет доступ к БД непосредственно, в монопольном режиме. Все клиентские запросы на обработку данных обрабатываются клиент-серверной СУБД централизованно [3].

База данных прошла все этапы проектирования, а именно:

1. Анализ информационных потребностей.

Была проанализирована информация, циркулирующая в органе управления, для которого разрабатывалась БД, и определены которые будут решаться основными пользователями.

2. Инфологическое моделирование.

Инфологическая модель отображает объекты предметной области, их учитываемые характеристики – атрибуты, а также взаимные связи между объектами и атрибутами. Была дана характеристика всех атрибутов, учитываемых в БД. Она предполагает указание принадлежности атрибута, типа данных, к которым относятся значения атрибутов, их длины, область допустимых значений, ограничений целостности и ряд других характеристик.

3. Логическое проектирование.

Результатом является логическая структура базы, называемая реляционной схемой БД. Проектирование реляционной схемы является одним из самых сложных этапов. Основная задача выполнена – нормализованы отношения, то есть схемы отношений приведены к нормальной форме, обеспечивающей целостность БД в ходе работы с ней на этапе эксплуатации.

4. Физическая реализация.

В среде выбранной СУБД сформирована структура таблиц (рис. 1–5), разработаны запросы и отчеты в соответствии с решениями, полученными на первом этапе. Таким образом, промежуточный результат – демонстрационный прототип (макет) БД, показывающий возможность (или невозможность) реализации всех представляемых к ней требований.

Макет удовлетворил предъявляемым требованиям, началось заполнение БД и она была передана в опытную эксплуатацию.

База данных разработана в СУБД MySQL 5.0, так как MySQL является программным средством, предназначенным для создания структуры новой реляционной базы, наполнения ее содержимым, редактирования содержимого и отбора данных в соответствии с заданным критерием, их упорядочения, оформления и последующей выдачи их на устройства вывода или передачи по каналам связи [4].

База данных 26 января 2012 г. была установлена на сервер в Северо-Западном региональном центре.

Для пользователей была разработана программа для работы с созданной базой данных. Информационная система получила название «АБД ПСР и АСФ». Для обучения пользователя работе с системой «АБД ПСР и АСФ» создано руководство пользователя.

Информационная система была направлена в структурные подразделения МЧС России по субъектам СЗФО. Уникальный логин и пароль для входа в систему выдается должностным лицам, ответственным за работу с программой.

Эффективность работы в системе обеспечивает удобный интерфейс.

Информационная система «Автоматизированная база данных по учету поисково-спасательных работ и аварийно-спасательных формирований Северо-Западного федерального округа» прошла тестирование Главными управлениями МЧС России по субъектам СЗФО РФ, СЗ РПСО и 346 СЦ в период с 26 января по 6 февраля 2012 г., введена в эксплуатацию 15 февраля 2012 г.

