

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

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

№ 2 – 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**, начальник университета.

Заместитель председателя – доктор технических наук, профессор, подполковник 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 – кандидат юридических наук майор внутренней службы **Удальцова Наталья Вячеславовна**, начальник редакционного отдела.

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

Члены редакционной коллегии:

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;

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

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

Коморовский В.С., Доррер Г.А., Мельник А.А. Сравнительные характеристики данных о природных пожарах, полученных из разных источников.	5
Потапов А.И., Потапов И.А., Самойлов Б.В. Приборы и системы контроля и мониторинга физиологического состояния спасателя при чрезвычайных ситуациях.....	8
Медведев Ю.Д., Шор В.А. Астероидно-кометная опасность и методы противодействия.	13
Петров Ю.П., Макарова М.В. Недостатки в методах проектирования и расчета как причины техногенных катастроф.	22

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Девяткин А.В. Астрометрические и фотометрические исследования астероидов при сближении с Землей.	29
Шишкин В.М. Нелинейные эффекты в моделировании риска и параметризация критических состояний.	37
Тангиев Б.Б. Проблемы обеспечения действенности системы экологической безопасности в контексте «космогенных рисков».	45

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Багрецов С.А., Львов В.М., Попов В.В. Аналитическое профессиографирование в организации инженерно - технической деятельности в подразделениях МЧС России.	54
Марьина И.В. Разработка информационной системы по учету аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований Северо-Западного федерального округа.	63
Чернов А.В., Громов В.Н. Инновационные информационно-технические системы безопасности и современные аудиовизуальные средства обучения научно-производственной фирмы «ЭВС».	73
Сведения об авторах	82
Информационная справка	83
Авторам журнала «Природные и техногенные риски» (физико-математические и прикладные аспекты).....	88

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

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАННЫХ О ПРИРОДНЫХ ПОЖАРАХ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ РАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ

В.С. Коморовский, кандидат технических наук.
Сибирский государственный технологический университет.
Г.А. Доррер, доктор технических наук, профессор;
А.А. Мельник, кандидат технических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Приведены результаты сравнения данных о лесных пожарах, полученных из разных источников. Указаны возможные причины наблюдаемых расхождений, предложены пути совершенствования информационного обеспечения процессов борьбы с лесными пожарами.

Ключевые слова: лесные пожары, площадь, распределение, данные

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE NATURAL FIRES DATE OBTAINED FROM DIFFERENT ISSUES

V.S. Komorovsky. Siberian state technological university.
G.A. Dorrer; A.A. Melnik.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

This article presents the results of the comparison of data on forest fires, obtained from different sources. Possible causes of the observed divergences suggest ways of improving information management processes to combat forest fires.

Key words: forest fires, area, distribution, data

Для эффективного управления любыми процессами необходимо иметь как можно более полную информацию об этих процессах и о системах, в которых они происходят. Особенно это важно в случае, если процессы имеют характер стихийных бедствий, как, например, природные, в первую очередь, лесные пожары. Данная статья посвящена некоторым проблемам мониторинга лесных пожаров в Российской Федерации.

Лесные пожары как объект мониторинга характеризуются следующим:

- распределенностью и неоднородностью распределения в пространстве;
- сезонностью;
- разнообразием географических и климатических зон;

– большой площадью, пройденной огнем (как правило, более 1000 га). Эти особенности определяют сложность лесных пожаров, как объекта мониторинга. Существуют три основных вида мониторинга лесных пожаров – космический, авиационный и наземный (маршрутный). Преобладает в настоящее время космический мониторинг, некоторую роль играет авиационный. Наземный мониторинг, главным образом, позволяет отслеживать некрупные лесные и торфяные пожары. Мониторинг лесных пожаров осуществляют различные организации, сбор данных мониторинга ведут организации в структуре Федерального агентства лесного хозяйства РФ, в первую очередь ФГУ «Авиалесоохрана», и МЧС России [1].

Наиболее значимым показателем, характеризующим природный пожар, является площадь, пройденная огнем, к моменту ликвидации пожара. Рассмотрим данные о площади пожаров в Красноярском крае в 2008 г., полученные из трех различных источников: Информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства РФ (ИСДМ-Рослесхоз), МЧС России и Краевого государственного автономного учреждения «Красноярская база авиационной охраны лесов». Множество данных этих трех источников, очевидно, пересекающиеся. Тем не менее, анализ некоторых простейших статистических характеристик трех выборок данных о площади лесных пожаров представляет интерес. В таблице приведены численные значения рассчитанных показателей.

Таблица. Характеристики данных о лесных пожарах

Показатель	Источник данных		
	ИСДМ-Рослесхоз	МЧС России	Красноярская база авиалесоохраны
Общее количество пожаров, n	1285	895	1422
Математическое ожидание, $\bar{x}$	206,1	1,2	49,6
Среднеквадратическое отклонение, S_x	479,5	3,6	213,2
Медиана, M_e	78,0	0,3	10,0
Процент крупных пожаров (> 200 га), %	22,3	0,5	3,9
Процент катастрофических пожаров (> 2000 га), %	1,5	0,0	0,1

Из представленных данных следует, что отдельные рассчитанные значения отличаются на два порядка. Это вызвано следующими причинами:

1. Согласно сложившейся практике, МЧС ликвидирует и, соответственно, учитывает пожары, представляющие угрозу населенным пунктам и объектам защиты. Таким образом, в статистику МЧС попадают мелкие пожары возле населенных пунктов, которые могут быть не учтены как полноценные лесные пожары другими субъектами мониторинга.

2. Основу данных ИСДМ-Рослесхоз составляют результаты космического мониторинга лесных пожаров, разрешающая способность приборов не превышает 25 га [2]. Это подтверждается значением моды выборки данных ИСДМ-Рослесхоз, равной 25 га, то есть все детектированные мелкие пожары округляются по площади до размера пикселя – 25 га.

3. Данные космического мониторинга ИСДМ-Рослесхоз охватывают территории, на которых никакой другой мониторинг не проводится (Зона космического мониторинга 2-го уровня).

4. Наличие в данных всех трех источников случайных и, возможно, систематических ошибок, имеющих разную физическую природу и связанных с особенностями конкретной технологии сбора данных. Например, упомянутая выше тенденция завышения площади мелких пожаров в данных ИСДМ-Рослесхоз. В данных авиабазы прослеживается тенденция к представлению данных с меньшими площадями пожаров. Отдельно следует упомянуть о законе распределения случайной величины. На рисунке показана плотность вероятности для данных ИСДМ-Рослесхоз.

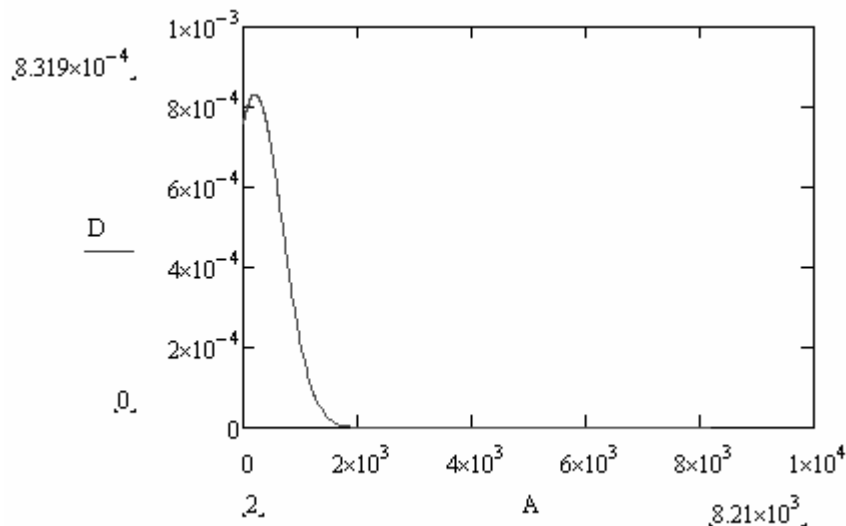


Рис. Плотность вероятности площади пожара по данным ИСДМ-Рослесхоз

Очевидно, распределение не подчиняется каким-либо закономерностям, связанным с увеличением площади [3]. Аналогичная картина имеет место и для данных МЧС и авиабазы. Таким образом, для центрирования распределения предпочтительней использовать медиану, как более робастную характеристику, а не математическое ожидание. Из таблицы видно, что математическое ожидание площади пожара завышено по отношению к медиане в 3–5 раз.

Не вызывает сомнений, что для получения объективной информации о лесных пожарах следует проводить сопоставление данных, полученных из различных источников. Из анализа таблицы и некоторых априорных соображений, можно предположить, что крупные и катастрофические пожары адекватно отражены в множестве данных ИСДМ-Рослесхоз, средние и мелкие пожары во множествах данных авиабазы и МЧС. Наименьшую мощность, по видимому, имеет пересечение множества данных МЧС с множествами данных ИСДМ-Рослесхоз и авиабазы. При сопоставлении данных необходимо учитывать это обстоятельство.

Можно выделить следующие общие сложности, возникающие при анализе данных о природных пожарах:

- большие неоднородности в данных;
- существенные расхождения между данными, полученными их разных источников.

Для преодоления указанных трудностей необходимо следующее:

- совершенствование методов дистанционного мониторинга природных пожаров;
- расширение и совершенствование межведомственного взаимодействия в области обмена и сопоставления данных мониторинга;
- при статистической обработке данных мониторинга необходимо обязательное исследование законов распределения случайных величин, а так же применение робастных методов обработки данных.

Литература

1. Беляев А.И. Использование спутниковых данных в системе дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ / А.И. Беляев, Г.Н. Коровин, Е.А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов): сб. науч. ст. Т. 1. М.: GRANP-Poligraph, 2005. С. 20–29.
2. Информационная система дистанционного мониторинга федерального агентства лесного хозяйства. ФГУ Авиалесоохрана. 2010. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pushkino.aviales.ru/rus/main.sht>. (дата обращения: 20.03.2012).
3. Коморовский В.С. Статистическая оценка интегральных параметров лесных пожаров, представленных в ИСДМ-Рослесхоз // VII Всерос. конф. по теоретическим основам проектирования и разработки распределенных информационных систем. ПРИС-2009. Красноярск: Эксперт-офсет, 2009. С. 205.

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СПАСАТЕЛЯ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

**А.И. Потапов, доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ;**

И.А. Потапов, кандидат технических наук;

Б.В. Самойлов.

**Северо-Западный государственный заочный технический университет,
Санкт-Петербург**

Рассмотрены требования к мониторным комплексам дистанционного наблюдения за спасателями (пожарными) и выбор элементной базы для их создания. Анализ современных методов и технических характеристик беспроводных средств передачи информации, снимаемой со спасателей (пожарных), в центр управления спасательными работами в реальном времени.

Ключевые слова: МЧС, чрезвычайные ситуации, спасатели, технические средства, физиологические сигналы, функциональное состояние, датчики физической активности, датчики контроля внешней среды, беспроводные технологии передачи информации

DEVICES AND MONITORING SYSTEMS AND MONITORING OF A PHYSIOLOGICAL CONDITION OF THE RESCUER AT EXTREME SITUATIONS

A.I. Potapov; I.A. Potapov; B.V. Samoilov.

Saint-Petersburg north-west state technical university

Requirements to monitor complexes are considered. Remote supervision over rescuers (firemen) and a choice of element base for their creation; the analysis of modern methods and characteristics of wireless means of transfer of the information removed from rescuers (firemen) is lead(carried out) to control centre of salvage operations in real time.

Key words: EMERCOM, Measures, extreme situations, rescuers, means, physiological signals, a functional condition, gauges of physical activity, gauges of the control of an environment,

Датчики для съема физической активности и пространственного положения

Для съема физической активности и пространственного положения спасателя используются следующие датчики:

- акселерометры по осям измерения X,Y;
- датчик положения туловища;
- датчик GPS.

Акселерометры позволяют получить полную картину динамики (ускорения и скорости) перемещения спасателя по осям X, Y.

Датчик положения туловища дает информацию о наклоне туловища, о том в каком положении находится спасатель относительно вертикальной оси. Анализ сигналов с указанных датчиков в сочетании с анализом физиологических сигналов позволяет руководителю спасательных работ судить о том, в каком состоянии находится спасатель как с точки зрения функционального состояния, так и способности работать в штатном режиме.

Датчик GPS позволяет руководителю спасательными работами в реальном времени контролировать положение спасателя на местности (возможно отображение на цифровой карте в любом масштабе).

Акселерометры

Акселерометры представляют собой датчики линейного ускорения и в этом качестве широко используются для измерения углов наклона тел, сил инерции, ударных нагрузок и вибрации [1–3].

Как известно, перемещение объекта, его скорость и ускорение являются взаимосвязанными величинами, так как скорость и ускорение являются производными перемещения. Преобразование ускорения в скорость и скорости в смещение (то есть интегрирование) может быть осуществлено с высокой точностью. Поэтому акселерометры на сегодняшний день являются основными датчиками вибрации: их выходной сигнал можно легко подвергнуть однократному или двукратному интегрированию и получить либо скорость, либо перемещение. Но метод интегрирования не пригоден для сигналов с малой частотой, где погрешность сигналов с большими шумами слишком велика и недопустима для проведения измерений, поэтому в низкой полосе частот (менее 1 Гц), как правило, используют датчики положения.

На рис. 1 показан исходный сигнал ускорения на выходе акселерометра, установленного на подвижном объекте. На рис. 2 показан график скорости, полученный при первом интегрировании сигнала ускорения. На рис. 3 показан график линейного перемещения, полученный при двойном интегрировании сигнала ускорения.

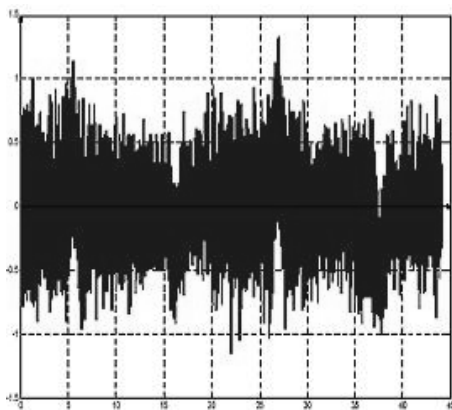


Рис. 1. Исходный сигнал ускорения на выходе акселерометра

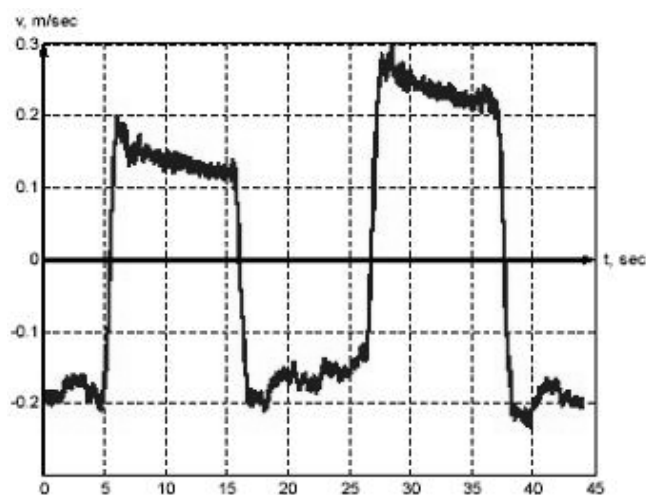


Рис. 2. График скорости при первом интегрировании сигнала ускорения

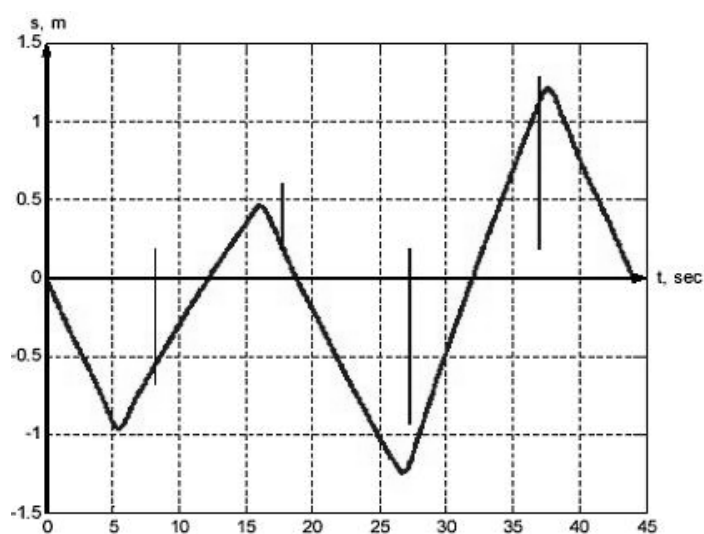


Рис. 3. График перемещения при двойном интегрировании сигнала ускорения

Акселерометр позволяет измерять угол наклона объекта, на котором он установлен. Выходное напряжение акселерометра пропорционально синусу угла наклона оси его чувствительности относительно горизонта. Для того, чтобы определить этот угол однозначно, необходимо использовать двухосный акселерометр. Зависимость выходных сигналов акселерометра от угла его наклона представлены на рис. 4.

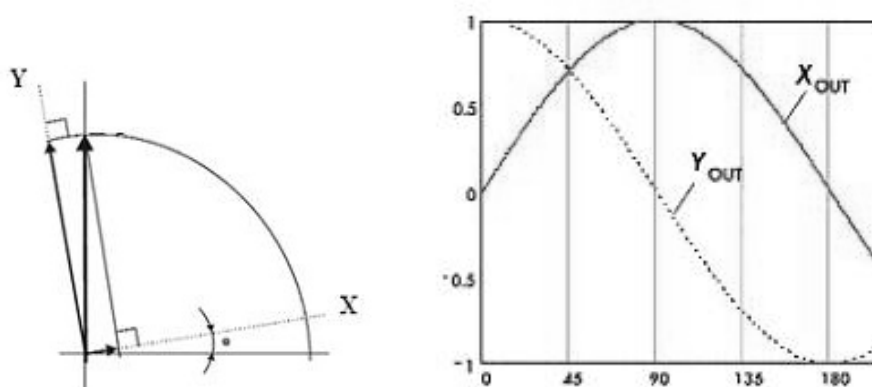


Рис. 4. Выходные сигналы акселерометра X_{out} и Y_{out} в зависимости от угла наклона

В настоящее время разными фирмами выпускается большое количество акселерометров, ориентированных на массовое применение в устройствах с повышенным требованием к габаритам, цене и электропотреблению.

Основное назначение датчиков: определение углов наклона относительно поверхности земли, контроль положения, определение уровня вибрации, определение факта удара.

Датчики для съема параметров внешней среды

Ситуации, в которых приходится работать спасателям и пожарным могут быть самыми разными с точки зрения внешней среды (физические параметры внешней среды, загрязнение атмосферы вредными и отравляющими веществами и др.). Поэтому контроль внешней среды имеет очень важное значение. Западные компании выпускают большой набор датчиков, позволяющих контролировать содержание в атмосфере различных газов: горючие газы CH_4 , угарный газ CO , углекислый газ CO_2 , кислород O_2 , водород H_2 , аммиак NH_3 , сероводород H_2S , хлор Cl_2 , хлористый водород HCl , оксид азота NO , диоксид азота NO_2 , формальдегид CH_2O , этилен C_2H_4 , оксид этилена $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, этанол $\text{C}_2\text{H}_5(\text{OH})$, озон O_3 , оксид азота N_2O , диоксид серы SO_2 и др.

Выбор датчиков для такого контроля является многофакторной задачей [4–6]. В общем виде с учетом типовых ситуаций на спасателе целесообразно предусмотреть установку следующих датчиков:

- датчика температуры;
- датчика радиационной обстановки;
- комплекта датчиков анализа газовой среды;
- ТВ камеры видимого диапазона;
- ТВ камеры ИК диапазона.

Особо необходимо остановиться на ТВ камере ИК диапазона при ее использовании пожарными. С помощью такой камеры или специальных датчиков излучения ИК диапазона легко определяются невидимые глазом очаги возгорания в закрытых пространствах.

Практически все указанные датчики выпускаются отечественными или зарубежными фирмами, имеют приемлемые для практического применения – вес, габариты, потребление энергии, стоимость. Проблема будет заключаться в выборе датчиков с требуемым интерфейсом, быстродействием беспроводного канала передачи данных.

В качестве ТВ камеры видимого диапазона могут использоваться следующие камеры:

1. Чрезвычайно маленький цифровой видеорегистратор с высокой разрешающей способностью (VGA 680, X 480, 30 fps) способен снимать высококачественное видео со звуком в формате AVI и делать фотографии. Видеорегистратор имеет в комплекте несколько видов креплений, благодаря которым его можно закрепить как стационарно, так и использовать как переносной вариант. Его можно с помощью клипсы прицепить к ремню. Его основные параметры:

- ручная активация записи или по звуку;
- может использоваться как on-line камера;
- поддерживает AVI видеоформат записи;
- низкое освещение, высокая разрешающая способность 5 мегапикселей;
- высокая скорость записи и быстрая реакция управления;
- 30 кадров в секунду для разрешения 640x480;
- встроенный литиевый аккумулятор для непрерывной записи в течении 4 часов;
- поддерживает запись на карту памяти объемом до 16 Gb;
- лёгкое управление с индикацией выполняемых операций;
- поддержка USB 2.0;
- поддерживает режим фотосъёмки в формате JPEG;
- разрешение: 2,000,000 пикселей, цветная CMOS матрица;

- угол обзора: 62 градуса;
- одна минута цветного видео со звуком занимает ~ 23 Мб;
- чувствительный микрофон;
- минимальное освещение: 1Lux;
- емкость батареи: 260 мАч;
- потребление тока: 120 мА/3.7V(Max);
- совместим с операционной системой: Windows 2000/ME/XP/Vista.

2. Камера RU-M304C (рис. 5) идеально подходит для целей видеонаблюдения. Здесь черно-белая камера имеет преимущества перед цветными камерами. Черно-белые камеры имеют лучшую разрешающую способность и чувствительность по сравнению с цветными камерами, что позволяет получать более качественную и разборчивую картинку.



Рис. 5. Модульная видеокамера RU-M304

Технические характеристики:

- габариты 32 мм x 32 мм x 28 мм;
- тип матрицы CCD (ПЗС);
- размер матрицы 1/3" (Sony/LG);
- разрешение 400 ТВЛ;
- чувствительность 0,1 люкс;
- электронный затвор 1/50-1/32000с;
- видеовыход 1 Vp-p, 75 ohm;
- объектив (стандартная оптика) 2,5 mm (130), 2,9 mm (120), 3,6 mm (92) 4,3 mm (78), 6 mm (54), 8 mm (39), 12 mm (26), 16 mm (19);
- электронный затвор CCIR: 1/50 ~ 1/100,000 сек.;
- отношение сигнал/шум 45 дБ.;
- напряжение питания DC 12 В;
- энергопотребление 0,13 А;
- масса нетто 30 г;
- диапазон температур от -10° С до +50° С.

Алгоритм функционирования мониторингового комплекса контроля за лицами, относящимися к группам повышенного риска (спасатели МЧС, пожарные)

Работа с мониторинжным комплексом производится в следующей последовательности. На теле спасателя, который будет работать с монитором, должны быть установлены датчики для съема физиологических сигналов (для съема ЭКС это клеящиеся электроды, аналогичные электродам для Холтеровских мониторов, для съема частоты дыхания на грудь одевается пояс с индуктивным или резистивным датчиком, реагирующим на растяжение, для измерения артериального давления устанавливается датчик съема пульсовой волны в виде комбинации света и фотодиода). Далее с помощью специального прибора производится проверка снимаемых сигналов и программирование блока управления и контроля на выдачу

спасателю звуковых сигналов тревоги при выходе отдельных параметров физиологических сигналов (частота пульса, АД), за установленные пороги и сигналов датчиков, установленных на спасателе (в частности, датчик температуры окружающей среды, датчик контроля газовой среды). После этого к монитору спасателя подключаются датчики физических сигналов (температуры, физической активности, пространственного положения тела спасателя, контроля состава газовой среды). Выбор датчиков и их расположение на спасателе зависит от экипировки спасателя и решаемых задач. После подключения датчиков к монитору его устанавливают на штатное место на экипировке спасателя и он готов к работе. Каждый монитор имеет уникальный номер, позволяющий производить его идентификацию при отображении его местоположения на цифровой карте местности. Информация из монитора спасателя (сигналы с датчиков, сигналы с модуля GPS) с помощью модуля GPRS, входящего в состав монитора, передаются на блок приема и передачи информации Центра управления спасательными работами и обрабатывается и отображается на мониторах персонального компьютера с помощью специального программного обеспечения. Руководитель Центра управления спасательными работами видит на экранах монитора пространственное положение на цифровой карте местности каждого спасателя, его физическую активность и функциональное состояние, а также характеристики внешней среды, в которой работает спасатель. Руководитель может передавать индивидуально каждому спасателю рекомендации и приказы в виде звуковых файлов, которые будут воспроизводиться монитором.

Программное обеспечение позволяет запоминать всю поступающую с мониторов информацию в памяти ПК для последующей работы с ней.

Литература

1. Микрокомпьютерные медицинские системы / под ред. У. Томпкинса и Дж. Уэбстера М.: Мир, 1983.
2. Волович А., Волович Г. Интегральные акселерометры. Компоненты и технологии. 2002. № 1.
3. Еманов А. Инерциальные датчики STMikroelectronics // Новости электроники. 2007. № 18.
4. Бузыканов С. Датчики наклона на основе твердотельного акселерометра // Современная Электроника. 2004.
5. Sensors and Switches. Product Catalog Honeywell. May. 2005.
6. Датчики и сенсоры по типу газа. АСТ Компонентс, 2009.

АСТЕРОИДНО-КОМЕТНАЯ ОПАСНОСТЬ И МЕТОДЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

**Ю.Д. Медведев, доктор физико-математических наук, профессор;
В.А. Шор, доктор физико-математических наук.
Санкт-Петербургский институт прикладной астрономии РАН**

Описаны проблемы астероидно-кометной опасности как угрозы столкновений Земли с космическими телами астероидной и кометной природы, технологии предотвращения столкновений, а также действия пассивного характера, которые могут быть заранее предприняты для спасения человеческих жизней и сокращения материальных потерь. Представлена информация о развитии исследований по данной проблеме.

Ключевые слова: астероид, астероидно-кометная опасность, оценка риска, противодействие опасности, сокращение потерь, исследования

ASTEROID-COMET HAZARD AND METHODS OF COUNTERACTIONS

Y.D. Medvedev; V.A. Shor.

Saint-Petersburg institute of applied astronomy of RAS

Problem of asteroid-comet hazard as hazard of the Earth collisions with the Solar system small bodies such as asteroids and comets. It is discussed the existing or developing technologies of preventing collisions with the Earth as well as actions of passive character, which can be undertaken for saving of human's lives and reducing property losses if it is not possible to prevent collision. In conclusion information is given on development research of this problem.

Key words: asteroid, the asteroid-comet hazard, risk assessment, hazard resistance, reduction of losses, the study

Современный мир подвержен многим угрозам природного и техногенного характера. Среди них особое место занимает угроза падения на Землю небесных тел, астероидов, ядер комет и крупных метеороидов. За последние три десятилетия мировое научное сообщество пришло к осознанию астероидно-кометной опасности (АКО) как одной из реально существующих глобальных проблем человечества, таких как изменение климата, нехватка пресной воды и других природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и т.п. Проблема АКО требует постоянного внимания международного сообщества, слежения за телами, представляющими угрозу, и разработки возможных мер противодействия столкновениям крупных космических тел с Землей.

Возможность столкновения Земли с телами, обращающимися вокруг Солнца, обусловлена тем, что орбиты некоторых из этих тел проходят вблизи орбиты Земли или даже заходят внутрь ее (рис. 1).