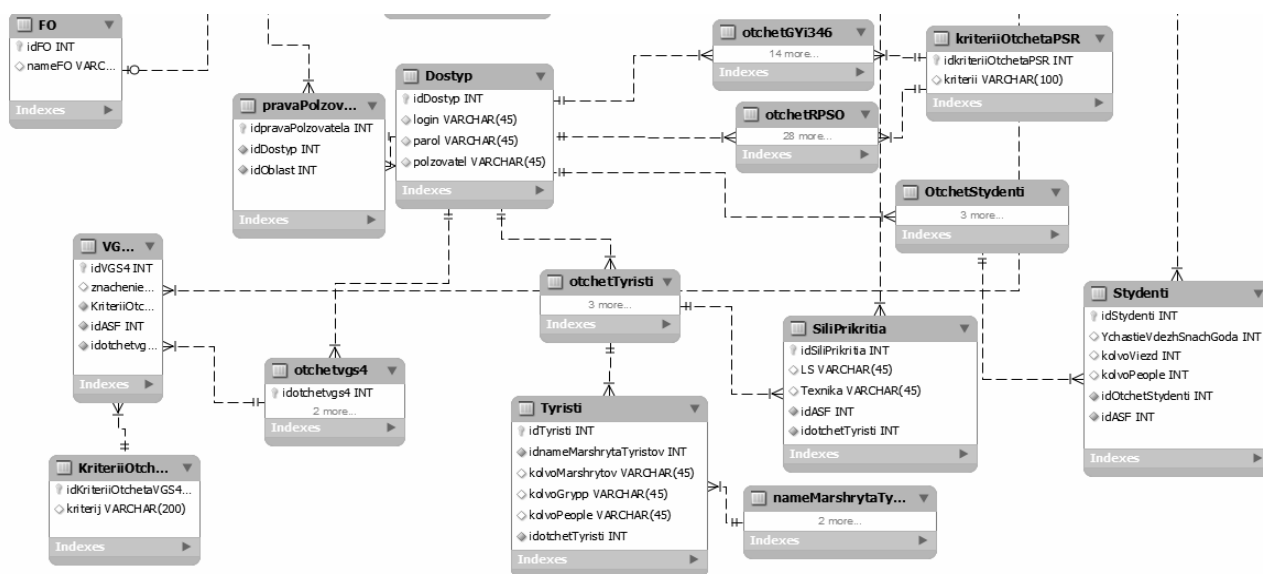


Рис. 1. Часть реляционной схемы БД, посвященная отчетам

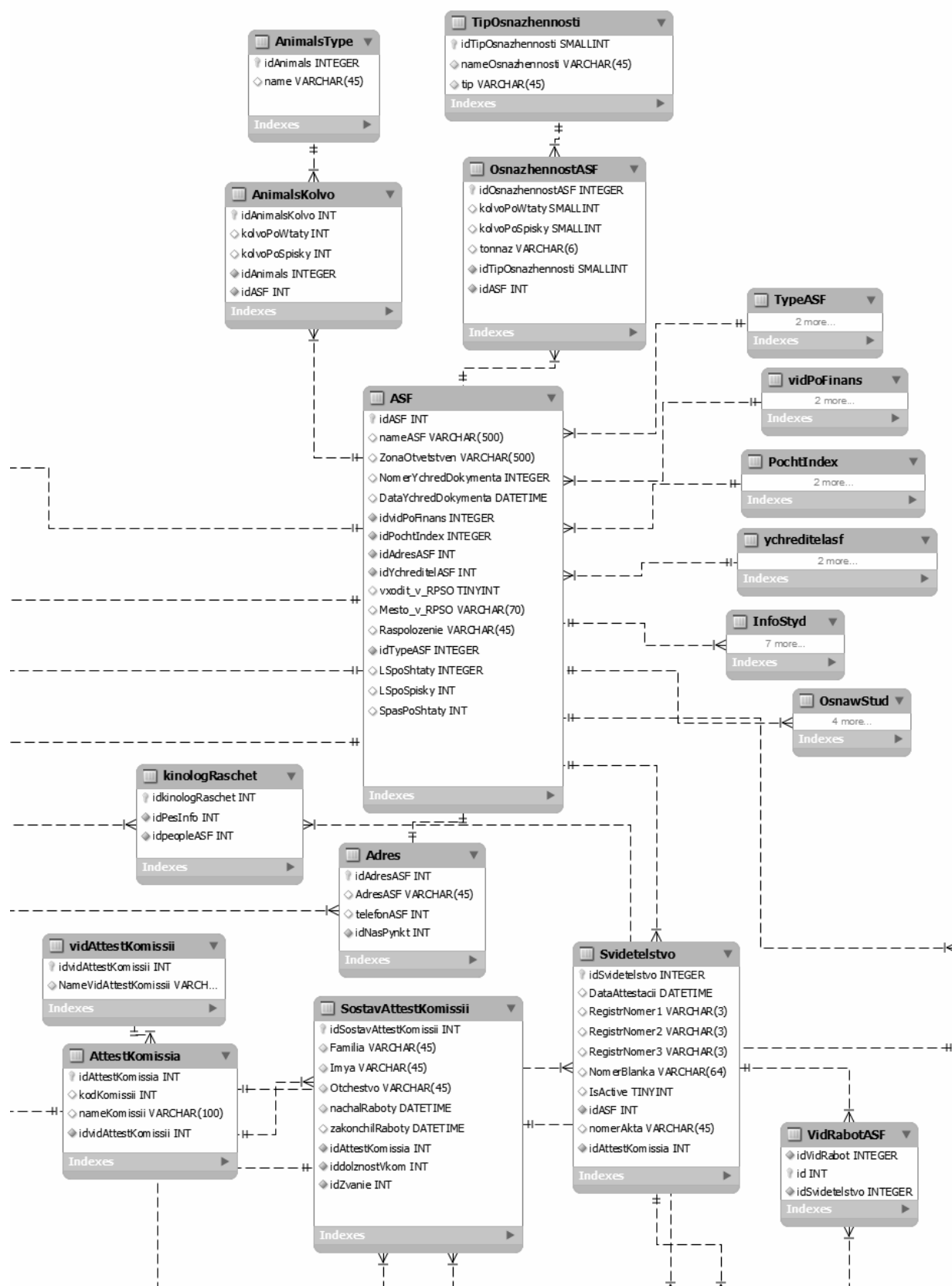


Рис. 2. Часть реляционной схемы БД, посвященная аварийно-спасательным формированиям