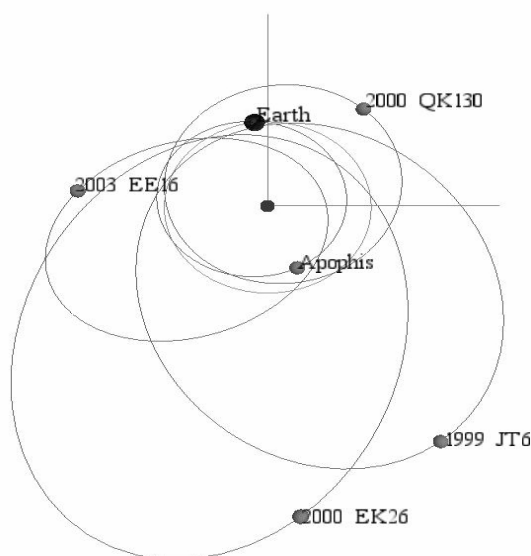


Рис. 1. Орбиты некоторых опасных для Земли астероидов

Под влиянием гравитации (притяжения) со стороны больших планет Солнечной системы орбиты тел постепенно изменяются и вследствие этого время от времени пересекаются с орбитой Земли. Вблизи эпох пересечения складываются условия, при которых Земля и небесное тело могут одновременно или почти одновременно подойти к точке пересечения их орбит. В результате тесного сближения возможно либо столкновение тела с Землей с космической скоростью (средняя скорость столкновения астероида с Землей составляет около 20 км/с), либо более или менее значительное преобразование орбиты малого тела. Космические тела, способные сближаться с Землей, как правило, имеют небольшие размеры. Лишь несколько относимых к данной категории тел имеют диаметры, превышающие 10 км, а подавляющее число их имеют размеры менее 1 км. К астероидам, сближающимся с Землей (АСЗ), относят тела на орбитах с перигелийным расстоянием (минимальным расстоянием от Солнца), меньшим или равным 1,3 а.е. (а.е. – астрономическая единица длины, приблизительно равная 150 млн км). Такие тела способны приближаться к Земле до расстояний, меньших 45 млн км.

Разрушительные последствия столкновений

Столкновение космических тел друг с другом приводит к выделению колоссальной энергии, резкому повышению температуры вещества и выбросу в окружающее пространство большой массы вещества, во много раз превышающую массу ударника. В результате на поверхности планеты (или ее спутника) образуется кратер, диаметр которого в 15–20 раз превышает размеры упавшего тела. На земле, на суше и на дне океанов, обнаружены сотни кратеров – следов подобных катастроф. Некоторые из них превышают 200 км в диаметре. На полуострове Таймыр на севере Сибири в 40-х гг. прошлого века был обследован стокилометровый Попигайский кратер. Кратер Чиксулуб в Мексике (диаметр 180 км) образовался при падении 10 километрового тела 65 млн лет тому назад. Это событие послужило причиной вымирания 80 % всех видов живых существ, в том числе динозавров.

Разрушительный эффект столкновения небесного тела с Землей зависит от параметров сталкивающегося тела: его массы, скорости относительно Земли, угла падения, минералогического состава, места падения (океан, суша) и т.д. Относительно мелкие тела (метеороиды), до нескольких десятков метров в диаметре, полностью или частично разрушаются из-за сопротивления атмосферы. Но образующаяся при этом взрывная волна способна вызывать локальные разрушения на земной поверхности на площади в тысячи квадратных километров, как это имело место 30 июня 1908 г. при падении Тунгусского метеорита в малонаселенном районе восточной Сибири. Взрывной волной лес был повален на площади в две тысячи квадратных километров. Выделившаяся при взрыве энергия оценивается величиной 12–15 мегатонн в тротиловом эквиваленте, что почти в тысячу раз превышает энергию атомной бомбы, сброшенной на Хиросиму. Падения тел размером в сотни метров способны вызвать региональные катастрофы (землетрясения, пожары и другие бедствия). Весьма опасны падения тел в океан из-за порождаемых при этом гигантских волн – цунами, вызывающих колоссальные разрушения вдоль береговой линии. Наконец, при размерах тела, превышающих примерно 1,5 км, последствия столкновения могут иметь характер глобальной катастрофы, из-за выброса в атмосферу колоссального количества пыли и сажи, препятствующих прохождению солнечных лучей, что вызывает разрушение нормальной циркуляции атмосферы и, как следствие, временные нарушения климата всей планеты (эффект «ядерной зимы»). Жертвой подобной катастрофы может оказаться значительная часть населения всей Земли.

Помимо астероидов, то есть тел каменистого или железного состава, опасность для Земли могут представлять столкновения с ядрами комет – твердыми телами, состоящими преимущественно из водяного льда, загрязненного примесями других веществ. Ядра комет могут достигать в размерах нескольких километров. Короткопериодические кометы

(периоды обращения до 200 лет) сравнительно малочисленны, но прогноз их движения затрудняется наличием ускорений, вызываемых истечением газов из их ядер (негравитационные эффекты). Кроме того, ядра комет могут распадаться на крупные фрагменты, представляющие опасность для Земли. Долгопериодические кометы обнаруживаются лишь за несколько месяцев до их появления в окрестности земной орбиты. Кроме того, они имеют большую скорость относительно Земли. Все это существенно усложняет противодействие их возможному столкновению с Землей.

Поиск опасных тел

Хотя осознание проблемы АКО как одной из глобальных проблем, угрожающих цивилизации, было достигнуто всего лишь 20–30 лет тому назад, тем не менее, за истекшее время произошел значительный прогресс в понимании природы данной опасности и определены возможные пути противодействия. Уже на начальной стадии изучения проблемы было осознано, что первым шагом на пути ее решения должен быть поиск опасных небесных тел. В осуществление этой задачи со второй половины 90-х гг. прошлого века стала осуществляться международная наблюдательная программа «Spaceguard» («Космическая стража»), нацеленная на обнаружение в течение 10 лет 90 % всех астероидов, сближающихся с Землей, размеры которых равны или превышают 1 км. Сосредоточение поиска АСЗ на наиболее крупных телах объясняется не только тем, что столкновения с ними наиболее опасны из-за возможности глобальной катастрофы, но и из-за большей вероятности обнаружения. Первый этап программы «Spaceguard» к настоящему времени успешно завершен. Обнаружено 825 АСЗ с диаметрами не менее 1 км из общего их числа, составляющего, по некоторым оценкам, 950 ± 50 . Общее число каталогизированных АСЗ достигло 8000. В ходе выполнения было обнаружено большое число потенциально опасных объектов, в основном мелких, в том числе таких, которые имеют отличную от нуля вероятность столкнуться с Землей в XXI веке. В 2004 г. был найден 270-метровый астероид (99942) Апофис, который в 2029 г. пройдет в опасной близости к Земле на минимальном расстоянии в 38000 км и имеет не нулевую вероятность столкнуться с ней в 2036 г.

Наибольший вклад в осуществление программы наблюдений и каталогизации астероидов и комет вносит ряд американских обсерваторий. Среди них первое место по числу уже обнаруженных объектов занимают программы «LINEAR» и «Catalina Sky Survey». Обсерватории других стран также принимают участие в программе «Spaceguard», хотя их вклад в открытие новых АСЗ в целом невелик. Высокая точность определения характеристик опасных астероидов может быть обеспечена лишь после длительных наблюдений объекта на разных участках его орбиты и при разной ориентации объекта относительно Солнца и наблюдателя. Значительная часть открываемых объектов теряется, так как за ними не проводятся длительные наблюдения после обнаружения.

Частота столкновений и оценка риска

Статистика уже открытых астероидов подтвердила и дополнила ранее сделанный на основе подсчета числа кратеров в равнинных районах Луны вывод о том, что частота падения на Землю космических тел зависит от их размеров. Так, падения тел размером от 1.5 км и более, способных вызвать глобальную катастрофу, случаются в среднем один раз в миллион лет или несколько реже. Региональные катастрофы разных масштабов, вызываемые падениями космических тел размером в сотни метров, случаются в среднем один раз в несколько десятков тысяч лет. Наконец, локальные катастрофы, как, например, вызванная падением Тунгусского метеорита в 1908 г., происходят один раз в несколько сотен лет. Вторжения в земную атмосферу тел метрового диапазона происходят несколько раз в год. В

октябре 2008 г. за 19 часов до падения на Землю был обнаружен 3–4 метровый астероид (метеороид) 2008 TC₃. Он разрушился на высоте 37 км над поверхностью Земли. Вдоль трассы падения было собрано несколько килограммов осколков.

Таким образом, частота столкновения Земли с крупными космическими телами мала, но возможные последствия для цивилизации слишком велики, чтобы ими можно было пренебречь. Из-за отсутствия на исторической памяти людей крупных катастроф с большим числом жертв, вызванных падениями космических тел, большинство жителей Земли относятся к опасности погибнуть в результате столкновения Земли с космическим телом с неоправданным оптимизмом. Между тем, как показывают обоснованные расчеты, риск для человека погибнуть в результате космической катастрофы, сравним с риском стать жертвой транспортной аварии. Этот парадоксальный вывод кажется противоречащим повседневному опыту, если не учитывать того факта, что основное число жертв в результате падения на Землю космических тел вызывается очень редкими событиями – глобальными катастрофами.

Государство, заботящееся о безопасности своих граждан, обязано включать падения космических тел на Землю в число возможных источников катастроф и предпринимать определенные действия по снижению уровня возможных потерь от этой угрозы, точно так же как это делается в отношении других источников катастроф. Для России остро необходимо определить область ответственности конкретного государственного органа за систему взвешенных мероприятий по подготовке к возможному столкновению космического тела с Землей, за организацию противодействия и за минимизацию человеческих жертв и материальных потерь, если столкновение предотвратить не удастся.

Россия, как часть мирового сообщества заинтересована в решении проблемы АКО. Более того, государство обязано приложить определенные усилия к решению данной проблемы в разумной кооперации с другими странами.

Возможность противодействия астероидно-кометной опасности

Проблему противодействия АКО можно разделить на несколько составных частей.

Первая часть заключается в систематическом поиске новых и слежении за уже известными потенциально опасными телами Солнечной системы, в результате чего определяются и уточняются орбиты, минеральный состав этих тел, особенности их строения и т.п., что совершенно необходимо для предвычисления возможных столкновений и осуществления пассивного или активного противодействия.

Отметим в связи с этим, что предвычисление столкновений основывается на знании элементов орбиты угрожающего тела, которые никогда не известны абсолютно точно, поскольку определяются из наблюдений, обремененных случайными и систематическими ошибками. В силу этого, прогноз столкновения всегда выполняется с некоторой неопределенностью, пределы которой могут быть оценены. По мере уточнения орбиты тела, уточняется и прогноз столкновения с ним.

В настоящее время серьезно обсуждается, в том числе и в конгрессе США, предложение о расширении программы обнаружения 90 % АСЗ на тела от 140 м до 1 км в течение ближайших 15 лет. Их число оценивается сотнями тысяч объектов. Для решения этой задачи, для слежения за открытыми телами с целью постепенного уточнения орбит и предсказания возможных столкновений с Землей, то есть для осуществления мониторинга опасных космических тел, требуется участие многих обсерваторий, наблюдающих в кооперации друг с другом, использование более мощных инструментов, чем имеется на сегодняшний день, а также создание региональных центров сбора и обработки информации.

Второй актуальной задачей является разработка методов и средств пассивного сопротивления астероидной угрозе. Под пассивным сопротивлением понимается осуществление необходимых мер по минимизации человеческих жертв и имущественных потерь в том случае, если активное противодействие будет признано невозможным или

нецелесообразным или предпринятые активные действия окажутся недостаточно эффективными (предотвратить столкновение Земли с космическим телом не удалось из-за недостатка времени, слишком большой его массы, необычной структуры или каких-либо иных причин). Пассивное сопротивление может заключаться в эвакуации людей и техники из района предполагаемого падения, подготовки опасных объектов (отключение ядерных реакторов, остановка опасных производств и т.п.), проведение противопожарных мероприятий. Пассивное противодействие предполагает заблаговременную разработку процедур принятия решений на государственном и местном уровне, порядке информирования населения о создавшейся обстановке, разработку планов осуществления необходимых мер и определение списка лиц, отвечающих за выполнение намеченных действий.

Третья составная часть – это разработка и создание методов и средств активного противодействия падению космических тел. Они существенным образом зависят от размеров опасного тела и времени, остающегося до столкновения. Если оно велико (порядка нескольких десятилетий или хотя бы лет), то целесообразным является постепенный увод тела с орбиты столкновения. С этой целью могут использоваться двигатели малой тяги, доставленные на опасное тело. Такие двигатели будут работать на солнечной энергии и создавать реактивную тягу путем направленного выброса вещества астероида. С той же целью может использоваться устанавливаемый на теле солнечный парус. При малом времени упреждения и небольшой массе тела можно добиться его дробления на части, не представляющие угрозы, с помощью инерционных механических рассекателей или направленных потоков высокоскоростных частиц. Перспективной технологией является использование принципа «космического тягача». Подобный тягач зависает на сравнительно небольшой высоте над поверхностью угрожающего тела за счет работы своих реактивных двигателей. Небольшая по величине сила гравитационного притяжения со стороны тягача, приложенная к опасному телу, в состоянии увести его с угрожающей траектории за время порядка нескольких месяцев. В случае большой массы тела и малого времени упреждения наиболее эффективными методами противодействия являются изменение траектории тела с помощью поверхностных или около-поверхностных ядерных (или термоядерных) взрывов или его разрушение с приданием направленного движения полю осколков с помощью серии взрывов. Использование указанных методов требует серьезной предварительной проработки и опробования в условиях космоса.

В любом случае активного противодействия потребуются предварительно обследовать угрожающий объект с помощью космических аппаратов для уточнения вращательных, физических и структурных особенностей тела и, возможно, доставки на Землю образцов его вещества.

Наконец, четвертой составной частью решения проблемы АКО является доставка средств противодействия в нужное место и время с необходимой точностью, и их применение. Очевидно, что выбор средств противодействия должен быть согласован в комплексе с возможностью их доставки ракетами-носителями.

Международный аспект проблемы

Специфика проблемы активного противодействия состоит в том, что она не может решаться одной страной или группой стран. Это международная проблема, затрагивающая интересы всех стран, которая может быть решена лишь при наличии международного соглашения в отношении предпринимаемых действий. Необходимость такого соглашения видна уже на примере использования ядерных взрывов как инструмента противодействия. Сегодня на вывод ядерного оружия в космос и его испытание существует запрет. Но в некоторых ситуациях без этого инструмента при современном уровне технологий обойтись нельзя. Можно указать и на ряд других причин, по которым оказание активного

противодействия падению космических тел должно стать предметом международного соглашения. Вполне естественно, что подобные соглашения должны заключаться в рамках Организации объединенных наций (ООН). Проблема АКО уже на протяжении ряда лет рассматривается Комитетом ООН по мирному использованию космоса.

Российский аспект проблемы

Россия, как одна из ядерных держав, обладающая к тому же развитыми космическими технологиями и опытом проведения космических миссий, не может и не должна быть в стороне от решения рассматриваемой проблемы.

В настоящее время на территории Российской Федерации имеются только несколько обсерваторий, в программу которых входят регулярные наблюдения малых планет и комет, сближающихся с Землей. Это в первую очередь Пулковская обсерватория (Санкт-Петербург) и ее горная астрономическая станция в районе г. Кисловодска. Другим институтом, ведущим интенсивную наблюдательную программу, относящуюся к проблеме обнаружения опасных небесных тел, является Институт астрономии РАН, где была поставлена и успешно решается задача выявления в болидных и метеорных потоках тел метрового и декаметрового диапазона. Регулярные наблюдения АСЗ ведутся с небольшими инструментами в Коуровской обсерватории на Урале. Телескоп, недавно установленный в Саянской обсерватории Института солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН, также может быть использован для наблюдения АСЗ. Россия обладает мощным радио-телескопом РТ -70, наблюдения на котором могут обеспечить исключительно точные положения АСЗ во время их сближения с Землей и дать информацию об их структуре, размере, минеральном составе и других свойствах.

В участии России в решении задачи слежения за опасными объектами заинтересовано все мировое сообщество в силу ее большой территории, расположенной в разных часовых поясах и климатических зонах. С другой стороны, это позволит России располагать независимыми источниками информации и аргументированным мнением, базирующимся на независимых вычислениях, для принятия ответственных решений по оказанию активного противодействия падению того или иного космического тела. Поэтому на современном этапе актуальной задачей является активное участие в выполнении второго этапа программы «Spaceguard», создание в России сети обсерваторий и наблюдательных пунктов для открытия новых и слежения за уже известными опасными объектами, организация на базе имеющихся институтов регионального информационного и вычислительного центра.

Работы по изучению проблемы АКО в России ведутся в научных учреждениях РАН, высших учебных заведениях, предприятиях космической индустрии и оборонного комплекса. В 2007 г. с целью объединения усилий в решении проблемы при Совете РАН по космосу была создана «Экспертная рабочая группа по проблеме астероидно-кометной опасности», в которую вошли видные ученые, инженеры и проектировщики, представители Роскосмоса, МЧС России и других ведомств и организаций. Усилиями членов экспертной группы разработан проект Федеральной целевой научно-технической программы «Астероидно-кометная опасность» [1]. Проект предусматривает выполнение работ по пяти разделам:

1. Взаимодействие – организация информационного взаимодействия в России и на международной арене по проблеме АКО;
2. Обнаружение и мониторинг потенциально опасных объектов;
3. Характеристики опасных тел и оценка рисков;
4. Космические миссии;
5. Предотвращение.

Проблема астероидно-кометной опасности является международной проблемой, в решении которой заинтересованы все страны. Активное противодействие падению

космических тел на Землю может осуществляться только на основе международных договоренностей. Вместе с тем проблема активного противодействия тесно переплетается с национальной безопасностью страны и с ее военной безопасностью, поскольку противодействие основывается на использовании технологий, имеющих двойное применение. С учетом этих обстоятельств Россия заинтересована в том, чтобы иметь независимую систему мониторинга опасных объектов и предупреждения об их падении на Землю. Естественно, что подобная система должна находиться во взаимодействии с аналогичными службами в других странах. Взаимный контроль жизненно важных оценок и предупреждений не может быть излишним.

Исходя из этих соображений, задача создания национальной системы мониторинга опасных небесных тел, включающей в себя создание банка наблюдений малых тел, определение и уточнение их орбит, предвычисление столкновений астероидов и комет с Землей на интервале в несколько ближайших десятилетий, получение оценок вероятности того или иного события является в высшей мере актуальной.

Работы по проблеме АКО в Институте прикладной астрономии РАН

На протяжении многих лет в Институте прикладной астрономии (ИПА) РАН ведется работа по каталогизации астероидов, сближающихся с Землей. Для всех тел, имеющих сближение с Землей в ближайшее время, вычисляются эфемериды на период сближения для проведения возможных наблюдений. Результаты указанных расчетов размещаются на сервере ИПА РАН в Каталоге АСЗ в общедоступной области. С момента открытия опасного астероида Апофис в ИПА РАН проводятся исследования его движения. Орбита астероида исправлена по всем имеющимся оптическим и радиолокационным наблюдениям. Уточнены обстоятельства его очень тесного сближения с Землей в апреле 2029 г. Под влиянием притяжения Земли орбита Апофиса подвергнется изменению, величина которого критически зависит от минимального расстояния между астероидом и центром Земли, достигнутым в ходе сближения. Если минимальное расстояние окажется в определенном диапазоне расстояний (в так называемой «замочной скважине»), дальнейшее движение астероида будет совершаться в определенной соизмеримости (резонансе) со средним движением Земли по ее орбите. В результате такого преобразования существует опасность очень тесного сближения или даже столкновения Апофиса с Землей через 7 лет в 2036 г. (рис. 2) [2]. Как показали вычисления, проведенные в ИПА, «замочная скважина» для столкновения в 2036 г. лежит вне пределов эллипса ошибок, что определяет малую вероятность подобного развития событий. Оценивалось также влияние на движение Апофиса негравитационного ускорения тела, вызываемого неравномерным переизлучением солнечной радиации (эффект Ярковского) и вероятность его столкновения с Землей в 2036 г. с учетом этого эффекта.

Исследована динамика тунгусского тела, проникшего в атмосферу Земли 30 июня 1908 г. Это было небесное тело достаточно большого размера – до сотни метров в диаметре. В результате торможения в атмосфере, оно раздробилось и затем взорвалось, не долетев до поверхности Земли. Взрыв вызвал поверхностный ожог и вывал леса на площади более 2000 квадратных километров. Акустические и световые явления распространились на площади радиусом около 800 км. После взрыва практически на всей Земле фиксировались явления, связанные с большим количеством пыли в атмосфере. Численно исследовалась ретроспективная эволюция орбиты тунгусского тела от момента его взрыва до входа в атмосферу Земли. Цель исследования – вычисление возможных орбит тунгусского тела до его вхождения в атмосферу Земли. Проведенные вычисления показывают, что тунгусское тело до входа в атмосферу Земли двигалось по орбите, близкой к орбите астероида Апофис [3].

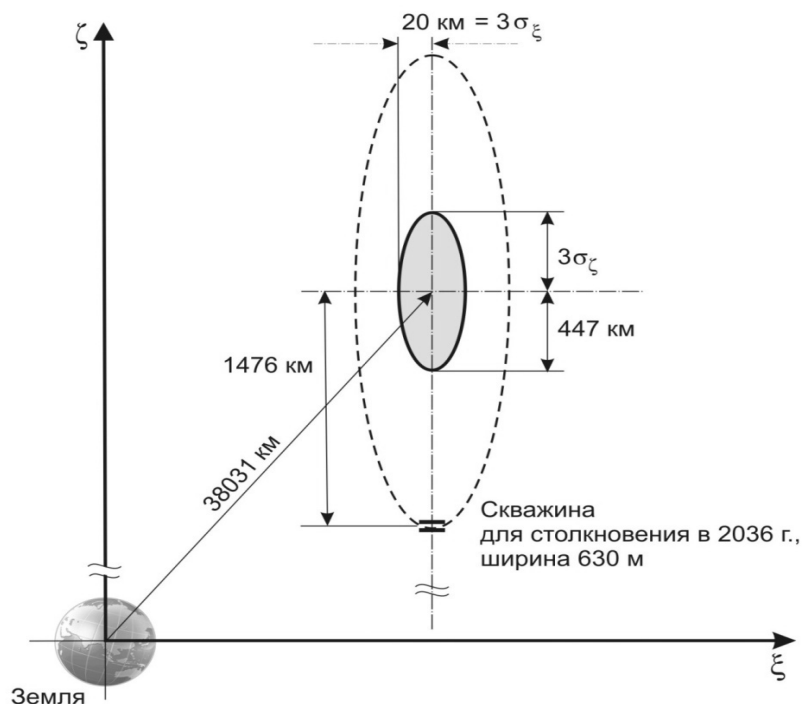


Рис. 2. Эллипс ошибок положения центра астероида на плоскости цели в момент его сближения с Землей 13 апреля 2029 г.

Построена численная теория движения кометы Темпель 1 – объекта исследования космической миссии Deep Impact. 4 июля 2005 г. 320 км медный ударник, направленный в сторону ядра кометы, столкнулся с поверхностью ядра, что привело к выбросу большого количества пыли и газа. Наблюдения этого события как космическими, так и наземными обсерваториями позволили оценить массу выброшенного вещества и импульс, который приобрела комета в результате этого столкновения. На основе позиционных наблюдений найдена орбита кометы до и после столкновения, а также импульс, приобретенный кометой, и изменение негравитационного ускорения. Вычисления показали, что столкновение ядра кометы с ударником привело к значительно большему изменению ее скорости, чем это следует из оценки полученного импульса [4]. Эти результаты важны при рассмотрении способов противодействия угрожающим телам.

ИПА РАН ведется работа по созданию системы автоматического предвычисления опасных сближений с Землей всех вновь открываемых астероидов и комет.

Литература

1. Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, завтра / под ред. Б.М. Шустова, Л.В. Рыхловой. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2010. 384 с.
2. Шор В.А., Чернетенко Ю.А., Кочетова О.М. Куда дрейфует орбита Апофиса? // Астрономический вестник. 2011.
3. Заботин А.С., Медведев Ю.Д. О возможной гелиоцентрической орбите тунгусского метеорита до его вхождения в атмосферу Земли: материалы Междунар. конф. «Околоземная астрономия 2007». Институт астрономии РАН, 2008. С. 149–154.
4. Бондаренко Ю.С. Изменение движения кометы Темпель 1 вследствие столкновения с ударником космической миссии Deep Impact // Сообщения ИПА РАН. № 184. 24 с.

НЕДОСТАТКИ В МЕТОДАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА КАК ПРИЧИНЫ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

Ю.П. Петров, доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский государственный университет.

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

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Рассмотрены недостатки широко используемых методов расчета и проектирования, которые неизбежно приводят к авариям и катастрофам. Описаны недавно разработанные в России более совершенные методы инженерных расчетов, способные сократить затраты и уменьшить число аварий.

Ключевые слова: техногенные аварии, катастрофы, методы расчета, расчеты устойчивости, системы дифференциальных уравнений, системы алгебраических уравнений, погрешности решений

MAN-MADE DISASTERS, WHICH ARE CAUSED BY FAULTS IN THE METHODS OF DESIGNING AND CALCULATION

Y.P. Petrov. Saint-Petersburg of State university.

M.V. Makarova. Saint-Petersburg of State university of Aerospace Instrumentation

Considered shortcomings of widely used methods of calculation and design, which inevitably leads to accidents and disasters. Briefly describes the recently developed in Russia improved methods for engineering calculations, which can reduce costs and reduce the number of accidents.

Key words: technological accidents, catastrophes, methods of calculation, the calculation of stability, the system of differential equations, algebraic equations, errors in decisions

Нескончаемая череда техногенных аварий и катастроф, происходящих в последние годы на транспорте и в промышленности России, заставляют еще раз проанализировать их причины. Чаще всего, почти всегда, государственные комиссии, расследующие очередную катастрофу, причиной ее называют человеческий фактор, под которым они понимают ошибки пилотов, ошибки капитанов, ошибки диспетчеров.

При этом игнорируется, что значительная часть катастроф происходит из-за ошибок, допущенных при проектировании и расчете.

Характерный пример – катастрофа самолета ТУ-154 22 августа 2006 г., когда погибли 170 человек – все пассажиры и экипаж. Обвинили в катастрофе погибшего летчика, командира воздушного корабля. Однако на этот раз произошел редкий случай: журналистам удалось достать и опубликовать в газете «Известия» копии показаний бортовых самописцев погибшего самолета. Опытные пилоты, проанализировав их, быстро выявили истинную причину: в самолете ТУ-154 еще на стадии проектирования и расчета был заложен опасный

дефект: у всех самолетов при нередком попадании в вихревые потоки воздуха при превышении критического угла атаки подъемная сила падает и нормальный полет восстанавливается. А у ТУ-154 в тех условиях может перейти в опаснейший «режим подхвата», когда самолет увеличивает высоту, но теряет скорость и в считанные секунды необратимо переходит в «плоский штопор» и падает на землю.

Этот опаснейший дефект самолетов типа ТУ-154 впервые привел к катастрофе еще в 1985 г., когда один из самолетов при полете над городом Учкудук, близ г. Ташкента, попал в «режим подхвата», не смог из него выйти, упал, разбился и погубил двести человек. Но и эта страшная катастрофа не заставила изменить конструкцию ТУ-154 и исключить «режим подхвата». Ограничились строгим инструктажем летчикам – быстро, в первые секунды, распознавать этот опасный режим и столь же быстро (и правильно) из него выходить. В первые годы после страшной катастрофы над г. Учкудуком все эти рекомендации, очевидно, были в центре внимания пилотов ТУ-154 и строго выполнялись. Потом острота проблемы постепенно забылась, и самолеты ТУ-154 продолжали летать фактически с заложенной в них «скрытой миной». Эта мина и сработала 22 августа 2006 г. над г. Донецком и погубила 170 человек.

Авторы обращают внимание на еще более опасное явление, когда на уже найденные и опубликованные ошибки в традиционных методах расчета и проектирования не обращают внимания и не исправляют их, а ведь эти ошибки неизбежно ведут к авариям и катастрофам, которые вполне можно предотвратить, но их не предотвращают.

Аварии и катастрофы неизбежно будут повторяться снова и снова, если в проектных и конструкторских организациях по-прежнему не будут обращать внимания на существование открытых еще в 1994 г. опасных особых объектов и описывающих их поведение «особых» математических моделей.

Особые объекты – это те, для которых традиционные, повсеместно используемые методы расчета неизбежно ведут к ошибочным заключениям о запасах устойчивости, которые затем проникают в проекты и в реально изготовленный объект (например, автопилот самолета). По расчету кажется, что все хорошо, запасы устойчивости достаточны, изготовленный автопилот (или другой объект) будет работать надежно и долго. А на самом деле все не так, запасы устойчивости малы, много меньше расчетных. При неизбежных малых вариациях параметров в ходе эксплуатации объекта, эти запасы могут быстро исчерпаться и в совершенно непредвиденные моменты времени, объект потеряет устойчивость, произойдет авария, которая может перерасти в самую страшную катастрофу.

Существование особых объектов связано с долго незамечаемыми свойствами привычных эквивалентных (равносильных) преобразований, широко и повсеместно используемых при расчетах и проектировании (к эквивалентным относятся, например, такие привычные преобразования, как умножение всех членов уравнения на число, не равное нулю, почленное дифференцирование и т.п.). Эквивалентные преобразования упрощают уравнения, не изменяя их решений (почему и используются так широко), но очень долго не замечали, что они могут изменять важные свойства решений и, в частности, величину запасов устойчивости.