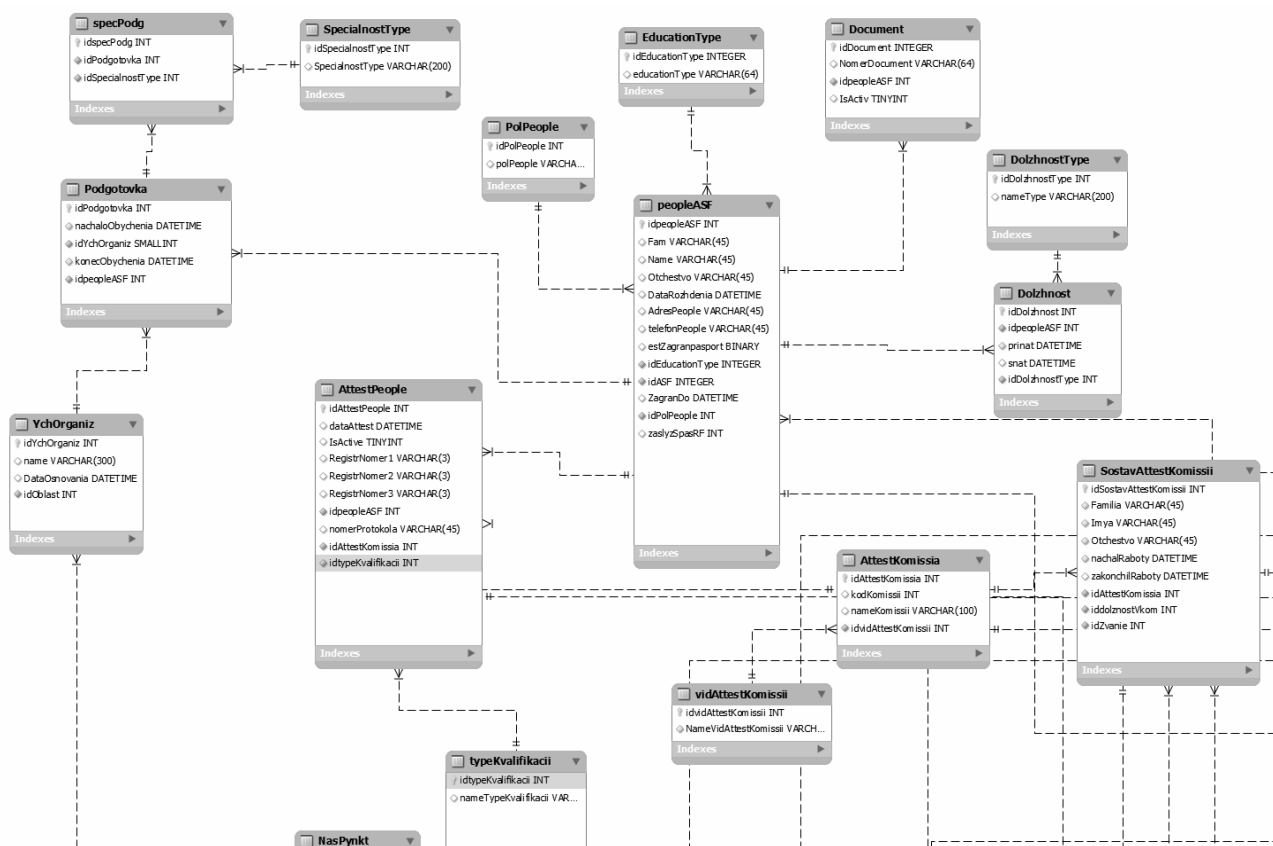


Рис. 3. Часть реляционной схемы БД, посвященная сотрудникам аварийно-спасательных формирований

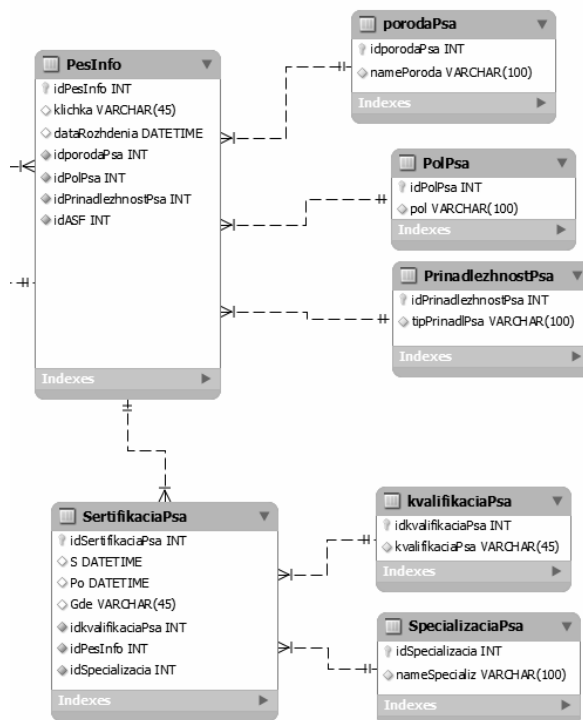


Рис. 4. Часть реляционной схемы БД, посвященная служебным собакам аварийно-спасательных формирований