Это было замечено (и опубликовано) лишь в 1987 г. в [1]. Несколько позже, в [2–4] были опубликованы предостережения о том, что игнорирование недавно открытых особенностей эквивалентных преобразований и особых объектов может приводить (и приводит) к ошибкам в расчетах, а потом и к неизбежным авариям и катастрофам. Одновременно были опубликованы усовершенствованные методы расчета, позволяющие избегать аварий. Разумеется, столь существенные новые результаты в прикладной математике, в теории инженерных расчетов не остались без внимания и интенсивно обсуждались на научных семинарах Ленинграда и Москвы. После горячих дискуссий правильность новых результатов была признана, что подчеркнула и публикация в «Докладах Академии наук» (ДАН) [5]. Отметим, что статья [5] ввиду особой значимости поднятого в ней вопроса, не была опубликована сразу, хотя по общему правилу статьи, предоставленные

академиком РАН, публикуются в ДАН немедленно и без рецензий. Была образована особая комиссия из трех академиков, которая изучила рукопись статьи и лишь после авторитетного положительного заключения комиссии статья была опубликована.

В 1999 г. вышла книга Ю.П. Петрова и Л.Ю. Петрова [6], где были подробно рассмотрены свойства особых объектов и эквивалентных преобразований, описаны аварии и катастрофы, произошедшие к этому времени из-за игнорирования возможного изменения запасов устойчивости при эквивалентных преобразованиях и описаны методы предотвращения аварий. В 1999–2005 гг. эта книга выдержала четыре издания (все издания рецензировались), а в 2008 г. была дополнена книгой [7], содержащей дополнительные результаты.

Приведем пример математической модели особого объекта [6], рассмотрев систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} (D^3 + 4D^2 + 5D + 2)x_1 &= (D^2 + 2D + 1)x_2, \\ (D + 1)x_2 &= (D^2 + 4D + 5)x_1. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $D = d/dt$ и систему

$$\left. \begin{aligned} x_1' &= -2x_1 + x_2 + x_3, \\ x_3' &= x_4, \\ x_4' &= -x_3 - 2x_4, \\ x_2 &= -x_1 - 2x_3 - x_4. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Они описывают процессы в системе управления электроприводом, где x_1 – это частота вращения; x_2 – ток якоря; x_3 и x_4 – вспомогательные переменные, введенные, например, при помощи равенств

$$\left. \begin{aligned} x_3 &= x_1' + 2x_1 - x_2, \\ x_4 &= x_3'. \end{aligned} \right\}$$

В [6] показано, что системы (1) и (2) могут быть переведены одна в другую эквивалентными преобразованиями. Для этого достаточно по известным правилам исключить переменные x_3 и x_4 из системы (2), чтобы получить систему (1). В тоже время система (2) сохраняет устойчивость при малых вариациях любого из своих коэффициентов, а если, например, в первом из уравнений системы (1) изменить коэффициенты при члене $D^2 x_1$ на одну тысячную, вместо единицы подставить 0,999, то устойчивость потеряется.

В [6] также показано, что система (1) более правильно описывает реальное поведение электропривода с точки зрения сохранения его устойчивости при вариациях его параметров, а значит, и коэффициентов его математической модели. Между тем в расчетах и, в частности, при расчетах в системе MATLAB – чаще используются системы вида (2), но есть записанные в «нормальной форме Коши». Использование в расчетах систем вида (2) может приводить (и уже не раз приводило) к авариям, описанным в [6]. Для того, чтобы избежать их, достаточно использовать несложные дополнительные проверки, описанные в [6] и [7], как, например, сделано в работах М.В. Макаровой [8, 9].

Таким образом, новое научное открытие было и широко опубликовано, и признано. Оно могло бы существенно сократить число аварий и катастроф – и в авиации, и в других областях промышленности и транспорта, могло спасти немало людских жизней.

В Балтийском государственном техническом университете («Военмехе») образовалась инициативная группа, готовая проверить техническую документацию российских самолетов, чтобы выяснить – нет ли среди многочисленных самолетных систем особых объектов,

которые потом станут источниками неизбежных аварий. А если особые объекты выявлены до того, как они стали причиной аварий, то сделать их безопасными совсем просто и особых усилий не требует. Однако авиакомпании категорически отказались от любого контакта и сотрудничества. Устранился от этой проблемы и Государственный авианадзор. Встретив такое отношение, инициативная группа «Военмеха» распалась. Результат ее кратковременной работы отражен в [10]. Помимо рассказа о многих катастрофах и методах их расследования, там приведены копии писем и обращений инициативной группы и ответы на них из разных инстанций. Всего приведено 13 документов.

На затронутую тему обратили внимание в Московском государственном техническом университете имени Н.Э.Баумана (МГТУ) – наиболее авторитетном техническом вузе России, уделяющем серьезное внимание научным исследованиям. Ознакомившись в 2009 г. с публикациями [6, 7], они нашли в них истинные причины недавних катастроф и способы их предотвращения. 30 января 2011 г. в Интернете на официальном сайте МГТУ в блоге В.Б. Маничева был размещен меморандум В.Б. Маничева, который призвал: «Все преподаватели и студенты всех технических университетов России должны знать очень важное для инженеров научное открытие профессора Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) Ю.П. Петрова – на мой взгляд, важнейшее на рубеже веков научное открытие в математическом моделировании реальных систем». Далее В.Б. Маничев излагал в своем блоге, как на основе этого открытия в МГТУ установили истинные причины таинственных до последнего времени аварий ракетной и космической техники. А также о том, как в МГТУ было разработано программное обеспечение более совершенных методов проектирования и расчета технических систем (сведенных в библиотеку программ-решателей под названием SADEL). Таким образом, в МГТУ многое сделано для предотвращения аварий и катастроф, но, разумеется, усилий одного и даже двух-трех вузов недостаточно: космический запуск, например, объединяет усилия десятков смежников и для новой катастрофы достаточно, чтобы один из них не проверил себя на присутствие особых систем и не исправил их.

К сожалению, не получило пока практического применения и второе научное открытие, также сделанное в СПбГУ и относящееся к наиболее распространенным статическим расчетам технических объектов. Как известно, расчеты величины напряжений и усилий в элементах самых разнообразных конструкций в строительстве и на транспорте сводятся чаще всего к вычислению решений систем линейных алгебраических уравнений вида

[illegible]

где $x_1, x_2, \dots, x_n$ – это исследуемые усилия и напряжения в элементах конструкций, которые не должны превышать предельно допустимых значений; $b_1, b_2, \dots, b_n$ – это внешние силы и нагрузки, а коэффициенты a_{ij} зависят от размеров элементов конструкции и связей между ними. Для простейшей конструкции – балки, лежащей на двух опорах – составляются два уравнения вида (3), в которых x_1 и x_2 – это нагрузки на опоры, b_1 и b_2 – внешние силы, а коэффициенты от a_{11} до a_{22} зависят от расстояния между опорами и вылетов балки слева от левой опоры и справа от правой. В более сложных конструкциях число уравнений вида (3) может достигать десятков и даже сотен. Для систем вида (3) давно разработаны хорошие программы для вычисления $x_1, x_2, \dots, x_n$ при заданных значениях коэффициентов a_{ij} и b_i , но главная трудность состоит в том, что в реальных расчетах все коэффициенты неизбежно известны только приближенно, с неизбежной конечной погрешностью, а в ходе эксплуатации объекта испытывают дополнительные малые вариации параметров. Фактически, про каждый из коэффициентов уравнений (3) мы можем сказать лишь, что выполняются оценочные неравенства:

$$\overline{a_{ij}} = a_{ij} (1 \pm \varepsilon_{ij}); \overline{b_i} = b_i (1 \pm \varepsilon_i)$$

где $\overline{a_{ij}}$ и $\overline{b_i}$ – истинные, неизвестные нам значения коэффициентов; a_{ij} и b_i – их номинальные значения, используемые при расчете; ε_{ij} и ε_i – погрешности числа, малые в сравнении с единицей. При этом, если абсолютные величины погрешностей можно хотя бы оценить сверху: $|\varepsilon_{ij}| \leq \varepsilon_{ijm}$; $|b_i| \leq \varepsilon_{im}$, то знак их почти всегда не предсказуем. Часто считают, что если погрешности коэффициентов малы, то и погрешности решений будут малы. К сожалению, это не так. Точнее – не всегда так. Примером может служить простая система

$$\left. \begin{aligned} 10,00 x_1 + 0,5 x_2 &= 11,50 \\ 10,02 x_1 + 0,5 x_2 &= 11,52 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

имеющая – как легко проверить – решения $x_1 = 1$; $x_2 = 1$. Если коэффициент при x_1 в первом уравнении (4) изменится всего на одну тысячную от своего первоначального значения (10,00) и станет равным 10,01, то система (4) примет вид

$$\left. \begin{aligned} 10,01 x_1 + 0,5 x_2 &= 11,50 \\ 10,02 x_1 + 0,5 x_2 &= 11,52 \end{aligned} \right\}$$

и ее решениями будут $x_1 = 2$; $x_2 = -19,04$, то есть незначительное изменение всего одного коэффициента привело к изменению решения x_2 в девятнадцать раз, да и знак его изменился.

Разумеется, объекты, математическими моделями которых являются уравнения вида (4) и им подобные, в высшей степени ненадежны и крайне опасны. Системы уравнений, в которых малые изменения коэффициентов ведут к большим изменениям решений, называют «плохо обусловленными» системами, а реальные технические объекты, математическими моделями которых являются подобные системы уравнений, называют «плохо обусловленными объектами». Разумеется, подобные объекты крайне опасны. Их надо отслеживать еще на стадии расчета и проектирования, ни в коем случае не допуская их воплощения в металле, иначе тяжелые аварии и катастрофы совершенно неизбежны.

Однако выделить и отсеять «плохо обусловленные» системы уравнений очень не просто. Дело в том, что изменения решений сильно зависят не только от абсолютных величин погрешностей ε_{ij} , но зависят и от сочетания их знаков. Существуют безопасные сочетания знаков и существуют очень опасные. А число возможных сочетаний очень и очень велико, оно равно $2^{(n)}$, где n – число уравнений вида (3). Уже для системы всего из пяти уравнений это число равно 2^{25} , что больше, чем $3,2 \cdot 10^7$, а для системы из десяти уравнений оно равно 2^{100} , что больше, чем 10^{30} . Проверить напрямую такое число сочетаний, вычислить, какие из них опасны – это недоступно даже для современных сверхбыстродействующих вычислительных машин.

Поэтому многие десятки лет ученые всего мира пытались найти методы, позволяющие выявить «плохо обусловленные» объекты, найти величину неустранимых погрешностей и вариаций решений, происходящих из-за погрешностей и вариаций в коэффициентах. Из многочисленных работ на эту тему отметим [11–13]. На сегодняшний день наиболее совершенным считается метод, основанный на вычислении так называемых «чисел обусловленности», равных произведению норм прямой и обратной матриц коэффициентов системы уравнений. Вычисляется число обусловленности достаточно сложно (методы вычисления описаны в [11–14]), но оно дает оценку степени обусловленности системы и приближенную оценку осредненной по всем решениям – от x_1 до x_n неустранимой погрешности вектора решений. Принято считать, что если число обусловленности мало (меньше ста), то система уравнений хорошо обусловлена, если много больше, то плохо обусловлена. Так, для системы (4) «число обусловленности» равно 20240 и правильно указывает на очень плохую обусловленность системы (4).

Однако методика, основанная на числах обусловленности имеет много недостатков, подробно рассмотренных в работе Дж. Деммеля [14]. Главный из недостатков – эта методика дает лишь осредненную по всем решениям от x_1 до x_n – оценку неустранимой погрешности и вариаций решений, а это – нечто вроде средней температуры по больнице. Существует немало примеров, когда число обусловленности хорошее, но при малых, неизбежных при эксплуатации, вариациях параметров некоторые из составляющих x_i вектора решений получают большие отклонения, что, в свою очередь, ведет к неизбежной аварии. Любопытно, что эти недостатки чисел обусловленности проектно-конструкторским организациям известны, но борются с ними примитивно: устанавливают сильно завышенные коэффициенты запаса, то есть делают конструкцию более массивной и тяжелой. Но это – огромный перерасход денег, а от аварий все равно не спасает. Уже простой пример с системой (4) показывает, что малые, неизбежные на практике, вариации параметров решение x_2 могут изменяться в 19 раз. Для подобных объектов никакой реальный коэффициент запаса не поможет. И все же с этими недостатками чисел обусловленности мирились, потому что лучших методов расчета не было.

Но в 2009 г. в [14] был опубликован метод расчета, позволяющий быстро и удобно вычислить максимально возможную неустранимую погрешность для каждой из составляющих решения от x_1 до x_n . Использование этого метода при проектировании объектов промышленности и транспорта позволит и деньги очень большие сберечь (миллиарды в масштабе России) и, главное, предотвратить многие аварии и катастрофы, спасти жизни людей.

Отметим также, что все исследования по разработке нового метода расчета и по его совершенствованию [14–16] проводились в России, а за рубежом подобных результатов пока еще нет. Но вот с использованием этих достижений российской науки дело обстоит плохо. Строительные компании Санкт-Петербурга, которым делались предложения, не пожелали использовать более совершенные методы расчета.

В результате аварии в строительстве продолжают и особенно часто они происходят со зданиями оригинальной конструкции, недавно построенными по индивидуальным проектам и расчетам. Наиболее известная из них – это обрушение крыши аквапарк «Трансвааль» в Москве 14 февраля 2004 г., когда погибло 27 человек, в том числе дети, и 113 человек получили различные травмы. Совершенно неожиданно в недавно построенном красивом здании аквапарк одна из колонн, на которые опиралась крыша большого бассейна, сломалась под ее тяжестью. Вслед за ней стали ломаться и другие колонны. Потерявшая опоры крыша рухнула прямо на головы беззаботно плавающих людей.

Эта катастрофа, произошедшая в столице страны, очень тщательно расследовалась. Было установлено, что ни террористы, ни качество строительства не были причинами катастрофы. Единственной причиной были признаны ошибки в расчете и проектировании, хотя проектировало аквапарк «Трансвааль» известное конструкторское бюро ЗАО «К», возглавляемое опытным и авторитетным конструктором Н.В. Канчели. Разумеется, это бюро использовало все известные к 2002 г. (когда выполнялся проект и расчет «Трансвааля») методы расчета, в том числе использовали, конечно, и проверку величины вариаций нагрузок по числам обусловленности. Однако – как уже отмечалось – проверка по числам обусловленности и другие проверки, известные к 2002 г., не позволяли вычислить величину вариаций для каждой из составляющих вектора решений, для каждой из колонн, поддерживающих крышу. В результате при неизбежных при эксплуатации здания малых вариациях его параметров одна из колонн оказалась перегруженной, сломалась под нагрузкой и привела к катастрофе. Отметим, что Н.В. Канчели не был виновен в этой ошибке расчета: методика, позволяющая рассчитать вариацию нагрузки для каждой колонны (а не осредненную нагрузку) была опубликована лишь в 2009 г. в [14]. Сегодня более совершенные методы разработаны и опубликованы [15–16].

Изложенный материал показывает, что из весьма существенных причин аварий и катастроф в промышленности и на транспорте России и других стран являются недостатки в

повсеместно используемых методах расчета и проектирования. За последние два десятилетия эти недостатки во многом восполнены. Разработаны новые, более совершенные методы, они опубликованы, но, к сожалению, все еще мало используются.

Литература

1. Петров Ю.П. Синтез оптимальных систем управления при неполностью известных возмущающих силах. Л.: Изд-во Ленинградского гос. университета, 1987. 289 с.
2. Петров Ю.П. О скрытых опасностях, содержащихся в традиционных методах проверки устойчивости // Известия ВУЗ, Электромеханика. 1991. № 11. С. 106–108.
3. Петров Ю.П. Предотвращение аварийности в системах управления // Известия ВУЗ, Электромеханика. 1994. № 1–2. С. 37–40.
4. Петров Ю.П. Устойчивость линейных систем при вариациях параметров // Автоматика и телемеханика. 1994. № 11. С. 186–189.
5. Данилевич Я.Б., Петров Ю.П. О необходимости расширения понятия эквивалентности математических моделей // Доклады Академии наук. 2000. Т. 371. № 4. С. 473–475.
6. Петров Ю.П., Петров Л.Ю. Неожиданное в математике и его связь с авариями и катастрофами СПб.: БХВ-Петербург, 1999. 224 с.
7. Петров Ю.П. Обеспечение достоверности и надежности компьютерных расчетов СПб.: БХВ-Петербург, 2008. 160 с.
8. Макарова М.В. Приближенное решение нелинейного дифференциального уравнения Лъенара с квадратичным трением и кубической восстанавливающей силой // Вестник Санкт-Петербургского университета. 1998. Сер. 4. Вып. 2. № 11.
9. Макарова М.В. Об оценке снизу числа предельных циклов уравнения Лъенара // Вестник молодых ученых. сер. Прикладная математика и механика. 2000. № 4. С. 41–46.
10. Петров Ю.П. Расследование и предупреждение техногенных катастроф СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 104 с.
11. Уилкинсон Дж.Х. Алгебраическая проблема собственных значений. М.: Наука, 1970. 564 с.
12. Мышкис А.Д. Прикладная математика для инженеров. 3-е изд. М.: Наука, 2007. 688 с.
13. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. М.: Мир, 2001. 429 с.
14. Петров Ю.П. Как получать надежные решения систем уравнений. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 175 с.
15. Петров Ю.П. Получение точных оценок погрешностей решений систем алгебраических уравнений // Вестник гражданских инженеров. 2010. № 1(22). С. 68–73.
16. Волошин М.В., Жигалова В.В., Петров Ю.П. Зависимость между погрешностями коэффициентов и погрешностями решений систем линейных алгебраических уравнений // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 2(27). С. 71–77.



ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

АСТРОМЕТРИЧЕСКИЕ И ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АСТЕРОИДОВ ПРИ СБЛИЖЕНИИ С ЗЕМЛЁЙ

А.В. Девяткин, кандидат физико-математических наук.
Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

Приводятся результаты исследования объектов, сближающихся с Землёй.

Ключевые слова: астрометрические и фотометрические наблюдения, астероидно-кометная опасность

ASTROMETRIC AND PHOTOMETRIC INVESTIGATIONS OF NEAR EARTH ASTEROIDS

A.V. Devyatkin. Pulkovo observatory of RAS

The results of investigations of Near Earth Objects are presented.

Key words: astrometric and photometric observations, asteroid-comet hazard

В связи с многократным количественным ростом количества астероидов и комет, за счёт вновь открываемых объектов, большое значение приобрела проблема астероидно-кометной опасности (АКО) и появились перспективы решения этой важнейшей проблемы. Под АКО понимают угрозу нанесения серьезного ущерба человечеству в результате столкновения космических тел (астероиды и кометы размером более нескольких десятков метров) с Землёй. Астероиды и кометы, чьи орбиты имеют перигелийные расстояния $q < 1,3$ а.е., называют объектами, сближающимися с Землей (ОСЗ). Если ОСЗ сближаются с орбитой Земли до минимального расстояния, не превышающего 0,05 а.е. (7,5 млн км) и их абсолютная звездная величина $H \leq 22$, то такие объекты называют потенциально опасными объектами. Объекты, имеющие весомую вероятность столкновения с Землей, называют угрожающими объектами.

В настоящее время задача постоянного мониторинга и исследования особенностей движения объектов, сближающихся с Землей, является весьма актуальной, и многие страны вносят в неё большой вклад. Россия как страна с большими научными традициями, достижениями и перспективами технологического развития принимает активное участие в этой деятельности. Её уникальное географическое положение даёт дополнительные возможности для получения наблюдательных данных.

Проблема АКО, ввиду её актуальности, рассматривалась ООН (1995 г.), Палатой Лордов Великобритании (2001 г.), Конгрессом США, Организацией экономического сотрудничества и развития (2003 г.), Парламентской Ассамблеей Совета Европы (1996 г.). Российской академией наук совместно с заинтересованными министерствами и организациями, разрабатывается федеральная целевая научно-техническая программа «Астероидно-кометная безопасность России», в которой принимает активное участие и Пулковская обсерватория.

Задачи астрономов, участвующих в работах по астероидно-кометной опасности, заключаются в следующем:

- поиск объектов, сближающихся с Землёй;
- определение элементов орбит ОСЗ;
- определение размеров, массы ОСЗ;
- вычисление координат ОСЗ;
- вычисление момента времени и места падения на Землю.

Работы по астероидно-кометной опасности в Пулковской обсерватории осуществляется в рамках темы «Пулковская программа изучения объектов, сближающихся с Землей» [1], которая предусматривает проведение следующих работ:

- оптические наблюдения ОСЗ до, во время и после сближений;
- ведение базы объектов, сближающихся с Землей с использованием программной системы ЭПОС (ПС ЭПОС);
- эфемеридная поддержка наблюдений ОСЗ с использованием ПС ЭПОС;
- анализ точности наблюдений ОСЗ с помощью ПС ЭПОС;
- улучшение орбит объектов;
- уточнение физических характеристик ОСЗ на основе анализа фотометрических наблюдений;
- открытие новых объектов.

С 2002 г. на автоматизированном телескопе ЗА-320М [2] (рис. 1) были начаты наблюдения ОСЗ по этой программе. С 2008 г. наблюдения также ведутся на автоматизированном телескопе МТМ-500М (Рис. 2), который установлен на Горной астрономической станции ГАО РАН на Северном Кавказе [3].



Рис. 1. Автоматизированный телескоп Зеркальный астрограф ЗА-320М
(система Кассегрена; $D = 320$ мм, $F = 3200$ мм; ПЗС-камера FLI IMG 1001E (1024×1024 пикс., 24×24 мкм, фильтры BVRI); поле зрения $\approx 28' \times 28'$)

За период 2001–2010 гг. на этих телескопах было получено более 40000 наблюдений малых тел Солнечной системы, среди которых более 30000 положений для астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ) и более 3000 положений для комет. Результаты наблюдений размещены в базе данных Minor Planet Center (<http://www.cfa.harvard.edu/iau/mpc.html>). Точность определяемых положений ОСЗ зависит в основном от блеска: для объектов 9^m – 13^m она составляет $0''.04$ – $0''.10$, для объектов около 18^m – $\sim 0''.5$. С 2010 г. на телескопе МТМ-500М ведутся работы по поиску новых объектов в Солнечной системе. Были открыты новые астероиды: 2010 UP67 ($20,7^m$), 2010 XA15 ($20,5^m$), 2010 XL46 ($20,3^m$), 2010 XM46 ($20,2^m$).



Рис. 2. Автоматизированный телескоп Д.Д. Максудова МТМ-500М

(менисковая система Максудова с дополнительным корректором; $D = 500$ мм, $F = 4100$ мм; ПЗС-камера SBIG STL 1001E (1024×1024 пикс. по 24×24 мкм $\approx 25 \times 25$ мм, светофильтры BVRI); поле зрения $\approx 21' \times 21'$)

Для обработки ПЗС-изображений используются пакеты программ АПЕКС-1.0 и АПЕКС-2. Обработка наблюдений проводится в системе каталогов USNO-A2.0, USNO-B1.0, UCAC3. Эфемеридная поддержка наблюдений осуществлялась с использованием программного пакета ЭПОС.

Программная система АПЕКС

В течение последних десяти лет в Лаборатории наблюдательной астрометрии ГАО РАН ведется работа по созданию программных систем для обработки ПЗС-наблюдений, полученных с различными типами матриц. Результатом проделанной работы является создание двух программных пакетов АПЕКС-I и АПЕКС-II, предназначенных для астрометрической и фотометрической обработки ПЗС-наблюдений [4]. Основным разработчиком программного пакета АПЕКС-II является В.В. Куприянов.

Программный пакет АПЕКС-I был создан для полуавтоматической обработки фотометрических и астрометрических наблюдений. Пакет АПЕКС-I позволяет оператору, выполняющему обработку, выводить на экран изображения ПЗС-кадров, визуализировать соответствующую область звездного неба по каталогам, сопоставлять изображения звезд на кадрах и в каталогах, выполнять позиционные и фотометрические измерения объектов на кадрах. В качестве опорных могут использоваться каталоги HIPPARCOS, TYCHO-2, USNO-A2, USNO-B1.

Программный пакет АПЕКС-II позволяет производить обработку наблюдений в полностью автоматическом режиме с выдачей результатов в формате, принятом в Minor

Planet Center, а также контролировать точность наблюдений с использованием модуля программной системы ЭПОС. В настоящее время платформа АПЕКС-II используется для задач астрометрии, а также для фотометрической обработки наблюдений, разнесённых между собой по времени. В качестве опорных могут использоваться каталоги TYCHO-2, USNO-A2, USNO-B1 и др. Обработка ПЗС-кадра с помощью данного пакета включает следующие этапы: автоматический подбор калибровочных кадров для каждого ПЗС-изображения; аппроксимация и устранение неравномерности фона неба; оптимальная фильтрация изображения для повышения отношения сигнал/шум выделяемых объектов; выделение объектов пороговым алгоритмом; разделение накладывающихся изображений отдельных объектов; определение центров выделенных объектов методом аппроксимации модельной функцией рассеяния точки; измерение потоков от объектов методом апертурной PSF- или оптимальной фотометрии; исключение остаточных шумовых выбросов (включая следы космических частиц) по различным критериям; отождествление измеренных объектов с опорным астрометрическим каталогом; астрометрическая редукция – определение постоянных пластинки; отождествление объектов с опорным фотометрическим каталогом и расчёт блеска объектов в инструментальной системе; идентификация всех неотожествлённых объектов на кадре с использованием программной системы ЭПОС; формирование отчета в стандартном формате для всех объектов Солнечной системы, найденных на ПЗС-кадре.

Для вычисления эфемерид небесных объектов в ГАО РАН используется программная система ЭПОС (Эфемеридная Программа для Объектов Солнечной системы) [5] (рис. 3), которая была разработана в Секторе Эфемеридного обеспечения Пулковской обсерватории В.Н. Львовым и С.Д. Цекмейстер. ЭПОС имеет свидетельство об официальной регистрации Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам № 2004611148 от 11 мая 2004 г. ПС ЭПОС является инструментом для исследования и эфемеридной поддержки наблюдений объектов Солнечной системы. В ПС ЭПОС используются получаемые через Интернет данные об астероидах и кометах. В работе системы используются данных современных численных эфемерид (DE200/LE200, DE405/LE405, DE406/LE406) и каталогов звёздных положений (Hipparcos, Tycho-2, USNO и др.). ПС работает под управлением операционная система Windows и имеет интерфейс на русском и английском языках.

ЭПОС позволяет вычислять самые разнообразные по типу и точности эфемериды для наблюдений объектов Солнечной системы. ПС вычисляет наблюдаемые и геометрические параметры, а также оскулирующие элементы орбит заданных объектов. К наблюдаемым параметрам относятся астрометрические или видимые координаты объекта, а также целый ряд других величин. К геометрическим параметрам относятся прямоугольные и сферические координаты любого объекта, отнесённые к центрам Солнца, Луны и планет. Эфемериды можно вычислить с различной точностью. ПС ЭПОС позволяет пользователю получать точные эфемериды для множества объектов, а также быструю иллюстрацию их движения в широком временном диапазоне, что необходимо для поддержки существующих и развития новых наблюдательных программ.

В Главной (Пулковской) астрономической обсерватории разработана и поддерживается «Пулковская страница ОСЗ – Pulkovo NEO Page» – двуязычный интернет-ресурс [6]; <http://neopage.pochta.ru>), содержащий информацию об объектах, сближающихся с Землей. Основными разработчиками этой страницы являются В.Н. Львов и А.Н. Вершков.

Появление «Пулковской страницы ОСЗ» обусловлено несколькими причинами. Во-первых, в русскоязычной литературе эти вопросы освещены все еще недостаточно. Во-вторых, за последние годы сама Пулковская обсерватория стала одним из центров по изучению таких объектов. В-третьих, публикуются эфемериды для разнообразных наблюдений ОСЗ, которые могут быть проведены во многих пунктах.