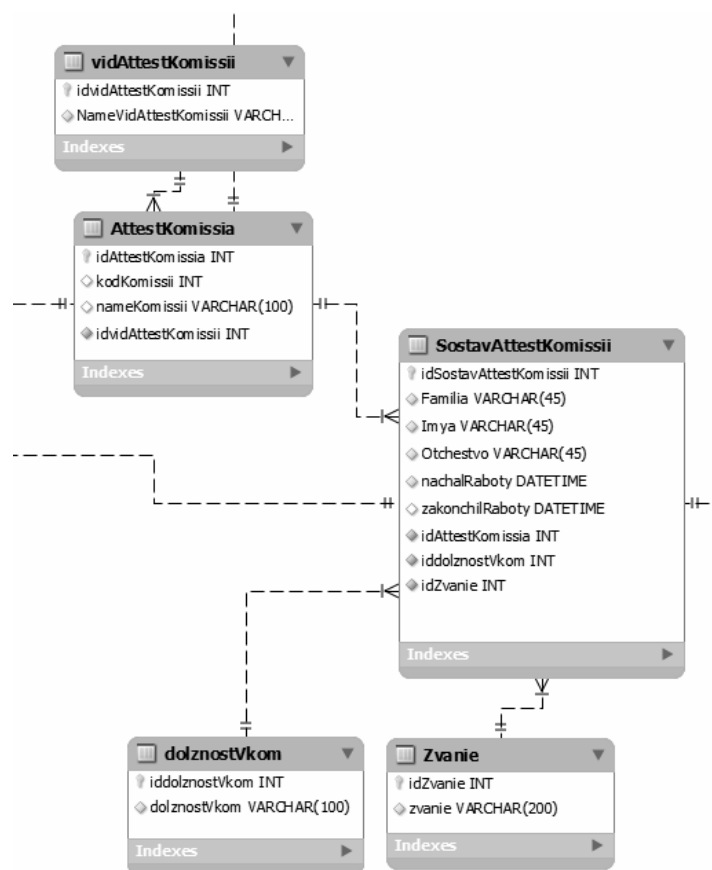


Рис. 5. Часть реляционной схемы БД, посвященная аттестационной комиссии

Литература

1. Негодаев И.А. Информатизация культуры: монография. Ростов-н/Д: ЗАО «Книга», 2003.
2. Коннолли Т., Бегг К. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. 3-е изд.: пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.
3. Мирошниченко Е.А. К формальному определению понятия «база данных» // Пробл. информатики. 2011. № 2.
4. What is MySQL? (англ.). MySQL 5.5 Reference Manual. Oracle Corporation. URL: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/what-is-mysql.html> (дата обращения: 11.09.2012).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Дергачев Валентин Андреевич – зам. директора по науч. работе Физико-технич. института им. А.Ф. Иоффе РАН (194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 26), тел. (812) 297-79-28, e-mail: dergach@mail.ioffe.ru, д-р физ.-матем. наук, проф.;

Дехтерёва Валерия Владимировна – ст. препод. каф. перепод. и повыш. квалификац. спец. СПб университета ГПС МЧС России, (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Дикинис Александр Владиславович – зав. каф. дистанцион. аэрокосмич. зондирования Рос. гос. гидрометеорологического университета (195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д. 98), тел. (812) 444-59-47, e-mail: adikinis@mail.ru, канд. географ. наук;

Зуев Андрей Вячеславович – зам. нач. каф. перепод. и повыш. квалификац. спец. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. истор. наук;

Калинина Елена Сергеевна – зам. нач. каф. высш. матем. и систем. моделир. сложных проц. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Карлин Лев Николаевич – ректор Рос. гос. гидрометеорологического университета (195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д. 98), тел. (812) 444-41-63, e-mail: rector@rshu.ru;

Марьина Инга Викторовна – слушатель СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Маслаков Михаил Дмитриевич – проф. каф. пож. безопасн. технол. проц. и производств СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-00-12, д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Онов Виталий Александрович – нач. каф. систем. анализа и антикризис. управ. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Попов Василий Владимирович – нач. каф. высш. матем. и систем. моделир. сложных процессов СПб университета ГПС МЧС России (195105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук;

Романов Николай Николаевич – доц. каф. физики и теплотехники СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Савицкий Антон Андреевич – председатель совета СРО некоммерческое партнерство «Региональное энергетическое объединение» (191124, Санкт-Петербург, пр. Смольный, д. 7), тел. (812) 710-72-92, e-mail: info@nr-go.ru;

Сапунов Валентин Борисович – гл. науч. сотр. Рос. гос. гидрометеорологического университета (195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д. 98), e-mail: sapunov@rshu.ru, д-р биол. наук, действ. член Европейского союза наук о Земле;

Сметанин Юрий Владимирович – проф. каф. высш. матем. и систем. моделир. слож. проц. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Смирнов Алексей Сергеевич – зам. начальника СПб университета ГПС МЧС России по учебной работе (195105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Сугак Владимир Петрович – проф. каф. высш. матем. и систем. моделир. сложных процессов СПб университета ГПС МЧС России (195105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, д-р воен. наук;

Федоров Александр Валентинович – Гос. науч. учреж. Всерос. науч.-исслед. институт жиров Рос. акад. сельскохоз. наук (190000, Санкт-Петербург, ул. Черняховского, д. 10), тел. (812) 712-27-02, д-р техн. наук;

Шилин Кирилл Юрьевич – проф. каф. эконометрики и матем. эконом. Рос. акад. народного хозяйства и гос. службы при Президенте РФ (119571, Москва, пр. Вернадского, д. 82), тел. (495) 564-86-00, д-р техн. наук;

Шишкин Владимир Михайлович – ст. науч. сотр. Санкт-Петербургского ин-та информатики и автоматизации РАН (199178, Санкт-Петербург, 14 линия ВО, д. 39), тел. (812) 328-31-12, e-mail: vms@iiias.spb.su, канд. техн. наук, доц.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

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

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 системного анализа и управления, высшей математики, законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, бюджетного учета и аудита в организациях МЧС, пожарно-технических экспертиз и дознания. Инновационными программами подготовки стало обучение специалистов по специализациям «Руководство проведением спасательных операций особого риска» и «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций» со знанием иностранных языков.

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований, постоянный поиск оптимальных путей решения современных проблем позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса. Сегодня на 37 кафедрах университета свои знания и огромный опыт передают 2 академика РАН, 2 члена-корреспондента РАН, 8 заслуженных деятелей науки РФ, 21 заслуженный работник высшей школы РФ, 3 заслуженных юриста РФ, заслуженные изобретатели РФ и СССР. Подготовку специалистов высокой квалификации в настоящее время в университете осуществляют: 3 лауреата Премии Правительства РФ в области науки и техники, 86 докторов наук, 272 кандидата наук, 88 профессоров, 148 доцентов, 27 академиков отраслевых академий, 24 член-корреспондента отраслевых академий, 7 старших научных сотрудников, один заслуженный деятель республики Дагестан, 4 почетных работника высшего профессионального образования РФ, 2 почетных работника науки и техники РФ, один почетный работник высшей школы РФ, один почетный радист РФ и один почетный работник прокуратуры РФ.

Почетный президент университета – статс-секретарь – заместитель министра РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – Артамонов Владимир Сергеевич, доктор военных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, эксперт Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ по проблемам управления, информатики и вычислительной техники, член экспертного совета Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки РФ для осуществления экспертизы аттестационных дел по присвоению учёных званий на соответствие требованиям, установленным Министерством образования и науки РФ, лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники, в мае 2012 г. награжден почетной грамотой Президента РФ.

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

В состав университета входят:

- институт дополнительного профессионального образования;
- институт заочного и дистанционного обучения;
- институт безопасности жизнедеятельности;
- Сибирский институт пожарной безопасности – филиал университета (г. Железногорск, Красноярский край);

– Мурманский филиал университета;

Три факультета:

- пожарной безопасности;
- экономики и права;
- подготовки и переподготовки научных и научно-педагогических кадров.

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

В университете созданы:

- центр организации и координации учебно-методической работы;
- центр организации и координации научных исследований;
- центр автоматизации задач управления;
- учебно-научный центр инженерно-технических экспертиз;
- центр дистанционного обучения;
- экспертный центр;
- центр организации и координации международной деятельности;
- технопарк науки и высоких технологий.

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

Реализуемые университетом направления подготовки и специальности:

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

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

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

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

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

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

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

– «Экономика», квалификация выпускника – бакалавр;

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

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

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

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

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

В университете осуществляется подготовка научных и научно-педагогических кадров, в том числе и на возмездной основе. Подготовка докторантов, адъюнктов, аспирантов и соискателей осуществляется по следующим специальностям:

Технические науки:

03.02.08 – экология;

05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации (промышленность);

05.13.10 – управление в социальных и экономических системах;

05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ;

05.13.19 – методы и системы защиты информации, информационная безопасность;

05.25.05 – информационные системы и процессы;

05.26.01 – охрана труда;

05.26.02 – безопасность в чрезвычайных ситуациях;

05.26.03 – пожарная и промышленная безопасность;

25.00.21 – теоретические основы проектирования горно-технических систем;

25.00.35 – геоинформатика.

Экономические науки:

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

08.00.12 – бухгалтерский учет, статистика.