Страница содержит шесть разделов. Первый из них включает ответы на часто задаваемые вопросы, текущий список потенциально опасных астероидов вместе с

элементами их орбит, списки тесных сближений известных астероидов с Землей и другими планетами на ближайшее время, ссылки на родственные сайты. Второй раздел посвящен эфемеридам для наблюдений тел Солнечной системы. Приведено краткое описание программного пакета ЭПОС, разработанного в Пулковской обсерватории и решающего множество задач по изучению объектов Солнечной системы, включая эфемеридную поддержку и контроль оптических наблюдений. Здесь же можно скачать демонстрационную версию пакета. Третий раздел описывает наблюдения астероидов и комет на телескопе ЗА-320М и МТМ-500М Пулковской обсерватории. Четвертый раздел включает эфемериды видимых тесных сближений астероидов со звездами из каталога UCAC2. В пятом разделе приведены эфемериды покрытий астероидами звезд из каталогов Tycho-2 и UCAC2. В случае астероидов, сближающихся с Землей, эфемериды вычисляются для всей поверхности Земли, а отдельно для всех нумерованных астероидов они ограничены территорией России и стран ближнего зарубежья. Наблюдения покрытий могут дать прямую оценку размеров, а в некоторых случаях и формы астероидов.



Рис. 3. Главное окно программной системы ЭПОС.
Пулковская страница ОСЗ – Pulkovo NEO Page

6 октября 2008 г. в 6^h 39^m UTC Р. Ковальски в обсерватории Маунт Леммон в Аризоне (США) открыл небольшой сближающийся с Землей астероид [7]. Расчеты орбиты астероида показали, что он упадет на Землю через 19 часов на территории Северного Судана [8]. Объект вошел в атмосферу над территорией северного Судана в 02^h 45^m 40^s UTC с относительной скоростью 12.4 км/с и через пять секунд взорвался в атмосфере на высоте 37 километров [8, 9]. Оставшиеся после взрыва фрагменты выпадали на Землю на протяжении траектории движения тела. В районе предполагаемого падения осколков было обнаружено 47 метеоритов с общей массой 3,95 кг. Анализ найденных обломков позволил определить такие характеристики как альbedo – 0,046±0,005 и плотность – 2,3±0,2 г/см³, из спектрального анализа было установлено, что упавший астероид принадлежал к таксономическому классу F [10], редко встречающемуся среди АСЗ. Среди АСЗ этот астероид был отнесен к группе Apollo.

За 19 часов от момента открытия астероида 2008 TC3 до его падения на Землю было получено 859 наблюдений в 26 обсерваториях мира. На долю Пулковской обсерватории приходится 270 наблюдений, то есть почти треть от общего числа. Наблюдения были получены на зеркальном астрографе ЗА-320М [11]. Астрометрическая и фотометрическая обработка наблюдений астероида 2008 TC3 была выполнена с использованием программной системы АПЕКС-II. Полученные астрометрические координаты и звездные величины

астероида 2008 TC3 доступны на сайте по адресу:
<http://neopage.pochta.ru/ENG/OBSERVS/2008tc3.txt>.

По совокупности всех наблюдений было проведено уточнение элементов гелиоцентрической орбиты астероида 2008 TC3. Для решения этой задачи использовался дифференциальный метод улучшения орбит, лежащий в основе разработанной в ГАО РАН программы, которая использует окружение программной системы ЭПОС. За исходную орбиту была принята система элементов Jet Propulsion Laboratory (JPL), основанная на 559 наблюдениях. В табл. 1 приведены исходные и улучшенные элементы орбит для эпохи JD 2454746,5.

Таблица 1. Элементы гелиоцентрической орбиты астероида 2008 TC3

	JPL	Все мировые наблюдения
Число наблюдений	559	844
Средняя аномалия (град)	330,754563	330,754607
Долгота перигелия (град)	234,448854	234,448782
Долгота узла (град)	194,101138	194,101138
Наклон (град)	2,542251	2,542248
Эксцентриситет	0,31207056	0,31207056
Большая полуось (а.е.)	1,308210285	1,308210636
Перигелийное расстояние (а.е.)	0,899956369	0,899956605
Ошибка единицы веса:		
– до улучшения орбиты	–	2,08"
– после улучшения орбиты	–	1,46"

На основе полученных наблюдений были сделаны оценки абсолютных звездных величин астероида для фильтров V , R международной фотометрической системы Джонсона, а также для интегральной полосы телескопа ЗА-320М Пулковской обсерватории. С использованием этих данных, а также значения его альбедо $p = 0,046 \pm 0,005$ в полосе V и средней плотности $\rho = 2,3 \text{ г/см}^3$, определенным по найденным фрагментам астероида, были получены оценки его размеров и массы. Размер и масса астероида 2008 TC3 оцениваются в $(4,8 \pm 0,8) \text{ м}$ и $(131 \pm 5) \text{ т}$ соответственно. Частотный анализ полученных рядов фотометрических наблюдений показал, что в изменениях блеска астероида присутствовали периодичности, выявляемые на основе разных методов. Была получена оценка периода осевого вращения астероида, который составил около 97 секунд.

На основании полученных новых элементов орбиты астероида 2008 TC3 было проведено моделирование траектории его падения на Землю. В использованной модели учтены – ускорение силы тяжести, действующей со стороны Земли, возмущения от несферичности Земли, сопротивления атмосферы и возмущения от Луны. Для учета несферичности Земли рассматривалась вторая зональная гармоника, которая имеет порядок 10^{-3} , в то время как остальные – порядок 10^{-6} и выше.

На карте района падения астероида 2008 TC3 (рис. 4): 1 – место взрыва астероида на высоте 37 км по данным метеоспутников, 2 – положение астероида на высоте 37 км для модельной траектории, 3 – положение астероида на высоте ноль км для модельной траектории в предположении, что взрыва не было. Заштрихованный кружок – район выпадения обломков астероида.

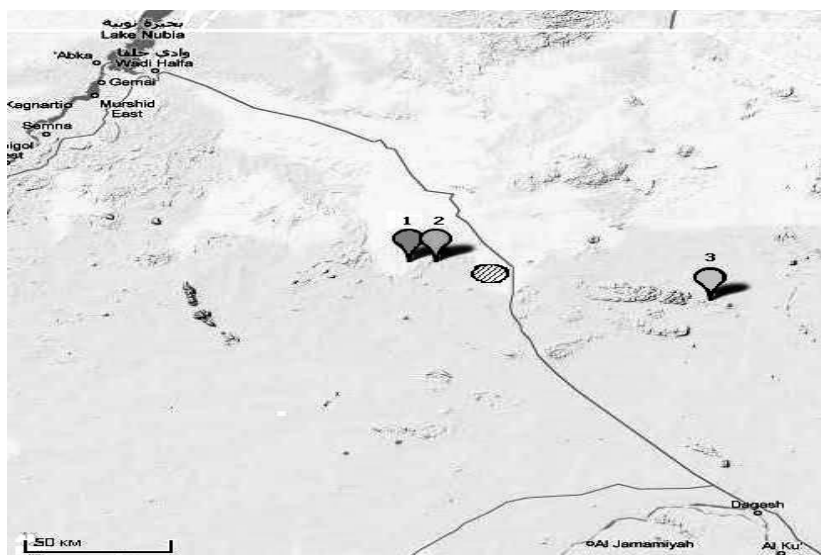


Рис. 4. Карта района падения астероида 2008 TC3

При определении влияния сопротивления атмосферы учитывалось только лобовое сопротивление. Для определения плотности воздуха на различных высотах была использована модель U.S. Standard Atmosphere (http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19770009539_19770009539.pdf). Считалось также, что астероид имеет форму шара.

Расчеты показали, что астероид вошел в атмосферу Земли со средней скоростью 12,8 км/с. Весь путь в атмосфере, от высоты 70 км до места взрыва на высоте 37 км астероид проделал всего за 8 секунд. Отличие предвычисленного места взрыва от фактического составляет 9 км.

25 ноября 2009 г. на 68 см телескопе системы Шмидта Catalina Sky Survey в обсерватории Маунт Леммон штата Аризона США был открыт астероид 2009 WZ104. Астероид был классифицирован как потенциально опасный объект. Минимальное расстояние между орбитами Земли и астероида составило 0,0304 а.е. Среди AC3 этот астероид был отнесен к группе Атонов.

На автоматизированных телескопах Пулковской обсерватории MTM-500М и ЗА-320М в декабре 2009 г. были проведены астрометрические и фотометрические наблюдения астероида 2009 WZ104 [12]. Было получено 686 наблюдений в интегральной полосе и 146 наблюдений в фильтрах *B*, *V*, *R*, *I*, что составило около 77 % от числа всех мировых наблюдений (<http://www.minorplanetcenter.org/iau/ECS/MPCOBS/MPCOBS.html>).

Астрометрическая и фотометрическая обработка наблюдений астероида 2009 WZ104 была выполнена с использованием программной системы АПЕКС-II. Астрометрические положения объекта были получены в системе каталогов USNO-B1.0 и UCAC3. Фотометрическая обработка производилась в системе каталогов USNO-A2.0 и Tycho-2. Полученные астрометрические координаты и звездные величины (в инструментальной фотометрической полосе) астероида 2009 WZ104 доступны на сайте по адресу: <http://neopage.pochta.ru/ENG/OBSERVS/2009wz104.txt>.

На основе всех наблюдений были уточнены элементы орбиты астероида 2009 WZ104. Для решения этой задачи использовался дифференциальный метод улучшения орбит. В табл. 2 приведены результаты улучшения. В качестве исходных данных были использованы элементы из каталога МПЦ (<http://www.minorplanetcenter.org/iau/MPCORB.DAT>) на эпоху JD2455200.5 (4 января 2010 г.), которые приведены в первом столбце. Элементы орбиты *a*, *M* и ω имеют значимые поправки. Последняя строка содержит среднеквадратические ошибки представления наблюдений соответствующей системой элементов.

Таблица 2. Результаты улучшения орбиты астероида 2009 WZ104

	Начальные элементы	Улучшенные элементы
$M, ^\circ$	184,516640	184,516688
$\omega, ^\circ$	10,475850	10,475803
$\Omega, ^\circ$	263,367550	263,367562
$i, ^\circ$	9,839480	9,839487
e	0,19260220	0,19260220
$a, \text{a.e.}$	0,855586500	0,855586398
RMS	0",28	0",24

Для фотометрического анализа использовались наблюдения, полученные на телескопе MTM–500M для фильтров B , V , R , I . Для определения таксономического класса астероида 2009 WZ104 была использована зависимость звездной величины от длины волны. По полученной спектральной кривой астероид попадает в два класса R и Q, согласно спектральной классификации по Толону [10]. Оба класса являются редкими. Характерный минералогический состав этих астероидов – обыкновенные хондриты, содержащие пироксен $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$ и оливин $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$.

Для выявления возможных периодичностей изменения блеска астероида 2009 WZ104, которые могли быть вызваны его вращательным движением, был проведен частотный анализ ряда наблюдений. Для определения периода осевого вращения астероида использовался объединенный ряд наблюдений, полученный на телескопах MTM–500M и 3A–320M, общей продолжительностью около 12 суток. Были определены два наиболее вероятных значения периода осевого вращения астероида 2009 WZ104: $(9,652 \pm 0,001)$ и $(19,304 \pm 0,002)$ часа.

В предположении, что астероид принадлежит классу R или Q, можно оценить альбедо как $0,3 \div 0,4$ и $0,16 \div 0,21$ соответственно, а также среднюю плотность $2,7 \text{ г/см}^3$. Кроме того, рассмотрим, также, значения среднего альбедо и средней плотности для AC3. Результаты оценки массы и размера астероида представлены в табл. 3. Как видно и масса и диаметр могут сильно отличаться от данных из столбца для R-класса и Q-класса. Кинетическая энергия в случае столкновения с Землёй для астероида 2009 WZ104 можно оценить величиной порядка 10^3 Мт .

Таблица 3. Оценки физических параметров

	Класс R	Класс Q	AC3
Альбедо	$0,3 \div 0,4$	$0,16 \div 0,21$	0,154
Ср. плотность	$2,7 \text{ г/см}^3$	$2,7 \text{ г/см}^3$	$2,6 \text{ г/см}^3$
Диаметр	$165 \div 191 \text{ м}$	$227 \div 261 \text{ м}$	267 м
Масса	$6,35 \cdot 10^9 \div 9,85 \cdot 10^9 \text{ кг}$	$1,67 \cdot 10^{10} \div 2,51 \cdot 10^{10} \text{ кг}$	$2,59 \cdot 10^{10} \text{ кг}$

В заключение автор выражает свою благодарность В.Н. Львову, С.Д. Цекмейстер, В.В. Куприянову, Е.Ю. Алёшкиной, Д.Л. Горшанову, И.А. Верещагиной, С.В. Карашевичу, В.Ю. Слесаренко и всем сотрудникам Пулковской обсерватории, участвовавшим в наблюдениях ОСЗ.

Литература

1. Львов В.Н., Девяткин А.В., Смахачева Р.И. [и др.]. Пулковская программа изучения объектов, сближающихся с Землей // Изв. ГАО. 2002. № 216. С. 218–222.
2. Девяткин А.В., Канаев И.И., Кулиш А.П. [и др.]. Автоматизация астрономических наблюдений на ЗА–320.П. // Изв. ГАО. 2004. № 217. С. 505–530.
3. Кулиш А.П., Девяткин А.В., Рафальский В.Б. [и др.]. Автоматизация комплекса телескопа МТМ-500М // Изв. ГАО. 2009. № 219. Вып. 1. С. 192–219.
4. Devyatkin A.V., Gorshanov D.L., Kouprianov V.V. [et al.]. Apex I and Apex II Software Packages for the Reduction of Astronomical CCD Observations // Solar System Research. 2010. Vol. 44. №. 1. P. 68–80.
5. Львов В.Н., Цекмейстер С.Д. ЭПОС – эффективный инструмент для исследования и эфемеридной поддержки наблюдений объектов Солнечной системы // Изв. ГАО. 2009. № 219. Вып. 4. С. 179–184.
6. Быков О.П., Вершков А.Н., Девяткин А.В. Пулковская Веб-страница ОСЗ // Астрономический вестник. 2009. Т. 43. № 4. С. 383–384.
7. McGaha J.E., Jacques C., Pimentel E. [et al.]. // Minor Planet Electronic Circ. 2008. Т. 50.
8. Jenniskens P., Shaddad M.H., Numan D. Elsir S., [et al.]. The impact and recovery of asteroid 2008 TC3 // Nature. 2009. V. 458. P. 485–488.
9. Kwok R. The rock that fell to Earth // Nature. V. 458. P. 401–403.
10. Tholen David J., Barucci M. Antonietta Asteroid taxonomy // Asteroids II; Proceedings of the Conference, Tucson, AZ, Mar. 8–11. 1988. (A90–2700110–91). Tucson. AZ, University of Arizona Press. 1989. P. 298–315.
11. Aleshkina E.Y., Kupriyanov V.V., Devyatkin A.V. Astrometric and photometric studies of the asteroid 2008 TC3 // Solar System Research. Volume 45. Issue 1. P. 34–42.
12. Karashevich S.V., Devyatkin A.V., Vereshchagina I.A. Astrometric and Photometric Investigations of 2009 WZ104 Near Earth Asteroid // eprint arXiv:1103.0421, 03.2011. P. 8.

НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭФФЕКТЫ В МОДЕЛИРОВАНИИ РИСКА И ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ*

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

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

Представлены методический подход и некоторые результаты, ориентированные на управление безопасностью сложных критически важных объектов. Показаны возможность использования в этом случае степенных моделей распределения меры риска и механизм возникновения нелинейных эффектов. Введены и обоснованы параметры критических состояний для таких объектов, предложены возможности их использования для априорного ранжирования критичности объектов и прогноза критических состояний.

Ключевые слова: риск, мера, сложность, критические состояния, нелинейность, степенное распределение, нелинейное преобразование, параметризация, ранжирование, прогноз

NONLINEAR EFFECTS IN RISK MODELING AND OPPORTUNITY OF CRITICALITY PARAMETRIZATION

V.M. Shishkin. Saint-Petersburg institute of informatics and automatization RAS

The methodical approach and some results focused on security management of the complex

* Продолжение статьи. Начало см. № 1–2012

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, measure, complexity, critical condition, nonlinearity, power distribution (distribution degrees), nonlinear transformation, parameterization, ranking, forecast

Сложные технические системы выполняют интегрирующие, инфраструктурные функции в обеспечении основных видов жизнедеятельности людей, объективно становясь, таким образом, критическими в статусном смысле. Возникает необходимость ранжировать уровень критичности, учитывая не только значимость, важность объекта, но имея для этого какую-то объективную основу.

В то же время сложные технические системы должны рассматриваться как нелинейные динамические системы, поведение которых предполагает возможность перехода в критическое состояние уже в физическом смысле, независимо от их назначения. Но и статусное понимание критичности неявным образом также свидетельствует о нелинейности, по крайней мере, в восприятии меры риска.

Часто для иллюстрации катастрофических нелинейных эффектов приводятся данные по результатам природных стихийных явлений, подчиняющихся степенному закону распределения. Но как распределены физические характеристики этих явлений? Скорее всего, иначе. В самом деле, экстремальное по своим параметрам землетрясение в районе необитаемого острова, далеко от континентов, не сравнится по своим последствиям даже со значительно более слабым тектоническим проявлением в густонаселённом с развитой инфраструктурой районе, а одинаковые физические воздействия в районах капитального сейсмостойкого строительства и ветхих построек также приведут к совершенно разному ущербу.

Что касается технических систем, то чем в своей технической сущности отличаются идентичные отказы в обслуживании или время восстановления информационной системы, например, локального банка, местной администрации, транспортного узла, опасного производства, АЭС? Во всех случаях имеет место поток отказов и восстановлений, а вот цена, в широком смысле этого слова, цена времени при равенстве временных характеристик процессов у них может быть очень разной, даже несопоставимой, а то и практически бесконечной.

Для критически важных информационных объектов, распределённых систем инфраструктурного назначения адекватная оценка рисков, идентификация критических состояний имеют значение, далеко выходящее за их пределы. В такого рода структурно сложных объектах незначительный локальный сбой, первичный отказ может сыграть роль малого параметра и привести к непредсказуемому системному эффекту. В оценке результатов принципиально ничего не изменится – лишь проявится иной, независимый от субъективного восприятия, механизм нелинейности. Однако и здесь придётся, оценивая ущерб, учитывать ещё и значимость объекта, поскольку технический крах системы совсем не обязательно означает статусную катастрофу конкретного объекта, которая в то же время может произойти на другом объекте из-за незначительных технологических отказов.

Поэтому критичность следует понимать, с одной стороны, как объективное проявление в поведении систем различной физической природы, а с другой – как субъективное в некотором смысле восприятие риска. Причём в последнем случае приходится различать критичность локальную, например, с позиции владельца активов, и глобальную, в инфраструктурном или статусном её понимании.

Таким образом, распределение физических характеристик деструктивных процессов, будучи, безусловно, первичным, всегда не совпадает с распределением меры риска, отображаясь в него явным или неявным образом путём нелинейного преобразования

физической шкалы соответственно нелинейным процессам в самом объекте или (и) ситуативно определяемой ценности объекта.

Далее предлагается подход, позволяющий выполнить такое преобразование, и, используя свойства степенного распределения, дать формальные основания для параметризации критических состояний.

В предыдущем разделе значительное внимание было уделено анализу соотношения экспоненциального и степенного законов распределения вероятностей. Действительно, экспоненциальный закон во многих случаях удовлетворительно описывает распределение временных характеристик разнообразных реальных случайных процессов, и это не только эмпирический факт, но следствие его предельности. Но он становится во всех отношениях неудовлетворительным, когда нас интересует не столько сам процесс, сколько результаты его воздействия на объект, когда имеют место обстоятельства, о которых говорилось выше.

В самом деле, рассмотрим некоторый поток воздействующих на объект событий риска [1], под которыми будем понимать события, реализация которых непосредственно приводит к ущербу. Скорее всего, в силу множественности и независимости его составляющих, это будет простейший поток с экспоненциальным распределением вероятностей времени между событиями. Однако, очевидно, что эти события по своим последствиям совсем не обязательно равнозначны, и тогда мера риска, выраженная, хотя бы, например, как время восстановления системы после реализации событий риска, уже ни коим образом не может оставаться распределённой по экспоненциальному закону. То есть первичная шкала X должна быть нелинейно преобразована в Z , и для этого естественно использовать степенную функцию.

Будем определять это преобразование в достаточно общем виде степенной функции z с двумя параметрами P и q :

$$z = px^q, \quad p > 0, \quad q > 0. \quad (7)$$

При $q=1$ функция вырождается в линейное масштабирование. Мы же рассматриваем случай, когда шкала нелинейно усиливается, и $q>1$, но допустимо и обратное соотношение $q<1$, при котором происходит ослабление шкалы меры риска.

Тогда задача отображения первичного распределения в распределение меры риска состоит в нахождении параметра степенного распределения в новой шкале при сохранении вида (2) функции распределения:

$$\alpha_x x^{-(\alpha_x+1)} \rightarrow \alpha_z z^{-(\alpha_z+1)}, \quad (8)$$

где α_x и α_z – параметры распределения (2), соответственно, в шкале x и.

Решается она довольно просто, и параметры преобразования (7) для выполнения (8) определяются в следующем виде:

$$p = \left(\frac{\alpha_z}{\alpha_x} \right)^{\frac{1}{\alpha_z+1}}, \quad q = \frac{\alpha_x+1}{\alpha_z+1}. \quad (9)$$

Однако возникает практический вопрос, из каких соображений назначать параметр α_z ? Если α_x является либо первичным, физически наблюдаемым, либо определяется как решение

α^o уравнения (6) или α^* из соотношения (4) в приближении к экспоненциальному распределению, то для определения α_z необходимо найти некоторое правило, позволяющее его идентифицировать.

Поскольку интегральным показателем риска в некоторой шкале его меры можно считать математическое ожидание соответствующего распределения вероятностей, то довольно естественно, хотя и не обязательно, изменение меры оценивать отношением математических ожиданий исходного и преобразованного распределений. Тогда в нашем случае достаточно задать коэффициент k_z , выражающий, например, изменение относительной ценности активов, который согласно (3) выразится в следующем виде:

$$k_z = \frac{m_p(\alpha_z)}{m_p(\alpha_x)} = \frac{\alpha_z(\alpha_x - 1)}{\alpha_x(\alpha_z - 1)}, \quad (10)$$

откуда легко находится искомый параметр

$$\alpha_z = \frac{k_z \alpha_x}{(k_z - 1)\alpha_x + 1}, \quad k_z > \frac{1}{m_p(\alpha_x)}. \quad (11)$$

Назначение k_z , вообще говоря, произвольно и не связано с исходным распределением, но формально на него должно быть наложено ограничение, указанное в (11), которое, надо сказать, трудно нарушить. Кроме того, при этом будет выполнено условие $\alpha_z > 1$, необходимое для возможности выражения математического ожидания в форме (3). Для полноты анализа полезно добавить, что α_z как функция k_z при указанных условиях непрерывна и монотонно убывает, приближаясь к единице.

В результате, подставив α_z в форму (11) в выражения (9), можно получить параметры приводящего к отображению (8) преобразования (7), как функций независимых переменных – параметра α_x исходного или приближённого распределения и назначаемого коэффициента k_z .

Если в качестве исходного берётся экспоненциальное распределение в виде (1), и приближение к нему степенного распределения делается по упрощённому варианту (4), то (11) запишется в форме (12):

$$\alpha_z^* = \frac{k_z(\lambda + 1)}{k_z(\lambda + 1) - \lambda}. \quad (12)$$

Обратим внимание на то, что, поскольку для параметров приближения исходного распределения, как было показано выше, всегда $\alpha_x^* > \alpha_x^o$, то и в преобразованной шкале для значений параметров α_z^* и α_z^o , как функций вида (11), соответственно, от α_x^* и α_x^o , сохранится такое же отношение $\alpha_z^* > \alpha_z^o$. То есть и после преобразования упрощённая оценка параметра останется более слабой, чем наилучшая.

Проиллюстрируем пример (рис.) нелинейного роста потенциального ущерба, и насколько чувствительна, оказывается, мера риска, если не упрощать её до линейности [2].

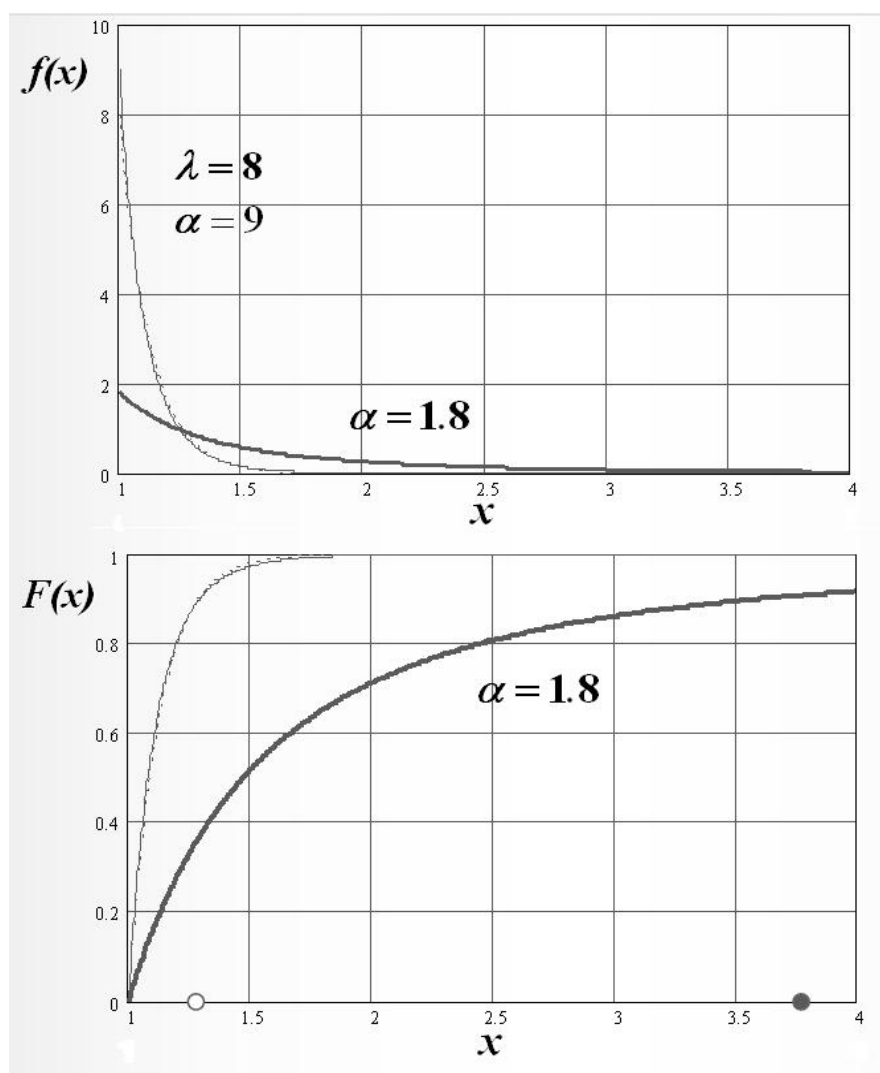


Рис. Нелинейное преобразование меры риска

Пусть исходный процесс представлен простейшим потоком событий с интенсивностью $\lambda = 8$. Согласно (4) приближаем экспоненциальное распределение степенным с $\alpha_x^* = 9$. Назначим $k_z = 2$ (возрастание ценности активов, значимости объекта, его структурное усложнение, повышение требований оперативности и т.д.). Применив выражения (11) или (12), получаем $\alpha_z^* = 1.8$. В результате медиана распределения увеличивается в 5,4 раза, а 0,9 квантиль – почти на порядок, более чем в 9 раз. Добавим, что дисперсия, 2-й центральный момент (о чём речь пойдёт ниже), при таком значении параметра бесконечна, и получается, что объект, в котором протекал вполне спокойный по техническим параметрам процесс, как только была учтена возникающая независимо от него нелинейность меры риска, оказывается едва ли не катастрофоопасным.

Какая же прагматика может быть извлечена из приведённого анализа? Возникает два класса задач или применений. К первому отнесём, задачи разнообразного оценивания объектов, отнесённых априори к критическим в некотором смысле этого слова. Разумеется, для того, чтобы определить параметр α_z и назначить k_z хотя бы в форме (10), решения, требуется расчёт, учитывающий разнообразие характеристик: здесь и характеристики

надёжности, сложности, ценности и значимости самого объекта, и, конечно, характеристики процессов в оперативной среде. Однако для грубой оценки необходимых параметров преобразования достаточно и экспертного знания, особенно, если происходит относительное оценивание.

Пока речь не идёт о критических значениях оценки, но объективное ранжирование таких объектов уже может быть произведено, и, если уровень полученной оценки оказывается неудовлетворительным для данного объекта, то необходимы меры по управлению его критичностью. К ним можно отнести повышение надёжности, защищённости, а может быть, и снижение значимости объекта тем или иным образом, возможны и противоречивые пути уменьшения уровня критичности до приемлемого. Любые управляющие критичностью воздействия априори получают при этом оценку в той же шкале.

К этому же классу можно отнести задачи, возникающие при изменении обстоятельств и условий функционирования объекта, подобных названным в приведённом выше примере, что влечёт за собой необходимость преобразования шкалы меры риска и получения новых оценок.

Второй класс задач возникает для режима мониторинга. Отслеживая в реальном времени статистические характеристики контролируемых физических процессов и зная те же, что и в первом классе задач характеристики нелинейности, свойственные данному объекту, таким же образом, что и в первом случае, но уже на основе апостериорных данных, вычисляется текущее значение параметра α_z . При этом параметры внутренней системной нелинейности объекта можно определять также динамически. Назначение задач данного класса одно – прогноз возникновения критических состояний в контролируемой системе и выработка оперативных воздействий на неё с целью не допустить их развития.

Но, тем не менее, остаётся вопрос, как связать значение параметра с критическими состояниями, ведь критичность по сути своей дискретна. В этом и состоит преимущество степенной модели распределения вероятностей для меры риска, что она не только представляется наиболее адекватной, но и позволяет, в силу своих особенностей безотносительно к конкретным объектам определить критические состояния в них через критические значения параметра α_z .

Дело в том, что моменты степенного распределения (будем оперировать центральными моментами μ_i) обладают замечательным свойством. Не станем здесь приводить громоздкие, даже в общем виде, предельные выражения для них, достаточно будет частных, полезных в дальнейшем:

$$\begin{aligned}\mu_2 &= \frac{\alpha}{(\alpha-2)(\alpha-1)^2}, \quad \alpha > 2; \\ \mu_3 &= \frac{\alpha}{\alpha-3} - 3 \frac{\alpha^2}{(\alpha-2)(\alpha-1)} + 2 \left(\frac{\alpha}{\alpha-1} \right)^3, \quad \alpha > 3; \\ \mu_4 &= \frac{\alpha}{\alpha-4} - 4 \frac{\alpha^2}{(\alpha-3)(\alpha-1)} + 6 \frac{\alpha^3}{(\alpha-2)(\alpha-1)^2} - 3 \left(\frac{\alpha}{\alpha-1} \right)^4, \quad \alpha > 4.\end{aligned}\tag{13}$$

Важен простой факт, который из них следует, а именно: при $\alpha \leq i$ $\mu_i \rightarrow \infty$, что является безусловно качественным переходом для моделируемого таким распределением объекта или явления. То есть значения $\alpha = i$ можно считать критическими, независимо от моделируемой реальности, а состояния объекта в окрестности этих значений также следует считать критическим в некотором смысле. Практически применяются моменты с индексами $i = 2 \div 4$, и тогда с этими точками можно связать, соответственно, кризис рассеяния, асимметрии и эксцесса распределения, что уже допускает некоторую содержательную интерпретацию.

Интересно рассмотреть те же явления в пространстве нормированных центральных моментов, которые определяются следующим образом:

$$\beta_1 = \frac{\mu_3^2}{\mu_2^3}, \quad \beta_2 = \frac{\mu_4}{\mu_2^2}. \quad (14)$$

Они обычно используются для качественной оценки статистического материала и аппроксимации эмпирическими или стандартными распределениями, образы которых в этом пространстве (точки, линии или области) позволяют просто и наглядно оценить предполагаемые свойства аппроксимируемого распределения по близости к известным [3]. Между прочим, заметим, что для степенного распределения

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \beta_1 = 4, \quad \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \beta_2 = 9, \quad (15)$$

то есть они совпадают со своими значениями для точечного образа экспоненциального закона в этом пространстве. Тем самым косвенно подтверждается высказанный ранее тезис о плавности перехода экспоненциального и степенного распределений друг в друга.

Очевидно, что сначала при $\alpha = 4$ $\beta_2 \rightarrow \infty$, затем при $\alpha = 3$ уже $\beta_1 \rightarrow \infty$, а траектория степенного распределения терпит разрывы, что подтверждает сделанные выводы о критичности этих значений параметра. Но наиболее интересные явления происходят при $\alpha \leq 2$, когда и нормирующий знаменатель, дисперсия, $\mu_2 \rightarrow \infty$, а в выражениях (14) возникает плохо разрешимая неопределённость. Наконец, математическое ожидание при $\alpha \leq 1$, теряет конечное значение, что можно увидеть даже по выражению (3). Именно в этой области значений параметра с приближением к $\alpha \approx 1$ наблюдаются процессы, связанные с понятием самоорганизованной критичности [4], которому уделено большое внимание в работах, указанных в предыдущем разделе.

Однако в плоскости (β_1, β_2) обнаруживается ещё одна точка, которую трудно обнаружить другим способом, но и её можно отнести к критической [5]. Оказывается, при $\alpha \approx 6.565$ траектория степенного распределения пересекает граничную линию между двумя существенно разными типами эмпирических распределений, которая соответствует траектории логнормального распределения, определяемой параметрическими уравнениями, приведёнными в [3]:

$$\beta_1 = (\omega - 1)(\omega + 2)^2, \quad \beta_2 = \omega^4 + 2\omega^2 + 3\omega - 3. \quad (16)$$

Таким образом, происходит переход от ограниченного распределения Джонсона типа S_B через полуограниченный тип, каким является логнормальное к неограниченному типу S_U . Это явный признак того, что в окрестности данного значения параметра хвост распределения начинает существенно удлинняться, во всяком случае, а, учитывая свойства степенного распределения, и утолщаться, направо в сторону более значимых событий риска.

Траектория степенного распределения для $\alpha > 4$ пересекает границу в точке с приблизительными координатами $\beta_1 \approx 12.52$ и $\beta_2 \approx 31.43$. Поскольку имеют место пределы (15) при монотонном убывании, то переход происходит именно в область S_U . Далее, подставив полученные значения в (14), из (13) находится искомое $\alpha \approx 6.565$.

Нетрудно идентифицировать соответствующие этой точке параметры логнормального распределения, используя, в том числе, аналогичный (5) критерий приближения. Некоторую неопределённость здесь вносит то обстоятельство, что множество значений случайной величины для логнормального распределения открыто со стороны его границы, но исключив её окрестность из области интегрирования, получаем результат, даже визуально, дающий не

плохое приближение, достаточное для качественной оценки правильности предположения об особенностях данной точки для степенного распределения. Это факт важен, если учесть, что отображение распределений в пространство (β_1, β_2) , не изоморфно.

Итак, по крайней мере, четыре значения параметра, $\alpha = i$ при $i = 1 \div 4$, а ещё, надо полагать, и пятое, $\alpha \approx 6.565$, самое слабое, но, важное для задач прогнозирования и управления, есть основания считать критическими и связывать с ними критические состояния моделируемых объектов. В чём и как критичность выражается в содержательных терминах – другой вопрос, но объективно это так.

Как уже было сказано, наиболее сложные и интересные процессы происходят при $\alpha \leq 2$ и особенно в окрестностях единицы, в области «джокера» в терминах синергетики. С этим значением параметра, видимо, связан переход бифуркационного типа, и он требует специального исследования в приложении к нашему подходу. К тому же это быстрые, с потерей устойчивости, многомерные, а значит плохо управляемые процессы, поэтому практическая задача всегда состоит в том, чтобы не допустить повышения уровня критичности, удержать процесс в области «русла». И в этом смысле приведённый анализ даёт инструмент для управления рисками критических систем.

Индикация критических или предкритических состояний, которую позволяет обеспечить предложенный подход, надо признать, не достаточна для целенаправленного активного управления рисками, безопасностью конкретных технических систем. Чтобы решать задачи такого рода, не обойтись без знания в содержательных терминах структуры факторов риска, оценок их значимости, действие которых в конечном итоге и отражается в индикаторах. Средства управления также надо содержательно определить и структурно увязать с факторами риска. Некоторые шаги в этом направлении сделаны [6].

Тогда, поскольку управление рисками должно осуществляться в области «русла», можно говорить об отыскании параметров порядка и управления ими с практической конкретностью. Пожалуй, в этом и состоит главная проблема реализации нашего подхода, как теоретическая, так и технологическая.

Требуют исследования вопросы динамики оценок. Как быстро развиваются критические состояния, каков горизонт прогноза в зависимости от текущего значения наблюдаемого параметра степенного распределения?

Особое внимание необходимо крайним критическим состояниям. Первое – самоорганизованная критичность. Хотя до этого состояния объект доводить нельзя, но что предшествует её развитию в предлагаемом статистическом образе? Пятое состояние интересно своей недостаточной содержательной ясностью и возможностями для отдалённого прогноза.

Наконец, нельзя обойти проблему рассеяния оценок, которая нередко игнорируется из-за сложностей, при этом возникающих, но без её решения доверие к оценкам всегда будет под вопросом, и здесь получены некоторые полезные результаты [7].

Представление разнообразных системных нелинейностей в сложных структурах, отображаемых в преобразовании шкалы меры риска, в значительной степени независимо от задач собственно управления рисками, но даст более убедительную основу для такого преобразования.

В практическом отношении важно методически обеспечить содержательное шкалирование меры риска, её связь с техническими характеристиками, и тогда даже упрощённые, грубые оценки, которые можно сделать без решения названных проблем и сложного инструментирования, будут полезны для применения.

Литература

1. Черешкин Д.С., Кононов А.А. Экспертная система комплексной оценки безопасности автоматизированных информационных систем // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: тр. II Междунар. конф. / под ред. В.П. Масленикова, Н.А. Кузнецова, В.А. Витиха. Самара: СНЦ РАН, 2000. С. 363–365.

2. Шишкин В.М. Степенное распределение и управление рисками критических систем // Проблемы управления рисками и безопасностью: тр. ин-та систем. анализа Рос. акад. наук. Т. 31. М.: КомКнига, 2007. С. 39–59.
3. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах: пер. с англ. Е.Г.Коваленко / под ред. В.В.Налимова. М.: Мир, 1969. 396 с.
4. Хокинс Дж.М. The Oxford Dictionary of the English Language. М.: Астрель, 2002. 828 с.
5. Шишкин В.М. «Слабая» критичность в степенных моделях распределения меры риска: тр. СПИИРАН. Вып. 7. СПб.: Наука, 2008. С. 119–135.
6. Шишкин В.М. Мета модель анализа, оценки и управления безопасностью информационных систем // Проблемы управления информационной безопасностью: сб. тр. ИСА РАН. / под ред. Д.С.Черешкина. М.: Едиториал УРСС, 2002. С. 92–105.
7. Шишкин В.М., Савков С.В. Методика арифметизации неполной гетерогенной исходной информации для идентификации профиля рисков // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: тр. Междунар. науч. школы МА БР – 2010. 6–10 июля 2010 г. Санкт-Петербург. СПб.: ГУАП, 2010. С. 295–300.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЙСТВЕННОСТИ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КОНТЕКСТЕ «КОСМОГЕННЫХ РИСКОВ»

**Б.Б. Тангиев, кандидат юридических наук, кандидат технических наук,
профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены проблемы своевременного прогнозирования космогенных рисков в системе обеспечения экологической безопасности.

Ключевые слова: экокriminalология, геоэкологическая безопасность, криминалистика охраны окружающей среды

PROBLEMS OF MAINTENANCE OF EFFECTIVENESS OF ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE CONTEXT OF THE «COSMOGENIC RISKS»

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

The problems of early prediction of cosmogenic risks in the system of environmental safety.

Key words: ekokriminalologiya, geoeological safety, ekoglobalistika

В условиях стремительно развивающейся глобализации все отчетливее проявляются внешние и внутренние угрозы экологической безопасности – составной части не только национальной, но и международной безопасности. Необходимость в удовлетворении растущих потребностей человека, за последние 50 лет привела к деградации многих экологических систем, увеличению риска нелинейных изменений экосистем. При этом в недостаточной степени исследованы космогенные риски, относящиеся к основным группам стратегических рисков. Как известно, каждая группа рисков таит в себе различный уровень и степень угроз системе экологической безопасности и в первую очередь будет определяться

своим глобальным, региональным или локальным масштабом последствий, а во вторую очередь совокупностью компонент, включающих параметры времени учета рисков и причинно-следственную связь между моментом возникновения угрозы риска и ожидаемыми последствиями.

Очевидно, для получения точных расчетов необходим качественный интегрированный мониторинг, позволяющий прогнозировать ситуацию на более длительный период, что обеспечит необходимый комплекс мероприятий по предупреждению или своевременной эвакуации населения из потенциальной зоны ЧС. В этом ключе, наиболее удачным представляется продолжающийся в рамках МЧС России проект «Создание прототипа системы научного мониторинга» [1].

В настоящее время наращивается потенциал научного интегрированного мониторинга по анализу и контролю приближающихся к орбите Земли метеоритов, астероидов и комет в большей степени оптическими средствами с Земли. На подобный мониторинг нацелены ряд международных и американских программ: программы Spaceguard, PCAS (специально для наблюдения астероидов, сближающихся с Землей), а также ряд других американских программ, англо-австралийская AANEAS, франко-германская ODAS программа. Эти программы ставят своей задачей обнаружить 95 % опасных астероидов диаметром более километра и часть более мелких [2]. На настоящий период определено более ста потенциально опасных (то есть пересекающих орбиту Земли) астероидов диаметром более 1 км (более мелкие объекты сложнее обнаружить), предполагается, что их общее количество может достигать полутора-двух тысяч. Для более точного определения астероидов необходима система наблюдения космического базирования [3]. Ряд проектов подобной системы, разработан и в России (НПО им. С.А. Лавочкина, ЦНИИМАШ, НПО «Астрофизика»), исследования продолжаются при активном участии и поддержке МЧС России, НИИ астробиологических проблем и космической безопасности им. С.И. Репьева, Федерального космического агентства, Федерации космонавтики России, Института прикладной астрономии РАН и различных обсерваторий.

В настоящее время рассматриваются три основных способа нейтрализации опасных космических объектов. Это отклонение угрожающего объекта с орбиты встречи с Землей, экранирование Земли от столкновения с угрожающим объектом, и, наконец, уничтожение угрожающего объекта. Уже разработаны проекты защиты от кометно-астероидной опасности, реализующие тот или иной способ.

Поскольку единого универсального метода предупреждения столкновения Земли с космическими объектами не существует, можно сделать вывод о том, что глобальная система космической защиты должна быть эшелонированной. Существует несколько схем такой системы [4].

1. Проект НПО им. С.А. Лавочкина. В нём основными структурными подразделениями системы защиты Земли являются наземно-космическая служба обнаружения, космическая служба перехвата и наземный комплекс управления. Сама система имеет два эшелона – дальнего перехвата и ближнего, или оперативного перехвата. Эшелон дальнего перехвата предназначен для противодействия крупным ранее обнаруженным объектам (размерами свыше 1 километра), столкновение которых с Землей может быть предсказано за месяцы и годы. Поскольку перехват таких тел должен осуществляться на значительном расстоянии, а схема перелёта к объекту в большинстве случаев сходна со схемой перелёта к другим планетам, то аппарат-перехватчик целесообразно создавать на базе уже созданных межпланетных космических станций, с использованием отработанных на них технических решений. Эшелон ближнего перехвата предназначен для борьбы с угрожающими планете объектами в околоземном пространстве. Согласно проекту, на Земле на боевом дежурстве постоянно должны находиться ракеты-носители с навигационными аппаратами, предназначенными для высокоточного определения параметров орбиты и физических характеристик космического тела, и аппаратами-перехватчиками. Аппарат-навигатор стартует с некоторым опережением

относительно перехватчика и, проходя вблизи цели, передаёт полученные данные на наземный комплекс управления, где на их основе уточняется схема перехвата, а затем передаются соответствующие команды на борт перехватчика. В качестве носителя предлагается использовать российскую конверсионную ракету «Рокот», созданную на базе МБР СС-18.

2. Проект, предложенный Челябинским научным центром. В нем, для действий в эшелоне дальнего перехвата используются космические аппараты, несущие на борту ядерные заряды мощностью 10–20 мт и выводимые в космос ракетой-носителем «Энергия». Комплекс, обеспечивающий ближний перехват, предназначен для уничтожения объектов размером 50–150 м методом кинетического удара. Поскольку в этом варианте масса ударников и проникающих составляет 10–20 тонн, их вывод на орбиту может быть осуществлён ракетами-носителями типа «Протон» или «Ангара-5».

Таким образом, результаты различных исследований [5] в целом подтверждают, что астероидно-кометная опасность – вполне реальна, и последствия для экосистемы могут стать необратимыми. Однако, по-прежнему остается проблемной функция точного и своевременного прогнозирования космогенных рисков в системе обеспечения экологической безопасности.

Исследованиям в данной области уделяется пристальное внимание и поддержка со стороны руководства СПб университета ГПС МЧС России, и не случайно научно-практический, ежегодный семинар носит название «Космогенные риски», что гораздо шире понятия «Космических рисков». Тем самым расширяется предмет исследования, охватывающий детерминационный комплекс воздействия (влияния) космических процессов на генотип, биоценоз всей экосистемы планеты Земля. Успешное обеспечение действенности системы экологической безопасности без учета данных факторов и расширения потенциальных возможностей научного, интегрированного мониторинга, является затруднительным в решении функциональных задач. По всей видимости, эти и другие проблемы и послужили основой созыва 30 января 2008 г., заседания Совета безопасности РФ посвященного созданию действенной системы экологической безопасности в России. Круг вопросов поднятых Совбезом носит концептуальный характер по развитию стратегии экологической политики, направленной на обеспечение экобезопасности России. Краеугольным камнем всей национальной политики признается необходимость создания действенной системы экологической безопасности. Акцентируется внимание на том, что надо учиться эффективно, защищать интересы России на международной арене, прежде всего, парируя угрозы экологической безопасности, вызванные трансграничным загрязнением территории Российской Федерации. Так, в последнее время обострилась экологическая ситуация в регионах Балтийского, Охотского, Черного, Каспийского морей, в бассейнах рек Амур и Иртыш.

В настоящее время разговор об экологических проблемах надо вести в наступательном и практическом ключе и выводить природоохранную работу на уровень системной, ежедневной обязанности государственной власти всех уровней. Несмотря на наличие специального законодательства, тем не менее, оно сегодня не стимулирует переход на экологически эффективные технологии и проведение природоохранных мероприятий. Не определены статус и режим регулирования пограничных и трансграничных водных объектов и особо охраняемых природных территорий. Говоря в целом, надлежащее качество окружающей среды должно быть сегодня законодательно закреплено как необходимый элемент социальных стандартов жизни в стране. Многие проблемные вопросы, рассмотренные на Совете Безопасности, были научно обоснованы и предложены в ряде научных работ еще в 2000–2006 гг. Все эти доводы убедительно свидетельствуют, что исследования направлены именно на решение указанных проблем. Поскольку повышенную угрозу для экобезопасности представляет экопреступность, наряду с основными группами стратегических рисков, то становится очевидным роль и место экокriminalологии, эколого-криминалогической инноватики, информационно-криминалогических технологий. По

созданию действенной системы экобезопасности, способной эффективно справляться с имеющимися техногенными и антропогенными факторами загрязнений, детерминируемых экопреступлениями, не только на Земле, но и в Космосе (космический мусор и т.п.). При этом, экокriminalология со свойственной ей методологией способна достаточно динамично вырабатывать прогностические функции противодействия новым вызовам и проблемам в упреждающем режиме.

Поэтому ставится основная задача по созданию действенной системы. Действенность – это способность системы эффективно выполнять возложенные на нее функции. С экокriminalологической точки зрения, относительно экологической безопасности она или есть, или ее нет. В рассматриваемой области, ни в одной цивилизованной стране мира нет действенной или бездейственной системы.

Система экологической безопасности априори может быть только действенной, в противном случае это всего лишь декларативно-виртуальная субстанция. Понятно, что и сама система здесь будет иметь особый режим и статус и включать в себя различные подсистемы и блоки поддержки. Что из себя должна представлять современная система экобезопасности; полный перечень подсистем, блоков поддержки, их количественные и качественные составляющие, по компетентности, взаимодействию и ответственности, не говоря о нормативных показателях оперативного реагирования.

Все это дает основание говорить об отсутствии работоспособной, функционирующей по всем параметрам системы экологической безопасности. Особо впечатляют правовые параметры (соответствующие подсистемы и блоки поддержки) или их практическое отсутствие. Наряду с этим, все соглашались, что к одному из важнейших условий решения этих проблем относится дальнейшее укрепление законности с четко отлаженными и внятыми механизмами правоприменительной, правореализационной практики. На данном этапе, для правоприменителя этот механизм не будет внятным и отлаженным, пока он сам не разберется по всем экокriminalологическим составляющим, с чем и кем ему предстоит бороться, используя какую методологию. Какое место он занимает в системе экобезопасности. По всей видимости, никакого, так как не выстроена и не отлажена сама система и ее структура, в соответствии с имплементационной и унифицированной составляющей нормативных правовых норм международного права и ратифицированных Российской стороной Конвенций в этой сфере. Поэтому необходима экокriminalология и ее методология. Экокriminalология может рассматриваться, как научное направление (отрасль криминологии) и как правоприменительный механизм, и как учебная дисциплина (спецкурс).

Структурно экокriminalология должна входить в систему экобезопасности в качестве основного превентивного компонента (элемента) подсистемы правового обеспечения, с соответствующими блоками поддержки. Дальнейшее развитие экокriminalологической инноватики, позволило выявить основные недостатки в обеспечении действенности системы экобезопасности. В ходе исследования, было установлено, что самым бездейственным, остается блок превенции (предупреждения и профилактики) и правореализационный механизм обеспечения неотвратимости наказания, возмещения ущерба, причиненного здоровью или имуществу граждан, вне зависимости от установления виновного лица совершившего противоправное экодеяние. Это проблема государства, и если оно не в состоянии обеспечивать, конституционное право каждого на благоприятную окружающую среду, то должно в полном объеме компенсировать вред и ущерб. Только такой принципиальный подход, в сложившейся экокriminalогенной обстановке, вынудит государство перейти от декларативности к реальным научно обоснованным действиям. Одним из основных показателей уровня развития правового государства должен стать экокriminalологический индекс – «ЭКОКРИМ».

При разработке современной системы обеспечения экологической безопасности предлагается усилить функциональную (правовую) подсистему тремя блоками: экокriminalология, криминалистика охраны окружающей среды, экологическая девиантология. Их объединяет научный эколого-криминологический комплекс (НЭКК) по

обеспечению действенности системы экобезопасности и противодействию экологической преступности. При рассмотрении данной функциональной подсистемы вне системы экобезопасности, ее можно представить в виде комплексной Системы под названием «ЭКОКРИМЕН» (если проще «ЭКОКРИМ»). Только единый подход, позволяющий объединить указанные ниже научные направления способен достичь искомого результата для получения эффективной превенции (предупреждения и профилактики) и правореализационного механизма обеспечения неотвратимости наказания и возмещения ущерба.

Таким образом:

1. Экокriminalология (oikoscrimenlogos) – (от греч. oikos – дом, родина; от лат. Crimen / criminis/ – преступление; от греч. logos – слово, понятие, учение; англ. Ecocriminology) – учение об экологическом преступлении, его причинах и условиях, причинно-следственной связи и зависимости, личности экопреступника, учение об экологической преступности. Новое научное, междисциплинарное направление, возникшее на стыке криминологии – экологии – экологического права.

На первом этапе своего зарождения экокriminalология сформировалась и представлена как частная дисциплина криминологии, основанной на экологических фактах; на научно-эмпирической основе экокriminalологии. Изучает экопреступления и правонарушителя окружающей среды, а также разрабатывает оптимальные концепции контроля над экологической преступностью (с использованием инновационных достижений науки и техники и оптимизации их внедрения). Рассматривает экопреступность как комплексное явление и личность экопреступника, помимо того, проводит анализ наиболее прогрессивных международных механизмов контроля (реакции международных, государственных, общественных структур и правоохранительных органов).

В долгосрочной перспективе прогнозирует уровень и степень причин и условий, экодевиаций и детерминантов обуславливающих возникновение и развитие экологических агрессий, экологического терроризма, экодиверсий, транснациональной экопреступности, экологической коррупции.

Экокriminalология при проведении своих экспертиз исходит из презумпции потенциальной криминологической опасности по отношению к окружающей среде (экосистемам), различной планируемой, намечаемой хозяйственной (антропогенной, техногенной) и иной деятельности как юридическими, так и физическими лицами.

В настоящее время «экокriminalология» получила всестороннюю поддержку гражданского и научного сообщества. А выделение ее как отдельной отрасли криминологии позволило привести в соответствие, с современной экологической доктриной, систематизировать и классифицировать экопреступления, сформулировать понятие экопреступности, обосновать ее причины и условия, дать анализ социальных последствий, а также выработать комплекс правореализационных механизмов, необходимых и достаточных для борьбы с такого рода преступлениями. Наряду с этим, экокriminalология служит теоретическим базисом для дальнейшей разработки методологии криминалистического исследования окружающей среды по закреплению вещественных доказательств, в области совершенствования экологического контроля, экологического надзора, проведения объективной экокriminalистической экспертизы.

Экокriminalология прошла ряд апробаций с 2005 г. и получила международное признание – Лауреат Всероссийских и Международных конкурсов, обладатель различных наград и номинаций. В настоящее время ускоренными темпами внедряется за рубежом.

Перспективы развития экокriminalологии

С середины семидесятых годов двадцатого столетия в советской криминологии возникли отрасли, освещающие взаимосвязь преступного множества с отдельными функциональными общественными подсистемами.

Например, на одной из научных конференций, ведущий научный сотрудник сектора экологического законодательства ИГП РАН, профессор О.Л. Дубовик посвятила доклад основным научным направлениям экологической криминологии, необходимости ее развития.

2 июня 2005 г. президиум Санкт-Петербургского научного центра РАН принял постановление № 16 «О развитии исследований в области новых методов экологического контроля и экологической криминалистики». Этот документ утвержден Председателем СПбНЦ РАН, Вице-президентом РАН, Лауреатом Нобелевской премии Ж.И. Алферовым. «Президиум СПбНЦ РАН отмечает комплексность проводимых исследований, где на начальном этапе изучение правовых аспектов обеспечения экологической безопасности позволило сформулировать положения экологической криминологии, и ее требования к методам и средствам криминалистического исследования природных сред».

В 2005 г., в предисловии к монографии «Экокриминология. Парадигма и теория. Методология и практика правоприменения» Д.А. Шестаков отметил, что «Экологическая криминология (экокриминология) – зарождающаяся отрасль криминологии, от которой ожидается комплексное осмысление преступности той социальной подсистемы, в которой складываются отношения человека с окружающей средой. Предполагается также разработка доктрины и системы мер сдерживания экологической преступности. Появление монографии отвечает потребностям времени. Если вдуматься, то становится очевидным, что сегодня преступное отношение к природе по своей опасности образует криминологическую проблему номер один. Потребность в экокриминологии обусловлена и логикой развития самой криминологической науки, а именно происходящим в ней формированием новых и новейших отраслей, исследующих преступность основных подсистем общества в соответствии с доктриной «преступность – свойство общества». Само собой разумеется, что этот процесс не мог обойти стороной такой важнейший социальный институт, который составляют экологические отношения».

Следует также отметить, что после выхода в свет монографии «Экокриминология» в июне 2006 г. был проведен VI Международный научный форум стран балтийского региона «Экобалтика – 2006». В работе форума освещались вопросы на тему: «Методы и средства управления качеством окружающей среды. Математическое моделирование и ГИС-технологии, как средства экологической оценки и прогнозирования состояния среды обитания».

Помимо общеизвестных методов, экокриминология на основе семантической методологии и синергетических подходов выработала свои, присущие ей методы и средства. В монографии автора дается анализ обеих подсистем экологической преступности: 1) множества экологических преступлений и 2) детерминации преступного поведения в сфере окружающей среды. Исследуется вопрос о латентности этих преступлений. Обоснование системы контроля над экопреступностью осуществляется в единстве социального, информационного и правового подходов. Разработанная методология экокриминологии, связанная с геоинформационными технологиями по выявлению, контролю, оценке и прогнозированию экологической преступности и ее детерминантов».

На основе полученных данных предложены методы проведения независимой (в том числе судебной) экокриминологической (криминалистической) экспертизы. Полностью, разработке методов экокриминологии посвящена отдельная монография – «Криминология: Контроль и противодействие экологической преступности», вышедшая в 2006 г.

Дальнейшие исследования 2007–2010 гг. с использованием эмпирической базы экокриминологии, позволили разработать авторскую концепцию по созданию Криминалистики охраны окружающей среды.