Юридические науки:

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

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

12.00.04 – финансовое право, налоговое право, бюджетное право;

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

12.00.09 – уголовный процесс;

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

12.00.13 – информационное право;

12.00.14 – административное право, административный процесс.

Педагогические науки:

13.00.01 – общая педагогика, история педагогики и образования;

13.00.08 – теория и методика профессионального образования.

Психологические науки:

05.26.03 – пожарная и промышленная безопасность;

19.00.01 – общая психология, психология личности, история психологии;

19.00.06 – юридическая психология.

Химические науки:

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

05.26.02 – безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Исторические науки:

07.00.02 – отечественная история;

07.00.10 – история науки и техники.

Социологические науки:

05.26.01 – охрана труда;

22.00.08 – социология управления.

Философские науки:

09.00.08 – философия науки и техники;

09.00.11 – социальная философия.

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

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

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

3. Учебно-научная лаборатория нанотехнологий.

4. Лаборатория комплексной оценки опасностей и угроз.

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

6. Лаборатория государственного и корпоративного контроллинга.

7. Лаборатория психокоррекции и психосаморегуляции.

8. Лаборатория разработки прикладного программного обеспечения.

Ежегодно в университете проводятся международные научно-практические конференции, семинары и «круглые столы» по широкому спектру теоретических и научно-прикладных проблем, в том числе по развитию системы предупреждения, ликвидации и снижения последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, совершенствованию организации взаимодействия различных административных структур в условиях экстремальных ситуаций и др.

Среди них: Международная научно-практическая конференция «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международный семинар «Предупреждение пожаров и организация надзорной деятельности», Международная научно-практическая конференция «Международный опыт подготовки специалистов пожарно-спасательных служб», Научно-практическая конференция «Совершенствование работы в области обеспечения безопасности людей на водных объектах при проведении поисковых и аварийно-спасательных работ», которые каждый год привлекают ведущих зарубежных ученых и специалистов пожарно-спасательных подразделений. В сентябре 2011 г. в университете состоялась Четвертая встреча представителей ведомств России, Индии и Китая по вопросам предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В рамках мероприятий, посвященных празднованию 105-летнего юбилея университета в октябре 2011 г., были проведены две международные научные конференции: «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» и «Актуальные аспекты законодательного регулирования проблем предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», в которых приняли участие представители Парламентской Ассамблеи ОДКБ и Межпарламентской Ассамблеи СНГ.

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

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

Санкт-Петербургский университет на протяжении нескольких лет сотрудничает с Государственным Эрмитажем в области инновационных проектов по пожарной безопасности объектов культурного наследия. 17 апреля 2012 г. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России посетил генеральный директор Государственного Эрмитажа М.Б. Пиотровский. В ходе визита М.Б. Пиотровский осмотрел библиотеку вуза, лаборатории пожарной техники, автоматической пожарной сигнализации, автоматических установок пожаротушения, автоматических систем управления и связи, учебно-научную лабораторию нанотехнологий и тренажерный комплекс подготовки специалистов ГИМС, побывал в зале офицерского собрания и технопарке университета.

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

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

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

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

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

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

В 2011 г. подписаны соглашения о сотрудничестве в области образования с Международным университетом Республики Кореи и Академией вооруженной полиции МОБ КНР. В 2012 г. – с Жилинским университетом в г. Жилине (Словакия) и Академией МЧС Азербайджанской республики.

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

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

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

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

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

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

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

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

Читальные залы (общий и профессорский) библиотеки оснащены компьютерами с выходом в интернет, интранет, НЦУКС и локальную сеть университета. Создана и функционирует электронная библиотека, она интегрирована с электронным каталогом. В электронную библиотеку оцифровано 2/3 учебного и научного фонда. К электронной библиотеке подключены: филиал в г. Железнодорожске и библиотека учебно-спасательного центра «Вытегра», а также учебные центры. Имеется доступ к крупнейшим библиотекам нашей страны и мира (Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина, Российская национальная библиотека, Российская государственная библиотека (РГБ), Библиотека академии наук, Библиотека Конгресса).