При всестороннем экокриминологическом изучении системы экобезопасности было выявлено слабое звено, на основе которого должен строиться блок превенции. Так, зародилась идея создания экологической девиантологии («Экодевиантология: Эколого-криминогенные девиации отклоняющегося поведения. «ECOLOGICAL DEVIANTOLOGY»: Ekologo-kriminogennye deviations of deviating behavior).

Таким образом, возникла научная потребность в создании НЭКК – научного эколого-криминологического комплекса по обеспечению экологической безопасности и противодействию экопреступности. Это та же экокriminalология, но позволяющая выйти за рамки и расширить круг познания, включая взаимодействующие составляющие, другие закономерности, влияющие на систему экобезопасности и новые риски, степень угрозы возникновения чрезвычайных экологических (экокриминогенных) ситуаций, зон экологического бедствия и т.п.

2. Криминалистика охраны окружающей среды (Criminalistics of guard of environment) – (от лат. Criminalis; англ. Criminalistics) – относящийся к преступлению посягающему на охрану окружающей среды, экологическую безопасность. Междисциплинарная отрасль криминалистики, разрабатывающая средства и механизмы (технологии), частные методы расследования экологических преступлений, поисково-познавательные модели выявления и закрепления доказательной базы для судебно-следственной практики.

Создание экокriminalологии, как нового научного направления, позволило разработать не только присущие ей методы информационно-криминологических технологий, но и сформулировать принципы и требования к методам и средствам криминалистического исследования природных сред (различных экосистем). В частности: АСЭПМ (автоматизированная система эколого-правового мониторинга), АСЭКМ (автоматизированная система экокriminalологического мониторинга); ГИКС, ГИЭКС (геоинформационная криминологическая система, геоинформационная экокriminalологическая система) при проведении КОВОС (ЭКОВОС) криминологическая (экокriminalологическая, экокriminalалистическая) оценка воздействия на окружающую среду, ЭКЭ (экокriminalалистическая экспертиза).

3. Экологическая девиантология (Ecological deviantology) – учение, изучающее экологические девиантные отклонения (положительные или негативные) от нормальных, общепринятых условий существования и развития конкретной экосистемы в окружающей среде и обратной реакции природной среды, как результат этих отклонений (в том числе антропогенных, техногенных и др.). Основной целью, которой является разработка форм и методов предупреждения экологических девиаций. Формирования экологизированного социально-ориентированного индивидуума, обладающего экологичным правосознанием. Разработка приемлемых методов и моделей социально-экологического контроля.

Следует констатировать, что до настоящего периода международной научной практикой не определен исходный момент развития, генезис формирования экологического преступника (переходной стадии отдельного экодевианта в экопреступника). Отсюда становится очевидным, что криминология и криминалистика в целом, как и ее частные дисциплины (экокriminalология и криминалистика охраны окружающей среды) в частности, вступают в правовое пространство только лишь в конечной фазе созревания экопреступника, то есть после совершения преступления. Предшествующие фазы и должны представлять повышенный интерес в данной области, в противном случае, как бы не была совершенна теория и практика, обеспечить в полной мере действенность системы экобезопасности не удастся.

Во всей системе экобезопасности бездействующей остается подсистема предупреждения и профилактики.

Исследования подтверждают, что решить проблему «предупреждения» в данной специфической области, возможно лишь решив проблему девиантного поведения в области экологии.

Предстоит ответить на ряд вопросов: Каким образом происходят экологические девиации? На какой фазе своего развития человек наиболее подвержен девиантному поведению? Что в большей степени влияет на формирование психологии отклоняющегося поведения по отношению к окружающей среде? Что и в какой степени формирует экологизированное и антиэкологичное сознание? Каковы причины, условия, детерминанты отклоняющегося поведения, приводящие к совершению экологических преступлений.

Наконец, каким образом достичь ресоциализации индивидуума обладающего явно выраженным эколого-девиантным поведением и т.п.

Так в научном поиске возникла идея создания специфической междисциплинарной области знаний – «Экологическая девиантология».

Само понятие девиантности (отклонение) появилось в научной терминологии сравнительно недавно, в конце прошлого столетия.

Один из основоположников современной школы социальной девиантологии профессор Я.И. Гишинский справедливо отмечает, что «девиации присущи всем уровням и формам организации мироздания. В современной физике и химии отклонения обычно именуются флуктуациями, в биологии – мутациями, на долю социологии и психологии выпали девиации». Такой подход позволяет расширить рамки научного исследования девиантности и рассматривать ее не только в социально-психологической сфере, но и в космических и земных природных процессах.

Сегодня необходимо готовить эрудированных, высококвалифицированных специалистов – правоведов, которые должны знать с какими трудностями им придется сталкиваться на практике.

Следует так же обратить внимание, что при укреплении экологического правопорядка не в полной мере используются различные рычаги и инструментарий таких современных институтов, как: экологическое страхование; экологический аудит; экологическая сертификация; экологическое лицензирование, сервис экологической безопасности и т.п. Система высшей школы в недостаточной степени нацелена на подготовку специалистов по этим направлениям. Отсутствие должной системы взаимодействия юристов, экономистов, экологов, биологов, химиков, технарей и других специалистов в выработке единых концептуальных подходов по совершенствованию методологии оценки экологического вреда и механизмов возмещения ущерба в полном объеме, здоровью граждан и их имуществу причиненного экологическим правонарушением.

На правоприменительной практике сказывается нехватка, а порой и вовсе отсутствие юристов-экологов, криминалистов охраны окружающей среды. Практически не представлены криминологи по экологической преступности, специалисты по экологической девиантологии. Не ведется целенаправленная подготовка (и курсы повышения квалификации) сотрудников экологической полиции, природоохранной прокуратуры, следователей и дознавателей по экологическим правонарушениям и преступлениям, отсутствует институт экологических судов и судей. Для оказания квалифицированной помощи гражданам в защите их конституционных прав на благоприятную окружающую среду и возмещению ущерба причиненного в результате экологических правонарушений до сих пор не созданы специализированные – адвокатские (экологические) кабинеты и не готовятся специалисты для этого профильного направления.

Таким образом, для повышения качества учебного процесса, предлагается применение образовательной эколого-криминологической (криминологическо-криминалистической) инноватики и информационно-криминологических технологий разработанных автором, при поддержке международного криминологического клуба на базе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, представляющих инновационные направления и комплексные программы обучения.

В XXI веке востребованным становится квалифицированный специалист в области обеспечения экологической безопасности, а научные разработки и исследования в этой сфере становятся самыми значительными и актуальными.

Литература

1. Махов С.А., Посашков С.А. Анализ стратегических рисков на основе математического моделирования. М.: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2007.
2. Микиша А.М., Смирнов М.А. Земные катастрофы, вызванные падением небесных тел // Вестник РАН. М.: Наука, 1999. Т. 69. № 4. с. 327.

3. Энеев Т.М. К вопросу об астероидной опасности // Компьютерные инструменты в образовании. 2003. № 2. С. 13–14.
 4. Соболев И. Отступать некуда, позади Земля! // Техника – молодежи. 2002. № 1. С. 18–20.
 5. Тангиев Б.Б. Экологическая преступность – основная угроза национальной безопасности России (уголовно-правовое исследование): монография. СПб.: Изд-во «ГеоГраф», 2004. 182 с.
-

ИНЖЕНЕРНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОФЕССИОГРАФИРОВАНИЕ В ОРГАНИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ МЧС РОССИИ

**С.А. Багрецов, доктор технических наук, доктор экономических наук,
профессор.**

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

В.М. Львов, доктор технических наук, профессор.

«Эргоцентр», г.Тверь.

В.В. Попов, кандидат военных наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Посвящена проблеме описания должности с позиции оценки компетентности, а также выбора способа представления этого описания, то есть построения аналитической профессиограммы. В настоящее время наиболее перспективным инструментом в достижении этой цели могут стать профессиографические исследования, позволяющие с позиции оценки компетенций формировать профессиограммы как должностей, так и специалистов, а затем осуществлять оценку их соответствия.

Ключевые слова: компетентность, профессиографические исследования, аналитическая профессиограмма

ANALYTICAL PROFESSIOGRAFIROVANIE IN THE ORGANIZATION ENGINEERING ACTIVITIES IN THE DEPARTMENTS EMERGENCY RUSSIA

S.A. Bagrecov. Military-space academy of the name of A.F. Mozhaisky, Saint-Petersburg.

V.M. Lvov. «Ergocentr», Tver.

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

This article is devoted to the job description from the perspective of assessment of competence, as well as the choice of mode of presentation of this description, that is, construct an analytic professiogram. Currently, the most promising of the tool in achieving this goal can be professiograficheskies study makes it lyayuschie from a position of assessing competence to form professiogram posts as well as professionals, and then to assess their compliance.

Key words: competence, professiograficheskies study analytically professiogramme

Как показывает опыт, процесс адаптации специалиста на новой должности весьма длителен и в ряде случаев экономически затратен. Кроме того, затраты на содержание и подготовку специалистов многократно превышают стоимость разработки и производства технических и программно-алгоритмических средств на которых они работают, что безусловно требует корректировки процесса подготовки.

В последнее время активно осуществляется переход к новым государственным образовательным стандартам (ГОС), в которых основной упор делается на понятиях компетенций обучаемого. Использование именно такого подхода к процессу подготовки специалистов, в том числе и в системе МЧС России, позволяет решить возникающую задачу, связанную со скорейшей адаптацией выпускника вуза на его первичной должности.

Сам термин «*compete*» означает знать, добиваться, уметь, соответствовать. При этом *знать* означает не только объективно верное и конкретное знание, необходимое для осуществления социальных технологий, но и ценности, которые являются объективно лучшими и направляют применение знаний и умений.

В свою очередь *уметь* может означать не только операционально выполнимые способы реализации тех или иных социальных технологий, но и главное умение человека быть субъектом, свободно и сознательно самоопределяться как в своем внутреннем духовном опыте, так и во внешней социальной действительности.

Добиваться – значит уметь осуществлять поставленные цели в рамках закона, нравственности и культуры.

Соответствовать – может означать, что деятельность и поведение личности отвечают требованиям, которые предъявляют к личности государство, трудовой коллектив, семья, профессия, иные социальные общности, организации. Такое соответствие выражается в умении личности осуществлять свои обязанности, права, полномочия на должном социальном и культурном уровне.

Во вводимых ГОСах рассматриваются два основных понятия «общекультурные компетенции» и «профессиональные компетенции», позволяющие более тесно связать понятия «специалист» и «профессия».

Понятие «профессиональной компетентности» рассматривается в работах В.В. Камаева, Э.Ф. Зеера, Н.В. Кузьминой, Л.М. Митиной и др. Под профессиональной компетентностью эти авторы понимают специальные знания и специальные умения, необходимые для той или иной профессиональной деятельности. Понятие «профессиональной компетентности» рассматривается также и в работе Р.Х. Гильмеевой. По ее определению профессиональная компетентность – это способность человека, основанная на имеющихся у него знаниях и опыте эффективно решать задачи, которые относятся к сфере его профессиональной деятельности. Профессиональная компетентность (компетенция) предполагает наличие объема знаний, умений, сплава опыта и личных качеств, то есть тех потенциальных возможностей, которые важны для достижения высокого результата в профессиональном труде.

Под «общекультурной компетентностью» обучаемого следует понимать совокупность знаний, навыков, элементов культурного опыта, позволяющих ему свободно ориентироваться в социальном и культурном окружении и оперировать его элементами. Она включает следующие аспекты:

- смысловой аспект – адекватное осмысление ситуации на основе имеющихся культурных образцов понимания, оценки такого рода ситуаций;
- проблемно-практический аспект – адекватность распознавания ситуации, постановки и эффективного выполнения целей, задач, норм в данной ситуации;
- коммуникативный аспект – адекватное общение с учетом соответствующих культурных образцов общения и взаимодействия.

Рассматриваемое понятие включает в себя целый набор задач, которые должен уметь решать обучаемый.

Ключевым отличием от предыдущих стандартов, где в основу были положены понятия знать, уметь и иметь навык, является кроме всего наличие опыта профессиональной деятельности.

Таким образом, в настоящий момент, существует необходимость осуществлять подготовку специалистов с практической направленностью их деятельности (согласно вводимым ГОСам), что в свою очередь требует оценки (описания) должностей также с позиции оценки компетенции. В этом случае удастся связать понятия «специалист» и «профессия», «специалист» и «должность», при этом, есть возможность учесть динамику изменения условий труда, вызванных возрастающими информационными нагрузками и сложностью решаемых задач.

Решение этих задач возможно только в рамках профессиографических исследований, основными задачами которых являются:

- выявление закономерностей развития профессиональной деятельности;
- прогностическое изучение процесса профессионализации и специализации профессиональной деятельности в целях своевременного учета изменений в структуре профессий и специальностей, опережающей выработки научных рекомендаций по внесению корректив в систему подбора, отбора, подготовки и расстановки кадров;
- описание профессионально-квалификационной структуры специалистов, разработка квалификационных требований той или иной должности (допустимых пределов квалификации), ступеней квалификации, уровней компетентности, а также форм и методов определения уровней квалификации специалистов;
- классификация профессий как результат конкретных профессиографических исследований;
- определение должностных обязанностей специалистов с точки зрения надежного и эффективного выполнения профессиональных задач;
- установление границ специальностей и должностей, оптимальных границ специализации;
- установление точных сведений о профессионально-важных качествах;
- разработка нормативов коллективного или индивидуального выполнения профессиональных задач как основного условия научной организации труда.

В рамках этих задач описание специальностей и должностей в зависимости от реальной обстановки могут приобретать разный вес – то есть нужно расписывать требования для обычных, субэкстремальных и экстремальных условий профессиональной деятельности.

При этом на организационно-техническом уровне проводится определение границ специальностей и должностей с учетом соответствующих нормативов, фактической занятости специалистов. Физиологические и психологические границы определяются возможностями организма человека, его психофизиологического аппарата, уровнем его способности к перенесению физических и психологических перегрузок.

Здесь должен определяться оптимальный уровень напряженности трудовых функций с учетом квалификации специалистов и их постоянным совершенствованием, то есть трудовая деятельность в обычных условиях должна иметь тренирующий эффект.

На социальном уровне определяются параметры специальности и должности, которые обеспечивают возможность проявления творчества, инициативы специалиста, полноценного развития его личности.

В зависимости от направленности профессиографического исследования в настоящее время существуют различные типы профессиографирования (информационное, ориентировочно-диагностическое, конструктивное, прогностическое, диагностическое, методическое, формирующее) и подходы к классификации профессиограмм по различным критериям (рис. 1).



Рис. 1. Классификация профессиограмм

Из этой классификации следует, что профессиограммы подразделяются на частные, комплексные, специальные. Если основной целью является поддержка кадровой политики, необходимо ориентироваться на составление специальных профессиограмм, которые должны строиться на основе системного анализа профессиональной деятельности. Существуют различные типы специальных профессиограмм.

Основной является информационная специальная профессиограмма, направленная на обобщенное, краткое, общедоступное описание профессии (специальности, должности) и ее требований к человеку, и развернутая профессиограмма, предназначенная для решения с ее помощью вопросов о необходимости проведения профессионального отбора, подготовки квалификационных характеристик специальностей, проведения аттестации и профессиональной подготовки специалистов. В последней указывается общая характеристика профессии (специальности, должности), излагаются требования к социокультурному уровню, общим и специальным профессиональным знаниям, навыкам, умениям, техническим, технологическим, социальным сторонам деятельности, ее средовым и другим условиям.

Информационная и развернутая профессиограммы обычно используются для описания профессий, специальностей, (например, операторских), они очень трудоемки и чаще всего в них не могут быть достаточно четко охарактеризованы отличительные особенности профессиональной деятельности.

Если целью является решение проблемы информационно-психологической поддержки принятия кадровых решений при назначении специалистов на должности, а профессиональный отбор при этом осуществляется на этапах поступления в вуз и обучения в нем, то в этом случае в профессиограммах должно быть описание основных, наиболее специфических и значимых для данной должности профессионально важных качеств (ПВК), и в итоге должны быть построены эталонные профили должностей, например, по методу семантического дифференциала.

Для таких целей подходит вариант аналитической профессиограммы, где субъектно-объектные взаимосвязи рассматриваются на двух уровнях анализа: нормативно-параметрическом и морфологическом. Это позволяет выделять объективные, нормативно-

ориентирующие признаки исполнения действий должностного лица, цели деятельности, психологические действия, которые должны реализовываться в процессе деятельности, и специфические ПВК. Внешняя структура профессиональной деятельности (профессиональные задачи, операционно-технологические действия и нормативно-ориентирующие признаки исполнения действий) при этом изучается через ее восприятие человеком, через субъективный образ объекта.

В операционно-технологической структуре деятельности, в аналитической профессиограмме, необходимо выбрать профессиональные задачи (группы задач), которые целесообразно разделить на технологические служебные задачи и коммуникативные задачи управления.

В качестве основополагающего признака описания профессионально-психологической структуры деятельности в данном случае может быть положен единый признак – общий уровень компетентности специалиста, от которого зависит успешное выполнение функциональных обязанностей на данной должности.

Профессиографическое описание должностей при этом может проводиться на основе построения упрощенной аналитической профессиограммы.

Упрощенную аналитическую профессиограмму можно представить, и как полную, из двух частей (табл.)

Таблица. Упрощенная аналитическая профессиограмма должностей

Операционно-технологическая структура деятельности		Психологическая структура деятельности		
Функциональные Задачи	Условия выполнения функциональных задач	Психологическая характеристика задач (компетентность)	ПВК, обеспечивающие требуемые уровни компетентности	
Технологические служебные задачи	1. 2. ... N			
Коммуникативные задачи	1. 2. ... N			

При заполнении первого столбца формируются типовые группы целевых функциональных задач. При этом сначала выделяются группы технологических служебных задач, затем – группы коммуникативных задач управления подразделениями и военнослужащими.

При заполнении второго столбца (условий выполнения функциональных задач) следует описать условия труда (деятельности) по следующей схеме.

Во-первых, по микроклимату: выполнение функциональных задач в условиях микроклимата, близких к бытовым (в залах управления, в стационарных сооружениях, в штабах, в ангарах и т.д.); выполнение функциональных обязанностей на открытом воздухе в любую погоду; выполнение функциональных обязанностей в необычных условиях: на море, под водой, в воздухе, на земле в ограниченном пространстве (в движущемся объекте, в кабине и т.д.).

Во-вторых, по уровню автоматизации: без специальных средств обеспечения деятельности; со специальными индивидуальными средствами обеспечения деятельности; с

автоматизированными средствами обеспечения деятельности (автоматизированные рабочие места, ПЭВМ и т.д.).

При заполнении третьего столбца (вторая часть профессиограммы) – психологическая характеристика задач – необходимо для каждой группы служебных задач указать требуемые уровни основополагающего признака.

Основополагающим признаком описания психологической структуры деятельности может быть выбран уровень компетентности.

Кроме общекультурных и профессиональных компетенций, имеет смысл рассмотреть и другие виды компетенций, позволяющих более полно описать понятия «специалист» и «профессия».

Для технологических служебных задач указанный признак может быть трансформирован на профессиональную компетентность, интеллектуальную компетентность и сверхкомпетентность.

Для коммуникативных задач управления данный признак может быть трансформирован на личную, межличностную и рефлексивную компетентности.

Под профессиональной компетентностью следует понимать совокупность специальных знаний, умений и навыков, обуславливающих способность офицера выполнять данную типовую технологическую служебную задачу с требуемым качеством. При этом в зависимости от типа задачи требуемая профессиональная компетентность может быть конкретизирована (например, с выделением уровней классности, временных или других нормативов и т.д.).

Под интеллектуальной компетентностью может пониматься способность офицера выполнять технологические служебные задачи в неопределенных, непредвиденных ситуациях с учетом возможных последствий. При этом в зависимости от типа задачи интеллектуальная компетентность также может быть конкретизирована.

Под сверхкомпетентностью понимается способность офицера планировать процесс выполнения данной типовой группы технологических служебных задач на ближайшую и долговременную перспективу, а также способность к постоянному мониторингу процесса решения задач. Если сверхкомпетентность необходима при выполнении данной выделенной группы задач, то она может быть при необходимости конкретизирована (например, уточнена приведенная выше формулировка и т.д.).

Под личностной компетентностью следует понимать знания, умения и навыки офицера в распознавании типа личности подчиненных, их характера, темперамента, способностей, профессиональных мотивов в интересах планирования эффективного взаимодействия с ними, а также наличие необходимых личностных качеств (коммуникативных организаторских способностей и т.д.). В зависимости от типа коммуникативной задачи требования личной компетентности могут быть конкретизированы.

Под межличностной компетентностью можно понимать знания, умения и навыки офицера в реализации эффективных психотехнологий взаимодействия с подчиненными, сослуживцами и начальниками, в прогнозировании и предупреждении рискованных психологических ситуаций в подчиненных подразделениях. В зависимости от типа выделенной коммуникативной задачи данная типовая формулировка также может быть конкретизирована.

Под рефлексивной компетентностью понимаются знания, умения и навыки в проведении рефлексивного анализа и рефлексивном управлении. Рефлексивный анализ может иметь три уровня:

- 1 уровень – способность специалиста осознавать свои мотивы, намерения при планировании взаимодействия с подчиненными и мысленно оценивать последствия их реализации;

- 2 уровень – способность специалиста формировать иерархию целей при планировании взаимодействия с подчиненными;

- 3 уровень – способность специалиста поставить себя на место подчиненных, осознать их реакцию (например, в ответ на свои действия), намерения, мотивы и мысленно оценивать

последствия их реализации.

Под рефлексивным управлением понимается способность специалиста осуществлять психологическое воздействие на формирование целенаправленного поведения подчиненными, процесс выполнения ими функциональных обязанностей.

В настоящее время возникает потребность в непрерывном совершенствовании системы подготовки квалифицированных кадров, необходимость создания целостной концепции профессионализации, выявления форм, в которых она происходит. Главное внимание следует сконцентрировать на личности специалиста, так как от того, какой смысл имеет для него профессия, как он относится к другим людям, к себе, зависит успешность профессионализации.

Социальная компетентность, есть интегральное личностное образование, которое соединяет в себе ценностное понимание социальной действительности, категориальные конкретные социальные знания, выступающие в качестве руководства к действию, субъектную способность к самоопределению и нормосозиданию, личностное умение осуществлять социальные технологии в главных сферах деятельности человека.

Вопрос о формировании у специалистов социальной компетентности – это вопрос об их подготовке к самостоятельной жизни, об их социальной защите и о социальном становлении.

То, что социальная компетентность личности ориентирует на интеграцию, на кооперацию совместных усилий не означает беспринципного конформизма. Социально компетентная личность умеет поставить свои интересы в равное положение с интересами других, понять ценности других лиц, видеть в людях партнеров, а не врагов, потенциальных союзников, соратников и товарищей. Такая позиция не отрицает верности своим принципам, самоидентификации и борьбы по принципиальным вопросам. Но борьба людей не должна подменяться борьбой людей на физическое уничтожение.

Осмысление современных реалий социально-экономического развития нашего общества постепенно привело исследователей к пониманию, казалось бы, чисто рыночных явлений и понятий не сквозь призму исключительно технологического и техногенного подхода, а как раз под углом зрения социально-психологического, морально-этического, экономико-правового подхода. В частности, свидетельством этого являются утверждения в современной литературе о том, что в маркетинговой деятельности особое значение имеют для самореализации личности и достижения наибольшей эффективности следующие факторы:

- системность знаний и большая интуиция и кругозор;
- коммуникабельность, умение находить общий язык с людьми разных мировоззрений, характеров, привычек;
- стремление к новому, устремленность в будущее, ориентированность на творчество;
- дипломатичность, умение гасить конфликты.

Наиболее общим критерием социальной компетентности личности выступает в ряде исследований ее социальная адаптация, способность моделировать свою деятельность в обществе в определенных духовно-нравственных и профессионально-хозяйственных ориентирах и неуклонно следовать выработанной социальной стратегии.

Социальная компетентность выступает в различных своих конкретных формах проявления. Так, профессиональная компетентность выступает в форме, адекватной той конкретной профессии, которую избрал человек.

Так как уровень компетентности является интегральным показателем, то его следует считать основным показателем (психологической характеристикой действий) шкалы рейтинга квалификационной характеристики кандидата на должность (рис. 2).

Для должностей, связанных с непосредственным техническим обслуживанием систем, наиболее выражена должна быть профессиональная компетентность со специфической системой ПВК и частично интеллектуальная компетентность, так как периодически возникают задачи с неопределенными исходными данными (в основном в процессе ремонта

аппаратуры). Что касается коммуникативных задач, то требуется личностная компетентность, так как происходит взаимодействие с небольшой частью подчиненных военнослужащих, но обладающих, как правило, достаточно развитым интеллектом.

Для командно-управленческих и инженерно-управленческих должностей, на которых требуется наличие гибкого, адаптированного стиля управления и расстановки кадров, принятие решений в неопределенных, непредвиденных ситуациях, планирование процесса выполнения функциональных обязанностей на стратегическую перспективу, проведение постоянного мониторинга процесса решения технологических задач, коммуникативные и организаторские способности, стрессоустойчивость, выявление противоречий между разными средствами достижения цели, значимость отдельных специальных ПВК может и снижаться, но резко возрастают требования к межличностной и интеллектуальной компетентностям.



Рис. 2. Шкала рейтинга квалификационной характеристики соответствия специалиста и должности

Для командно-штабных должностей с постоянно высоким уровнем неопределенных ситуаций, необходимостью решения стратегических и оперативных задач, с постоянным взаимодействием с офицерским составом штабов важны все виды компетентностей, в том числе рефлексивная и сверхкомпетентность. Обычно эти должности занимают специалисты, имеющие выслугу 20 лет и более.

Таким образом, взаимосвязь классов должностей с уровнями компетентности может быть представлена следующим образом (рис. 3).

При заполнении четвертого столбца таблицы необходимо для каждого требуемого уровня компетентности указать ПВК. Перечень ПВК может быть уточнен для каждого уровня компетентности и соответствии с основными требованиями к профессионально важным признакам (ПВК), необходимы для каждой должности.

Таким образом, переход от общекультурной и профессиональной компетенций предложенный в ГОСах к более широкому их диапазону позволяет описать как должность, так и общий уровень компетенции самого специалиста, готовящегося (рассматриваемого) на эту должность в различных условиях его деятельности.

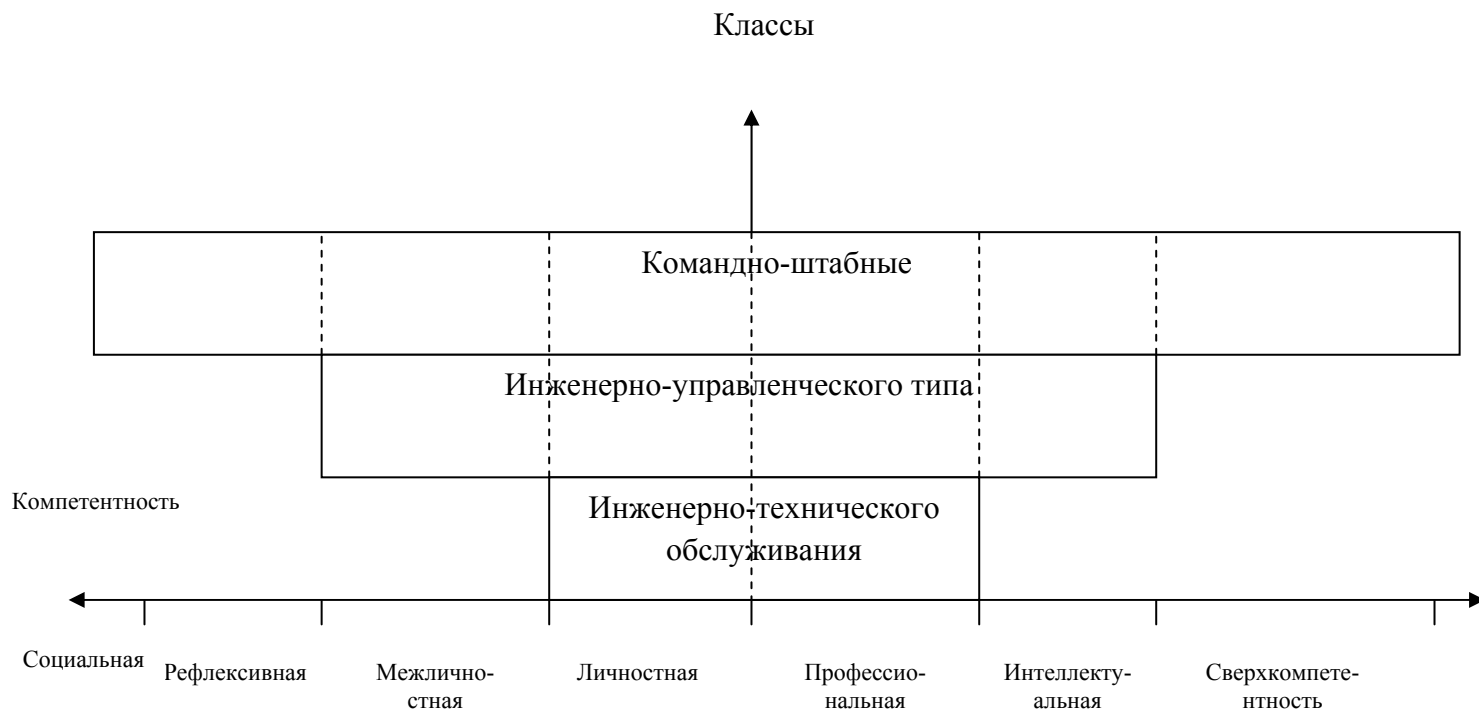


Рис. 3. Взаимосвязь классов должностей с уровнями компетентности

Описание профессий (должностей) с помощью методов профессиографии и представление результатов в виде аналитических профессиограмм в свою очередь позволяет более качественно связать понятия «специалист» и «должность», осуществляя подготовку указанных специалистов в направлении минимизации сроков их адаптации к новым должностям.