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

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

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

Типографский комплекс университета оснащен современным типографским оборудованием для полноцветной печати, позволяющим обеспечивать не только заказы на печатную продукцию университета, но и план издательской деятельности министерства. Университет издает семь собственных научных журналов, публикуются материалы ряда международных и всероссийских научных конференций, сборники научных трудов профессорско-преподавательского состава университета. Издания университета соответствуют требованиям законодательства РФ и включены в электронную базу Научной электронной библиотеки для определения Российского индекса научного цитирования, а также имеют международный индекс. Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» и электронный журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» включены в утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии «Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендуется публикация результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук и кандидата наук».

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 и других городах России, так и за рубежом. Слушатели и курсанты университета являются членами сборных команд МЧС России по различным видам спорта. По итогам спартакиады МЧС России среди учебных заведений в 2011 г. университет занял первое место.

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

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

В рамках работы центра с 2001 г. создана и действует творческая студия «Движение прямо», обладатель гран-при международного фестиваля «Россия молодая», победитель фестиваля студенческого творчества «арт-студия» 2010 г. и 2011 г. В составе студии несколько творческих коллективов: вокальная группа «Экипаж» – Лауреат всероссийских и международных музыкальных конкурсов 2009–2011 гг. в городах Липецк, Мурманск, Тюмень, Киров, Зеленоград, обладатель гран-при международного фестиваля «Россия молодая», постоянный участник праздничных концертов, организуемых министерством и правительством города; шоу-балет «HELP» – Лауреат Всероссийского конкурса «Мелодии чутких сердец» 2009 в г. Липецк и 2010 г. в г. Тюмень, первое место в номинации «Танцевальный жанр»; интерактивный театр «ПРiЗ» – непременный участник всех ведомственных мероприятий и тематических городских праздников для детей; шоу-дуэт «Наши» – Лауреат Всероссийского конкурса «Мелодии чутких сердец» 2010 г. в г. Тюмень, а также команда технического обеспечения «Взгляд» – Лауреат Всероссийского конкурса «Мелодии чутких сердец» 2009 г. – г. Липецк, первое место в номинации «Песня родного края», 2010 г. в г. Тюмень, второе место в номинации «Видеоклип». Курсанты, слушатели и студенты стали авторами видео-версии литературно-музыкальной композиции «Выстояли и победили!», спектакля по пьесе В. Жеребцова «Памятник», 3-х CD-дисков ВГ «Экипаж» и более сорока видеороликов для праздничных мероприятий университета и министерства.

Одной из задач центра является совершенствование нравственно-патриотического и духовно-эстетического воспитания личного состава, обеспечение строгого соблюдения дисциплины и законности, укрепление корпоративного духа сотрудников, формирование гордости за принадлежность к Министерству и университету.

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

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

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

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



АВТОРАМ ЖУРНАЛА

«ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ»

(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ)

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

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

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

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

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

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

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

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

3. Оформление текста:

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

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

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

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

4. Оформление формул в тексте:

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

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

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

5. Оформление рисунков и таблиц:

а) рисунки необходимо выделять отдельным блоком для удобства переноса в текст 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. Грeздяну П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневого процесса: сб. науч. тр. М.: Наука, 1981. С. 61–63.

5. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Безопасность и отдых: системный взгляд на проблему рисков // Туризм и рекреация: тр. II Междунар. конф. / МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2007. С. 329–334.

6. Белоус Н.А. Прагматическая реализация коммуникативных стратегий в конфликтном дискурсе // Мир лингвистики и коммуникации: электронный научный журнал. 2006. № 4. URL: http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5_3_1.htm (дата обращения: 15.12.2007).

7. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации 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

**Природные и техногенные риски
(физико-математические и прикладные аспекты)
№ 4 – 2012**

Главный редактор Е.Ю. Сычева
Редактор И.В. Дмитриева

Подписано в печать 19.12.2012. Формат 60×84_{1/8}.

Усл.-печ. л. 11,75. Тираж 1000 экз. Зак. №

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