Литература

1. Львов В.М., Рахманова Т.Р., Сударик А.Н. Методический подход к решению проблемы профессиографического описания управленческих воинских должностей // Проблемы психологии и эргономики. 2004. № 1. С. 14–18
2. Багрецов С.А., Львов В.М., Колганов С.К. Диагностика и прогнозирование функциональных состояний операторов в деятельности. Вопросы проектирования и применения. М.: Радио и связь, 2000.
3. Применение профессиограмм к группам воинских должностей, подлежащих замещению офицерами, в процессе принятия кадровых решений: метод. пособ. М.: МО РФ, 2005.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО УЧЕТУ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ, АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

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

Рассмотрена информационная система «Автоматизированная база данных по учету поисково-спасательных работ и аварийно-спасательных формирований Северо-Западного федерального округа», разработанная для автоматизации деятельности оперативных смен ЦУКС СЗРЦ МЧС России и ГУ МЧС России, отделов АСФ, информационной поддержки и оперативного планирования проведения поисково-спасательных работ в условиях ЧС и повседневной деятельности.

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

THE DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM TO INTEGRATE THE 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 considered information system «Automated Database to integrate search and rescue, and rescue units of the North-West Federal District», the information system designed to automate the activities of the operational changes of the Crisis Management Center Northwest Regional centers of EMERCOM of Russia and the main offices of the Ministry of Emergency Situations of Russia, parts of the emergency units, information support and operational planning, conducting search and rescue operations in emergency situations and daily activities.

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 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 МЧС 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), туристических маршрутах и туристах, работе студенческих спасательных отрядов, о работах, выполненных военизированными горноспасательными частями, осуществляется Главными управлениями МЧС России по субъектам СЗФО РФ, СЗ РПСО, 346 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 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, а именно аварийно-спасательных, противопожарной службы, студенческих и военизированных горноспасательных частей и порядка трех тысяч аттестованных спасателей. При возникновении ЧС дежурной смене 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 систему, необходимо четко представлять себе 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 иметь как можно больше информации о предметной области.

Объектом информационной системы является информация об аварийно-спасательных средствах (АСС), АСФ, спасателях формирований и материально-технической базе.

Предметом информационной системы являются процессы сбора, учета, передачи, обработки, хранения и использования 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.

АБД ПСР и АСФ ведется с использованием ресурсов Интернет МЧС России в соответствии с приказом МЧС России от 8 июня 2006 г. № 344 «О порядке ведения и использования информационных ресурсов ведомственной компьютерной сети Интернет МЧС России».

Доступ к информационным ресурсам предоставляется после авторизации, то есть после выполнения процедуры по установлению и реализации прав доступа пользователя.

Обучение уполномоченных лиц территориальных органов МЧС России, ответственных за ведение АБД ПСР и АСФ, должно организовываться дистанционно.

Рассмотрим определение требований информационной системы «АБД ПСР и АСФ». Данная система предназначена для оперативных смен ЦУКС СЗРЦ МЧС России и ГУ 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;
- туристических маршрутах на территории СЗФО;
- работе студенческих спасательных отрядов СЗФО;
- работе военизированных горноспасательных частей СЗФО.

7. Возможность поиска по базе данных информации о формированиях:

- по регионам, городам;
- учредителям;
- оснащенности;
- видам проводимых АСР;
- по окончании срока действия свидетельства аттестации;
- по типу финансирования.

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

- по квалификации спасателя;
- специальности спасателя;
- образованию спасателя;
- наличию загранпаспорта у спасателя;
- 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 языках.

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 программы 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 программой может работать сотрудник, имеющий представление о деятельности отдела АСФ. Для работы с программой 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.

V. Требования к информационной и программной совместимости – метод решения задачи, язык программирования и программные средства выбираются разработчиком.

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

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 двумерных таблиц. А для выполнения операций над таблицами используются математический аппарат реляционного исчисления и алгебра отношений. Для организации доступа к ресурсам БД выбрана клиент-серверная 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].

Система разработана в СУБД MySQL 5.0, так как MySQL является программным средством, предназначенным для создания структуры новой реляционной базы, наполнения ее содержимым, редактирование 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]. При разработке информационной системы был использован объектно-ориентированный язык программирования С#, который позволяет создать интегрированную систему [5].

Для обучения пользователя работе с программой «АБД ПСР и АСФ» создано руководство пользователя.

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

Для входа в программу пользователь проходит процедуру авторизации, а именно вводит логин и пароль в следующее окно (рис. 1).

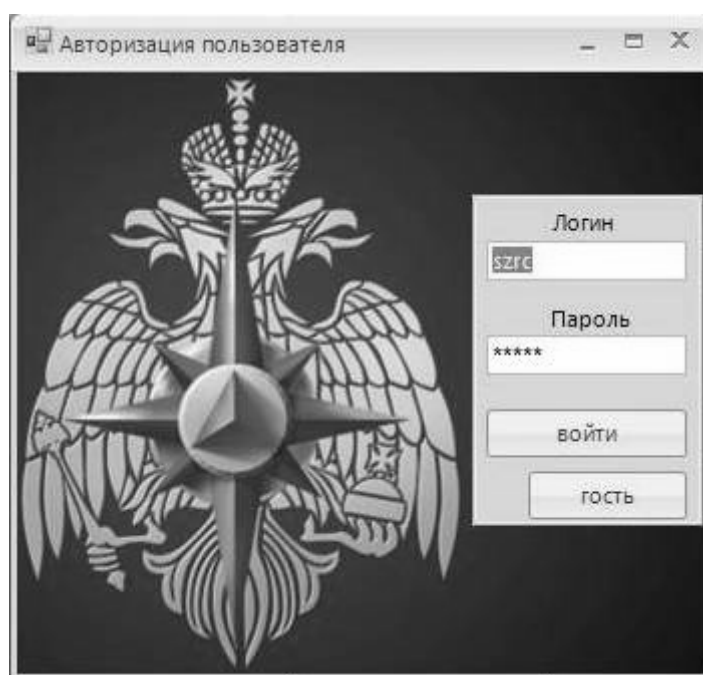


Рис. 1. Авторизация пользователя

Появляется окно – базовая форма программы, с которой пользователь и будет работать (рис. 2).

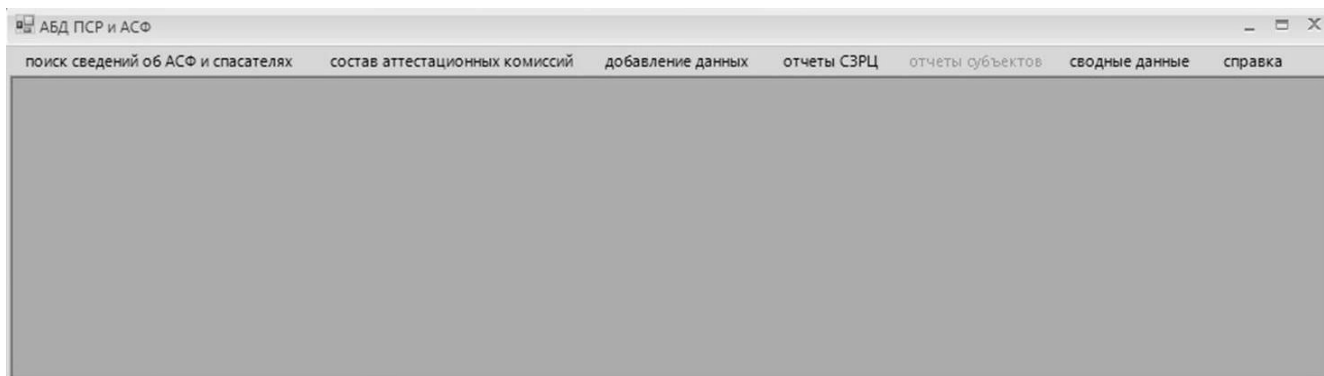


Рис. 2. Базовая форма программы

Программа разделена на отдельные функциональные блоки:

- аттестационная комиссия (рис. 3);
- аварийно-спасательные формирования (рис. 4);
- сотрудники формирования (рис. 5);
- служебные собаки формирования (рис. 6);
- кинологические расчеты (рис. 7);
- отчеты субъектов по ПСР (рис. 8);
- отчеты субъектов по туристическим маршрутам и туристам (рис. 9);
- отчеты субъектов о работе студенческих спасательных отрядов (рис. 10);
- сведения о работах, выполненных военизированными горноспасательными частями (рис. 11);
- поиск состава аттестационной комиссии (рис. 12).
- поиск формирований по критериям (рис. 13).

№ п/п	должность в комиссии	ФИО	начало работы

Рис. 3. Состав аттестационной комиссии

ACC, АСФ

Информация об ACC, АСФ Сведения о личном составе Оснащенность Аттестация

Формирование типа: выберите из списка

Название:

Зона ответственности:

Дата учредительного документа: 14 Март 2012 г.

Номер учредительного документа:

Учредитель:

Регион: выберите из списка

Населенный пункт: выберите из списка статус:

Адрес: улица, дом, корпус

Почтовый индекс:

Телефон:

Вид по финансированию: выберите из списка

☐ входит в состав СЗ РПСО

Рис. 4. Общая информация о формировании

Информация о сотрудниках ACC, АСФ

ACC, АСФ

Регион: выберите из списка

Населенный пункт: выберите из списка

Название ACC, АСФ: выберите из списка

личные данные обучение аттестация

ФИО: Фамилия Имя Отчество

Пол:

Дата рождения: 14 Март 2012 г.

Номер паспорта: без пробелов

☐ есть загранпаспорт

☐ заслуженный спасатель РФ

Адрес: улица, дом, корпус, квартира

Телефон:

Образование:

Должность:

Принят на должность: 14 Март 2012 г.

☒ аттестован

Рис. 5. Личные данные о сотруднике

Сведения о собаках АСФ

АСС, АСФ

Регион: выберите из списка

Населенный пункт: выберите из списка

Название АСС, АСФ: выберите из списка

Кличка:

Дата рождения: 14 Март 2012 г.

Порода: выберите из списка

Пол: выберите из списка

Принадлежность: выберите из списка

Сертификация: просмотр добавленных испытаний

Специализация: выберите из списка

Дата проведения испытаний, с: 14 Март 2012 г. по: 14 Март 2012 г.

Место проведения испытаний: введите

Квалификация: выберите из списка

добавить еще испытание

Рис. 6. Сведения о служебных собаках формирования

кинологические расчеты

Формирование типа: выберите из списка

Регион:

Населенный пункт: выберите из списка

Название АСС, АСФ: выберите из списка

Сотрудник: выберите из списка

выбрать собаку

Рис. 7. Сведения о кинологических расчетах

отчеты по ПСР

Дата: 14 Март 2012 г.

Параметры выполнения ПСР	ПСФ местные	дтп
Количество выходов на ПСР, в т.ч.		
в природных условиях: всего		
в том числе: - в лесу		
- в горах		
- на водных объектах		
в техногенных условиях		
в бытовых условиях		
ложные вызовы на ПСР		
Ср. время прибытия спасателей ПСР/ДТП		
Участие АСФ в ЧС, - объектового х-ра		
- муниципального х-ра		
- регионального х-ра		
- межрегионального х-ра		
- федерального х-ра		
Участвовало: - л/состава		
- собак		
- лошадей		

Рис. 8. Отчет субъектов СЗФО РФ по ПСР

Туристские маршруты и туристы

Дата: 14 Март 2012 г.

есть	наименование маршрута	количество	всего групп	всего человек
☐	Авиаэкскурсии			
☐	Авто-, мото-, вело-, джип-туры			
☐	Велосипедные			
☐	Водно-пешие			
☐	Водные			
☐	Водные экскурсии			
☐	Железнодорожные			
☐	Лыжные			
☐	Пешие			
☐	По заповедным местам			
☐	Рыбалка, охота			
☐	Самостоятельные пешие экскурсанты			
☐	Сафари на снегоходах, квадроциклах			
☐	Экскурсионные			
☐	Экскурсионные (автобусные)			
☐	Экскурсионные (пешие и автобусные)			
☐	Экскурсионные (пешие)			
☐	Экскурсионные к Деду Морозу			

Group by: тип

есть	формирование	кол-во л/с	кол-во техники
☐	13 ПЧ ГУ "2 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	26 ПЧ ГУ "4 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	30 ПЧ ГУ "6 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	31 ПЧ ГУ "6 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	32 ПЧ ГУ "6 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	33 ПЧ ГУ "7 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	34 ПЧ ГУ "7 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	СЧ 9 ГУ "1 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	ОП ПЧ 1 ГУ "1 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	ПЧ 1 ГУ "1 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	ПЧ 10 ГУ "7 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	ПЧ 11 ГУ "2 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	ПЧ 12 "2 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	ПЧ 14 ГУ "2 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	ПЧ 15 ГУ "2 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	ПЧ 16 ГУ "2 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	ПЧ 17 ГУ "3 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	ПЧ 18 ГУ "3 отряд ФПС по Вологодской области"		
☐	ПЧ 19 ГУ "3 отряд ФПС по Вологодской области"		

Рис. 9. Отчет субъектов СЗФО РФ по туристическим маршрутам и туристам

отчет о студенческих спасательных отрядах

Дата:

№	наименование	Участие в дежурствах с начала года	количество выездов на ликвидацию ЧС	количество человек, задействованных на ликвидацию ЧС
1	ссу имени ленина			

Рис. 10. Отчет субъектов СЗФО РФ о работе студенческих спасательных отрядов

Отчет ВГСЧ

Дата отчета:

добавить

№	Наименование показателей	Сланцевский военизированный г...	еще одно вгсч
1	Количество личного состава, находящегося на дежу...		
2	Количество техники, находящейся на дежурстве		
3	Произошло аварий (количество)		
4	Пострадало при авариях (человек)		
5	Спасено при авариях (человек)		
6	Оказана помощь (человек)		
7	Погибло при авариях (человек)		
8	Кол-во задействованного л/с для ликвидации аварии		
9	Кол-во задействованной техники для ликвидации ав...		
10	Выполнено профилактических обследований (колич...		
11	Выполнено технических работ (количество)		
12	Разгазировано выработок, км		

Рис. 11. Отчет субъектов СЗФО РФ о работах, выполненных военизированными горноспасательными частями

Состав аттестационной комиссии

выберите из списка

код и наименование комиссии

с по

поиск

Drag a column here to group by this column.

№	Тип комиссии	Код	Наименование комиссии	Должность	звание	ФИО	Принят	Уволен
---	--------------	-----	-----------------------	-----------	--------	-----	--------	--------

Рис. 12. Поиск состава аттестационной комиссии

Поиск формирований

формирование типа
 субъект
 населенный пункт
 название формирования
 вид по финансированию
 вид работ формирования
 оснащённость
 животные
☐ входит в РПСО
 До окончания срока свидетельства осталось < месяца/ев

информация о спасателях
 квалификация спасателя
 специальность
 должность
☐ есть загранпаспорт
☐ заслуженный спасатель РФ
 образование
 До окончания срока свидетельства осталось < месяца/ев
 очистить критерии поиска

общие сведения о формированиях поиск по критериям

поиск

Формирования Спасатели Оснащённость

Найдено: 375 ПСФ (АСС): 76 студенческие формирования: 8 федеральные: 197
 Аттестовано: 303 ГПС: 283 нештатные АСФ: 7 местные: 150
 СВФ: 1 ведомственные формирования: 0 внебюджетные: 28
 ВГСЧ: 0

Drag a column here to group by this column.

№	Регион	Населенный пункт	Формирование	тип формирования	вид по финансированию
1	Архангельская область	Архангельск	Городская служба спасения...	ПСФ (АСС)	местные
2	Архангельская область	Котлас	МКУ "Служба спасения МО "...	ПСФ (АСС)	местные
3	Архангельская область	Коряжма	МУ "Коряжемская служба сп...	ПСФ (АСС)	местные
4	Архангельская область	Северодвинск	МУ "Аварийно-спасательная...	ПСФ (АСС)	местные
5	Архангельская область	Мирный	МУ "Мирнинская профессио...	ПСФ (АСС)	местные
6	Архангельская область	Архангельск	ОГУ "Архангельская областна...	ПСФ (АСС)	местные
7	Архангельская область	Архангельск	1 Пожарная часть ПКУ "З ОФ...	ГПС	федеральные
8	Архангельская область	Архангельск	2 Пожарная часть ПКУ "З ОФ...	ГПС	федеральные
9	Архангельская область	Архангельск	4 Пожарная часть ПКУ "З ОФ...	ГПС	федеральные
10	Архангельская область	Архангельск	5 Пожарная часть ПКУ "З ОФ...	ГПС	федеральные
11	Архангельская область	Архангельск	СПЧ "З ОФПС"	ГПС	федеральные
12	Архангельская область	Котлас	13 Пожарная часть "2 ОФПС"	ГПС	федеральные
13	Архангельская область	Котлас	15 Пожарная часть "2 ОФПС"	ГПС	федеральные
14	Архангельская область	Котлас	16 Пожарная часть "2 ОФПС"	ГПС	федеральные
15	Псковская область	Псков	Аварийно-спасательная служ...	ПСФ (АСС)	местные
16	Архангельская область	Северодвинск	7 Пожарная часть "1 ОФПС"	ГПС	федеральные
17	Архангельская область	Малые Карелы	64 Пожарная часть "3 ОФПС"	ГПС	федеральные
18	Архангельская область	Соловецкое	65 Пожарная часть	ГПС	федеральные

Рис. 13. Поиск формирований, сотрудников и оснащения по критериям

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.

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. 1.3.1. What is MySQL? (англ.). MySQL 5.5 Reference Manual. Oracle Corporation. Архивировано из первоисточника 23 авг. 2011.
5. Введение в язык C# и .NET Framework. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.msdn.microsoft.com>. (дата обращения: 15.03.2012).

ИННОВАЦИОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И СОВРЕМЕННЫЕ АУДИОВИЗУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФИРМЫ «ЭВС»

А.В. Чернов.

Научно-производственная фирма ООО «ЭВС», Санкт Петербург.

**В.Н. Громов, доктор технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы РФ.**

Военный инженерно-технический университет, Санкт-Петербург

Рассматривается состояние разработок, производства и внедрения инновационных информационно-технических систем безопасности и современных аудиовизуальных средств обучения фирмой «ЭВС».

Ключевые слова: видеокамера, система безопасности, цифровой комплекс, спасатель, концепция, аудиовизуальные средства

INNOVATION INFORMATION – THE TECHNICAL SECURITY SYSTEMS AND CONTEMPORARY AUDIOVISUAL MEANS OF INSTRUCTION BY FIRM «EVS»

A.V. Chernov. Firm «EVS», Saint-Petersburg.

V.N. Gromov. Military engineering and technical institute, Saint-Petersburg

Is in this article examined the state of developments, production and introduction of innovation informationly - the technical security systems and contemporary audiovisual means of instruction by firm «EVS».

Key words: video camera, security system, digital complex, rescuer, concept, audiovisual means

Научно-производственная фирма ООО «ЭВС» является единственным предприятием в России, на котором серийно выпускается вся гамма телевизионных камер, системы безопасности и учебные комплексы. Видеокамеры «ЭВС» существенно превосходят лучшие зарубежные аналоги по чувствительности и разрешающей способности. Применяемые новейшие технологии (BGA 50 мкм) и научный потенциал фирмы «ЭВС» позволяют предприятию оперативно переходить на производство новых изделий. Фирма «ЭВС» имеет возможность организовать разработку и в кратчайший срок обеспечить массовую поставку МЧС инновационных цифровых комплексов для спасателей и пожарных. На предприятии разработаны и реализованы в ряде ведущих вузов интеллектуальные аудитории и интеллектуальное учебное здание (комплексы зданий) с современными техническими и аудиовизуальными средствами обучения, позволяющими поднять на новый уровень эффективность учебного процесса. Взаимодействие предприятия с ведущими вузами Санкт-Петербурга складывается по трем направлениям: ведение, совместно с вузами, разработок новых средств обучения (приборов, программ, современных учебных материалов); оснащение вузов комплексами безопасности (включая автоматические системы пожарной

безопасности) и аудиовизуальными средствами обучения; проведение выездных занятий со студентами и курсантами старших курсов учебных заведений.

Санкт-Петербургская научно-производственная фирма ООО «ЭВС» (www.evs.ru) была основана в 1990 г. сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского института телевидения. Генеральный директор фирмы кандидат технических наук Лебедев Николай Владимирович.

Основной сферой деятельности предприятия является разработка и производство информационной техники для комплексного решения задач по проектированию и монтажу интегрированных систем безопасности для банков, предприятий, учреждений, музеев, учебных заведений, офисов и т.д.

Фирма «ЭВС» имеет мощную материально-техническую базу. Это собственный завод площадью более 25 тыс. кв. м, научно-исследовательские лаборатории, конструкторско-технологическое и проектное бюро, стенды для проведения приемо-сдаточных испытаний, что позволяет систематически расширять ассортимент выпускаемой продукции, внедрять оригинальные схмотехнические решения, производить доработку оборудования с целью расширения возможностей и модернизации установленных ранее систем.

На заводе имеются заготовительный цех, прессы, механический и инструментальный цеха, термической обработки изделий, малярный цех, керамический цех, участок моточных изделий, цех термопластавтоматов, монтажные участки, цех настройки, столярный цех, ремонтный цех, автохозяйство и т.д. На рис.1 представлена структура ООО «ЭВС».



Рис. 1. Структура ООО «ЭВС»

С 2004 г. на заводе запущена американская автоматическая линия поверхностного монтажа с точностью установки элементов 0201 и BGA 50 мкм.

Все это позволяют фирме «ЭВС» добиваться дальнейшего роста и признания не только в России и странах СНГ, но и в Англии, Германии, Голландии, Норвегии, США, Швеции, Финляндии, Франции и других странах.

Изделия фирмы «ЭВС» востребованы предприятиями ВПК и устанавливаются на кораблях ВМФ, танках и вертолётах.

С 1994 г. предприятие взаимодействует с Санкт-Петербургским военным инженерно-техническим университетом (ВИТУ) при выполнении научных исследований и опытных конструкторских работ. За этот период в ВИТУ переоснащено 12 лабораторий и аудиторий новейшим оборудованием и установлена комплексная система безопасности, включая систему контроля допуска и видеонаблюдения. При этом производится постоянная модернизация систем, установленных ранее. Совместно с ВИТУ ведутся работы по оснащению объектов МО РФ и Санкт-Петербургского метрополитена

высококочувствительными видеокамерами. Объем выпуска ТВ камер превышает 5000 изделий в месяц.

В настоящее время «ЭВС» единственная в России фирма, в которой серийно выпускается вся гамма телевизионных камер. Разработанная и производимая в «ЭВС» цифровая телевизионная система видеонаблюдения и видеорегистрации «Тайфун» приказом Министерства обороны РФ принята для установки на предприятиях и объектах Вооружённых сил Российской Федерации (на основании положительных результатов натурных испытаний). Система «Тайфун» предназначена для оснащения подразделений охраны и воинских частей ВС РФ [1].

В настоящее время коллектив фирмы (около 500 человек, в том числе 15 кандидатов наук) осуществляют весь комплекс работ по следующим направлениям:

- разработка и производство чёрно-белых и цветных ТВ камер различных модификаций и параметров для эффективного решения задач наблюдения и охраны объектов: внутренние, наружные, специальные, высококочувствительные (ночной режим), с высоким разрешением, для скрытого наблюдения и т.д. Среди последних достижений – уникальная серия высококочувствительных ТВ камер, превосходящая по чувствительности многие лучшие телекамеры мира, в том числе фирм «Panasonic», «Watec» и «Grundig» (рис. 2). Достигнуто рекордное значение чувствительности – 0,00002 люкса. Данные телекамеры обеспечивают высокое качество изображения как в ночных, так и в дневных условиях. Ночью они приближаются по чувствительности к приборам ночного видения поколений 2 и 2+. Часть продукции идёт на экспорт в ФРГ, Великобританию и США;

- совместно с Республикой Беларусь налажено массовое производство и экспорт в США современных экономичных биноклей ночного видения высокой чувствительности, с противотуманным эффектом, со встроенной видеозаписью;

- создание видеокамер с высоким качеством изображения в широком диапазоне освещенностей и высокой температурной стабильностью в диапазоне рабочих температур от -40° до +45° С, допускающих значительные отклонения напряжения питания и защиту от переплюсовки источника.

При выполнении специальных заказов возможно расширение температурного диапазона от -60° до +60° С.

Для наружных камер характерна высокая экономичность и устойчивость к обмерзанию и запотеванию иллюминатора, механическая прочность, вандалоустойчивость и водонепроницаемость;

- разработка и производство технических средств контроля доступа и охраны: многофункциональные контроллеры, считыватели, регистраторы, устройства приёма и хранения электронных пропусков, ключей и т.д.;

- разработка и производство различного банковского оборудования (приборы и комплексы для проверки подлинности денежных знаков, документов, акцизных и специальных марок; банковские столы различных модификаций; кассовые лотки для оперативной работы с деньгами и т.д.);

- разработка и производство программно-аппаратных комплексов телевизионных приборов для криминалистической экспертизы;

- разработка и производство автоматизированных систем учета, хранения и перемещения материальных ценностей (автоматизируются как процессы работы с информационными потоками, сопровождающими движение ценностей, так и работы по перемещению материальных ценностей внутри предприятий);

- разработка и поставка автоматизированных роботизированных складов, имеющих компьютерную систему учета грузов и документов с использованием штриховых кодов и электронных идентификаторов;

- проектирование и монтаж под ключ интегрированных систем безопасности и жизнеобеспечения различного уровня сложности – от интегрированных систем, включающих в себя несколько подсистем, объединенных на основе локальной вычислительной сети и

центрального пульта управления, до автономно работающих минисистем и отдельных блоков, из которых заказчик может скомпоновать систему, соответствующую специальным требованиям.



Рис. 2. Серия противотуманных и противодымных телевизионных камер фирмы «ЭВС»

Преимущество фирмы «ЭВС» перед другими организациями заключается в том, что на предприятии соблюдается техническая преемственность выпускаемой продукции, и это позволяет с минимальными затратами производить доработку, замену оборудования и модернизацию установленных ранее систем.

Среди работ, выполненных в последнее время предприятием, можно выделить здание Кассового центра ЦБ в Санкт-Петербурге (самого крупного в России). Центр оснащен фирмой «ЭВС» комплексной системой безопасности, системой технологического телевидения и автоматизированной системой, обеспечивающей учет и контроль движения ценностей.

В 2007 г., впервые в России, фирмой «ЭВС» была выполнена оперативная перевозка материалов Российского государственного исторического архива в новое здание из здания Сената и Синода и создание системы автоматизированного учета хранящихся материалов.

На Октябрьской железной дороге создана первая очередь распределённой системы безопасности, объединяющей в единый комплекс 64 системы безопасности, установленные на удалённых друг от друга объектах (вокзалах, депо, мостах и т.д.), с отображением информации в Едином мониторинговом центре.

ООО «ЭВС» владеет пакетом лицензионной и другой разрешительной документации, в том числе лицензиями, позволяющие вести весь комплекс работ (разработка, изготовление

и монтаж изделий и систем) для МО РФ и МЧС России.

Учитывая перспективные мировые тенденции и собственный опыт, фирма предлагает сотрудничество в области разработки и создания цифровых комплексов спасателей и пожарных для МЧС.

В США разработки в области создания цифровых инновационных комплексов пехотинца, получившие название Land Warrior, инициировали разработку подобных комплексов в Европе. В частности, в ФРГ началась разработка проекта IdZ, а во Франции – FELIN. Фактически оба этих комплекта, как и ряд других, разрабатываемых сейчас в Европе, следуют в своем развитии американской концепции, направленной на интеграцию бойца в цифровую систему управления боем [2].

В экстремальных условиях, связанных с борьбой за жизнь людей при ликвидации последствий ЧС, экипировка спасателей и пожарных МЧС должна быть не хуже, а в чем-то и лучше, чем у пехотинцев стран НАТО.

На наш взгляд, мы должны следовать новой концепции, направленной на интеграцию спасателей и пожарных МЧС в инновационную цифровую систему оперативного управления ликвидацией последствий ЧС.

Для постановки перспективной задачи по оснащению отрядов быстрого реагирования МЧС инновационными цифровыми комплексами спасателей и пожарных рассмотрим подробнее комплект экипировки FELIN, который был закуплен небольшой партией МО РФ для проведения общевойсковых испытаний [3].

FELIN (фр. *Fantassin a Equipements et Liassons Integres*) – это французский комплект индивидуальной экипировки пехотинца, отличающийся модульной конструкцией и открытой архитектурой, так называемый «комплект солдата будущего» или «цифровой» комплект военнослужащего.

В состав этого комплекта входят носимые персональный компьютер, радиостанция, приемник сигналов GPS с возможностью подключения широкого набора цифровых карт местности, наплечный информационный дисплей, оптические видеовизуальные системы (рис. 3).

При этом вес комплекта составляет 26 кг. Стоимость комплекта – около 45 тысяч долларов США [4].



Рис. 3. Цифровой комплект экипировки FELIN: а – оптоэлектронная система; б – терминальная инфосистема; в – малогабаритная видеокамера; г – универсальный ИК-бинокль

Изучив опыт создания комплекса FELIN и аналогичных комплексов, руководство фирмы «ЭВС» считает возможным организовать разработку и в кратчайший срок обеспечить массовую поставку цифровых комплексов спасателей и пожарных для МЧС в следующем составе:

– переносная электронная платформа, построенная на базе цифрового интерфейса человек–машина и имеющая открытую архитектуру для включения в нее по мере необходимости новых или дополнительных образцов технических средств;

- защитный шлем со встроенной системой связи и оптоэлектронной системой обработки и отображения информации. Оптоэлектронная система объединит в своем составе нашлемную камеру, информационный дисплей и коммуникационную систему для обмена информацией между спасателями и подразделениями, чтобы получать всю тактическую информацию, в том числе цифровые карты с обозначением положения участников операции и текущей обстановки;

- система видеонаблюдения с экономичными биноклями ночного видения, высокой чувствительности, с противотуманным эффектом, со встроенной видеозаписью;

- малогабаритная цветная мегапиксельная видеокамера с высокой разрешающей способностью и электрооптическим усилителем яркости изображения;

- универсальный ИК-бинокль с неохлаждаемым тепловизионным каналом, лазерным дальномером и цифровым магнитным компасом;

- индивидуальный источник электропитания для обеспечения автономной работы комплекта не менее 24 часов.

В систему радиообмена предполагается включить функцию тревожная кнопка, выдающая сигнал командиру отряда быстрого реагирования.

Система позволит вести обмен голосовой и визуальной информацией как внутри подразделений, так и с сетями вышестоящего уровня.

Спасатели или пожарные МЧС смогут производить геолокацию и постоянно отслеживать точное местонахождение свое и друг друга на основе системы ГЛОНАСС.

Вместо обычных наушников для связи предлагается использовать вибрационные наушники и микрофоны или ларингофонные гарнитуры с системой адаптированного усиления звуков кругового и направленного действия.

Вибрационные наушники и ларингофонные гарнитуры позволят вести переговоры, не повышая голоса, даже при сильном шуме.

Учитывая то, что ликвидация последствий ЧС ведется не только на открытой местности, но и в условиях экранирования радиосигналов, предполагается реализовать дублирующие каналы связи, работающие на различных физических принципах передачи данных. Это могут быть лазерные передатчики, передатчики сигналов по силовым кабелям и токопроводящим конструкциям, ультразвуковые, звуковые и световые сигналы, инфракрасные излучатели и т.п.

Следует отметить, что при массовом производстве изделия на предприятии «ЭВС» стоимость цифрового комплекта спасателей и пожарных, без снижения качества и технических характеристик, будет в два – три раза ниже, чем аналогичного комплекса типа FELIN.

Для оперативного наблюдения за текущей ситуацией в экстремальных условиях целесообразно использовать катапультируемые, парашютные, автономные передающие видеокамеры и малогабаритные беспилотные летательные аппараты (рис. 4), оснащенные видеокамерами минимального веса и электропотребления.

Это далеко не полный перечень разработок для массового оснащения подразделений МЧС, который может быть реализован фирмой «ЭВС» при наличии заказов предприятию со стороны Министерства.

Свои достижения фирма постоянно демонстрирует на крупнейших выставках по безопасности и образованию как в РФ, так и за рубежом (ФРГ, США, Англия и т.д.).

Для публикации результатов своих научно-исследовательских работ создан Интернет-журнал «Телефототехника» (www.telefototech.ru).

Современные системы образования должны обеспечивать соответствие подготовки специалистов требованиям заказчика (государства, работодателя), достаточную эффективность, быструю реакцию на изменения структуры и содержания обучения и ряд других требований.

Для выполнения этих требований невозможно обойтись без современных обучающих систем на основе использования информационных технологий.

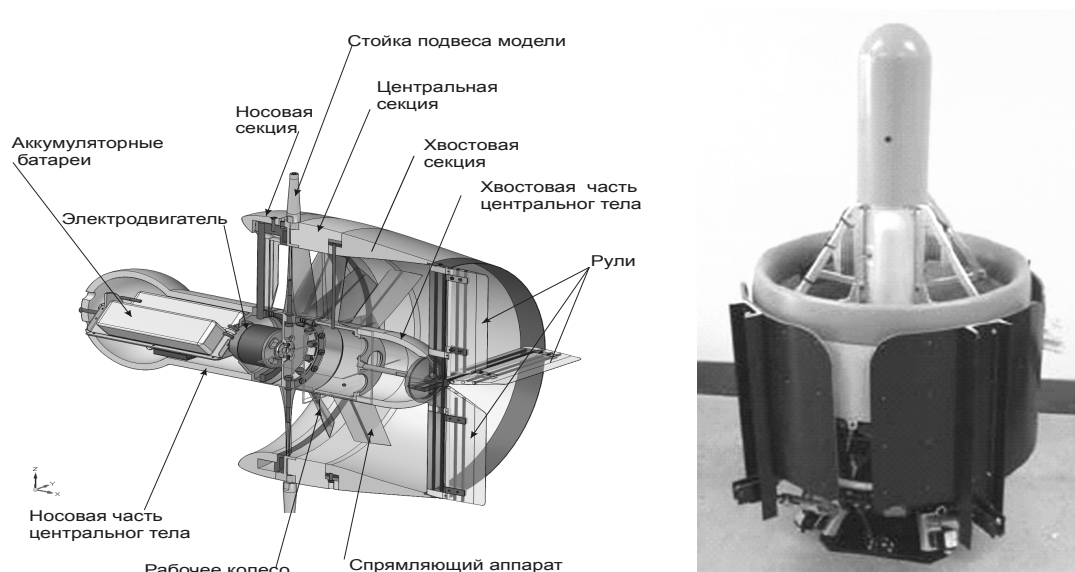


Рис. 4. Малогабаритные беспилотные летательные аппараты вертикального взлёта и посадки с подъёмно-двигательным комплексом на основе осевого вентилятора

В условиях глобализации и интернационализации образовательных систем необходимо учесть международные требования и обеспечить высокую эффективность учебной и методической деятельности образовательного учреждения, в том числе для повышения конкурентоспособности как вуза, так и его выпускников

На этом фоне фирма «ЭВС» стремительно развивает сотрудничество со многими учебными заведениями Санкт-Петербурга и России.

В рамках сотрудничества с вузами на предприятии проводятся рабочие совещания и выездные занятия с руководителями, группами преподавателей и учащихся Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ), Санкт-Петербургского государственного университета водных коммуникаций (СПбУВК), Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ), бывшего Ленинградского электротехнического института связи (ЛЭИС), Военного инженерно-технического университета (ВИТУ), Военно-морского училища радиоэлектроники им. А.С. Попова (Военно-морской институт радиоэлектроники) – ВМУРЭ им. А.С. Попова, института повышения квалификации Минэнерго и из ряда других учебных заведений.

При выполнении поставок продукции для учебных заведений фирма уделяет внимание не только технической составляющей, но затрагивает эргономические и управленческие задачи, а также вопросы обеспечения сохранности и самокупаемости дорогостоящего оборудования для аудиторий и зданий.

Сегодня в ведущих вузах парк персональных компьютеров, аудиовизуальной техники, современного лабораторного оборудования, оборудования конференц-залов, поточных аудиторий и т.д. постоянно увеличивается, доходя до нескольких десятков тысяч единиц техники.

В сложившейся ситуации становится понятным, насколько актуальной является проблема объединения многочисленных, разрозненных элементов в единое функциональное целое.

Для разрешения данной проблемы требуется грамотный организационный и системный подход, с обязательным привлечением профессионалов с большим опытом работы в этой сфере.

У вузовских специалистов, как правило, недостаточно опыта в реализации проектов по созданию крупных внутривузовских обучающих систем как для комплекса зданий, так и для ряда филиалов вуза в других городах.

Большие трудности вызывает и задача интеграции набора разрозненных аппаратов в современную единую инновационно-информационную многофункциональную систему, дающую возможность каждому участнику процесса обучения извлекать все функциональные возможности, заложенные в каждом отдельном техническом аппарате.

Из мировой практики известно, что если в проекте грамотно решены вопросы создания интегрированной технической системы обучения, то достигаются следующие результаты:

- снижаются расходы на 20 % по сравнению с затратами на аналогичную систему, но создаваемую стихийно, фрагментарно и без проекта;
- полностью раскрываются все функциональные возможности инновационно-информационного технического комплекса вуза и создается высокоразвитая информационная научно-образовательная среда обучения;
- образуется интегрированная техническая система обучения с открытой архитектурой, что позволяет вузу модернизировать систему на протяжении всего ее жизненного цикла путем наращивания и замены отдельных узлов на основе преемственности новых поколений аппаратуры со старой.

Ключевым элементом разрабатываемой интеллектуальной инновационно-информационной системы обучения являются методические основы конструирования интеллектуальных учебных аудиторий, интеллектуального здания (комплекса зданий) учебного заведения.

Методические основы конструирования интеллектуальных учебных аудиторий, интеллектуального здания (комплекса зданий) учебного заведения, содержат следующие положения:

- мультимедийные аудитории должны представлять собой реальное и виртуальное пространство, где все участники учебного процесса свободно обмениваются информацией в рамках инновационно-информационной системы с помощью специального программного обеспечения. Система должна объединять все источники информации и распределять сигналы между средствами ее отображения. При этом пользователям не обязательно знать, какой формат имеет тот или иной документ; система должна поддерживать большинство известных форматов данных и позволять преподавателю сосредоточиться на содержании лекции, а не на поиске способов удобного и доступного отображения информации;

- интеллектуальная аудитория должна обеспечить значительное сокращение расходов на систему коммутации;

- типовое оборудование аудиторий может состоять из проекционной системы с одним или двумя моторизованными экранами и проекторами. Специальное покрытие стен позволит использовать их поверхность одновременно как проекционный экран и маркерную доску;

- место преподавателя должно оборудоваться штатным компьютером и интерактивным дисплеем. С их помощью преподаватель может воспроизводить необходимые презентационные материалы, управлять презентациями, писать и рисовать поверх изображений. Система также позволит дополнительно подключать собственный компьютер преподавателя. Рабочие места обучаемых комплектуются нетбуками, связанными по беспроводной сети с АРМом преподавателя. С АРМа преподавателя результаты тестирования знаний студентов транслируются в университетскую сеть и базу данных, в которой формируется электронный дневник успеваемости студента;

- потолочные акустические системы должны обеспечивать качественное проведение презентаций и озвучивание видеопозаказов. Уровень звука и цветовая температура освещения может регулироваться дистанционно. Лектор должен иметь мобильный малогабаритный микрофон, не мешающий перемещаться у доски и трибуны;

– управление комплексом оборудования в аудиториях может осуществляться с помощью настенных панелей. В каждой аудитории предполагается переговорное устройство для связи преподавателя с центром технической поддержки;

– при создании аудиторий с вариативностью в зависимости от характера проводимых мероприятий можно обеспечивать трансформацию обычной учебной аудитории в конференц-зал или помещение для проведения круглых столов, телемостов и т.п. Для этого аудитория снабжается мобильной разделительной стеной и двумя выдвижными экранами для зрителей по обе стороны стены. Для проведения ТВ-трансляций и видеосъемки в аудитории может устанавливаться профессиональная система озвучивания и освещения. В этом случае интегрированная система управления предполагает режимы работы аудитории для единого пространства или двух автономных пространств;

– при создании конференц-залов многофункционального типа они оснащаются большим экраном, системой звукоусиления, системой театрального освещения и встроенной в кресла конференц-системой. При проведении международных мероприятий могут подключаться модули системы синхронного перевода;

– учебное заведение оборудуется комплексными системами безопасности, включая системы пожарной безопасности, технические средства контроля доступа и охраны (считыватели, регистраторы, устройства приёма и хранения электронных пропусков, ключей и т.д.). Система интеллектуального видеонаблюдения обеспечит передачу изображений в пультовую охраны;

– оборудование зданий вуза телекамерами наблюдения, датчиками защиты и электронной системой доступа в аудитории позволит контролировать проникновение в охраняемые помещения через мониторы на пульте охраны;

– для всего комплекса зданий учебного заведения, включая филиалы, создаются единые мониторинговые центры.

Уникальность научно-производственной фирмы ООО «ЭВС», в которой серийно выпускается вся гамма телевизионных камер, комплексные системы безопасности и интеллектуальные учебные комплексы, предполагает (при наличии заказов) возможность ускоренного внедрения имеющихся разработок в практику ликвидации последствий ЧС и в образовательные заведения МЧС, а также заложить фундамент для их дальнейшего развития.

Литература

1. Каталог продукции фирмы «ЭВС». СПб.: Изд-во «ЭВС», 2011, 84 с.
2. Щербаков В. «Цифровой солдат» встает в строй французских ВС // Независимое военное обозрение. 2008.
3. Генштаб подтвердил закупку французского снаряжения. [Электронный ресурс]. URL:[http:// www.NEWSru.com](http://www.NEWSru.com) (дата обращения: 26.08.2009).
4. Defense-aerospace 5,000 Sagem Defense Securite FELIN Systems Ordered For French Army, 2008.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Багрецов Сергей Алексеевич – Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского (197082, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), тел. (812) 235-85-77, д-р техн. наук, д-р экон. наук, проф.;

Громов Виктор Никифорович – проф. каф. Военного инженерно-технического университета (191123, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 22), д-р техн. наук, проф., засл. работник высш. школы РФ;

Девяткин Александр Вячеславович – зам. дир-ра по науч. работе Главной (Пулковской) астрономической обсерватории РАН (196140, Санкт-Петербург, Пулковское шоссе, д. 65), тел. (812) 363-72-45, e-mail: adev@gao.spb.ru, д-р физ.-матем. наук;

Доррер Георгий Алексеевич – вед. науч. сотр. Центра научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок Сибирского института пожарной безопасности – филиала Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (660036, г. Красноярск, Академгородок, д. 50 а), тел. (391) 251-10-66, e-mail: g_a_dorger@mail.ru., д-р техн. наук, проф.;

Коморовский Витольд Станиславович – ст. препод. ГОУ ВПО Сибирского гос. технологич. университета (660049, г. Красноярск, пр. Мира, д. 82), e-mail: komorovski.w@mail.ru, канд. техн. наук;

Львов Валерий Маркович – проф. Тверского межотраслевого центра эргономических исследований и разработок «Эргоцентр» (170000, г. Тверь, ул. Хрустальная, д. 2 корп. 4), д-р техн. наук;

Макарова Мария Валентиновна – доц. Санкт-Петербургского гос. университета аэрокосмического приборостроения (190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67), тел. (812) 379-68-00, e-mail: Makarovammatem@rambler.ru, канд. техн. наук;

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

Медведев Юрий Дмитриевич – Санкт-Петербургский институт прикладной астрономии РАН (190000, Санкт-Петербург, наб. Кутузова, д. 10), д-р физ.-матем. наук, проф.;

Мельник Антон Анатольевич – зам. нач. Сибирского института пожарной безопасности – филиала Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, нач. Центра НИОКР (660036, г. Красноярск, Академгородок, д. 50 а), e-mail: melnik-sib.centra@mail.ru, канд. техн. наук, доц.;

Петров Юрий Петрович – проф. Санкт-Петербургского гос. университета (199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), тел. (812) 316-21-90, д-р техн. наук;

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

Потапов Анатолий Иванович – зав. каф. «Приборы контроля и систем экологической безопасности» Северо-Западного гос. заочного технического университета (199106, Санкт-Петербург, 21 линия ВО, д. 2), д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Потапов Иван Анатольевич – препод. каф. «Приборы контроля и системы экологической безопасности» Северо-Западного гос. заочного технического университета (199106, Санкт-Петербург, 21 линия ВО, д. 2), канд. техн. наук;

Самойлов Борис Викторович – инженер каф. «Приборы контроля и системы экологической безопасности» Северо-Западного гос. заочного технического университета (199106, Санкт-Петербург, 21 линия ВО, д. 2);

Тангиев Бахаудин Батырович – проф. каф. теории и истории государства и права СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 601-31-20, канд. техн. наук, канд. юр. наук, доц.;

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

Шор Виктор Абрамович – ведущий науч. сотр. Санкт-Петербургского института прикладной астрономии РАН (190000, Санкт-Петербург, наб. Кутузова, д. 10), д-р физ.-матем. наук.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – высшее учебное заведение, реализующее программы высшего профессионального образования, а также образовательные программы послевузовского профессионального образования по подготовке научных, 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.

Сегодня университет является высшим учебным заведением федерального подчинения, имеющим статус юридического лица и реализующим профессиональные образовательные программы высшего, среднего, послевузовского и дополнительного образования.

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках направления – «Безопасность жизнедеятельности», вместе с тем организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, бюджетного учета и аудита в организациях МЧС, пожарно-технические эксперты и дознаватели. В 2007 году в Рособрнадзоре аккредитована специализация «Проведение проверок и дознания по делам о пожарах» в рамках специальности «Юриспруденция».

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований, постоянный поиск оптимальных путей решения современных проблем позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса. Сегодня на 32 кафедрах университета свои знания и огромный опыт передают два академика РАН, два члена-корреспондента РАН, восемь заслуженных деятелей науки РФ, 21 заслуженный работник высшей школы РФ, три заслуженных юриста РФ, заслуженные изобретатели РФ и СССР. Подготовка специалистов высокой квалификации в настоящее время в университете осуществляют: четыре лауреата Премии Правительства РФ в области науки и техники, 86 докторов наук, 272 кандидата наук, 88 профессоров, 148 доцентов, 20 академиков отраслевых академий, 12 членов-корреспондентов отраслевых академий, семь старших научных сотрудников, один заслуженный деятель республики Дагестан, четыре почетных работника высшего профессионального образования РФ, один почетный работник науки и техники РФ, один почетный работник высшей школы РФ и один почетный работник прокуратуры РФ.

Начальник университета – Артамонов Владимир Сергеевич, генерал-полковник внутренней службы, доктор военных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, эксперт Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ по проблемам управления, информатики и вычислительной техники, член Аттестационной комиссии по вопросам присвоения ученых званий профессора и доцента по кафедре, лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

В состав университета входят:

– Институт дополнительного профессионального образования;

- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт безопасности жизнедеятельности.

Три факультета:

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

Филиал университета: Сибирский институт пожарной безопасности, г. Железногорск, Красноярский край.

Университет имеет представительства в других городах: Стрижевой (Томская обл.), Магадан, Мурманск, Алматы (Казахстан), Полярные Зори (Мурманская обл.), Махачкала, Выборг (Ленинградская обл.), Чехов (Московская обл.).

В университете созданы:

- 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 инновационных технологий.

Университет осуществляет подготовку по программам высшего и среднего профессионального образования по следующим специальностям:

Специальность	Квалификация	Направление	Специализация	Предназначение
Пожарная безопасность	Инженер (старший техник)	Безопасность жизнедеятельности	Пожаротушение, государственный пожарный надзор	Органы управления и подразделения МЧС России
Психология	Психолог	Гуманитарные науки	Безопасность при ЧС	Психологическое обеспечение деятельности МЧС России
Юриспруденция	Юрист	Гуманитарные науки	Безопасность при ЧС. Проведение проверок и дознаний по делам о пожарах	Законодательное и правовое регулирование в обеспечении деятельности МЧС России
Бухгалтерский учет, анализ и аудит	Экономист	Экономика и управление	Бухгалтерский учет, анализ и контроль в бюджетных и некоммерческих организациях	Бюджетный учет и учет в подразделениях МЧС России
Системный анализ и управление	Бакалавр техники и технологии	Автоматика и управление		Подразделения управления силами и средствами
Прикладная математика	Инженер-математик	Информатика и вычислительная техника	Информационные технологии в системе управления ГПС	Аналитические подразделения

Специальность	Квалификация	Направление	Специализация	Предназначение
Безопасность технологических процессов и производств	Инженер	Безопасность жизнедеятельности		Подразделения МЧС России по охране спец. объектов и объектов национального достояния
Судебная экспертиза	Судебный эксперт	Гуманитарные науки	Инженерно-технические экспертизы	Дознание по делам о пожарах, испытательные пожарные лаборатории
Автомобили и автомобильное хозяйство	Инженер	Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования	Техническая эксплуатация автомобилей	Автомобильное хозяйство, автопарки МЧС России
Управление персоналом	Менеджер	Экономика и управление	Управление персоналом в организациях МЧС России	Кадровый аппарат подразделения МЧС России
Государственное и муниципальное управление	Менеджер	Экономика и управление	Управление при ЧС	Организация управления в подразделениях МЧС России
Менеджмент организации	Менеджер	Экономика и управление	Менеджмент в материально-техническом обеспечении	Пожарно-технические центры, тыловые подразделения
Организация и технология защиты информации	Специалист по защите информации	Информационная безопасность	Защита информационных процессов в компьютерных системах и вычислительных сетях МЧС России	Обеспечение информационной безопасности в подразделениях МЧС России
Безопасность жизнедеятельности	Учитель безопасности жизнедеятельности	Образование и педагогика		Подготовка преподавателей учебных центров
Защита в чрезвычайных ситуациях	Инженер	Безопасность жизнедеятельности		Органы управления и подразделения МЧС России
Дополнительное образование				
На основе специальности «Пожарная безопасность»	Переводчик в сфере профессиональной коммуникации	Безопасность жизнедеятельности		Органы управления и подразделения МЧС России

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

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

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

Вуз является членом Международной ассоциации пожарных «Институт пожарных инженеров», объединяющей более 20 стран мира. В настоящее время университет проводит совместные научные исследования с пожарно-техническими службами США по проблемам борьбы с огнем в условиях низких температур и отдаленных территорий, сотрудничает с Учебным пожарным центром г. Куопио (Финляндия), осуществляет проект по обмену курсантами и профессорско-преподавательским составом с пожарным департаментом г. Линдесберг (Швеция). Разработана и успешно осуществляется программа совместных действий по тушению пожаров на границе России и Финляндии. В целях объединения усилий научных работников и ведущих специалистов в области гражданской защиты для создания более эффективной системы подготовки высококвалифицированных кадров пожарных и спасателей по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также повышения уровня научно-исследовательской и педагогической работы в 2004–2005 гг. учебным заведением были подписаны соглашения о сотрудничестве с Государственным институтом Гражданской Защиты Французской Республики, университетом Восточного Кентукки (США), Центром исправительных технологий северо-запада США, Государственной пожарной школой Гамбурга (Германия), учебными заведениями пожарно-спасательного профиля стран СНГ.

За годы существования университет подготовил более 1000 специалистов для пожарной охраны Афганистана, Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Гвинеи-Бисау, Кореи, Кубы, Монголии, Йемена и других зарубежных стран. В 2008 г. по направлению Международной организации гражданской обороны в университете по программам повышения квалификации обучались сотрудники пожарно-спасательных служб Иордании, Бахрейна, Азербайджана, Монголии и Молдавии.

Компьютерный парк университета, составляет около 400 единиц, объединенных в локальную сеть. Компьютерные классы позволяют курсантам работать в международной компьютерной сети Интернет. С помощью сети Интернет обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса. Необходимая нормативно-правовая информация находится в базе данных компьютерных классов, обеспеченных полной версией программ «Консультант-плюс», «Гарант», «Законодательство России», «Пожарная безопасность». Для информационного обеспечения образовательной деятельности в университете функционирует единая локальная сеть.

Нарастающие сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации учебного процесса. Сегодня университет реализует программы

обучения с применением технологий дистанционного обучения, приобретающих статус одной из равноправных форм обучения.

В настоящее время аудитории, в которых проходят занятия, оснащены телевизорами и техникой для просмотра методических пособий на цифровых носителях, интерактивными учебными досками. Библиотека университета соответствует всем современным требованиям: каждое рабочее место читального зала оборудовано индивидуальным средством освещения, в зале установлены компьютеры с возможностью выхода в Интернет, телевизоры и видеотехника для просмотра учебных пособий, произведена полная замена мебели. Общий фонд библиотек составляет сегодня более 320 тыс. экземпляров.

Библиотека выписывает свыше 100 наименований журналов и 15 наименований газет, в том числе обязательные, в соответствии с ГОСВПО. Университет активно сотрудничает с ВНИИПО МЧС России и ВНИИ ГО и ЧС МЧС России, которые ежемесячно присылают свои издания, необходимые для учебного процесса и научной деятельности университета. В работе библиотеки используется автоматизированная библиотечная система ИРБИС, которая включена в единую локальную сеть университета.

Университет обладает современным общежитием для курсантов и студентов учебного заведения. В общежитии созданы интернет-кафе, видеозал, зал для фитнеса.

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

В университете большое внимание уделяется спорту. Составленные из преподавателей, курсантов и слушателей команды по разным видам спорта – постоянные участники различных спортивных турниров, проводимых как в Санкт-Петербурге, России так и за рубежом. Слушатели и курсанты университета являются членами сборных команд МЧС России по различным видам спорта.

Курсанты и слушатели университета имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей. Налажены связи с театрами и концертными залами города. В Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России созданы все условия для подготовки высококвалифицированных специалистов как для Государственной противопожарной службы, так и в целом для МЧС России.



АВТОРАМ ЖУРНАЛА

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

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

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

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

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

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

3. Оформление текста:

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

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

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

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

4. Оформление формул в тексте:

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

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

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

5. Оформление рисунков и таблиц:

а) рисунки необходимо выделять отдельным блоком для удобства переноса в тексте или вставлять из файла, выполненного в любом из общепринятых графических редакторов, под рисунком ставится: Рис. 2. и далее следуют пояснения;

б) если в тексте не одна таблица, то их следует пронумеровать (сначала пишется: Таблица 2, на той же строке название таблицы полужирно, и далее следует сама таблица);

в) если в тексте одна таблица или один рисунок, то их нумеровать не следует;

г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;

д) в тексте ссылки на таблицы и рисунки делаются следующим образом: рис. 2, табл. 4, если всего один рисунок или одна таблица, то слово пишется целиком: таблица, рисунок.

6. Оформление библиографии (списка литературы):

а) в тексте ссылки на цитируемую литературу обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках;

б) список должен содержать цитируемую литературу, пронумерованную в порядке ее упоминания в тексте.

Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Примеры оформления списка литературы:

Литература

1. Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопросы философии. 1992. № 10. С. 76–86.

2. Информационные аналитические признаки диагностики нефтепродуктов на местах чрезвычайных ситуаций / М.А. Галишев, С.В. Шарапов, С.В. Тарасов, С.А. Кондратьев // Жизнь и безопасность. 2004. № 3–4. С. 134–137.

3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: пособ. для лесных пожарных. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИЛМ, 2002.

4. 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 [Электронный ресурс]. 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 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)
№ 2 – 2012**

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

Подписано в печать 27.06.2012. Формат 60×84_{1/8}.

Усл.-печ. л. 11,25. Тираж 1000 экз. Зак. № 00

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